

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**“EFECTO DEL TRATAMIENTO DE LA TERMO HIDROTERAPIA  
PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA DE CALIDAD  
EN HABA (*Vicia faba* L.)”**

**SANTIAGO CHAMBI MACUCHAPI**

**La Paz – Bolivia**

**2008**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**“EFECTO DEL TRATAMIENTO DE LA TERMO HIDROTERAPIA PARA LA  
PRODUCCION DE SEMILLA DE CALIDAD  
EN HABA (*Vicia faba* L.)”**

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

**SANTIAGO CHAMBI MACUCHAPI**

**Tutores:**

Ing. Ph. D. Victor Hugo Mendoza Condori

Ing. Edgar Gómez Villalba

**Asesor:**

Ing. Alvaro Mendez Romero

**Tribunal Examinador:**

Ing. Rafael Díaz Soto

Ing. Msc. René Calatayud Valdez

Dr. Bernardo Soliz Guerrero

**APROBADA**

**Presidente Tribunal Examinador**

**2008**

# DEDICATORIA

*Doy gracias a Dios y a mi familia, que es la base de mi vida, por el cual dedico el presente trabajo a mi señor padre Pablo Chambi que se encuentra en brazos de Dios, y a mi señora madre Carmen Macuchapi, por todo el apoyo brindado y la confianza depositada. También dirigida a mis hermanos: Víctor, Octavio, Valentín, Rosa, Lidia y Alicia; en especial a mi sobrino (os) Edwin R. Por el amor y cariño que brindaron siempre.*

*Con todo cariño a mis hermanos y sobrino por su  
constante apoyo, comprensión  
amistad y confianza.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento a DIOS nuestro creador por darme la vida hasta hoy en día, y por ayudarme durante toda mi existencia.

Además agradecerle a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme impartido en mi formación profesional, y a todo los Docentes y Compañeros que mí brindaron un apoyo moral e incondicional durante la carrera Universitaria.

Deseo expresar mis agradecimientos a la Institución Centro de Investigaciones Nucleares (CIN) por facilitarme con los materiales para realizar mi trabajo de tesis y al personal en general.

Además deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a mis asesores y tutores al Ing. Ph. D. Victor Hugo Mendoza Condori, Ing. Edgar Gómez Villalba y al Ing. Alvaro Méndez Romero, quienes me brindaron su apoyo, orientación y asesoramiento constante y por la revisión del trabajo de Tesis.

Aprovecho esta oportunidad para agradecer a los miembros del comité revisor, al Ing. Rafael Díaz Soto, Ing. Msc. Rene Calatayud Valdez y al Dr. Bernardo Soliz Guerrero por la paciencia en la revisión, por sus consejos y sugerencias ofrecidas. Quienes de manera desinteresada colaboraron y ayudaron a mejorar el presente trabajo de Tesis.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivo Especifico.....	3
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Importancia del haba.....	4
2.2 Características del cultivo de haba.....	4
2.2.1 Centro de origen del haba.....	4
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	5
2.2.3 Clasificación botánica del haba.....	6
2.2.4 Morfología del haba.....	6
2.2.5 Principales etapas fenológicas.....	8
2.3 Variedades de haba cultivadas en Bolivia.....	8
2.4 Factores ecológicos en la producción del haba.....	9
2.4.1 Factores climáticos.....	9
2.4.2 Factores edafológicos.....	9
2.5 Valor nutritivo del haba.....	10
2.6 Comportamiento productivo.....	11
2.7 Proceso de certificación del haba.....	11
2.8 Componentes de calidad en una norma de clasificación.....	12
2.9 Atributos de calidad de la semilla.....	13
2.10 Problemas fitosanitarios en cultivo de haba.....	14
2.10.1 Daños causados por insectos.....	14
2.10.2 Daños causados por hongos.....	14

2.10.3 Daños causados por virus.....	15
2.11 Termoterapia en semilla de haba.....	16
2.12 Formas de control de los virus.....	17
2.12.1 Termoterapia (temperatura).....	17
2.12.2 Termo hidroterapia (temperatura y agua).....	18
2.12.3 Cultivo de meristemos.....	18
2.12.4 Quimioterapia (Químicos).....	18
2.12.5 Electroterapia (Electricidad).....	19
2.13 Técnicas de detección e identificación de virus.....	20
2.13.1 Plantas indicadoras.....	20
2.13.2 Pruebas serológicas.....	21
2.13.3 Microscopia electrónica.....	21
2.14 Formas de diseminación natural de los virus.....	22
2.14.1 Transmisión por semilla.....	22
2.14.2 Transmisión por vectores.....	22
2.14.3 Transmisión mecánica.....	23
2.14.4 Transmisión por contacto.....	23
2.14.5 Transmisión por insectos.....	24
2.14.6 Transmisión por injertos.....	24
<b>3. LOCALIZACION.....</b>	<b>25</b>
3.1 Ubicación geográfica.....	25
3.2 Características climáticas.....	26
<b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 Materiales de invernadero y campo.....	27
4.1.1 Equipos de laboratorio.....	27
4.1.2 Equipos de campo.....	27
4.1.3 Material vegetal.....	28
4.2 Metodologías para invernadero y campo.....	28
4.2.1 Procedimiento experimental en invernadero.....	28
4.2.1.1 Preparación del sustrato y desinfección.....	28
4.2.1.2 Delimitación de las camas de producción.....	29
4.2.1.3 Tratamiento de termo hidroterapia en la semilla.....	29

4.2.1.4	Desinfección de la semilla tratada por termo hidroterapia.....	30
4.2.1.5	Siembra de las plantas indicadoras de virus.....	30
4.2.1.6	Inoculación a las plantas indicadoras de virus.....	30
4.2.1.7	Técnicas para la producción de la semilla de haba.....	31
4.2.2	Procedimiento experimental en campo.....	31
4.2.2.1	Preparación de terreno.....	31
4.2.2.2	Delimitación del área.....	31
4.2.2.3	Siembra.....	32
4.2.2.4	Aplicación de fertilizante.....	32
4.2.2.5	Labores culturales.....	32
4.2.2.6	Cosecha.....	33
4.2.3	Diseño Experimental.....	33
4.2.4	Variables de respuesta.....	34
4.2.4.1	Variables morfológicas.....	34
	Altura de planta.....	34
	Número de tallos por planta.....	34
	Número de vainas por planta.....	34
	Longitud de la vaina.....	35
	Número de grano por vaina.....	35
	Peso de 100 semillas.....	35
4.2.4.2	Variables fenológicas.....	35
	Días a la emergencia.....	35
	Días a la floración.....	35
	Días al llenado de vaina.....	36
	Días a la cosecha.....	36
	Presencia de virus.....	36
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>37</b>
5.1	Temperatura.....	37
5.2	Análisis físico – químico del sustrato.....	38
5.2.1	Análisis físico.....	38
5.2.2	Análisis químico.....	39
5.3	Efecto de termo hidroterapia en el cultivo de haba.....	40

5.3.1	Cultivo de haba por efecto de termo hidroterapia en Invernadero.....	40
5.3.1.2	Análisis de la variable estudiada en condición de invernadero.....	40
5.3.2	Evaluación de las características morfológicas.....	41
5.3.2.1	Comportamiento de la variable altura de planta.....	42
5.3.2.2	Comportamiento de la variable número de tallos por planta.....	44
5.3.2.3	Comportamiento del variable número de vainas por planta.....	46
5.3.2.4	Comportamiento de la variable longitud de vaina.....	48
5.3.2.5	Comportamiento de la variable número de granos por vaina.....	50
5.3.2.6	Comportamiento de la variable peso de 100 semillas.....	52
5.3.3	Evaluación de las características fenológicas.....	54
5.3.3.1	Comportamiento de la variable días a la emergencia.....	55
5.3.3.2	Comportamiento de la variable días a la floración.....	57
5.3.3.3	Comportamiento de la variable días al llenado de vaina.....	59
5.3.3.4	Comportamiento de la variable días a la cosecha.....	61
5.3.4	Cultivo de haba por efecto del termo hidroterapia en campo.....	64
5.3.4.1	Análisis de las variables estudiadas en condiciones de campo.....	64
5.3.5	Evaluación de las características morfológicas.....	65
5.3.5.1	Comportamiento de la variable altura de planta.....	66
5.3.5.2	Comportamiento de la variable número de tallos por planta.....	68
5.3.5.3	Comportamiento del variable número de vainas por planta.....	70
5.3.5.4	Comportamiento de la variable longitud de vaina.....	72
5.3.5.5	Comportamiento de la variable número de granos por vaina.....	74
5.3.5.6	Comportamiento del variable peso de 100 semillas.....	76
5.3.6	Evaluación de las características fenológicas.....	78
5.3.6.1	Comportamiento de la variable días a la emergencia.....	79
5.3.6.2	Comportamiento de la variable días a la floración.....	81
5.3.6.3	Comportamiento de la variable días al llenado de vaina.....	83
5.3.6.4	Comportamiento de la variable días a la cosecha.....	85
5.3.7	Comportamiento de la variable presencia de virus.....	87
6.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	89
7.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	91
8.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	92



## INDICE DE CUADROS

Nº.	Pág.
1. Composición química del haba.....	10
2. Superficie cultivada (Has) y producción (Tn) de haba en Bolivia.....	11
3. Categorías de calidad de habas.....	13
4. Reacción de los virus en plantas indicadoras.....	17
5. Análisis físico – químico del suelo de invernadero.....	38
6. Comparación de medias de los tratamientos de termo hidroterapia.....	40
7. Resumen de análisis de varianza de las variables morfológicas.....	41
8. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta.....	42
9. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta.....	42
10. Prueba de Duncan para comparar número de tallos por planta.....	44
11. Prueba de Duncan para comparar número de tallos por planta.....	44
12. Prueba de Duncan para comparar número de vainas por planta.....	46
13. Prueba de Duncan para comparar número de vainas por planta.....	46
14. Prueba de Duncan para comparar la longitud de vaina.....	48
15. Prueba de Duncan para comparar la longitud de vaina.....	48
16. Prueba de Duncan para comparar número de granos por vaina.....	50
17. Prueba de Duncan para comparar número de granos por vaina.....	50
18. Prueba de Duncan para comparar peso de 100 semillas.....	52
19. Prueba de Duncan para comparar peso de 100 semillas.....	53
20. Resumen de análisis de varianza de las variables fenológicas.....	55
21. Prueba de Duncan para comparar días a la floración.....	57
22. Prueba de Duncan para comparar días a la floración.....	57
23. Prueba de Duncan para comparar días al llenado de vaina.....	59
24. Prueba de Duncan para comparar días al llenado de vaina.....	60
25. Prueba de Duncan para comparar días a la cosecha.....	62
26. Prueba de Duncan para comparar días a la cosecha.....	62
27. Comparación de medias de los tratamientos de termo hidroterapia.....	64
28. Resumen de análisis de varianza de las variables morfológicas.....	65
29. Resumen de análisis de varianza de las variables fenológicas.....	78
30. Frecuencia de virus con uso de las plantas indicadoras.....	87

## INDICE DE FIGURAS

Nº.	Pág.
1. Ubicación del Centro de Investigaciones Nucleares (CIN–Viacha).....	25
2. Cultivo de haba.....	28
3. Semilla de haba.....	28
4. Cámara de germinación.....	29
5. Semillas tratadas por termo hidroterapia.....	29
6. Temperaturas mensuales promedio de máximas y mínimas (IBTEN).....	37
7. Efecto de temperatura y tiempo sobre la altura de planta.....	43
8. Efecto de temperatura y tiempo sobre el número de tallos por planta.....	45
9. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de vainas por planta.....	47
10. Efecto de temperatura y tiempo sobre la longitud de vaina.....	49
11. Efecto de temperatura y tiempo sobre el número de granos por vaina.....	51
12. Efecto de temperatura y tiempo sobre el peso de 100 semillas.....	53
13. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la emergencia.....	56
14. Efecto de temperatura y tiempo sobre los días a la floración.....	58
15. Efecto de temperatura y tiempo sobre días al llenado de vaina.....	60
16. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la cosecha.....	63
17. Comparación de temperatura y tiempo para altura de planta.....	66
18. Efecto de temperatura y tiempo sobre la altura de la planta.....	67
19. Comparación de temperatura y tiempo para número de tallos por planta.....	68
20. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de tallos por planta.....	69
21. Comparación de temperatura y tiempo para número de vainas por planta.....	70
22. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de vainas por planta.....	71
23. Comparación de temperatura y tiempo para longitud de vaina.....	72
24. Efecto de temperatura y tiempo sobre la longitud de vaina.....	73
25. Comparación de temperatura y tiempo para número de granos por vaina.....	74
26. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de granos por vaina.....	75
27. Comparación de temperatura y tiempo para peso de 100 semillas.....	76
28. Efecto de temperatura y tiempo sobre peso de 100 semillas.....	77
29. Comparación de temperatura y tiempo para días a la emergencia.....	79

30. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la emergencia.....	80
31. Comparación de temperatura y tiempo para días a la floración.....	81
32. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la floración.....	82
33. Comparación de temperatura y tiempo para días al llenado de vaina.....	83
34. Efecto de temperatura y tiempo sobre días al llenado de vaina.....	84
35. Comparación de temperatura y tiempo para días a la cosecha.....	85
36. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la cosecha.....	86
37. Frecuencia de virus con el uso de las plantas indicadoras.....	88

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Fotos de síntomas de virus en las plantas indicadoras.

- a) Planta indicadora arveja
- b) Planta indicadora quinua
- b) Planta indicadora ajara
- c) Síntomas de virus en el cultivo de haba

Anexo 2. Fotos del cultivo de invernadero y campo.

Anexo 3. Fotos de las variables de respuesta durante la investigación.

Anexo 4. Datos de presencia de virus para cada tratamiento.

Anexo 5. Croquis del experimento

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Nucleares – IBTEN, ubicado en la localidad de Viacha (Provincia Ingavi – La Paz). La producción de semilla de haba en la región Altiplanica se ve afectada por diferentes plagas, enfermedades, hongos, nematodos, bacterias y en especial la presencia de virus que inciden directamente en la producción y calidad de la semilla. Con la Tesis se trató de determinar los efectos de termo hidroterapia en el cultivo de haba, el procedimiento experimental fue realizado en invernadero y la otra en campo, la primera parte la semilla de haba fue tratada en una cámara de germinación a temperaturas de 60°C y 70°C y tiempos de 1,2 y 3 horas, posteriormente ellas fueron sembradas en camas de producción en invernadero. La semilla producida en esas condiciones posteriormente fue sembrada en campo. Los resultados fueron obtenidos en ambos casos bajo un diseño de bloques al azar con dos factores de estudio; niveles de temperatura y tiempo con tres repeticiones. El análisis de varianza se realizó con el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 6.12 y la normalización de los datos con la raíz cuadrada de X. Las variables de respuesta tanto para invernadero y campo fueron; Altura de planta, número de tallos, vainas, granos, longitud de vaina, peso de 100 semillas, días a la emergencia, floración, llenado de vaina y cosecha, presencia de virus con el uso de plantas indicadoras solo en invernadero. En invernadero se observó que las semillas tratadas a 60 °C a 3 horas y 70°C a 1 hora se comportaron mejor en cuanto a altura de la planta, número de tallos y vaina, longitud de vaina. Y para las variables fenológicas los mejores resultados de obtuvieron a 70 °C a 2 horas, a tratamientos T1, T2, T3 y T4 en las pruebas realizadas con plantas indicadoras se observó aún síntomas de virus. De todos los tratamientos realizados como T5 no se observó la presencia de virus. En condiciones de campo los mejores resultados fueron la T3, T4 y T5 excepto para número de vaina, y para las variables fenológicas los resultados fueron estadísticamente casi muy similares para todos los tratamientos. En conclusión el mejor tratamiento fue la T5 pues se pudo eliminar virus con tratamientos térmicos y identificados los síntomas con las plantas indicadoras (ajara, arveja y quinua), el comportamiento del cultivo en cuanto a la producción de semilla no fue tan buena en comparación en condiciones de campo.

## 1. INTRODUCCION

El cultivo de haba (*Vicia faba* L.), es una leguminosa que se cultiva en la zonas próximas del altiplano y valles interandinos de Bolivia, que se produce granos que están destinados al consumo interno en vaina verde y grano seco, el cultivo de algunos ecotipos regionales como la "Gigante de Copacabana", por sus características de granos de calibre grande, son adecuados para la exportación a los mercados nacionales y internacionales.

La importancia del cultivo de haba, es grande para el desarrollo de la zona andina de Bolivia, ya que los niveles de exportación van en ascenso en los mercados internacionales por la calidad nutritiva de sus granos que poseen alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Por lo cual existe una demanda por los países importadores de haba seca como: Japón, Portugal, Canadá, Francia, España y Colombia.

Las exportaciones bolivianas no llegan al 1 % del tamaño del mercado internacional, esta realidad provoca un conjunto de interrogantes en busca del por que de esta situación. Las respuestas tiene dos dimensiones, una interna otra externa, esta última se circunscribe al comportamiento del mercado de los principales países clientes, tomando en cuenta mercados consolidados, apertura de mercados y la búsqueda de nuevos mercados potenciales.

Los bajos rendimientos de las especies vegetales están generalmente asociados entre otros a las enfermedades. En el cultivo de haba los agentes fitopatógenos que causan los mayores daños son los hongos (roya, mancha chocolatada, mancha circular); los insectos (mosca minadora, mosca barrenadota y pulgones) y en la actualidad se tiene como una importante limitante a diversos tipos de virosis.

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 (CIFP) y del haba de altura (IBTA). El primero de ellos concentró sus actividades en el valle de Cochabamba y el segundo en La Paz, Tarija y Potosí.

La detección e identificación del agente causal de una enfermedad es prioridad para el control y erradicación de dicho patógeno. Los virus pueden detectarse e identificarse por distintos métodos. Para la detección el método más sencillo es la observación de síntomas presentes en la planta seguido por la utilización de plantas indicadoras. Entre los métodos más precisos para la detección e identificación de virus están las técnicas de serología, microscopía electrónica e hibridación de ácidos nucleicos.

Toda institución seriamente dedicada a la producción de semillas, tiene como objetivo ofrecer calidad de semilla. La mayoría de estas se basan su control de calidad en los análisis de los Servicios de certificación, pero a medida que aumentan las exigencias del mercado y competencia entre estas instituciones y concientización del cliente, implantan programas de control interno de calidad con el objetivo de asegurar la calidad de semilla (Landivar, 1984).

Los pasos para obtener semilla de buena calidad deben abarcar desde las etapas de investigación básica y desarrollo del cultivo, pasando por las multiplicaciones iniciales de semilla, hasta las actividades subsiguientes de producción, secamiento, acondicionamiento, almacenamiento y distribución al mercado para la exportación en grano seco.

El presente documento plantea una metodología para la producción de semilla de calidad que sea libre de virus a través de tratamientos de termo hidroterapia, ya que este agente se presenta ciclo tras ciclo de siembra por medio de diversos tipos de síntomas que cada vez son complejos y severos, utilizando las plantas indicadoras para ver la presencia y ausencia de virus lo cual aumentaría el rendimiento y la calidad de vaina y del grano de este cultivo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

- Establecer una metodología práctica para la producción de semilla de haba.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto que se produce en el cultivo de haba cuando las semillas son tratadas por termo hidroterapia a diferentes temperaturas y tiempos.
- Determinar el mejor tratamiento en cuanto a temperatura, tiempo e interacción de termo hidroterapia para la producción de semilla de calidad.
- Evaluar con plantas indicadoras la presencia y ausencia de virus, de las plantas procedentes de semillas tratadas por termo hidroterapia.
- Establecer una técnica adecuada de producción de semilla para el mejoramiento del cultivo de haba.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia del haba**

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 sistemas productivos agrícolas como fijador de nitrógeno al suelo, insumos alimenticios en ganado, fuente proteica en la alimentación de la familia, fuente de ingresos en su comercialización en los mercados de consumo interno (haba verde y seca) y externo grano seco; por lo tanto un componente relevante en las estrategias de seguridad alimentaría campesina (Crespo, 1990).

Durante el desarrollo de las actividades en la mencionada década, hubo diferentes grados de coordinación entre los actores comprometidos con el cultivo de 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 de los valles, esta división permitió la concentración de esfuerzos de las diversas organizaciones en una u otra zona (IBTA,1996).

### **2.2 Características del cultivo de haba**

#### **2.2.1 Centro de origen del haba**

Las referencias especializadas, mencionan que el haba es originario del Asia Central, del este de Europa y de Abisinia; región Africana donde fue cultivado en sus ancestros (edad de la piedra) y que también fue apreciada por los egipcios y romanos (Lerena, 1959; Serrate *et al*, 1981).

Alsina (1959) y Box (1961), manifiesta que el probable centro de origen del haba es el Asia. El haba es considerada una de las leguminosas cultivadas de mayor antigüedad y



que fue el alimento básico para el hombre neolítico en la cuenca del mediterráneo. Se menciona que la especie ancestral fue encontrada en el interior de Argelia, habiéndose también ubicado semilla de haba junto a las habitaciones humanas en la Edad de Bronce y que en Egipto se logró hacer germinar semillas de una antigüedad de 2200 a 2400 a. c.

### 2.2.2 Clasificación taxonómica

El haba difiere de otras especies del mismo género (*Vicia*), únicamente en dos caracteres morfológicas: la falta de zarcillos y el aspecto del hilo "hilium" de la semilla. Los análisis citogenéticos y electroforéticos excluyen la posible relación cercana entre las especies *V.narbonensis*, *V. galilalea* y *V. hyaeniscymus* (Lakizinsky, 1975).

Según Strasburger et al (1974), la clasificación taxonómica corresponde a:

Reino	<i>Plantae</i> (vegetal)
Sub- reino	Antophyta (fanerógamas)
División	<i>Magnoliophyta</i> (fanerógamas)
Sub-división	<i>Magnoliophytina</i> (angiospermas)
Clase	<i>Magnoliatae</i> (dicotiledóneas)
Sub-clase	<i>Rosidas</i> (rosiflorae)
Orden	<i>Fabales</i> (leguminosas)
Familia	<i>Fabaceae</i> (papilionaceae)
Sub familia	<i>Papilonoideae</i>
Genero	<i>Vicia</i>
Especie	<i>faba</i>
Nombre binomial	<i>Vicia faba</i> L.

Según la misma referencia Serrate, et al. (1981), afirma que la especie *Vicia faba*, comprende las subespecies mayor para obtención de grano para consumo humano de tamaño grande de 15 y 25 mm; caballar (equina) para forraje y abono verde grano de

tamaño intermedio; minor sirve para la alimentación animal sus granos son pequeños; paucijuga considerado como silvestre y en vías de extensión fue el antecesor de *Vicia faba ssp. major*.

### 2.2.3 Clasificación botánica del haba

La planta de haba (*Vicia faba*), según algunos especialistas (Cárdenas, 1969; Serrate et al, 1981; Horqqe, 1990 y Crespo, 1996), tiene las siguientes características botánicas:

La planta es anual, no trepadora, semierguida, sin rizomas y yemas con un ciclo vital de 6 a 12 meses, la fructificación es en un solo periodo, en tres etapas continuas diferenciadas, floreciendo y fructificando inicialmente el tercio inferior de la planta (flores y vainas bajas), luego florece y fructifica el segundo tercio o central que es el de mayor importancia para la producción, y por ultimo florece y fructifica el tercio superior cuyas vainas resultan y quedan pequeñas.

En Bolivia, existe una diferenciación en la denominación de los ecotipos, según las zonas de cultivo, los granos grandes se denominan habillas: estos corresponden a la variedad botánica *V. faba* var. Major y los granos medianos (cultivados principalmente en los valles interandinos) pertenecen a la variedad botánica *V. faba* var. Equina (MAGDER-UPA, 2002).

### 2.2.4 Morfología del haba

Según (Horqqe, 1990) describe la morfología del cultivo de haba de la siguiente manera:

**Raíz:** pivotante con formación de nódulos donde se alojan las bacterias fijadoras como (*Rizobium leguminosarum*) con raíz penetrante hasta 100 cm de profundidad, y raíces secundarias de temprano desarrollo y bien detectable en estado de germinación.

**Tallos:** erguidos, fistulosos y robustos de sección cuadrangular, de consistencia herbácea en los primeros estadios a una altura de 0,50 – 1,8 m, el tallo cuadrado es fuerte y alcanza una altura de 50 hasta 200 cm de acuerdo a la variedad y factores del cultivo.

**Hojas:** son compuestas de 4 – 7 folíolos, glabras de borde entero, el haz suele ser de color verde intenso, menos nervosa que la cara inferior o envés son pinnadas con 3 o 4 pares de los folíolos sin zarcillos.

**Inflorescencia:** tipo racimoso de origen axial; procedente de un péndulo corto, seguido del raquis, donde se insertan las flores en medio de pequeños pedicelos que sostiene la flor.

**Flores:** de simetría bilateral, zigomorfa o agrupada en racimos en número de 2 a 12 flores; la corola es dialipétala, con un pétalo superior denominado estandarte, dos laterales libres llamados pétalos y dos inferiores unidas a lo largo de su línea de contacto. Este conjunto se denomina quilla el cual envuelve y protege a los órganos sexuales de la flor.

**El androceo:** consta de 10 estambres, nueve de ellos unidos, formando un tubo que encierra el gineceo, quedando libre el décimo estandarte; diferenciado en ovario, estilo y estigma.

**Fruto:** es una vaina o legumbre de consistencia gruesa y carnosas alargada y algo comprimida con semillas dispuestas en hileras ventrales. La disposición de vainas varía desde erguidas, hasta colgantes. Las dimensiones varían en un rango de 5 a 30 cm. pueden contener de 2 a 6 semillas.

**Semillas:** son de forma ovoide y de coloración que varía de verde oscuro a claro; presenta el hilio o cicatriz originada por la separación del funículo de forma ovalada o

lineal y generalmente de color negro; el tegumento es impermeable (duro), la semilla de generación hipógea.

### **2.2.5 Principales etapas fenológicas**

CADIA – USAID, (1995) considera que para mantener un buen desarrollo vegetativo se debe aplicar correctamente y oportunamente los distintos factores de producción, es necesario conocer los diferentes estadios de desarrollo que atraviesa el cultivo la curva de crecimiento se divide en tres fases principales:

**Fase I:** Presenta una acumulación de biomasa, esta fase dura un mes desde la emergencia. Es la fase más exigente en los factores de producción. El cultivo de habas debe estar libre de malezas, humedad óptima, nutrientes disponibles como Ca y P y además debe realizarse el raleo, carpida y aporque.

**Fase II:** Es la fase de crecimiento lineal, se produce una acumulación constante de materia seca, la formación intensa de estructuras vegetativas exige que el cultivo debe estar libre de ataque de plagas, teniendo una duración de dos meses.

**Fase III:** Es la fase de llenado, no presenta un desarrollo vegetativo y se inicia el desarrollo de estructuras productivas, se inicia con la antesis y concluye con la madures fisiológica y dura un mes y medio aproximadamente.

### **2.3 Variedades de haba cultivadas en Bolivia**

Las variedades tradicionales cultivadas son: Pandoja, Francia, Rosal, Camargo y entre las mejoradas sobresalen IBTA/Valluna y Pairumani I estos en las zonas de los valles. Las variedades cultivadas en las zonas altas son las conocidas como habillas: Puca chaleco, Usnayo, Huaca jabasa y Gigante de Copacabana; los materiales mejoradas constituyen Pairumani 4 IBTA- Esquina e IBTA.PLG-201 (Milán, 1994).

En Bolivia se cultivan variedades adaptadas hace cientos de años, que son considerados como locales y criollas, cuyos granos son de tamaño mediano a grande. También en el país se cultivan genotipos y/o variedades mejoradas para optimizar los rendimientos y calidad del producto final. (Milán, 1994).

Las mismas referencias, indican que las variedades del valle alcanzan la madurez fisiológica hasta los cinco meses y las variedades adaptadas a zonas altas, maduran hasta en siete meses.

## **2.4 Factores ecológicos en la producción del haba**

### **2.4.1 Factores climáticos**

Donde las temperaturas de 23 – 17 °C día – noche, con un fotoperiodo de 12 horas, es suficiente para asegurar el normal desarrollo floral, mientras un fotoperiodo de 16 horas es adecuado para todas las temperaturas según Evans (1957) citado por Fornes (1983).

Por otro lado Vigliola (1991) concluye que, la temperatura óptima de crecimiento oscila entre 15 y 18 °C y las heladas afectan principalmente las flores y vainas.

Finalmente en Bolivia, el haba se cultiva en climas fríos, templadas y semitempladas desde los valles mesotermicos (2000 msnm) hasta mesetas alto andinos del altiplano (3800 msnm) el cultivo soporta bien algunas condiciones de bajas temperaturas. La presencia de una helada cuando las plantas son muy pequeñas o están germinando puede causar la muerte de los tejidos apicales, sin embargo el haba tiene la capacidad de rebrotar y continuar con su desarrollo vegetativo (Meneses et al, 1996).

### **2.4.2 Factores edafológicos**

El cultivo de haba se encuentra en el grupo de moderadamente tolerantes, soporta un pH de 5,5 – 6,8 según (Cáceres, 1984). Otro autor menciona que el haba prefiere

suelos francos, adaptándose a una gama de pH amplia entre 5 a 8 es relativamente tolerante a la salinidad (Vigliola, 1991).

Finalmente (Jansen, 1989), citado por Meneses et al, (1996) señala que, el haba tolera muy bien diversos tipos de suelo aunque prospera mejor en suelos sueltos y ricos en materia orgánica y se adapta a una margen amplio de pH de 5 y 8 siendo optimo a 6,5.

## 2.5 Valor nutritivo del haba

El haba es una hortaliza de mucha importancia por alto contenido de proteínas, cercano al 30% en grano seco y cantidades apreciables de fósforo y calcio por lo que se recomienda para balancear la dieta. Como comestible se usan principalmente los granos tiernos y secos, el grano se consumen también tostado (Higuita, 1969).

La semilla de esta leguminosa que es la haba constituye una importante fuente de proteína vegetal, tanto para la alimentación humana y como animal. Se la considera de buena calidad nutritiva por su contenido de proteína (27,7 %) y grasa (1 – 2 %) (Moreira y Henson, 1994).

**Cuadro 1. Composición química del haba**

PARAMETROS	CONTENIDO	REFERENCIAS*
Humedad (%)	9.76	9.3
Cenizas (%)	2.53	3.29
Fibra cruda (%)	8.87	8.56
Grasa (%)	1.5	1.22
Proteína N*6.25 (%)	21.8	23.3
Carbohidratos totales (%)	64.4	62.9
Calcio (mg-Ca/100g)	204.0	124
Fósforo (mg-P/100g)	247.0	467
Magnesio (mg-Mg/100g)	97.0	
Sodio (mg-Na/100g)	77.7	
Potasio (mg-K/100g)	1002	
Hierro (mg- Fe/100g)	9.98	6.8

**Fuente:** Fundación Instituto de Tecnología de Alimentos ITA Sucre Bolivia.

\* "Tabla de Composición de alimentos Bolivianos" M.P.S.S.P., muestra de haba con cáscara La Paz - Bolivia.

## 2.6 Comportamiento productivo

El haba en comparación con otros cultivos como soya, maíz, trigo, arroz, papa, caña de azúcar y cebada en grano es cultivada en menor superficie, aunque arroja volúmenes de producción importantes para los pobladores rurales del altiplano y valles interandinos, donde constituye en fuente de seguridad alimentaria y de exportación. Cuya evolución de la superficie cultivada y la producción de haba en Bolivia según (MACA, 2005).

**Cuadro 2. Superficie cultivada (Has) y producción (Tn) de haba en Bolivia**

<b>Gestión</b>	<b>Superficie cultivada (Ha.)</b>	<b>Producción (tn.)</b>
2000/01	33,646	65,846
2001/02	33,190	59,959
2002/03	33,200	59,231
2003/04	32,484	58,068
2004/05	32,875	58,841
2004/06	32,240	58,420

Fuente: MACA, 2005

## 2.7 Proceso de certificación del haba

**La certificación**, el proceso de certificación, se aplica a aquellas especies que para la producción de sus semillas, requieran realizar el control de calidad a través de las inspecciones en campo y análisis de laboratorio, bajo normas específicas establecidas para su especie o grupo de especie.

**La fiscalización**, comprende aquellas especies que para producir semillas "no" se requieren realizar el control de calidad con inspecciones de campo, realizándose únicamente un análisis de laboratorio. Se incluye en este proceso la semilla importada.

Los procesos de certificación y fiscalización se realizan con la finalidad de verificar la calidad de semilla que es puesta a disposición de los agricultores para evitar la

introducción y difusión de malezas, variedades no registradas y/o semillas portadoras de plagas, enfermedades y virus ([webmaster@semillas.org](mailto:webmaster@semillas.org)).

Las normas de certificación y fiscalización de semillas indicaran los parámetros mínimos que deberán cumplirse, los mismos que están establecidas en reglamentaciones específicas por genero o grupo de géneros o especies, el haba debe tener una semilla pura de 98 % y una germinación de 80 % (PNS, 2003).

En el país solo se trabaja con las categorías de registrada, certificada y fiscalizada, no existe experiencia de la producción de semilla pre básica por los costos que tiene. El control de calidad en la producción de semilla es de dos clases: a) Control interno, lo realiza el semillerista, durante la producción en el terreno. b) Control externo, lo realiza la O.R.S. (Oficina Regional de Semilla), este sistema de control es el servicio de certificación (JICA, 2006).

## **2.8 Componentes de calidad en una norma de clasificación**

Los objetivos de las normas de clasificación y su aplicación es proporcionar un medio de control de calidad según las normas para los productos hortícolas y otros. Por ello, las normas de clasificación intentan incluir aquellas características importantes del producto que contribuyan a su calidad (Yahia, 1992).

El tamaño de haba requerida para la exportación generalmente se prefieren grandes por que se puede vender a precios mas altos se pues comercializar los granos medianos de acuerdo al peso del grano, el principal mercado para los granos grandes el extra y primera se encuentra en el Japón, Alemania y Francia (IBTA, 1996).

La clasificación se basa en función a la cantidad promedio de los granos contenidos en una onza. Es decir tomando como patrón el peso, se cuenta cuantos granos alcanzan el peso de una onza (28,3495 granos). De este modo, se establece la clasificación de aceptación general en el producto de exportación (Rojas ,1997).



**Cuadro 3. Categorías de calidad de haba**

Calidad	Calibre (Nº de granos por onza)	Peso del grano (gr)
Extra	Menor de 9	Mayor a 2,8
Primera	9 - 11	2,8
Segunda	11 - 13	2,3
Tercera	13 - 17	1,9
Cuarta	17 - 24	1,4

Fuente: M. Rojas R. (1997).

## 2.9 Atributos de calidad de la semilla

Popinigis, (1977) sostiene que la calidad es la sumatoria de todos los atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios que afectan a la capacidad de originar plantas de alta productividad.

La calidad **genética** comprende entre otros a los atributos de pureza varietal, homogeneidad, potencial de productividad, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, y calidad del producto.

La **física** es caracterizada por la proporción de componentes físicos presentes, tales como semillas puras, semillas silvestres, otras semillas cultivadas, sustancias inertes. La condición física es caracterizada por el valor de humedad, tamaño, color, densidad, apariencia, daños mecánicos causados por insectos, infecciones por daños y uniformidad en cuanto a esas características.

La **sanitaria** es la condición de la semilla en relación a la presencia o al grado de aparición de hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos que causan enfermedades y daños a las semillas y transmitidos por la semilla, son capaces de causar enfermedades y reducciones en la calidad y la productividad de los cultivos.

La **fisiológica** es la capacidad de desempeñar funciones vitales, caracterizadas por su germinación, su vigor, y su longevidad de las semillas.

## 2.10 Problemas fitosanitarios en cultivo de haba

### 2.10.1 Daños causados por insectos

Los principales insectos plagas del haba son: *Melanogromyza* sp., *Liriomyza* sp., *Agrotis* sp., *Aphis fabae* y *Myzus persicae* (Quiton, 1994). En general los insectos con aparato bucal chupador son vectores de las enfermedades virósicas. Estos chupan la savia de las plantas produciendo encrespamiento y deformación de las hojas y brotes.

Los insectos son por mucho las más importantes vectores de los virus de plantas La mayoría de los virus como los *Carlaviruses*, *Cucumoviruses*, *Almoviruses* y *Potyvirus* son transmitidos por insectos en una manera no persistente, los virus BBSV (Broad bean Satín Virus) y BBTMV (Broad Bean Trae Mosaic Virus) son transmitidos por escarabajos y gorgojos, *Apio vorax* y *Sitona lineatus* (Quiton, 1994).

### 2.10.2 Daños causados por hongos

Los hongos patógenos de mayor importancia en el haba a nivel nacional según (Quitón, 1994) son: *Uromices fabae*, *Botrytis fabae*, *Alternaría alternata*, *A. tenues*. Estos hongos desarrollan con mayor facilidad en presencia de virus en la planta. Y además que existen géneros de hongos que transmiten virus, siendo todo ellos parásitos obligados unicelulares que forman esporangios.

Coca, (2004) menciona las principales enfermedades foliares y su control que se presentan en el cultivo de haba:

**Mancha de chocolate**, (*Botrytis fabae Sard*), esta enfermedad afecta a las hojas, tallos, flores, vainas verdes y grano. La fase agresiva se presenta durante la (floración, formación y maduración de las vainas), debido a mayor densidad, alto crecimiento

vegetativo, humedad y lluvias y suelos pesados, hacen más vulnerables para el desarrollo de esta enfermedad. Presenta manchas de color chocolate sobre las hojas tallos. Se recomienda como preventivo aplicar, Benomyl y Cupravit cada 15 a 20 días entre aplicaciones.

**Roya**, (*Uromyces fabae*), es una enfermedad no muy conocida, se presenta a partir de la última etapa de floración hasta la maduración del cultivo (Enero- Abril). Afecta a hojas de las partes medias y basales de la planta, tiene las características como polvillos de color café marrón y pústulas de color amarillento, como mancha de chocolate y manchas concéntricas. Se recomienda para control el Royacid al 0,2 %.

**Mancha concéntrica**, (*Alternaria sp*), se presenta en las últimas fases de floración y maduración del cultivo (Enero-Marzo), las manchas son características, con anillos irregularmente formadas sobre la lesión donde se desarrollan las conidias del hongo, son de color marrón oscuro. Cuando el follaje se seca completamente, el patógeno vive en los rastrojos como saprofito de un año a otro. Para atajar y controlar la mancha concéntrica aplicar Benomyl y cupravit.

**Antracnosis del haba**, (*Asochyta fabae*), se reporta por primera vez en el Altiplano de La Paz. Es una enfermedad que afecta con mayor incidencia en las zonas productoras de haba de la localidad de Copacabana, Provincia Manco Cápac. Generalmente ataca a las hojas, tallos y vainas, produce una muerte descendente de las hojas y tallos además baja la calidad de las vainas y grano seco.

### 2.10.3 Daños causados por virus

Los virus de las plantas constituyen un grupo de patógenos, cuya importancia no es apropiadamente reconocida, la productividad del haba es afectada por aproximadamente 40 virus conocidas a nivel mundial. Estos se han identificado por diversos métodos como. El rango de hospederos, las pruebas de transmisión, el uso de microscopio electrónico, serología y otros (Moreira y Milán, 1994).

Los virus pueden ser considerados como grupos heterogéneos de entidades sub microscópicas e infecciones que son dependientes de las células vivas donde parasitan para su multiplicación, capaces de causar enfermedades en las plantas, son capaces de multiplicarse *in vitro* (Herbas, 1981).

A nivel nacional no se dio importancia a la infección de virus del haba, su incidencia no afectaba la producción, fue poco la investigación de los virus en haba. Actualmente, se tiene identificado mediante microscopia electrónica y plantas indicadoras de virus amarillo de frijol- BYMV, virus de alfalfa- AMV, y el virus de trébol blanco- WCMZ (Zambrana Quiton, 1995).

Los síntomas provocados por virus pueden ser mas de tres, que limita la producción de la haba se realizo estudios sobre identificación de virus mediante la pruebas de serología DAS-ELISA y la plantas indicadoras, caracterizar los síntomas que producen estos virus mediante la descripción de las síntomas (CIP, 1993).

**Cuadro 4. Reacción de los virus en plantas indicadoras.**

<b>Virus</b>	<b>Plantas indicadoras</b>	<b>Síntomas producidas</b>
BYMV	<i>Phaseolus vulgares</i> <i>Pisum sativum</i> <i>Chenopodium quinoa</i> <i>Chenopodium amaranticolor</i> <i>Vicia Faba</i>	Clorosis y necrosis Amarillamiento internerval Manchas amarillas redondas Manchas amarillas rigurosidad Necrosis de venas con aclareo
BBSV	<i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Pisum sativum</i> <i>Nicotiana rustica</i>	Mosaico y clorosis en hojas Mosaico y clorosis Cálculo en forma sistémica
BBMV	<i>Nicotiana elevelandii</i>	Clorosis parcial de hojas

**Fuente:** Centro Internacional de la papa CIP (1993)

## 2.11 Termoterapia en semilla de haba

Un ensayo de control de virosis en haba mediante el tratamiento térmico de la semilla fue llevado a cabo en el IB TA Cochabamba por Moreira y Milán (1994), la termoterapia aplicada a semilla procedente de plantas viróticas, controlo eficientemente la virosis

(infección secundaria). La aplicación de calor a la semilla no afectó significativamente en la viabilidad de la semilla y emergencia de las plantas. La termoterapia se fundamenta en la ausencia de replicación del RNA del virus a temperaturas superiores, mientras la división celular del hospedero puede continuar.

Se llevaron experimentos en CIP han demostrado con plantas de papa con temperaturas elevadas lleva a una reducción del virus en la planta, la termoterapia aplicada a la planta entera al igual que la aplicada a la semilla tubérculos seguidos por cultivo de meristemas, fueron exitosos para la eliminación de los virus Moreira y Cabero (1998).

## **2.12 Formas de control de los virus**

No se conoce un método para curar semillas y plantas infectadas por virus. La estrategia de control enfatiza prevención de infección o selección de plantas para resistencia a patógenos o tolerancia a la enfermedad.

### **2.12.1 Termoterapia (temperatura)**

El mecanismo de tratamiento térmico en la erradicación de virus, consiste en la tolerancia diferente a altas temperaturas que existe entre hospedante y patógeno. Así, aún cuando las actividades metabólicas de ambos organismos sufren alteraciones, el hospedante dispone de una mayor capacidad para recuperarse (Nyland y Goheen, 1969).

Un ensayo de control de virosis en haba mediante tratamiento térmico de la semilla fue llevado a cabo en el IBTA Cochabamba por Moreira y Milán (1994), la termoterapia aplicada a semilla procedente de plantas viróticas, controló eficientemente la virosis (infección secundaria). La aplicación de calor a la semilla no afectó en la viabilidad de la semilla y emergencia de las plantas.

### **2.12.2 Termo hidroterapia (temperatura y agua)**

El tratamiento térmico mediante el uso de agua caliente o calor seco es empleado en la erradicación de patógenos del material vegetal principalmente semillas y tubérculos o sea, de órganos de estado latente. Este tratamiento se substituye al presente por fungicidas sistémicos cuando se trata de organismos fungosas, sin embargo aún es muy útil para liberar material infectado por virus (Bauer, 1991).

Para partes vegetales tales como yemas, una exposición en agua caliente de varios minutos a varias horas inhibe e inclusive llega a aniquilar el virus dentro del tejido. Generalmente se usa una exposición de tres horas a 55 - 65 °C lo cual no afecta al hospedante, las exposiciones más largas pueden matar los tejidos de la planta (Bauer, 1991).

### **2.12.3 Cultivo de meristemos**

Mediante la técnica de micropropagación a partir de meristemos libres de virus, se obtiene plantas en buen estado de sanidad de muchos cultivos especialmente la erradicación de virus. Es un método costoso de eliminación de virus, requiere de infraestructura adecuada de materiales y reactivos específicos para el cultivo o especie vegetal (CIP, 1993).

Mediante la micropropagación se obtiene un gran número de plantas clonadas en un periodo corto en buenas condiciones de temperatura, humedad, luminosidad y fotoperiodo (CIP, 1993). Donde, se debe tenerse en cuenta si el costo de producir está respaldado por los recursos y las condiciones necesarias (Salazar, 1982).

### **2.12.4 Quimioterapia (Químicos)**

La quimioterapia es la aplicación o uso de compuestos químicos, es de gran importancia para el control de enfermedades en especial las de origen fungoso. La

replicación de virus fitopatógenos depende en gran medida del metabolismo del hospedante, por lo que podría sustentar que la aplicación de sustancias químicas específicas a plantas o tejidos infectados para alterar su metabolismo, podría bloquear o alterar el mecanismo de síntesis de los virus de esta manera eliminarlos (Murillo, 2004).

El uso de productos químicos para curar plantas infectadas por virus o para evitar la multiplicación de virus en las plantas ha sido investigado, pero aun no pueden recomendarse como métodos prácticos de control (French y Herbert, 1982).

La mayoría de los compuestos químicos tienen acción protectora externa, cuyo efecto se manifiesta en el área aplicada, en los tejidos vegetales y ejercen acción terapéutica al erradicar al patógeno, como el uso de ditiocarbamatos son protectores excelentes de follaje y semilla, y los compuestos cúpricos para el control de hongos fitopatógenos (Bauer, 1991).

### **2.12.5 Electroterapia (Electricidad)**

Se ha intentado la utilización de otros medios en la erradicación de patógenos; al probar el efecto de corriente eléctrica, luz ultravioleta y ultrasonido como agentes inhibidores de virus, encontró que en el caso de virus X de papa (*Potato virus X*), este fue inhibido en tejidos de papa por corrientes eléctricas y por luz ultravioleta, en tanto que el tratamiento de ultrasonido probado, no produjo resultado perceptible (Guerrero, 1978).

A nivel experimental, se han obtenido resultados satisfactorios mediante el uso de rayos X para controlar infecciones fungosas y virus de postcosecha en frutos y hortalizas. Sin embargo, la dosis requerida para aniquilar los patógenos llega a dañar los tejidos vegetales, actualmente de importancia práctica (Bauer, 1991).

Se reportó las primeras experiencias en la aplicación de corriente eléctrica a través de tejidos vegetales, en dientes de ajo ha sido utilizado en el saneamiento del complejo viral de esta especie logrando un 53 a 100 % de plantas sanas al aplicar corriente eléctrica (Pérez, 1998).

## 2.13 Técnicas de detección e identificación de virus

La capacidad de detectar e identificar es fundamental en la investigación con virus, es preciso desarrollar métodos de diagnóstico viral para desarrollar formas de control. Hoy en día se alcanza un nivel elevado de sensibilidad cuya aplicación esta limitada a algunos cultivos de gran retribución económica (Salazar, 1994).

Métodos precisos para detectar, identificar y caracterizar virus es un pre-requisito esencial antes de medidas de control. Los métodos de diagnosis de virus más empleados son: Descripción visual de síntomas, microscopia electrónica, plantas indicadoras, métodos serológicos e además la hibridación de ácidos nucleicos (Bos *et al*, 1998).

### 2.13.1 Plantas indicadoras

Se usa como plantas indicadoras de géneros como: *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quínoa*, *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, a estas se puede realizar una transmisión mecánica del virus a través de jugos infectados. Luego al cabo de un tiempo posterior a este proceso se puede observar los síntomas característicos, la ventaja en el uso de estas plantas no requiere un alto costo, la desventaja son la no especificidad, se requiere de mucho tejido y una gran concentración de virus en el inóculo para inducir las lesiones (Villalobos, 1990).

Para ello las muestras contaminadas son trituradas en un mortero, agregando 10 ml de agua destilada y 2 ml de solución buffer. La aplicación se realiza con polvo de carborundum y el jugo de hojas infectadas sobre las hojas a inocular. Tres minutos después se procede a asperjar las hojas con agua destilada o de grifo, con el fin de lavar el jugo excedente de la superficie de las hojas infectadas (Waaijenberg, 1998).

Experimentalmente muchos virus son transmitidos mediante el uso de los abrasivos como el carborundo, que ocasiona heridas diminutas en las células, donde la célula



debe continuar viva después de haber sufrido las heridas para que el virus pueda multiplicarse en ella (Bauer,1991).

Al considerar que las plantas indicadoras deben dar respuesta (síntomas) que sirvan para detectar virus. Además deben presentar las siguientes características: reproducción por semilla, ser una planta de talla pequeña y que los síntomas aparezcan rápidamente. A los dos meses (Báez, 1990).

### **2.13.2 Pruebas serológicas**

La prueba de DAS- ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Se basa en la introducción de un microorganismo virus en un animal que forma anticuerpos en la sangre. Existen varios síntomas provocados por virus pueden ser mas tres virus que estén limitando la producción de la haba, por esta razón se realizó el estudio de identificación de virus, mediante pruebas de serología, es una técnica eficiente para la detección de virus de alto costo por su especificidad en cada virus (CIP, 1993).

La prueba de serología consiste en poner a un anticuerpo con savia de la planta problema, lo cual se obtuvo en antisuero, hay precipitación en el punto de equilibrio en las concentraciones de antígeno (el virus) y el anticuerpo. Esto se logra mediante micro precipitación, o prueba de látex e inmuno absorción enzimática (Villalobos, 1990).

### **2.13.3 Microscopia electrónica**

Kausche *et al*, (1939) vieron por primera vez partículas virales por medio de microscopio electrónico, actualmente se usan tres técnicas para mejorar la visibilidad de los virus: a) sombreado mediante bombardeo de metales pesados platino uranio, b) tinción positiva en la cual un compuesto de metales pesados se combina con el espécimen, c) tinción negativa un material rodea o infiltra los poros de espécimen (Bauer, 1991).

El microscopio electrónico es una observación directa es la más rápida verificación del contenido de virus en la savia, este recurso es muy limitado por dos razones fundamentales: primero, se debe poseer el aparato y segundo, requiere alta concentración de virus para hacerse evidente. Además, el hecho de no observar partículas virales en la muestra no es garantía de la ausencia de virus o de su ácido nucleico (Rosell y Villalobos, 1990).

## **2.14 Formas de diseminación natural de los virus**

Los virus infectan la mayor parte de las especies vegetales, en las leguminosas casi todas son infectadas y con especial intensidad en el haba. La mayoría de los virus tienen vectores aéreos (áfidos), terrestres (nemátodos) y otros permanecen en plantas silvestres (inóculo viral), (Bos et al., 1988).

### **2.14.1 Transmisión por semilla**

La importancia del virus por medio de la semilla es de importancia dual. El virus infecta las semillas actuando como fuente de inóculo y como vehículo de la diseminación del virus a nivel regional e internacional (Bos *et al.*, 1988).

Los virus que se encontraron en la semillas fue el BBMV se transmite mecánicamente y por semilla en un 29 %, donde en un ensayo de diseminación de BYMV determino que un porcentaje de transmisión por semilla de 0,2 % ocasionó un 85 % de incidencia después de tres meses. La presencia del virus en la semilla puede ser asintomática. No se conoce ninguna terapia para quitar el virus desde el embrión (Gamarra y Valladolid, 1994).

### **2.14.2 Transmisión por vectores**

La transmisión por vectores se manifiesta que normalmente los pulgones son controlados eficientemente en zonas de valle por un gran número de depredadores,

parasitoides y hongos entomopatógenos, pero en las zonas altas los cultivares son más atacados relativamente al bajo parasitismo observado (Crespo, 1995).

Existen pocos insectos masticadores que son transmisores de virus entre estos están los escarabajos (géneros: *Diabrotica*, *Andrector* y *Cerotoma*). Los ácaros se consideran como vectores de alguno virus. Asimismo como la mosca minadora y barrenadota (géneros: *Liriomyza*, *Agromyza* y *Melanogromyza*) en el estadio de adulto también pueden actuar como vectores de enfermedades virales (FAO, 1990).

### **2.14.3 Transmisión mecánica**

Esta técnica se la puede realizar en forma artificial en invernadero para estudios de detección e identificación de virus. En la mayoría de los casos la inoculación de las hojas debe hacerse cuando las plantas están en desarrollo activo, o cuando están muy pequeñas en huéspedes de reacción sistemática, consiste en frotar el jugo infectada sobre hojas de plantas sanas (Salazar, 1982).

Las hojas a inocular deben espolvorearse con abrasivo carborundum o corundum, antes de frotarlas con hisopo humedecido de extracto diluido de la muestra. La velocidad de aparición de los síntomas depende de la temperatura, la luz y el virus involucrado. Los síntomas pueden presentarse en forma local o en forma sistémica (CIP, 1993).

### **2.14.4 Transmisión por contacto**

Este tipo de transmisión puede ocurrir entre raíces y hojas, bajo condiciones de campo pueden ser fácilmente transmitidos a plantas sanas, el viento favorece el contacto e incrementa la posibilidad de diseminación dependiendo de factores como: susceptibilidad del cultivar, virulencia de la variante, estado de fertilidad del cultivo, espaciamiento entre surcos y distancia entre plantas (Salazar, 1982).

En forma accidental los virus pueden transmitirse de esta forma mediante herramientas, ropa de trabajo al realizar las labores culturales.

#### **2.14.5 Transmisión por insectos**

Es otra manera de inoculación artificial para el estudio de virus. Se necesitan áfidos vectores de colonias puras los mismos que se crían en jaulas entomológicas o placas petri para después de un ayuno se los alimenta con plantas infectadas durante unos minutos y luego se los transfiere a jaulas con plantas sanas para que los infecten French y Herbert (1982).

#### **2.14.6 Transmisión por injertos**

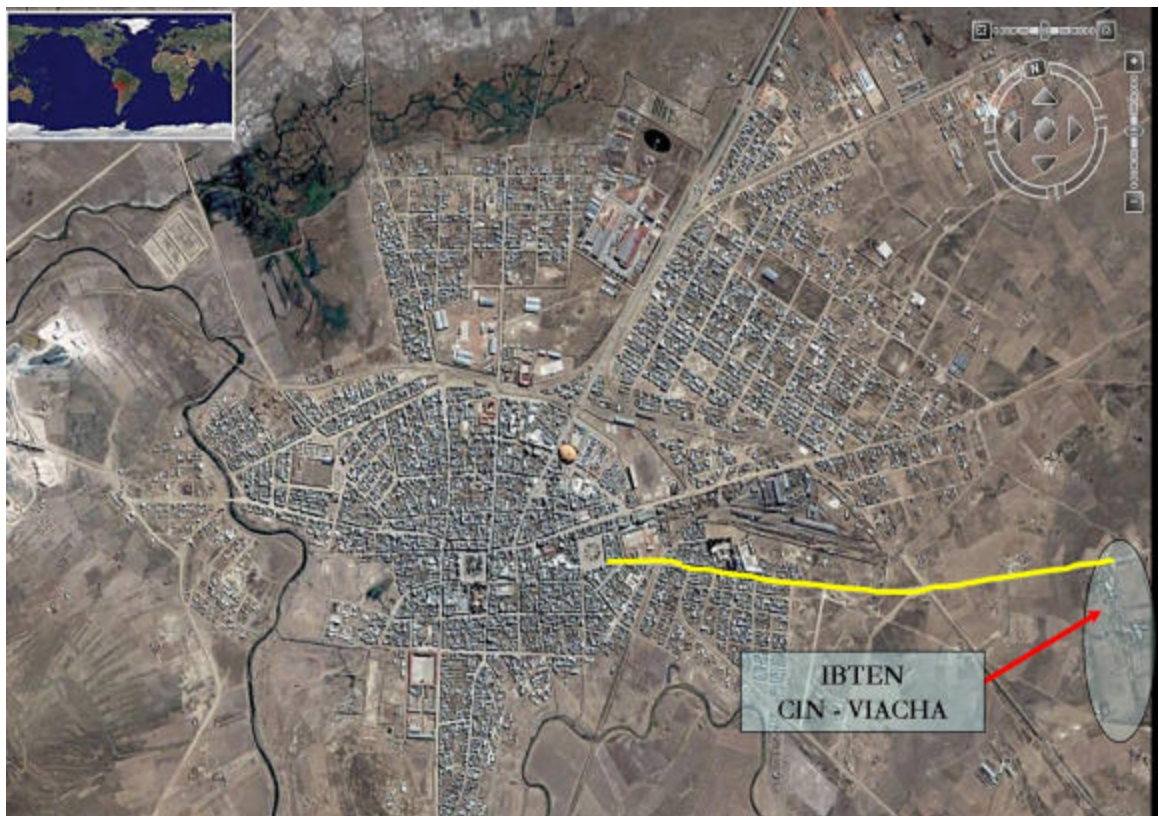
Casi todos los virus pueden ser transmitidos por injerto. Este método es importante en la diseminación de virus de las plantas que son propagadas por injerto, en este proceso es suficiente que haya contacto entre tejido infectado y tejido sano French y Herbert (1982).

### 3. LOCALIZACION

#### 3.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó a cabo en el Centro de Investigaciones Nucleares (CIN) dependiente del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear IBTEN, se encuentra ubicado a 3 Km de la localidad de Viacha, en el cantón Surimanta, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, parte del altiplano central.

La ubicación geográfica del centro de investigación se encuentra entre las coordenadas 16° 39´ latitud Sur y 68° 18´ longitud Oeste a 3850 msnm con orientación de Nor oeste a Sur este a 32 Km de la ciudad de La Paz



**Figura 1.** Ubicación del Centro de Investigaciones Nucleares (CIN – Viacha), del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN). (Foto satelital).

### 3.2 Características climáticas

Según la clasificación realizada por Holdridge, (1975) define a las zonas ecológicas por la vegetación predominante y parámetros climáticos en zonas de vida natural. El clima de la localidad estudiada corresponde a Estepa Montano Templado Frío.

Las características climáticas según SENAMHI, (1998) son las siguientes:

Precipitación pluvial media anual 542 mm, temperatura media anual de 7,1 °C, temperatura mínima absoluta -3,4°C, temperatura máxima absoluta 16,6 °C, humedad relativa media anual 57,8 %, evaporación 4,7 mm, nubosidad es 3,33 octavos, velocidad del viento 8,747 Km/h y días helados 13,34 días. 50 Tn/ha.

El suelo es de formación aluvial con disposiciones finas, profundidad efectiva de 25 a 32 cm, de textura arcillo-limoso y franco arcillo-limoso, moderadamente fuerte, de consistencia adherida en mojado, friable en húmedo y ligeramente duro en seco. El subsuelo de consistencia ligeramente adherente, en mojado y presenta un color pardo a pardo rojizo.

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Materiales de invernadero y campo**

Los materiales que se utilizaron para este trabajo de investigación tanto para condiciones de invernadero y campo fueron los siguientes:

#### **4.1.1 Equipos de laboratorio**

- Estufa o cámara de esterilización
- Destilador de agua
- Cajas petri
- Vasos de precipitación
- Balanza electrónica de precisión
- Cámara fotográfica
- Mortero
- Pinzas y agujas

#### **4.1.2 Equipos de campo**

- Herramientas (rastrillo, picota, chuntilla)
- Termómetro
- Guantes de goma
- Cinta métrica o (wincha)
- Productos químicos
- Estacas de madera
- Hilo grueso nylon
- Manguera y regadera
- Bolsas para macetas

### 4.1.3 Material vegetal

**Semillas de haba**, la semilla es de grano grande y la más conocida como Gigante de Copacabana denominados con el nombre de "habillas" sus granos pesan por encima 1,8 gramos y alcanzan la madurez en grano seco entre 6 a 8 meses, las plantas alcanzan entre 1,5 – 2 m de altura, formando abundante follaje con 6 a 10 ramas por planta (IBTA, 1996).



**Figura 2.** Cultivo de haba (Gigante de Copacabana)



**Figura 3.** Semilla de haba (Gigante de Copacabana)

## 4.2 Metodologías para invernadero y campo

Las metodologías que se utilizaron para invernadero y campo fueron de la siguiente manera:

### 4.2.1 Procedimiento experimental en invernadero

#### 4.2.1.1 Preparación del sustrato y desinfección

El sustrato se preparó en base a turba y tierra de lugar en proporción 2:1, con una buena mezcla, posteriormente fue trasladada a la fosa de desinfección y fue regada hasta capacidad de campo. La desinfección se realizó con Basamid aplicando una dosis de 250 g/m<sup>3</sup>, para este proceso la fosa se cubrió herméticamente con polietileno



por espacio de un 1 mes, luego se dejó airear por una semana, para que los gases remanentes de Basamid lleguen a evaporarse. Durante este tiempo se realizó, la remoción y un riego constante del suelo.

#### 4.2.1.2 Delimitación de las camas de producción

Luego de que las semillas fueron desinfectadas para la siembra, las camas de producción fueron delimitadas en seis partes de 0,75 x 1,15 m, cada cama de producción tiene una medida de 1,5 x 3,5 m. Ello se realizó con la ayuda de hilo grueso, posterior a ello se regó a capacidad de campo 1 día antes de realizar la siembra.

#### 4.2.1.3 Tratamiento de termo hidroterapia en la semilla

Este tratamiento consistió en la aplicación a la semilla de diferentes temperaturas (60 y 70 °C) y tiempos (1,2 y 3 h) en una estufa o cámara de germinación en vasos de precipitación y cajas petri, controlando la temperatura con un termómetro y el tiempo con un reloj digital. Las semillas fueron remojadas antes de las 24 horas al tratamiento.



Figura 4. Cámara de germinación



Figura 5. Semillas tratadas por termo hidroterapia

#### **4.2.1.4 Desinfección de la semilla tratada por termo hidroterapia**

Para la desinfección de las semillas (contra insectos y enfermedades por hongos) se utilizó alcohol etílico a 70 % durante 1 minuto, posterior a esto se realizó una inmersión en hipoclorito de sodio a una concentración de 3 % (1 l/agua) más la adición de 2 gotas de "detergente líquido" (ola) durante un tiempo de 15 a 20 minutos. Para eliminar los residuos de hipoclorito de sodio se realizaron 3 enjuagues consecutivos con agua destilada.

#### **4.2.1.5 Siembra de las plantas indicadoras de virus**

Para determinar la presencia de virus se sembraron las plantas de ajara, quinua y arveja en macetas separadas y bien cubiertas en un lugar separado en invernadero, con el mismo sustrato desinfectado. Para cada tratamiento en estudio se sembraron en 18 macetas en total 56 macetas para las tres plantas indicadoras de virus.

#### **4.2.1.6 Inoculación a las plantas indicadoras de virus**

Se recolectaron hojas tiernas de haba de cada tratamiento del invernadero para cada planta indicadora de virus. Estos fueron triturados en un mortero con 10 ml de agua destilada, el jugo triturado de la hojas se colocó en tubos de ensayo etiquetados para cada tratamiento, y luego mecánicamente se inoculó en las hojas de las plantas indicadoras de virus, con el jugo obtenido de las plantas muestreadas en el cultivo de haba. Posteriormente se produjo las heridas con una lija, y con la ayuda de una jeringa se colocó el jugo de las hojas trituradas, y se colocaron sobre las hojas de las plantas indicadoras de virus.

Se evaluó las plantas indicadoras a simple vista donde hubo presencia y ausencia de manchas necróticas de color café a amarillo, clorosis en las hojas de forma sistemática y redonda y también existieron un marchitamiento de las plantas inoculadas, en las plantas de ajara, arveja y quinua.

#### **4.2.1.7 Técnicas para la producción de la semilla de haba**

Para este tipo de trabajo de investigación se realizó tratamientos térmicos de la semilla a diferentes temperaturas y tiempos, en un principio durante un periodo de un mes antes de la siembra en el invernadero, donde se comprobó altas y bajas temperatura y tiempos diferentes con el fin de comprobar que la semilla sea viable en la germinación después de la siembra. Luego de tener las plantas bien establecidas por tratamientos se realizaron inoculaciones a las plantas indicadoras de virus ya mencionadas anteriormente.

#### **4.2.2 Procedimiento experimental en campo**

El procedimiento de campo para esta parte de investigación, se realizó con las semillas producidas en el invernadero con previo tratamiento de la semilla por termo hidroterapia de la siguiente manera:

##### **4.2.2.1 Preparación de terreno**

La preparación del terreno se efectuó con un arado manual como es la picota, a una profundidad de suelo a 25 a 30 cm, luego un desterronado o mullido del suelo para que permita recibir a la semilla en las mejores condiciones para una buena germinación y emergencia, y posterior a esto se hizo una nivelación de toda el área en estudio con un rastrillo, finalmente un riego profundo a toda la superficie del terreno a capacidad de campo.

##### **4.2.2.2 Delimitación del área**

La investigación se realizó en un área de 6 x 6,5 m incluidos los pasillos y delimitados con un hilo grueso de nylon y estacas de 1 m, en tres bloques de 2 x 6,5 m, cada bloque con 6 tratamientos de 1 x 2,15 m en total fueron 18 unidades experimentales para toda el área de estudio.

#### **4.2.2.3 Siembra**

Para la siembra se utilizó las semillas producidas en el invernadero ya sea semillas ya tratadas por termo hidroterapia. Se sembró por tratamiento tres semillas por golpe en dos surcos a una distancia de 0,60 x 0,30 m. surco/planta para cada unidad experimental, a una profundidad de suelo de 0,04 - 0,05 m, y también se aplicó fertilizante orgánico (ovino y bovino) a fondo, luego de sembrar se cubrió con una capa delgada de tierra a todas las unidades experimentales y un riego a la superficie del suelo para que mantenga la humedad.

#### **4.2.2.4 Aplicación de fertilizante**

Se incorporó fertilizante orgánico estiércol descompuesto de bovino y ovino como medio de provisión de nutrimentos, y para mejorar las condiciones físico- químicas del suelo esto a fondo del surco, en una cantidad de 1,5 kg por tratamiento a todas las unidades experimentales, en total fue de 27 kg a toda área de investigación, y también se aplicó urea en una cantidad de 2 kg / 30 m<sup>2</sup> a toda la superficie del suelo y un riego con agua a capacidad de campo a toda el área de estudio.

#### **4.2.2.5 Labores culturales**

Durante el ciclo del cultivo se realizaron aporques el cual consistió en elevar y subir tierra hasta el cuello de las plantas de haba. Se realizó 2 aporques a los 80 días después de la siembra y al inicio del macollamiento. Así también se realizaron deshierbes para reducir la cantidad de malezas y evitar los riesgos de infección por plagas y enfermedades en el cultivo.

Se realizó un riego para mantener la humedad del suelo hasta que las plantas estén en total desarrollo (floración y formación de vainas), se realizaron tratamientos preventivos para evitar enfermedades fúngicas como la presencia de mancha de chocolate, utilizando insecticida (Bravo 500, en una cantidad de 2 cm<sup>3</sup> en 10 l/agua).

#### 4.2.2.6 Cosecha

La cosecha se realizó gradualmente a los 153 y 172 días aproximadamente después de la siembra, cuando las vainas llegaron a su madures comercial y cambio de color de verde a amarillenta, se realizo de la siguiente manera: arrancando las vainas, cortando la planta luego se procedió a la trilla y separado del grano. Así también durante esta etapa se tomaron los datos finales de las plantas de referencia para la evaluación por tratamientos y bloques.

#### 4.2.3 Diseño Experimental

Debido a las características del ensayo se empleó tanto para invernadero y campo, el diseño de bloques al azar en un arreglo en parcelas divididas recomendada por (Calzada, 1982). Se evaluaron niveles de temperatura y tiempo, con tres bloques tanto para invernadero y campo, muestreadas 6 plantas en invernadero y 4 plantas en campo por tratamiento.

##### a) Factor de estudio

<b>Factor A Temperatura</b>	<b>Factor B Tiempo</b>
<b>T1 = 60 °C</b>	<b>H1 = 1 Hora</b>
<b>T2 = 70 °C</b>	<b>H2 = 2 Hora</b>
	<b>H3 = 3 Hora</b>

##### b) Tratamientos

<b>TxH</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>
<b>T1</b>	T1H1	T1H2	T1H3
<b>T2</b>	T2H1	T2H2	T2H3

**T1** = Temperatura de 60 °C

**T2** = Temperatura de 70 °C

**H1** = Tiempo de 1 hora

**H2** = Tiempo de 2 hora

**H3** = Tiempo de 3 hora

### c) Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + a_i + \beta_j + a\beta_{ij} + e_{ij}$$

$Y_{ij}$	=	Una observación cualquiera
$\mu$	=	Media general
$a_i$	=	Efecto de i-ésimo factor T (nivel de temperatura)
$\beta_j$	=	Efecto de j-ésimo factor H (nivel de tiempo)
$a\beta_{ij}$	=	Efecto de la interacción de los factores T x H
$e_{ij}$	=	Error experimental

#### 4.2.4 Variables de respuesta

##### 4.2.4.1 Variables morfológicas:

**Altura de planta**, esta variable fue medida con la ayuda de un flexómetro desde la base del tallo hasta el último nudo productivo de la planta tanto para invernadero y campo, las medidas fueron realizadas en 6 plantas en invernadero y 4 plantas en campo, muestreadas al azar para cada unidad experimental y fueron expresadas en centímetros.

**Número de tallos por planta**, Se efectuó el conteo de los tallos productivos en las plantas muestreadas en cada unidad experimental cuando estas completaron su desarrollo, de la misma manera se realizó para ambos casos tanto para invernadero y campo.

**Número de vainas por planta**, Se efectuó el conteo de las vainas productivas en las plantas muestreadas de cada unidad experimental cuando estas completaron su total desarrollo y luego ser promediados, esto se realizó para invernadero y campo las mismas mediciones.

**Longitud de la vaina**, esta variable se determinó mediendo con una regla en centímetro (cm) en estado verde, desde el punto de inserción de la vaina hasta el ápice de la misma cuando estas completaron su desarrollo y los granos su tamaño. Para invernadero se tomó al azar 5 vainas de cada planta muestreada en total 30 vainas y luego se obtuvo un promedio.

Para la parte de campo se cogió 10 vainas al azar de cada planta muestreada en total 40 vainas de toda la unidad experimental (tratamiento), para luego ser promediados para realizar los cálculos.

**Número de grano por vaina**, posterior a la evaluación de la longitud de vaina, estas fueron desgranadas individualmente, y contabilizando el numero de granos contenidos por cada una de las vainas, consecutivamente estos datos fueron promediados tanto para invernadero y campo ambos de la misma forma.

**Peso de 100 semillas**, se evaluó tanto para el invernadero y campo de la misma forma, contando la cantidad de semillas en estado seco, las mismas que fueron pesadas por tratamientos en una balanza de precisión y expresada en gramos

#### **4.2.4.2 Variables fenológicas:**

**Días a la emergencia**, se cuantificaron para la investigación en invernadero y campo, a los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta el momento en que más del 75 % de las plantas que emergieron a la superficie esto se realizó por tratamiento.

**Días a la floración**, se cuantificaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50 % de las plantas que iniciaron la floración, para ambos estudios se realizó de la misma manera ya sea en condiciones de invernadero y campo.

**Días al llenado de vaina**, tanto para invernadero y campo se determinó de la misma forma, contando los días transcurridos desde la siembra hasta que la planta esté al 50 % de las vainas estén llenas, y luego cuantificarlos por tratamientos.

**Días a la cosecha**, para esta variable se contabilizó el número de días transcurridos desde el momento de la siembra hasta que el 50% de las primeras vainas estaban listas para la cosecha, ósea retirando vainas que tengan semillas que hayan alcanzado la madurez fisiológica, tanto para invernadero y campo.

**Presencia de virus**, esta variable solo se determinó en invernadero y no así en campo, con la inoculación de la planta de cultivo de haba muestreada de cada unidad experimental una planta, esto con el uso de las plantas indicadoras de virus como (quinua, ajara, arveja) para ver la presencia y ausencia de virus.

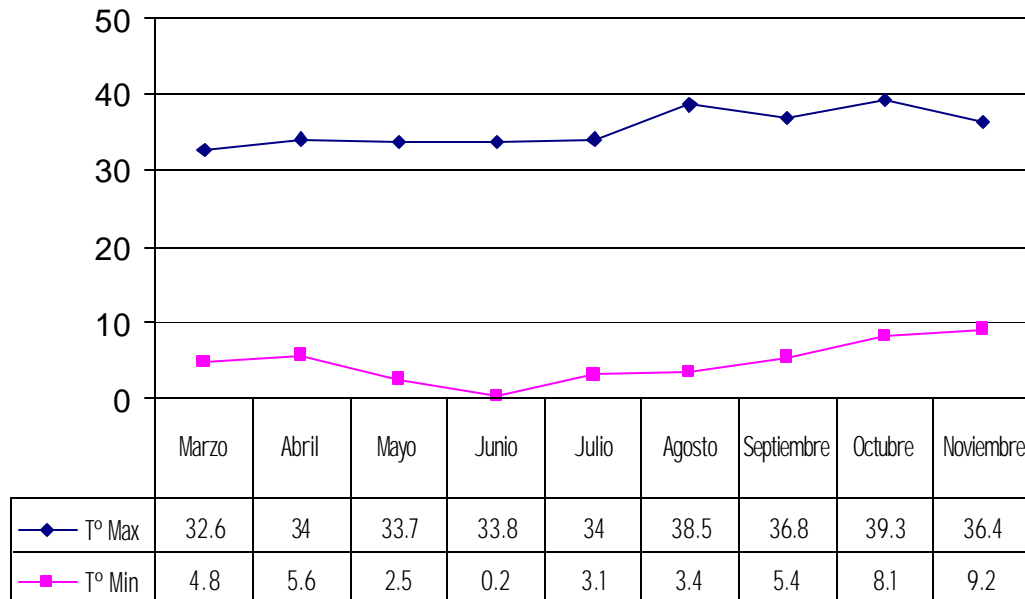
**Manejo y transformación de datos** Los datos obtenidos de la investigación fueron analizados con el programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 6.12 y para la normalización de los datos fueron transformadas con la raíz cuadrada de X.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con los datos obtenidos en la investigación se llegaron a los siguientes resultados:

### 5.1 Temperatura



**Figura 6.** Temperaturas mensuales promedio de máximas y mínimas (°C), a lo largo del ciclo Vegetativo del cultivo de haba, en invernadero de IBTEN (Viacha) 2005

En la figura 6, se observa que en los primeros cinco meses (marzo a julio) de desarrollo del cultivo de haba, las temperaturas mínimas registradas fueron las más bajas, en el mes de junio se registraron medias de 0,2 °C. Sin embargo en esos mismos meses las máximas oscilaron entre 33,7 y 34,0 °C.

En los siguientes 4 meses las temperaturas comenzaron a subir tanto en las mínimas y máximas. Llegando alcanzar en el mes de octubre de 8,1 °C min. y 39,3 °C máx. Este comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas afecto enormemente el normal desarrollo del cultivo, de ahí que el ciclo vegetativo se prolongo hasta los 9 meses. En una época normal de cultivo de haba el ciclo es menor, como indican algunos autores entre 6 a 7 meses el ciclo de cultivo de haba (Crespo, 1996).

## 5.2 Análisis físico – químico del sustrato

El análisis físico-químico del sustrato fue analizado en los laboratorios de física y química de suelos del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

**Cuadro 5. Análisis físico – químico del suelo de invernadero**

Características	Análisis
Clase textural	Franco arcilloso arenoso
pH	5.87
CE	0.56
CIC	20.64
% M.O.	14.16
% SAT. BAS.	99.5
T.B.I.	20.54
Nitrógeno total	0.51
Fósforo asimilable	7.11
Aluminio	0.097
Calcio	17.96
Magnesio	1.8
Sodio	0.39
Potasio	0.39

Fuente: (IBTEN) Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (2005)

### 5.2.1 Análisis físico

- **Textura del suelo.** El sustrato analizado presenta una clase textural Franco arcilloso arenoso (FYA), con la siguiente distribución: arena 51%, arcilla 29%, limo 20%.
- **Densidad aparente.** El análisis físico muestra una densidad aparente de 1.1 g/cm<sup>3</sup>, que corresponde a un suelo con bastante materia orgánica.
- **Densidad real.** La densidad real del sustrato es de 2,42 g/cm<sup>3</sup>, este valor es común de suelos orgánicos.
- **Porosidad.** El porcentaje de porosidad del sustrato es de 58,5%, correspondiente a un suelo orgánico con elevado contenido de poros.

El sustrato favoreció al desarrollo del cultivo, por el tipo de estructura que presenta contar con buen drenaje. Lo que coincide con Crespo (1996) que menciona: los suelos más apropiados para el cultivo de haba poseen una buena estructura y materia orgánica y una humedad aprovechable de 30 a 50 %, los suelos franco arcillosos permiten el desarrollo de los tallos, y suelos muy arcillosos dificulta el desarrollo de las raíces para captar la humedad del suelo.

### 5.2.2 Análisis químico

- **pH.** El sustrato presentó un pH de 5,87 que corresponde a suelos medianamente ácidos, lo cual no es acorde a los requerimientos del cultivo de haba, para su mejor desarrollo requiere de 7,3 – 8,2 pH.
- **Conductividad eléctrica.** Fue de 0,565 mmhos / cm, lo que indica que no existió problemas de salinidad, por ser un valor inferior a dos.
- **Capacidad de intercambio catiónico.** La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue de 20,639 meq/100g de suelo. Este CIC es considerado muy alto razón por la cual favoreció la adecuada absorción de nutrientes.
- **Porcentaje de materia orgánica.** El porcentaje de materia orgánica fue de 14,16%. Lo cual favoreció a la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.
- **Porcentaje de saturación de bases.** El sustrato presenta 99,5% de saturación de bases. Y el nitrógeno total en el sustrato fue de 0,51 %.
- **Porcentaje de saturación de aluminio.** El porcentaje de saturación de aluminio fue de 0,5%, considerado bajo, por tanto, no causó efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
- **Fósforo asimilable.** El porcentaje de fósforo asimilable fue de 7,11%.

### 5.3 Efecto de termo hidroterapia en el cultivo de haba

Para determinar este efecto como se indica en la metodología de la investigación, en una primera instancia se evaluaron los resultados obtenidos por el tratamiento de las semillas de haba con diferentes temperaturas y tiempos en condiciones de invernadero y posteriormente en un segundo ciclo se evaluó la semilla obtenida por este efecto en condiciones de campo.

#### 5.3.1 Cultivo de haba por efecto de termo hidroterapia en Invernadero

Para esta parte de la investigación se tiene los siguientes resultados:

##### 5.3.1.2 Análisis de las variables estudiadas en condiciones de invernadero

En el cuadro 6, se observa las comparaciones de medias y desviaciones estándar de todos los tratamientos de temperatura y tiempo para las diferentes variables de estudio en condiciones de invernadero, muestra todo los resultados analizados con el programa (SAS) versión 6.12.

**Cuadro 6. Comparación de medias de los tratamientos de termo hidroterapia (T1 = 1h 60°C, T2 = 2h 60°C, T3 = 3h 60°C, T4 = 1h 70°C, T5 = 2h 70°C, T6 = 3h 70°C)**

Variable	Tratamientos (Temperatura/tiempo)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura	105.41± 31.18	112.51± 21.1	106.97± 11.33	121.41± 1.89	64.33 ± 47.11	0.00
Número tallos	6.56 ± 2.75	7.11 ± 2.99	5.11 ± 1.81	7.01 ± 2.95	4.33 ± 3.40	0.00
Número vaina	10.44 ± 7.19	10.72 ± 5.50	13.67 ± 5.17	9.67 ± 6.76	8.3 ± 6.53	0.00
Long. vaina	9.59 ± 1.46	11.10 ± 1.99	10.18 ± 1.21	11.02 ± 1.53	8.34 ± 6.17	0.00
Núm.Grano/vaina	2.76 ± 0.36	2.83 ± 0.26	3.04 ± 0.12	2.79 ± 0.36	1.93 ± 1.41	0.00
Peso100 semillas	187.22 ± 10.31	196.71 ± 11.86	200,12 ± 11.69	193.98 ± 15.17	126.55 ± 92.40	0.00
Días a emergencia	15.78 ± 2.58	17.06 ± 3.39	17.61 ± 2.52	16.72 ± 3.25	11.61 ± 8.66	0.00
Días a floración	112.06 ± 3.17	111.72 ± 6.04	113.67± 3.91	109.22 ± 5.93	76.44 ± 55.63	0.00
Días llenado vaina	148.61 ± 7.90	144.28 ± 10.34	150.61 ± 6.99	131.89 ± 10.15	89.00 ± 64.82	0.00
Días a cosecha	233.55 ± 6.88	237.22 ± 6.44	238.33 ± 7.00	232.94 ± 8.05	158.88 ± 115.82	0.00

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2 Evaluación de las características morfológicas

En el cuadro 7, presenta un resumen de cuadrados medios y la probabilidad de significancia al 5 %, de los resultados del análisis de varianza para las variables morfológicas, donde el factor bloque resulta no es significativo lo cual resulta indiferente, mientras que el factor temperatura resulta altamente significativo por lo tanto nos indica que las temperaturas empleadas son diferentes para todas las variables.

Además que el factor tiempo resulta significativo por lo tanto podemos inferir que para dicho parámetro los tiempos empleados también son diferentes para todas las variables.

**Cuadro 7. Resumen de significancia de análisis de varianza para variables morfológicas**

Variables morfológicas		Altura de la planta	Número de tallos	Número de vainas	Longitud de vaina	Número de granos	Peso 100 semillas
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM
Bloque	2	4.520 ns	6.359 ns	15.30 ns	4.83 ns	1.010 ns	72.31 ns
Temp. (A)	1	53.707 **	28.172 **	62.838 **	46.20 **	15.572 **	1063.7 **
Tiempo (B)	2	24.023 *	13.665 *	23.344 *	22.78 *	6.506 *	435.20 *
(A) x (B)	2	26.335 *	17.891 *	21.850 *	29.77 *	6.547 *	467.59 *
Error	90	0.024	0.159	0.467	0.04	0.006	0.05
Total	107	107	107	107	107	107	107
CV (%)		6.25	20.62	27.07	8.01	5.79	2.06

Respecto a la interacción de los factores de temperatura y tiempo presentan significancia, por lo tanto los factores de estudio para los parámetros actúan en forma aditiva, es decir que los parámetros de los tiempos influyen en los factores de las temperaturas para todas las variables y viceversa.

El coeficiente de variación para las diferentes variables esta por debajo de 30 % para trabajos de investigación, lo cual nos indica la confiabilidad de la información y el buen manejo experimental que existió durante el trabajo.

### 5.3.2.1 Comportamiento de la variable altura de planta

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y tiempos presentaron diferencias significativas para el parámetro altura de planta, lo cual manifiesta que las temperaturas y los tiempos se comportaron de diferente manera (cuadro 8 y 9)

**Cuadro 8. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta**

Temperatura	Altura de planta (cm)	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	108.29	a
70 °C	61.92	b

Las mayores alturas de planta se registraron en el tratamiento de 60 °C siendo el promedio general de 108,29 cm, y estadísticamente resulta diferente a temperatura de 70 °C de 61,92 cm. Donde el tratamiento de la semilla a temperaturas diferentes y el manejo del cultivo influyeron en la altura de planta, realizando un mayor riego durante el ciclo del cultivo cuyo factor hizo que tenga una mayor altura de planta.

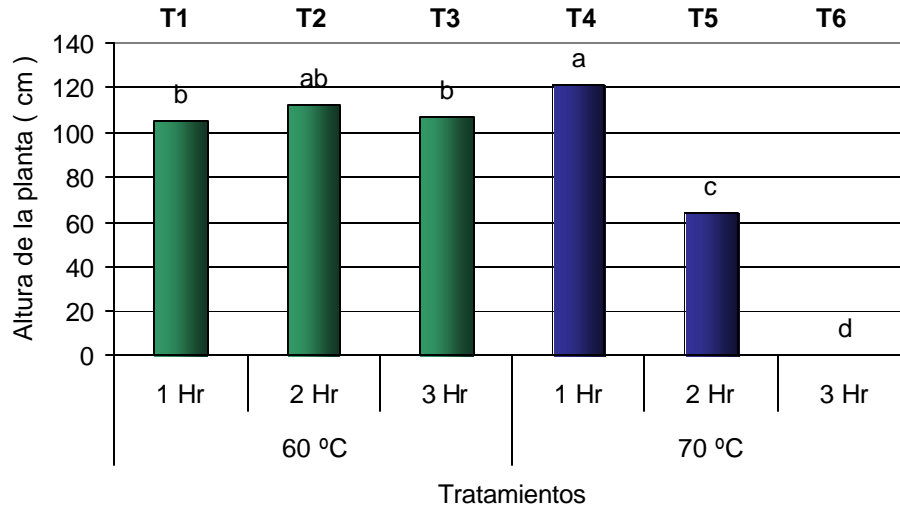
**Cuadro 9. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta**

Tiempo (Hora)	Altura de planta (cm)	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	113.41	a
2 Hora	85.66	b
3 Hora	52.25	c

Realizando un análisis del cuadro 9, respecto al factor tiempo nos indica que el desarrollo en altura de planta son diferentes, esto debido a la deshidratación de la semilla al ser sometido a tiempos mayores donde perdió la viabilidad de la semilla, lo cual no permitió un normal desarrollo en altura de planta.

Donde presentó mayor altura de 113,41 cm de altura a un tiempo de 1 hora, estadísticamente resulta diferente a los tratamientos de 2 y 3 horas con un promedio de

85,66 y 52,25 cm. Según Holle (1993) indica que cuando las plantas se encuentran bajo efectos competitivos de luz, aumenta en la altura de planta.



**Figura 7. Efecto de temperatura y tiempo sobre la altura de planta en el proceso de termo hidroterapia, Duncan a 5 % de significancia.**

En la figura 7, para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro altura de planta, muestra que los mejores resultados se registraron en T4 y T2 con un promedio general de 117,1 cm son casi similares, respecto al T1 y T3 con 106,19 cm, y la T5 presentó menor altura de 64,34 cm, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron.

El crecimiento en altura se debió a diferentes factores, ya que cuando las plantas están demasiado juntas y ocupan un menor espacio existe una competencia natural entre ellas por alcanzar la luz para realizar el proceso fotosintético, este factor fue determinante para el desarrollo en altura ya que las plantas tienen la capacidad de reacción hacia la luz solar (Nicolai, 1952).

Según Mariscal (2000), las alturas se registraron en un 1,30 a 1,60 cm en condiciones de campo dependiendo de la variedad, la altura promedio en la investigación esta próximo de 1,21 cm en condiciones de invernadero. Esto es importante considerar que

durante la investigación las condiciones de radiación solar no eran homogéneas, lo cual insidioso el desarrollo normal en altura de planta.

### 5.3.2.2 Comportamiento de la variable número de tallos por planta

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, los niveles de temperatura y tiempo presentaron diferencias significativas para el parámetro número de tallos por planta, lo cual nos indica que existe diferencias en temperatura y tiempo esto por efecto de termo hidroterapia (Cuadro 10 y 11).

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para comparar número de tallos por planta**

Temperatura	Número de tallos	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	6,25	a
70 °C	3.77	b

Realizando un análisis del cuadro 10, para número de tallos por planta respecto a la temperatura nos indica, que a menor temperatura 60 °C presentó mayor número de 6,25 tallos, estadísticamente es diferente trabajar con temperatura de 70 °C cuyo promedio fue 3,77 tallos. El efecto de tratamiento por termo hidroterapia probablemente influyó en la formación de tallos, por el estrés que sufrió la semilla al ser sometido a temperaturas elevadas lo cual no permitió un igual desarrollo de número de tallos.

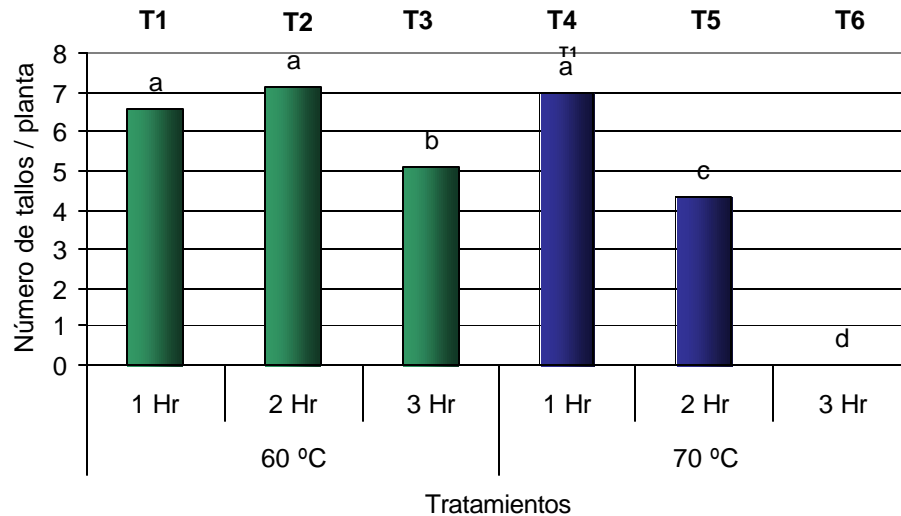
**Cuadro 11. Prueba de Duncan para comparar número de tallos por planta**

Tiempo (Hora)	Número de tallos	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	6.77	a
3 Hora	4.72	b
2 Hora	3.55	bc

En el cuadro 11, nos indica que a menor tiempo de tratamiento presento mayor número de 6,77 tallos, en comparación al tratamiento de mayor temperatura que estadísticamente es casi similar al tratamiento de 2 horas, esta variación en cantidad



de tallos podría deberse a que las semillas utilizadas para el tratamiento tenían algún tipo de daño mecánico, o por la rusticidad de la semilla no se pudo inactivar los virus presentes en las semillas durante el tratamiento en la cámara de germinación.



**Figura 8. Efecto de temperatura y tiempo sobre el número de tallos por planta en el proceso de termo hidroterapia, Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 8, para la interacción de los factores existen diferencias en temperaturas y tiempos para número de tallos por planta. Donde muestra que los mejores resultados se registraron en T2, T4 y T1 cuyo promedio general esta entre 7,11 a 6,56 tallos estadísticamente es casi similar, al T3 y T5 respectivamente con un valor de 5,11 y 4,33 tallos, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron.

Para que haya una mayor cantidad de formación de tallos por planta para mejor rendimiento en vaina, se debe realizar una adecuada preparación y fertilización del sustrato, una buena textura y el manejo debe ser el más adecuado durante el ciclo del cultivo para tener mayor cantidad de tallos.

Según JICA (2006), indica que el número de tallos en el cultivo de haba se registró entre 3 a 10 tallos, en la investigación se tiene entre 4,33 a 7,11 tallos, los tratamientos que se realizaron en las semillas a altas temperaturas y tiempos influyeron en la

formación de mayor cantidad de tallos. Evans (1983), indica que las bajas temperaturas ayudan el desarrollo genético en número de tallos.

### 5.3.2.3 Comportamiento de la variable número de vainas por planta

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, los niveles de temperaturas y tiempos presentaron diferencias significativas para el parámetro número de vainas por planta, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportan de diferente manera (Cuadro 12 y 13).

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para comparar número de vainas por planta**

Temperatura	Número de vainas	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	11.61	a
70 °C	6.01	b

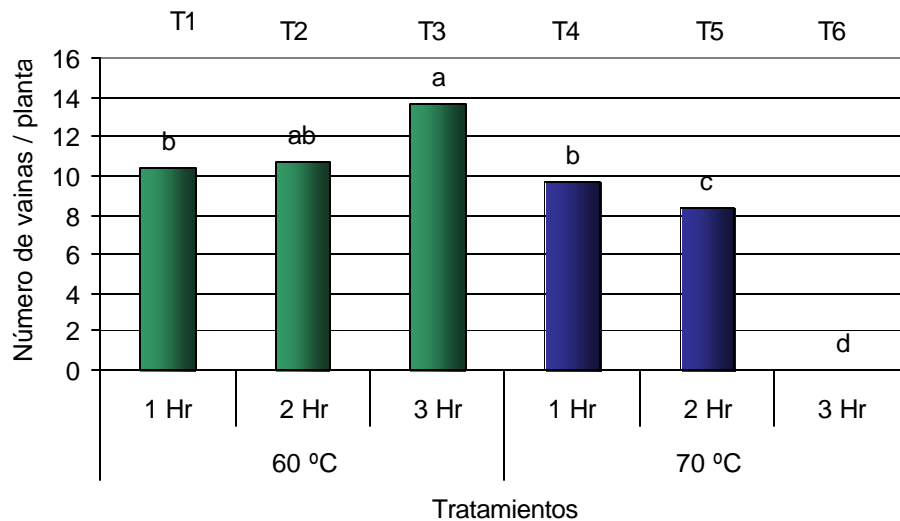
En el cuadro 12, indica que el efecto de las temperaturas probablemente influyó en la formación de número de vainas. Por lo tanto trabajar con diferentes tratamientos de temperatura en las semillas, los resultados influyeron notablemente. Donde se observa a temperatura menor, mayor número de vainas con un promedio de 11,61, siendo estas comparativamente mayores a lo obtenido en el ensayo realizado a temperatura elevada con un promedio de 6,01 vainas.

Ya que el efecto de termo hidroterapia al ser sometidas las semillas influye negativamente en a formación de vainas. Sin embargo ello no significa la importancia que pueda tener respecto a la calidad de la semilla.

**Cuadro 13. Prueba de Duncan para comparar número de vainas por planta**

Tiempo (Hora)	Número de vainas	Prueba Duncan (5 %)
3 Hora	11.00	a
1 Hora	10.06	ab
2 Hora	5.36	c

El efecto del tiempo cuando las semillas son tratadas a tiempos mayores y menores presentaron un promedio casi similar de 11,00 y 10,06 vainas. El tratamiento 2 se registró menor cantidad de vaina al de una hora quizás, como anteriormente se había señalado por algún daño mecánico que haya sufrido durante el proceso ya que el valor esperado debería ser similar al de 3 horas. Sin embargo este resultado se tiene que tomar con cierta cautela ya que es la media del tratamiento, y no representa el efecto del tratamiento como tal.



**Figura 9. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de vainas por planta en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 9, para la interacción de temperatura y tiempo para número de vainas por planta. Según la prueba de Duncan al 5 %, muestra que el mejor resultado se registró en T3 con un promedio de 13,67 vainas, seguido por T2, T4 y T1 son casi similares con un promedio de 10,72; 10,44 y 9,67 vainas, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron.

Según Rodríguez (1991), menciona que para obtener mayor número de vainas es importante el manejo del cultivo y una fertilización adecuada cuando esta en proceso de formación de vainas, para obtener una respuesta fisiológica adecuada del material vegetal.

En los resultados obtenidos para número de vainas, se determinó un menor número de vainas debido a que las flores llegaron abortar ello principalmente por los cambios bruscos de temperatura, disminución de la humedad relativa del ambiente y también por la falta de agentes polinizadores externos. Y además JICA (2006), menciona que el promedio de vainas en una planta esta dentro de los resultados obtenidos en la investigación ya sea de 10 vainas por planta.

#### 5.3.2.4 Comportamiento de la variable longitud de vaina

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad las temperaturas y tiempos existen diferencias significativas para el parámetro longitud de vaina, lo cual manifiesta que las temperaturas se comportan de diferente manera (Cuadro 14 y 15).

**Cuadro 14. Prueba de Duncan para comparar la longitud de vaina**

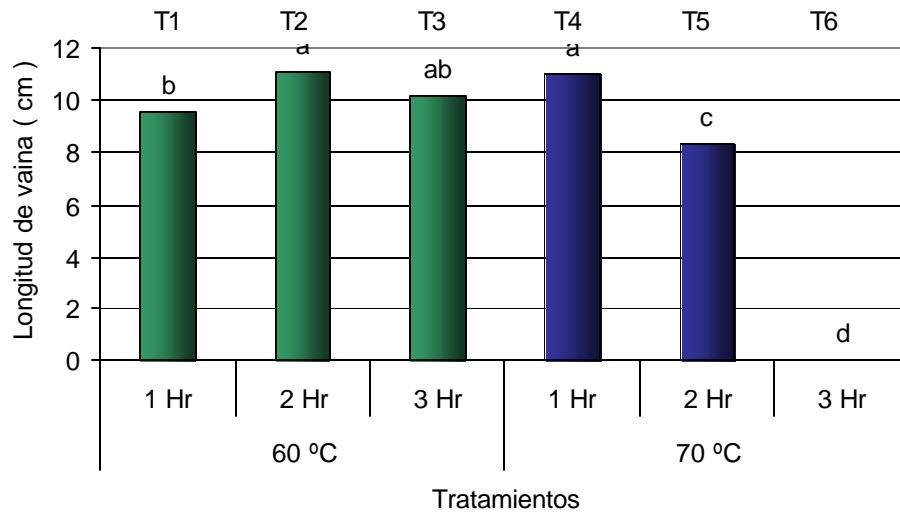
Temperatura	Longitud de vaina(cm)	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	10.29	a
70 °C	6.45	b

En el cuadro 14, que refleja para el efecto de las temperaturas influyó en la longitud de vaina, ya que las semillas fueron sometidas a temperaturas elevadas lo cual no permitió el normal desarrollo de la longitud. Se registraron promedios de 10,29 cm a temperatura menor, al ser sometida la semilla a alta temperatura perdió la viabilidad en los tejidos de la semilla obteniendo un promedio general de longitud de 6,45 cm.

**Cuadro 15. Prueba de Duncan para comparar la longitud de vaina**

Tiempo (Hora)	Longitud de vaina (cm)	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	10.30	a
3 Hora	9.26	ab
2 Hora	5.55	c

En el cuadro 15, nos indica que el parámetro longitud de vaina, los tiempos fueron indistintamente ya que existe una variación en la longitud con un promedio de 10,30 y 9,26 cm estadísticamente son casi similares, en comparación al tratamiento 2 horas con un promedio de 5,55 cm. Podría atribuirse a los comportamientos de crecimiento y al ser sometido las semillas a tiempos mayores donde se produjo una deshidratación de la semilla, lo cual influyo en los resultados obtenidos en la investigación.



**Figura 10. Efecto de temperatura y tiempo sobre la longitud de vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 10, se observa para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro longitud de vaina existe diferencia entre temperaturas y tiempos, lo cual muestra que los mejores resultados se registraron en T2, T4, T3 y T1 estadísticamente son casi similares con un promedio de 11,10 a 9,59 cm de longitud, seguido por T5, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron para ese tratamiento.

De acuerdo al resultado obtenido, el ecotipo Gigante de Copacabana en cuanto a la longitud de vaina es bastante variable incluso dentro de una misma variedad. Según JICA (2006) publica que la longitud de vaina esta entre 5 a 20 cm, esto tiene mucho que ver también con la variabilidad genética de cada especie.

Al respecto Rodríguez (1991) menciona que la longitud de vaina esta influenciada principalmente por la variabilidad genética de cada especie y una fertilización adecuada durante el desarrollo de las vainas, y además un riego adecuado.

### 5.3.2.5 Comportamiento de la variable número de granos por vaina

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad las temperaturas y tiempos presentaron diferencias en número de granos por vaina, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comporta de diferente manera (cuadro 16 y 17).

**Cuadro 16. Prueba de Duncan para comparar número de granos por vaina**

Temperatura	Número de granos	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	2.87	a
70 °C	1.57	b

En el cuadro 16, se refleja para el efecto de las temperaturas influyó en el número de granos por vaina, donde la semilla fue sometida a temperaturas elevadas lo cual no permitió en igual cantidad de granos. Se registraron promedios de 2,87 granos a 60 °C, respecto a 70 °C con 1.57 granos

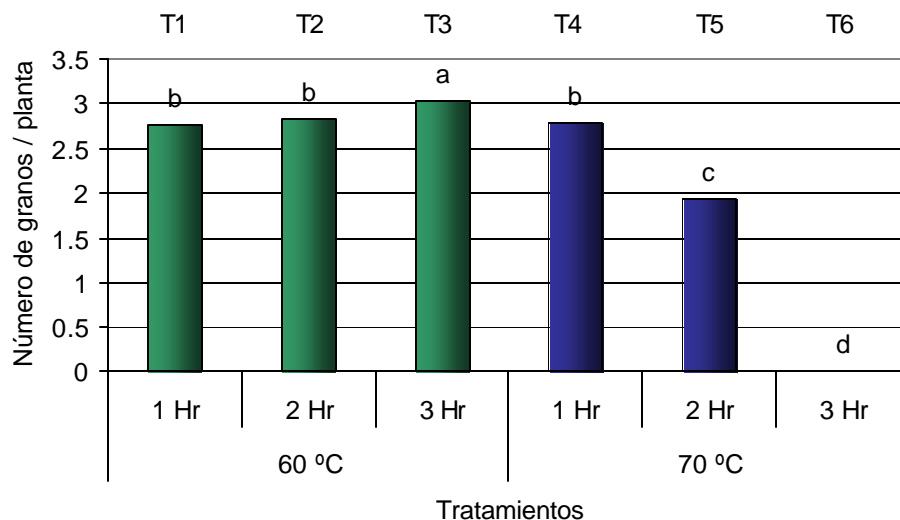
Estos resultados podría deberse a altas temperaturas durante la investigación y una humedad relativa excesiva, donde no favoreció en la formación de granos y esta estrechamente relacionado con la longitud de vaina.

**Cuadro 17. Prueba de Duncan para comparar número de granos por vaina**

Tiempo (Hora)	Número de granos	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	2.77	a
3 Hora	2.28	ab
2 Hora	1.41	c

En el cuadro 17, nos indica que para el parámetro número de granos por vaina donde los tiempos de 1 y 3 horas presentaron mayor número de granos, estadísticamente son casi similares de 2,77 y 2,28 granos en comparación al tratamiento de 2 horas presento menor número de granos por vaina.

Esta variación de los resultados podría deberse a que la semilla fue expuesta a mayor tiempo en calor en la cámara de germinación donde presentó una deshidratación en las semillas, en si este resultado es el promedio del factor tiempo.



**Figura 11. Efecto de temperatura y tiempo sobre el número de granos por vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 11, se observa para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro número de granos por vaina, existe diferencias entre temperaturas y tiempos, lo cual muestra que el mejor resultado se registró en T3 seguido por el T2, T4 y T1 estadísticamente son casi similares con un promedio de 2,79 a 2,83 granos, menor número de granos se presentó en T5, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron para ese tratamiento.

Al respecto Ali (1989) menciona que el número de granos por vaina resulta ser el componente de mayor importancia en las variedades ya que tiene influencia en el rendimiento, lo cual podemos inferir que el resultado obtenido en la investigación

afectaría mucho en el rendimiento en grano, cuyo número de granos esta entre 3 a 4 granos por vaina ósea dependiendo de la variedad, esta muy próximo los resultados obtenidos en la investigación con un valor de 2,83 granos.

En este caso al igual que en el anterior, la cantidad de grano por vaina podría estar determinado por las condiciones generales nutritivas de la planta, también este factor puede deberse a la variabilidad genética de la especie y la aplicación de fertilizantes durante la formación de la vaina tal como indica Rodríguez (1991).

### 5.3.2.6 Comportamiento de la variable peso de 100 semillas

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad las temperaturas y los tiempos presentaron diferencias para el variable peso de 100 semillas, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportaron de diferente manera (Cuadro 18 y 19).

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para comparar peso de 100 semillas**

Temperatura	Peso de 100 semillas	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	195.56	a
70 °C	106.87	b

En el cuadro 18, se observa para el efecto de las temperaturas, donde muestra una diferencia entre ambos tratamientos donde a 60 °C presentó un promedio de 195,56 gr/100 granos, seguido por 106,87 gr/100 granos. Este resultado es el promedio de los tratamientos, el tamaño del grano y la variedad de la especie o ecotipo lo que influyó en los resultados obtenidos por tal efecto.

Al respecto Milán et al (1996) indica que el peso de las semillas, esta directamente influenciado con la variedad, alto contenido de humedad de semilla y además con el medio ambiente (clima), y los componentes del rendimiento.

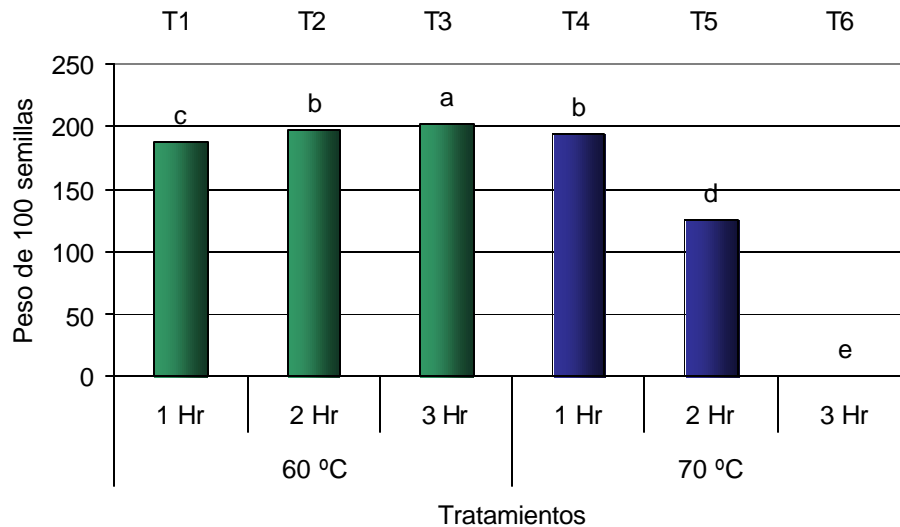


**Cuadro 19. Prueba de Duncan para comparar peso de 100 semillas**

Tiempo (Hora)	Peso de 100 semillas	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	190.60	a
3 Hora	164.65	b
2 Hora	98.36	c

Realizando un análisis de Cuadro 19, respecto al factor tiempo, nos indica que trabajar con tratamiento menor y mayor presenta mayor peso de 100 semillas, cuyo resultado estadísticamente son diferentes, seguido por el tratamiento de 2 horas cuyo valor es mucho menor el peso al de 1 y 3 horas.

Este resultado podría deberse a que las semillas fueron expuestas por un largo tiempo durante el tratamiento lo cual produjo una deshidratación de la semilla, al tamaño del grano ya que el ecotipo con que se trabajo sus granos no son iguales.



**Figura 12. Efecto de temperatura y tiempo sobre el peso de 100 semillas en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 12, se observa para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro peso de 100 semillas, presenta diferencia entre tratamientos donde T3 cuyo peso es mayor de 200,12 gr/100 granos, respecto a T2 y T4 con un promedio de 195,35

gr/100 granos son casi similares, finalmente T1 y T5 presenta menor peso de 187,22 a 126,55 gr/100 granos, y la T6 no presento ningún valor.

Al respecto Mollinedo (1994) indica que, el peso de 100 semillas guarda una estrecha relación con el tamaño del grano, y además ligado directamente a las condiciones fisiológicas y nutritivas de la planta. Según Rodríguez (1991) indica que el tamaño del grano tiene mucha importancia debido a que depende de ello una buena semilla, y presenta buenos rendimientos.

Los resultados obtenidos en la investigación muestra que el peso de 100 semillas es 180,92 gr/ 100 granos como promedio, este valor es mucho mayor a lo obtenido por Mollinedo (1994) cuyo peso fue de 162,1 a 133,1 gr/ 100 granos, podría ser a que la semilla presentaba mayor humedad o por la variedad. El valor de 126,55 gr/ 100 granos presentó en T5 es el mas próximo a 133 gr/100 granos.

### **5.3.3 Evaluación de las características fenológicas**

En el cuadro 20, presenta un resumen de cuadrados medios y la probabilidad de significancia, de los resultados del análisis de varianza para variables fenológicas, donde el factor bloque resulta no significativo lo cual resulta indiferente, mientras que el factor temperatura resulta altamente significativo por lo tanto nos indica que las temperaturas empleadas son diferentes para todas las variables.

Mientras que el factor tiempo resulta significativo por lo tanto podemos inferir que para dicho parámetro los tiempos empleados también son diferentes para todas las variables de respuestas fenológicas.

**Cuadro 20. Resumen de significancia de análisis de varianza de las variables fenológicas**

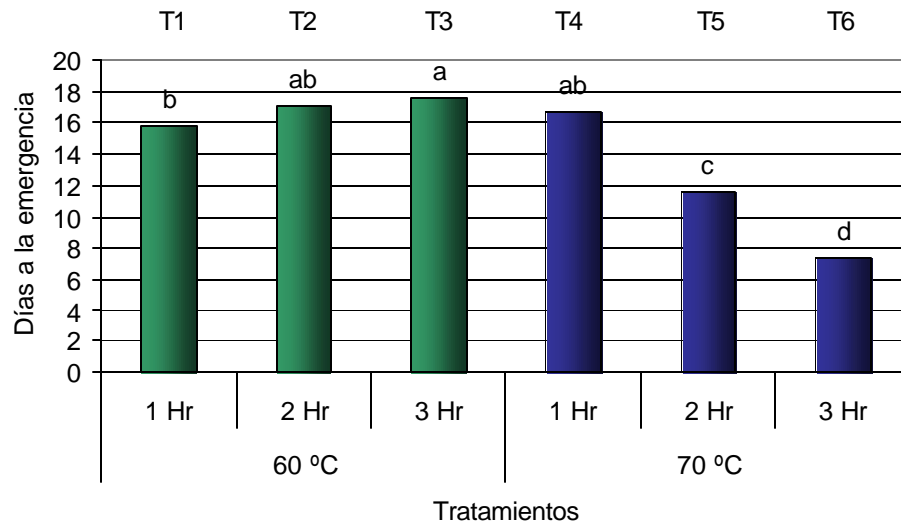
Variables fenológicas		Días a la emergencia	Días a la floración	Días al llenado de vaina	Días a la cosecha
FV	GL	CM	CM	CM	CM
Bloque	2	20.7 ns	32.3 ns	35.1 ns	76.2 ns
Temp. (A)	1	44.4 ns	607.0 **	896.1 **	1269.0 **
Tiempo (B)	2	12.5 ns	258.3 *	319.5 *	538.4 *
(A) x (B)	2	16.0 *	254.8 *	296.5 *	551.9 *
Error	90	0.07	0.01	0.08	0.04
Total	107	107	107	107	107
CV (%)		7.96	1.32	3.05	1.72

En cuanto a la interacción de los factores de temperatura y tiempo muestra significancia, por lo tanto los factores de estudio para los parámetros actúan en forma aditiva, es decir que los factores de los tiempos influyen en los factores de las temperaturas para todas las variables y viceversa. Para días a la emergencia resulta no significativo para los factores de temperatura y tiempo se comportan de la misma manera.

El coeficiente de variación para las diferentes variables esta por debajo de 30 % para trabajos de investigación, lo cual nos indica la confiabilidad de la información y el buen manejo experimental que existió durante el trabajo.

### 5.3.3.1 Comportamiento de la variable días a la emergencia

De acuerdo a los resultados obtenidos de análisis de varianza para el parámetro días a la emergencia, se puede decir que para la fuente variación de bloque, temperatura y tiempo no existe significancia, se infiere que los resultados son iguales en días a la emergencia. Y en cambio para la interacción resulta significativo por tanto actúan en forma aditiva.



**Figura 13. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la emergencia en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia**

En la figura 13, se observa el efecto de temperatura y tiempo para el parámetro días a la emergencia, resulta que T3, T2, T4 y T1 fueron estadísticamente casi similares, donde tardó en emerger a los 17,61 días, respecto a la T6 la emergencia a los 7,33 días, luego de emerger la planta no pudo desarrollar en su plenitud durante el ciclo vegetativo de ahí es que no existe ningún valor para otras variables.

Este resultado nos indica que a tratamientos de temperaturas y tiempos mayores la emergencia fue muy efectiva en menor tiempo, durante la emergencia el comportamiento climático fue bueno no hubo cambios de temperatura y humedad relativa y se suministro un riego adecuado lo cual favoreció en días a la emergencia.

Según López (1994) indica que las semillas se siembran en profundidades menores de 5 cm lo cual permite la emergencia en menor tiempo, las condiciones de humedad del suelo y un riego adecuado. Según Nogales (2002) indica que las semillas con previo tratamiento tardan en emerger al 100 % entre 19 a 22 días. En la práctica tardó en emerger en menos tiempo en 7,33 a 17,61 días, pues la semilla fue remojada un día antes del tratamiento.

### 5.3.3.2 Comportamiento de la variable días a la floración

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y los tiempos presentaron diferencias para el parámetro días a la floración, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportaron de diferente manera (cuadro 21 y 22).

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para comparar días a la floración**

Temperatura	Días a la floración	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	112.48	a
70 °C	61.89	b

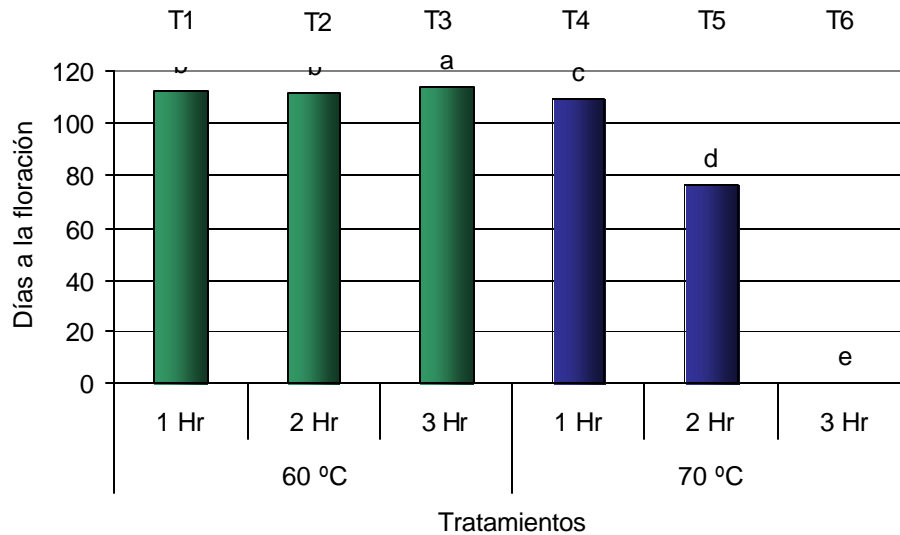
En el cuadro 21, se observa que el efecto de las temperaturas probablemente influyó en días a la floración, a temperatura mayor la floración fue muy temprana a los 61,89 días y la más tardía fue a los 112,48 días. Este resultado podría deberse a que las semillas fueron tratadas y sometidas a altas temperaturas lo cual permitió un adelantamiento en la floración, y también influyó los resultados por la caída de las flores a causa de altas temperaturas de invernadero.

**Cuadro 22. Prueba de Duncan para comparar días a la floración**

Tiempo (Hora)	Días a la floración	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	110.64	a
3 Hora	95.06	b
2 Hora	55.86	c

Respecto al factor tiempo para esta variable, se observa que existe diferencia en días a la floración para diferentes tiempos, lo cual nos indica que a menor tiempo la floración fue la más tardía, seguido por 3 horas con promedio de 95,06 días, y la floración mas temprana se presento a los 55,86 días a tiempo de 2 horas, las condiciones del medio fueron adecuadas para este tratamiento.

Estos resultados obtenidos podrían deberse por las condiciones del medio como la temperatura elevada, radiación solar, humedad relativa del ambiente y riego, fueron las más adecuadas para los días a la floración. Según López (2000) menciona que las temperaturas elevadas de 20 a 55 °C producen la caída de las flores lo cual no permite la floración homogénea.



**Figura 14. Efecto de temperatura y tiempo sobre los días a la floración en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia**

En la figura 14, para la interacción de los factores existen diferencias en temperaturas y tiempos para días a la floración. Muestra que la floración temprana se dio en T5 a los 76,44 días y la más tardía se dio en T3, T1 y T4 estadísticamente son casi similares a los 113,67 días como promedio. Y la T6 no se registró ningún dato debido a que las semillas no germinaron.

Según Rodríguez (1991), menciona que la floración esta ligada a procesos fisiológicos, y además a diferentes factores como clima, tipo de suelo y riego lo que limitan las posibilidades de floración. Waerring y Philleps (1981), indica que a nivel bajo de nitrógeno tiende a producir un adelantamiento en días a la floración.

Al igual que Cubero (1983), indica que en cultivos de leguminosas de grano afirma que son sensibles a temperaturas altas y humedad relativamente bajas causa la caída de flores, el resultado que se encontró en la investigación fue en mayor tiempo la floración a los 113,67 días, fue la causa por la caída de las flores por altas temperaturas.

La floración temprana se dio a los 76,44 días en tratamiento T5, donde Nogales (2002) realizo trabajos en campo donde menciona que la floración fue a los 47 a 53 días esto dependiendo del ecotipo con que se trabaja.

### 5.3.3.3 Comportamiento de la variable días al llenado de vaina

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y tiempos mostraron diferencias en días al llenado de vaina, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportaron de diferente manera (Cuadro 23 y 24).

**Cuadro 23. Prueba de Duncan para comparar días al llenado de vaina**

Temperatura	Días al llenado de vaina	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	147.83	a
70 °C	73.63	b

En el cuadro 23, se observa que el efecto de las temperaturas probablemente afecto en el llenado de vainas, donde a tratamiento de temperatura mayor los días al llenado de vaina fue muy temprana, siendo estas comparativamente al tratamiento de temperatura menor que presentó mayor tiempo en días al llenado de vainas al 100 %.

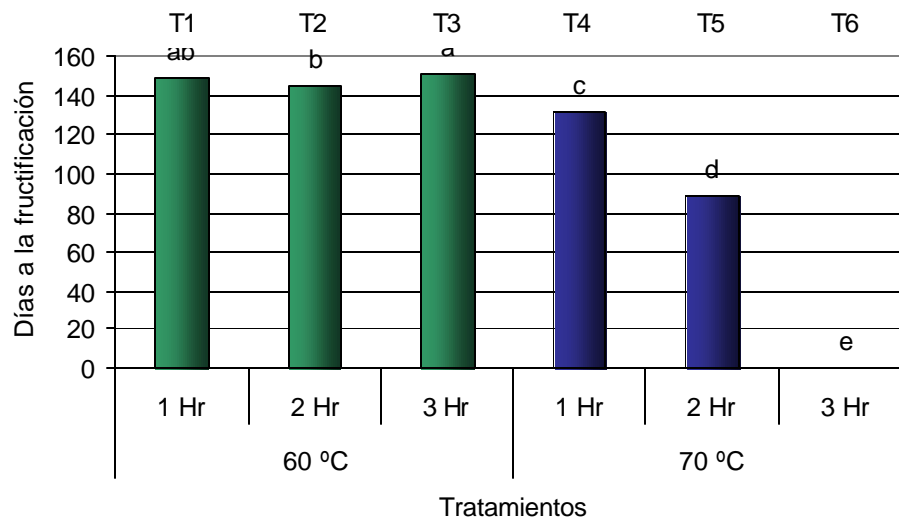
El resultado de 73,63 días, podría deberse a que la semilla fue sometida a alta temperatura lo cual permitió en menor tiempo el llenado de vaina, ósea que la semilla estaba libre de enfermedades y virus. El promedio de 147,83 días se debió a altas temperaturas en invernadero pues causó la caída de las vainas.

**Cuadro 24. Prueba de Duncan para comparar días al llenado de vaina**

Tiempo (Hora)	Días al llenado de vaina	Prueba Duncan (5 %)
1 Hora	140.25	a
3 Hora	119.81	b
2 Hora	72.14	c

En el cuadro 24, se observa que para los factores de tiempo existe diferencia en días al llenado de vaina, lo cual nos indica que a menor tiempo tratamiento los días al llenado de vaina fue en mayor tiempo, podría ser a causa de presencia de enfermedades, donde no se inactivaron los virus al ser sometida a ese tiempo.

A mayor tiempo de 3 horas fue de 119,91 días, este resultado podría asumirse a la caída de las flores por altas temperaturas que se presentó durante la formación de vainas, y la caída de las vainas en el momento del cuajado. Y por último a tratamiento de 2 horas presentó menor tiempo en llenar las vainas, donde no hubo presencia de enfermedades y no se produjo la caída de las vainas.



**Figura 15. Efecto de temperatura y tiempo sobre días al llenado de vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**



En la figura 15, para la interacción de los factores de temperatura y tiempo para días al llenado de vaina, se observa que en niveles de T3, T1, T2 y T4 con promedios de 147.8 días fueron las más tardías en el llenado de vainas, y la T5 presento valores de 89 días fue la mas temprana en el llenado de vaina, y la T6 no se registró ningún dato debido a que las semillas no germinaron.

De acuerdo a estos resultados podemos inferir, que influyen muchos factores como alta temperatura en el invernadero durante la formación de vaina, falta de agentes polinizadores y también la caída de las vainas durante el cuajado de las flores lo cual no permitió un normal desarrollo en el llenado de vainas.

Al respecto Rodríguez (1991) indica que el llenado de vaina se debe a diferentes factores como: a altas temperaturas, radiación solar, una fertilización adecuada durante la formación de vainas y a procesos fisiológicos y morfológicos de la planta. Además Crespo (1996) señala que los requerimientos de agua son importantes durante la formación de las vainas para obtener buenos rendimientos en menor tiempo.

Según JICA (2006) menciona que el periodo del llenado de vaina esta entre 130 a 145 días, donde resultado obtenido esta dentro de ese rango de 147,8 días, y la mas temprana resulta a los 89 días con previo tratamiento de la semilla a temperatura elevada y tiempo intermedio de 2 horas lo cual favoreció en días al llenado de vaina.

#### **5.3.3.4 Comportamiento de la variable días a la cosecha**

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y los tiempos presentaron diferencias para el parámetro días a la cosecha, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportaron de diferente manera para esta variable (cuadro 25 y 26).

**Cuadro 25. Prueba de Duncan para comparar días a la cosecha**

Temperatura	Días a la cosecha	Prueba Duncan (5 %)
60 °C	236.37	a
70 °C	130.61	b

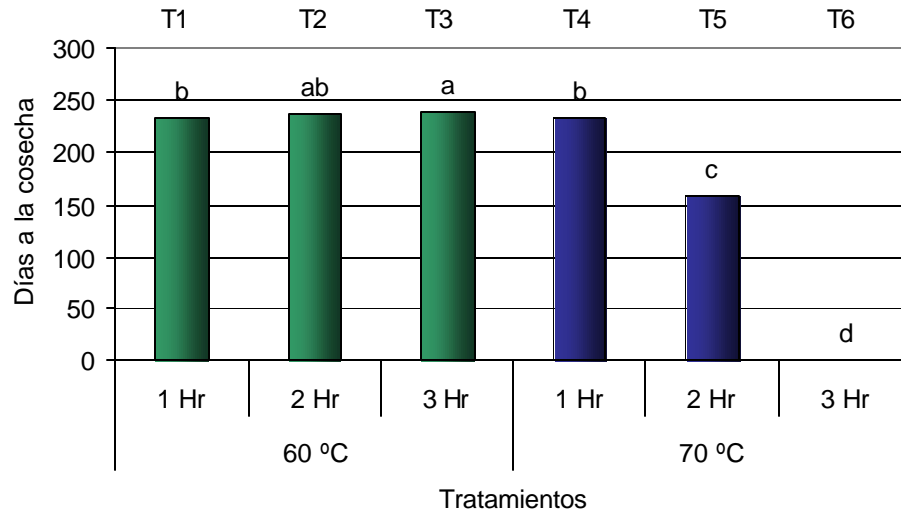
En el cuadro 25, nos indica que el parámetro días a la cosecha, donde la temperatura de 60 °C presenta mayor tiempo en días a la cosecha fue la más tardía, en comparación al tratamiento de 70 °C la cosecha se presentó a los 130,61 días donde fue la más temprana. Ya que a ser sometidas las semillas a tratamientos de temperaturas elevadas acorta los días a la cosecha.

**Cuadro 26. Prueba de Duncan para comparar días a la cosecha**

Tiempo (Hora)	Días a la cosecha	Prueba Duncan (5 %)
3 Hora	233.25	a
1 Hora	198.61	b
2 Hora	118.61	c

Realizando un análisis del cuadro 26, respecto al factor tiempo nos indica que el parámetro días a la cosecha, donde los resultados estadísticamente se comportaron de diferente manera. A tratamiento de 3 horas el periodo desde la siembra hasta la cosecha fue en mayor tiempo, respecto al tratamiento de 2 horas donde se reportó la cosecha fue en menos tiempo de 118,61 días, donde fue la más temprana los días a la cosecha.

Esta variación que se dio para días a la cosecha, donde las vainas fueron madurando rápidamente cambiando de color y alcanzando una madurez fisiológica donde empiezan a mostrar síntomas de deshidratación.



**Figura 16. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la cosecha en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 16, para la interacción de los factores de temperatura y tiempo para días a la cosecha, se observa que a T3, T2, T1 y T4 presentaron promedios de 235,51 estadísticamente son casi similares fue la mas tardía en días a la cosecha, en comparación a la T5 donde la cosecha fue temprana a los 158,88 días, la T6 no se registró ningún dato debido a que las semillas no germinaron.

Esta variación en días a la cosecha podría deberse a diversos factores, como presencia de altas temperaturas, produciendo la caída de flores y vainas y una radiación solar deficiente en condiciones de invernadero lo cual no permitió un normal desarrollo del cultivo de ahí es que tardó los días a la cosecha.

Según Crespo (1996) afirma que se debe cosechar de acuerdo a su utilización, una cosecha prematura repercutirá en el rendimiento económico, el mismo autor menciona que la cosecha esta entre 130 a 185 días, en la practica se obtuvo la cosecha a los 158,88 días es casi muy cercano.

Según Cruz (2000) menciona que la variedad influye en días a la cosecha para las zonas altas, ya sea hasta 210 días hasta la cosecha, el resultado en condiciones de invernadero se obtuvo como la más tardía a los 235,51 días a la cosecha.

### 5.3.4 Cultivo de haba por efecto de la termo hidroterapia en campo

Para esta parte de la investigación en campo se tiene los siguientes resultados y discusiones y análisis de datos:

#### 5.3.4.1 Análisis de las variables estudiadas en condiciones de campo

En el cuadro 27, se observa las comparaciones de medias y desviaciones estándar de todos los tratamientos de temperatura y tiempo para las diferentes variables de estudio en condiciones de campo, muestra todo los resultados analizados con el programa (SAS) versión 6.12.

**Cuadro 27. Comparación de medias de los tratamientos de termo hidroterapia (T1 = 1h 60°C, T2 = 2h 60°C, T3 = 3h 60°C, T4 = 1h 70°C, T5 = 2h 70°C, T6 = 3h 70°C)**

Variable	Tratamientos (Temperatura/ tiempo)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altura	117.47 ± 13.08	120.54 ± 16.47	126.34 ± 12.79	116.13 ± 13.58	117.19 ± 15.39	0.00
Número tallos	8.17 ± 1.80	7.83 ± 1.90	8.42 ± 2.11	7.83 ± 1.95	8.75 ± 2.42	0.00
Número vaina	56.50 ± 15.20	47.33 ± 13.28	42.33 ± 12.51	52.75 ± 12.82	50.42 ± 19.51	0.00
Long. vaina	12.25 ± 1.06	13.19 ± 1.05	12.42 ± 1.32	12.43 ± 1.39	13.22 ± 1.28	0.00
Núm.Grano/vaina	2.51 ± 0.37	2.39 ± 0.28	2.41 ± 0.35	2.58 ± 0.46	2.53 ± 0.29	0.00
Peso100semilas	187.16 ± 12.08	196.97 ± 13.22	202.87 ± 12.10	194.23 ± 16.04	197.57 ± 14.24	0.00
Días a emergencia	24.92 ± 1.56	24.58 ± 1.16	22.08 ± 1.83	24.08 ± 2.91	24.08 ± 2.15	0.00
Días a floración	92.92 ± 3.55	92.17 ± 4.06	94.08 ± 3.45	96.00 ± 3.36	93.50 ± 3.71	0.00
Días a llenado vaina	114.83 ± 10.62	115.50 ± 5.40	109.17 ± 9.38	114.83 ± 6.49	115.83 ± 8.35	0.00
Días a cosecha	165.67 ± 7.19	150.02 ± 8.18	166.08 ± 9.19	159.75 ± 10.33	158.50 ± 9.59	0.00

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.5 Evaluación de las características morfológicas

En el cuadro 28, presenta un resumen de cuadrados medios y la probabilidad de significancia al 5 %, de los resultados del análisis de varianza para las variables morfológicas, donde el factor bloque resulta no es significativo lo cual resulta indiferente, mientras que los factores de temperatura y tiempo resulta altamente significativo por lo tanto nos indica que estos factores se comportan de diferente manera para todas las variables.

**Cuadro 28. Resumen de significancia de análisis de varianza para variables morfológicas**

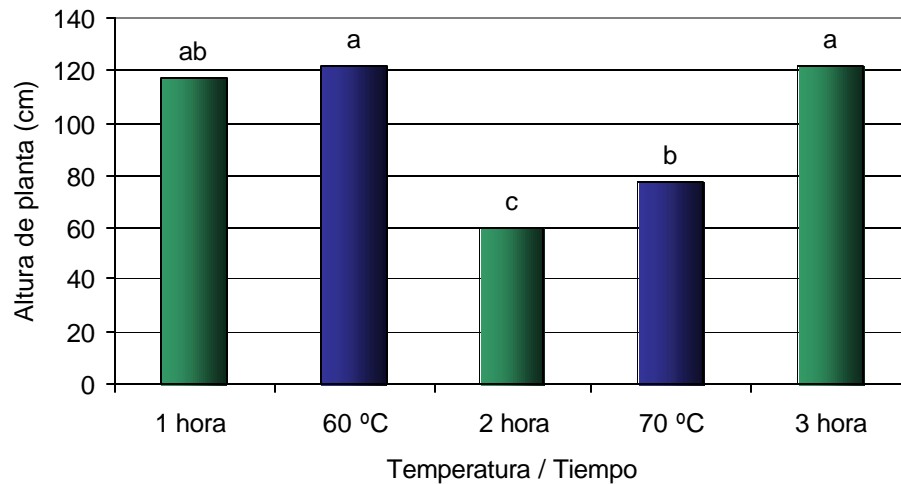
Variables morfológicas		Altura de la planta	Número de tallos	Número de vainas	Longitud de vaina	Número de granos	Peso 100 semillas
FV	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM
Bloque	2	0.09 ns	0.61 ns	7.05 ns	0.077 ns	0.003 ns	0.20 ns
Temp. (A)	1	261.79 **	15.55 **	85.09 **	24.39 **	4.54 **	389.9 **
Tiempo (B)	2	235.83 **	17.28 **	106.69 **	23.91 **	5.14 **	388.1 **
(A) x (B)	2	229.69 **	15.46 **	97.99 **	27.35 **	5.09 **	395.5 **
Error	54	0.10	0.09	0.50	0.02	0.00	0.08
Total	71	71	71	71	71	71	71
CV (%)		3.52	12.65	12.21	5.12	7.14	2.49

Respecto a la interacción de los factores de temperatura y tiempo muestran ser altamente significativos, por lo tanto los factores de estudio para los parámetros actúan en forma aditiva, es decir que los tiempos influyen en los factores de las temperaturas para todas las variables y viceversa.

El coeficiente de variación para las diferentes variables esta por debajo de 30 % para trabajos de investigación, lo cual nos indica la confiabilidad de la información y el buen manejo experimental que existió durante el trabajo.

### 5.3.5.1 Comportamiento de la variable altura de planta

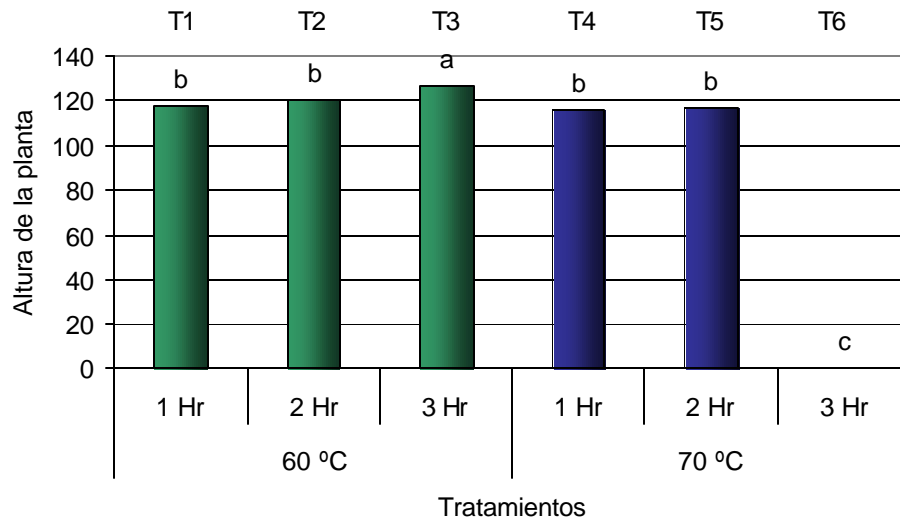
De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y los tiempos mostraron diferencias altamente significativas, para el parámetro altura de planta, lo cual manifiesta que las temperaturas y tiempos se comportaron de diferente manera en condiciones de campo.



**Figura 17. Comparación de temperatura y tiempo para altura de planta**

En la figura 17, se observa que el factor temperatura y tiempo se comportaron de distinta manera. En relación a temperatura y tiempo las mayores alturas se mostraron a 60 °C, 1 y 2 horas con un promedio de 120,01 cm, y las alturas menores se registraron en 70 °C y 2 horas con un valor de 77,76 a 60,27 cm.

Según Villegas (2004), indica a esta diferencia en altura de planta, se debió a que los suelos presentaba mayor dosis de nitrógeno y fósforo ya sea natural o con fertilización, lo cual existe un incremento en la altura de planta.



**Figura 18. Efecto de temperatura y tiempo sobre la altura de la planta en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

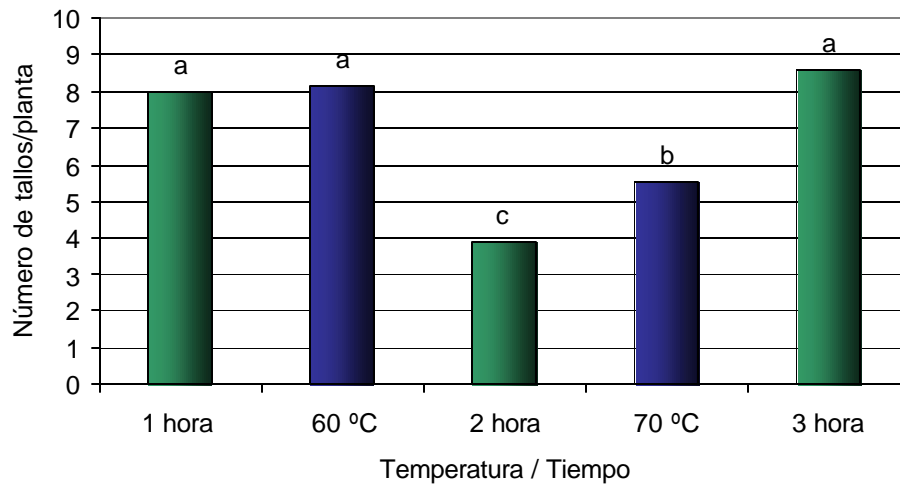
En la figura 18, para la interacción de los factores de temperatura y tiempo para altura de planta, donde a T3, T1, T2, T4 y T5 muestran alturas con un promedio de 119,53 cm, la T6 no se registró ningún dato debido a que la semilla no fue sembrada para tal tratamiento. El manejo del cultivo fue importante, realizando un mayor número de riego y deshierbes hizo que tenga mayor altura.

Según Mariscal (2000), comenta que la altura de planta esta entre 130 y 160 cm dependiendo de la variedad. En la práctica se registro un promedio de 120 cm de altura, esta variación en altura podría ser al tipo del suelo, a la densidad de siembra y poca fertilidad del suelo.

Cuando las plantas se encuentra bajo efectos competitivos para alcanzar la luz solar, nutrimento y espacio físico ósea la densidad de siembra que son responsables del incremento en la altura de planta, según Holle (1993).

### 5.3.5.2 Comportamiento de la variable número de tallos por planta

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y los tiempos mostraron diferencias altamente significativas, para el parámetro número de tallos por planta, donde las temperaturas y los tiempos se comportaron de distinta manera para número de tallos por planta .

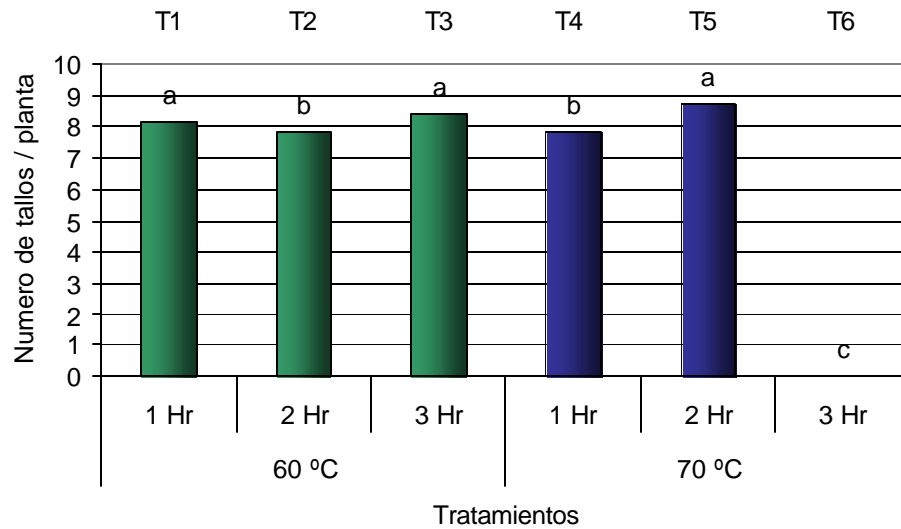


**Figura 19. Comparación de temperatura y tiempo para número de tallos por planta**

Observando la figura 19, nos muestra que el factor temperatura y tiempo para número de tallos por planta, se deduce que el tiempo 1 y 3 horas y la temperatura de 60 °C estadísticamente son casi similares con un promedio de 8,24 tallos, y menor cantidad de tallos se reportó con 4,73 tallos.

Según las investigaciones de Castillo (1998) reportó entre 5 a 6 tallos en seis variedades de haba, el resultado obtenido en la práctica se obtuvo entre 5 a 8 tallos, en cierta manera la fertilización ayudó en la formación de los tallos, y los tratamientos de semilla a diferentes temperaturas y tiempos favoreció el desarrollo de los tallos,





**Figura 20. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de tallos por planta en el proceso de termo hidroterapia, Duncan al 5 % de significancia.**

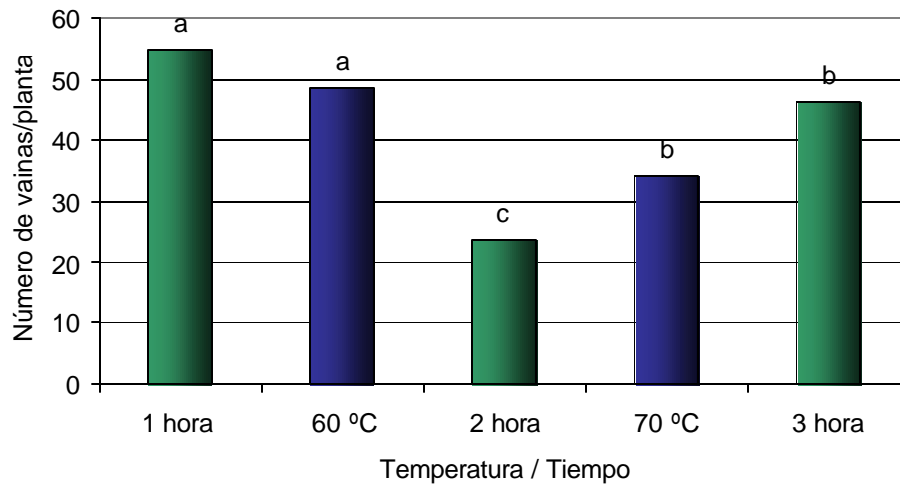
En la figura 20, para la interacción de los factores de temperatura y tiempo para el parámetro número de tallos por planta, se observa que la T5, T3 y T1 los resultados son casi similares en comparación a la T2 y T4 con promedios de 7,83 a 8,75 tallos respectivamente. Y la T6 no se registró ningún dato debido a que no se obtuvo semillas de tal tratamiento en la etapa de invernadero.

Según la información de JICA (2006), indica que el número de tallos en diferentes variedades se registraron entre 3 a 10 tallos, en la investigación se tiene entre 8 a 9 tallos, donde el suelo tenía alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo lo cual permitió el desarrollo en cantidad de tallos.

Al respecto Evans (1983), indica que las bajas temperaturas ayudan a manifestar el desarrollo genético en número de tallos por planta, durante la investigación se presentaron temperaturas bajas lo cual influyó en el desarrollo de los tallos.

### 5.3.5.3 Comportamiento de la variable número de vainas por planta

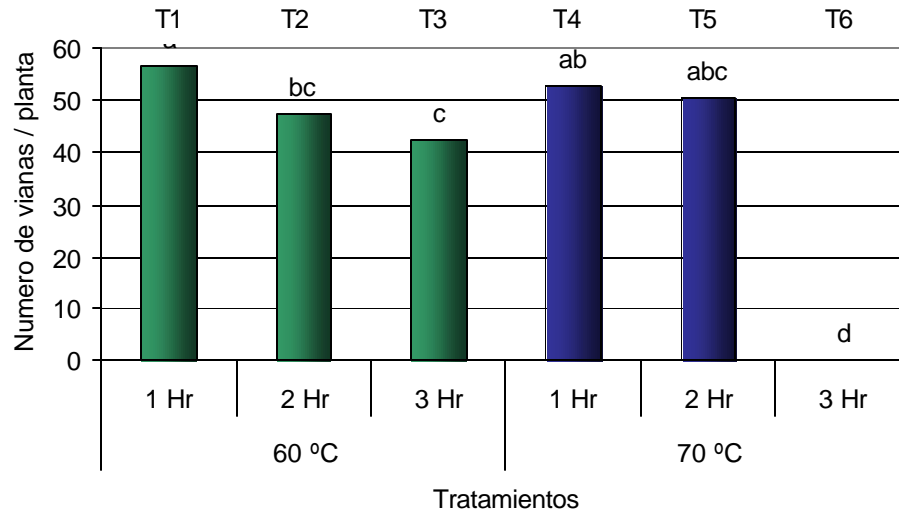
Según la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, las temperaturas y los tiempos se manifestaron diferencias altamente significativas, para el variable número de vainas por planta, en que las temperaturas y los tiempos se comportaron de otra manera.



**Figura 21 Comparación de temperatura y tiempo para número de vainas por planta**

En lo que corresponde a la figura 21, para la comparación de las temperaturas y tiempos para el parámetro número de vainas, se mostraron diferencias en número de vainas para tratamiento de tiempo entre 54,62, 46,37 y 23,66 vainas, y para los tratamientos de temperatura se registraron entre 48,72 a 34,38 vainas. Estos resultados se refieren al promedio general de los tratamientos no representa el efecto como tal tomar con mucho cautela estos resultados.

Al tener mayor cantidad de tallos mayor es la formación de las vainas, una buena fertilización del suelo y un riego adecuado y además que la semilla fue tratada anteriormente, ase que desarrollen mayor número de vainas.



**Figura 22. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de vainas por planta en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

Los resultados para el efecto de temperatura y tiempo para número de vainas, en la figura 22, se observa que a T1, T4 y T5 mostraron valores con un promedio de 53,22 vainas, en comparación a T3 se registró menor cantidad de 42,33 vainas, y la T6 no se observó ningún valor de ahí es que existe esta variación, la semilla fue sometida a alta temperatura y expuesto por largo tiempo llegando a desecarse.

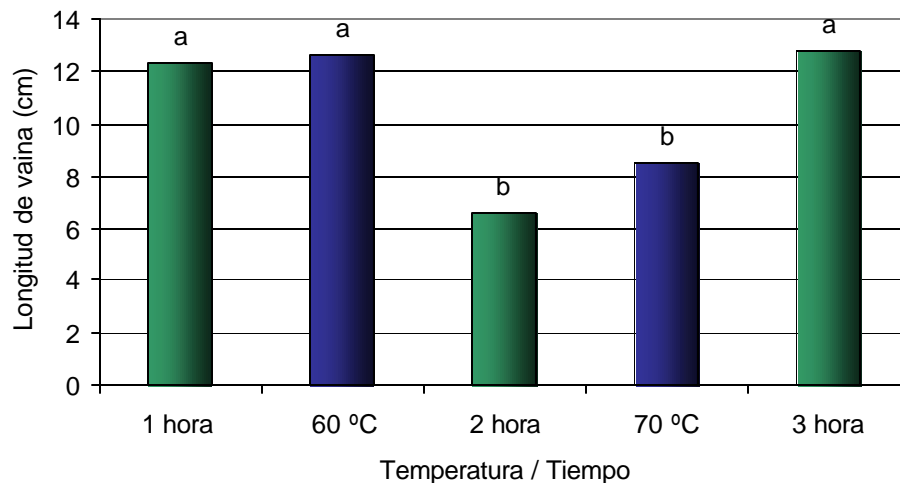
En comparación a los resultados obtenidos en invernadero el número de vainas aumentó, por las condiciones del clima, buena materia orgánica, y un buen manejo del cultivo realizando riegos adecuados fueron muy importantes en el desarrollo de mayor cantidad de vainas. Respecto Crespo (1996) señala que los requerimientos de agua son importantes durante la formación de las vainas.

Según IBTA (1992), indica que las frecuencias de riego afecta en el rendimiento de vaina, por cada cuatro días de atraso en la aplicación de agua reducen en el número de vainas, se debe mantener una humedad del suelo al 50 % a capacidad de campo esto en la fase reproductiva.

Otro factor importante durante la floración antes de formar vainas, fueron la presencia de agentes externo como insectos polinizadores y el factor clima (viento) favoreció en el momento del cuajado de las flores, lo cual permitió obtener mayor cantidad de vainas, esta dentro del rango publicada por JICA (2006) donde indica que la cantidad esta entre 10 a 60 vainas por planta.

#### 5.3.5.4 Comportamiento de la variable longitud de vaina

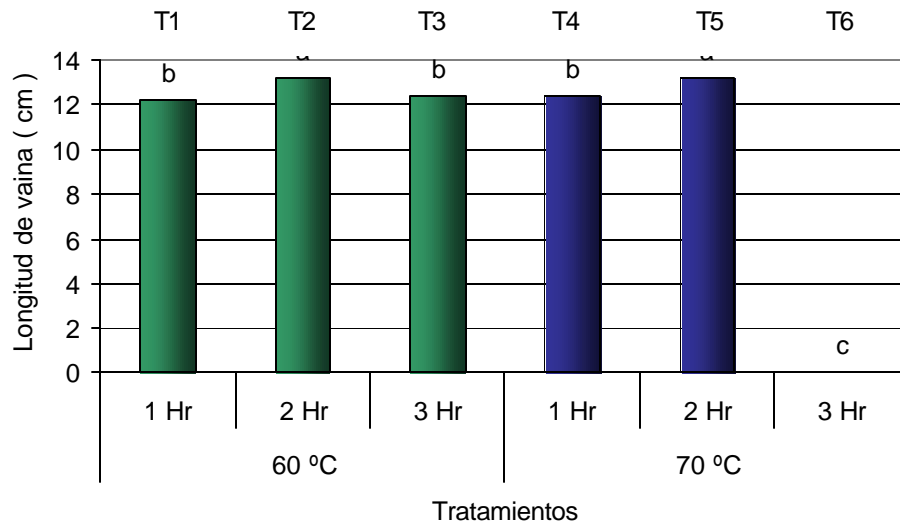
Según la clasificación de Duncan al 5 % de probabilidad, los niveles de temperatura y tiempo presentaron significancia, en que las temperaturas y los tiempos se comportaron de diferente manera.



**Figura 23. Comparación de temperatura y tiempo para longitud de vaina**

En la figura 23, para la comparación de la temperatura y tiempo para la variable longitud de vaina, se mostraron diferencias en longitud donde el nivel de temperatura de 60 °C y tiempo de 3 y 1 horas los promedio fueron 12,62 a 12,82 cm de longitud. Por ultimo los parámetros de 70 °C y 2 horas cuyo valor fueron de menor tamaño entre 8,54 a 6,59 cm.

Estos resultados obtenidos es el promedio general de cada factor de temperatura y tiempo, no representa el efecto como tal ya que los resultados pueden variar de acuerdo a que la semilla fue sometida a mayor y menor tiempo y temperatura, y además el ambiente en que la semilla fue tratada y las condiciones del medio.



**Figura 24. Efecto de temperatura y tiempo sobre la longitud de vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

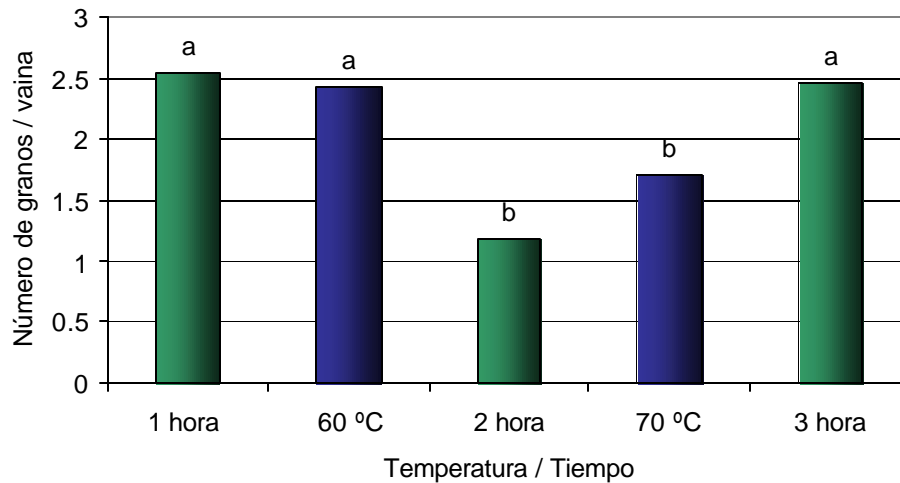
En la figura 24, se observa el efecto de temperatura y tiempo sobre la longitud de vaina, a T2 y T5 mostraron valores casi similares de 13,20 cm, respecto al T1, T3 y T4 con promedio de 12,36 cm, y la tratamiento T6 no presenta ningún valor, debido a que las semillas expuestas a calor y tiempo en la primera fase no germinaron.

Los resultados son casi similares en los tratamientos, esto debido a que la aplicación de fertilizante durante la siembra y la formación de vaina fueron homogéneas y la variedad fue una sola. Al respecto Rodríguez (1991), menciona que la longitud de vaina esta influenciada principalmente por la variabilidad de cada especie y la fertilización según la necesidad del cultivo.

El ecotipo Gigante de Copacabana en su uso tradicional es bastante desuniforme en el tamaño de las vainas. Según las investigaciones de López (2000) presentó datos entre 12,75 y 12,01 cm dependiendo de la variedad, pues en la investigación se encontraron valores muy cercanos entre 12,36 a 13,20 cm.

### 5.3.5.5 Comportamiento de la variable número de granos por vaina

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, presenta efectos significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que se comportaron de distinta manera la cantidad de granos por vaina.



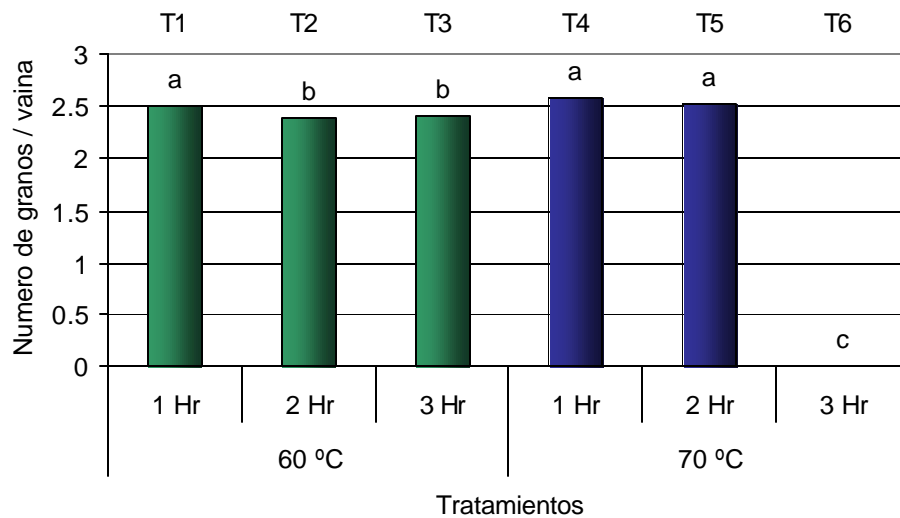
**Figura 25. Comparación de temperatura y tiempo para número de granos por vaina**

En la figura 25, se observa la comparación de temperatura y tiempo para número de granos, presentó mejores resultados a 1 y 3 horas y 60 °C de 2,47 granos representativamente son casi similares, entre 2 y 70 °C mostraron valores de 1,45 granos como promedio de ambos factores.

Al ser sometida la semilla a temperaturas y tiempos mayores las actividades metabólica sufren alteraciones, y inactiva los virus lo cual permite un normal desarrollo de la planta

durante el ciclo del cultivo, esta diferencia en cantidad de grano podría ser por la variabilidad genética de cada especie.

Estos resultados obtenidos es una muestra de cada uno de los factores, no es un resultado como comparativamente a la cantidad de grano, son promedios de cada nivel de temperatura y tiempo al ser sometida la semilla por espacios diferentes.



**Figura 26. Efecto de temperatura y tiempo sobre número de granos por vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

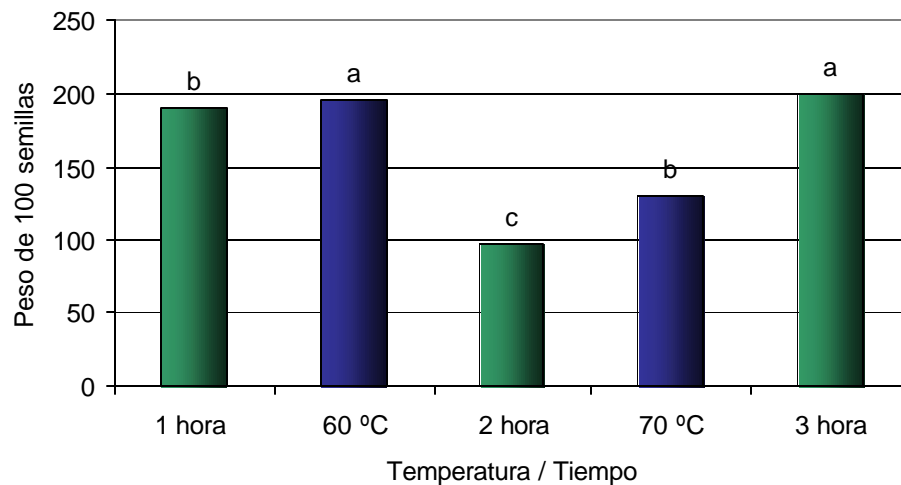
De acuerdo a la figura 26, para la interacción de temperatura y tiempo hacia el parámetro número de granos, a T4 presentó mayor cantidad de 2,58 granos son muy similares la T5 y T1 en comparación al T2 y T3 cuyo promedio fue de 2,40 granos muy similar a los demás tratamientos, y la T6 no presentó ningún valor en la fase de invernadero no hubo producción.

Rodríguez (1991), menciona que el desarrollo de número de grano se realiza simultáneamente y de manera recíprocamente coordinada, por el contenido de auxinas. Los factores que influyeron en la formación en la cantidad de número de vainas son el medio ambiente y por la herencia que actúan siempre en conjunto, y también las condiciones generales nutritivas de la planta.

Para que tenga mayor número de granos podría ser las condiciones nutritivas de la planta durante su desarrollo al absorber mayor cantidad de nutrientes, y también podría influir los factores climáticos, temperatura, humedad, radiación solar, latitud, altitud y el tipo de suelo o textura.

### 5.3.5.6 Comportamiento de la variable peso de 100 semillas

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, muestra efectos significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que se comportaron de distinta manera el peso de 100 semillas.



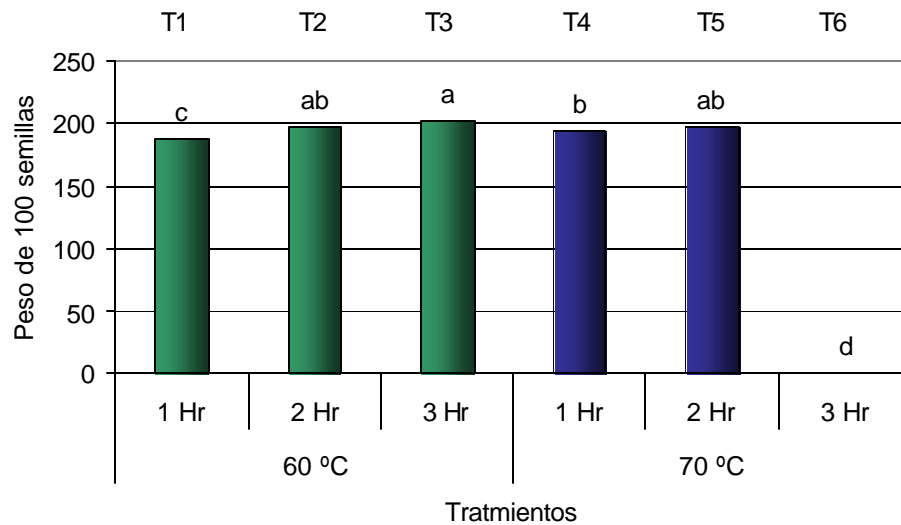
**Figura 27. Comparación de temperatura y tiempo para peso de 100 semillas**

En la figura 27, se observa la comparación de temperatura y tiempo para peso de 100 semillas, donde presenta promedios de 190,21 a 200,21 gr para el factor tiempo, en cambio para temperatura mostró promedios de 195,66 gr; peso mas bajo se registró a tiempo de 2 horas de 98,48 gr.

Estos resultados obtenidos para los niveles de temperatura y tiempo son promedios no son resultados como tal, existe una variación en el peso para cada factor, donde mayor tiempo de exposición de semilla a temperatura menor, donde el peso de 100 semillas



fue mayor dependiendo de la variabilidad genética y que la semilla sea pura libre de impurezas y daños mecánicos causados durante la cosecha.



**Figura 28. Efecto de temperatura y tiempo sobre peso de 100 semillas por proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 28, para la interacción de temperatura y tiempo para peso de 100 semillas mostraron los siguientes resultados, en que la T3 presentó mayor peso de 202,85 gr, la T2, T3 y T4 presenta un promedio de 196,26 gr estadísticamente son casi similares, la T1 presento menor peso de 187,16 gr. Por último la T6 no se registró ningún dato debido a que las semillas no germinaron en la fase de invernadero.

Según Rodríguez (1991), una semilla de calidad debe ser uniforme en su procedencia para tener la igualdad de peso deben existir condiciones nutritivas, una alta pureza genética, pureza física, buena apariencia para obtener mayor peso de semilla. Popinigis, (1977) menciona que el contenido de humedad en la semilla es factor muy importante para el peso de la semilla.

En relación al resultado obtenido en la investigación sobre peso de 100 semillas varia en peso en los tratamientos esto podría ser por las semillas que no han podido absorber agua, a consecuencia de una infección por hongos, bacterias, virus o daños mecánicos o alto contenido de humedad.

### 5.3.6 Evaluación de las características fenológicas

En el cuadro 29, presenta un resumen de cuadrados medios y la probabilidad de significancia, de los resultados del análisis de varianza para variables fenológicas, donde el factor bloque resulta no significativo lo cual resulta indiferente, mientras que el factor temperatura resulta altamente significativo por lo tanto nos indica que las temperaturas empleadas son diferentes para todas las variables.

Mientras que el factor tiempo resulta altamente significativo por lo tanto podemos inferir que para dicho parámetro los tiempos empleados también son diferentes para todas las variables.

**Cuadro 29. Resumen de significancia de análisis de varianza para variables fenológicas**

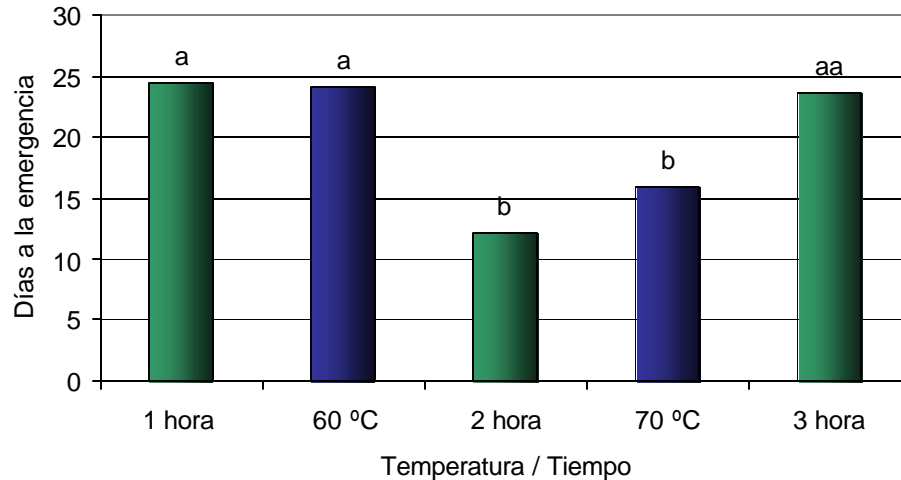
Variables fenológicas		Días a la emergencia	Días a la floración	Días a llenado de vaina	Días a la cosecha
FV	GL	CM	CM	CM	CM
Bloque	2	0.12 ns	0.08 ns	0.01 ns	0.41 ns
Temp. (A)	1	48.96 **	185.06 **	240.97 **	341.17 **
Tiempo (B)	2	46.90 **	192.46 **	223.52 **	343.95 **
(A) x (B)	2	49.31 **	197.69 **	231.77 **	298.64 **
Error	54	0.03	0.12	0.16	0.14
Total	71	71	71	71	71
CV (%)		4.18	4.15	4.45	3.46

En cuanto a la interacción de los factores de temperatura y tiempo muestra diferencias altamente significativas, por lo tanto los factores de estudio para los parámetros actúan en forma aditiva, es decir que los factores de los tiempos influyen en los factores de las temperaturas para todas las variables y viceversa.

El coeficiente de variación para las diferentes variables respuesta esta por debajo de 30 % para trabajos de investigación, lo cual nos indica la confiabilidad de la información y el buen manejo experimental que existió durante el manejo del ciclo del cultivo.

### 5.3.6.1 Comportamiento de la variable días a la emergencia

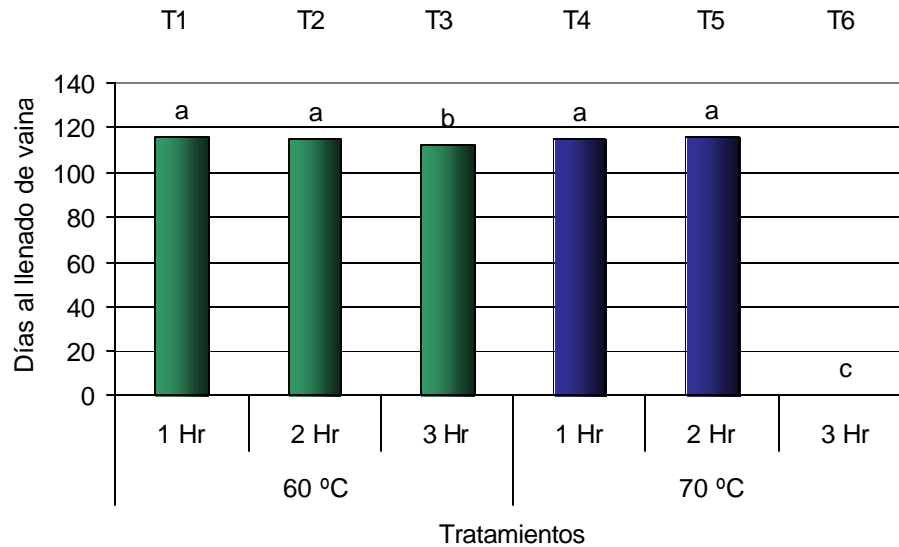
De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, muestra efectos altamente significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que el parámetro días a la emergencia se comportaron de distinta manera.



**Figura 29. Comparación de temperatura y tiempo para días a la emergencia**

En cuanto a la figura 29, se observa la comparación de factor temperatura y tiempo como promedios generales para días a la emergencia, donde a tiempo de 2 horas y temperatura de 70 °C tardaron a emerger a los 12 a 16 días, lo que más tarde en emerger fue a un tiempo de 1 hora a los 24 días son casi similares a los niveles de 60 °C y 3 horas.

Estos resultados nos indican que al someter la semilla a temperaturas mayores y tiempos intermedios llevan a la reducción en la concentración de virus, lo cual influye a días a la emergencia, además las condiciones de clima la humedad del suelo durante la emergencia favorece a un anticipada en días a la emergencia.



**Figura 30. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la emergencia en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 30, para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro días a la emergencia, se mostraron resultados estadísticamente casi similares a diferencia que a T3 la emergencia fue la mas temprana a los 22 días, en comparación a T1, T2, T4 y T5 cuyo promedio general fue 25 días desde la siembra hasta la emergencia.

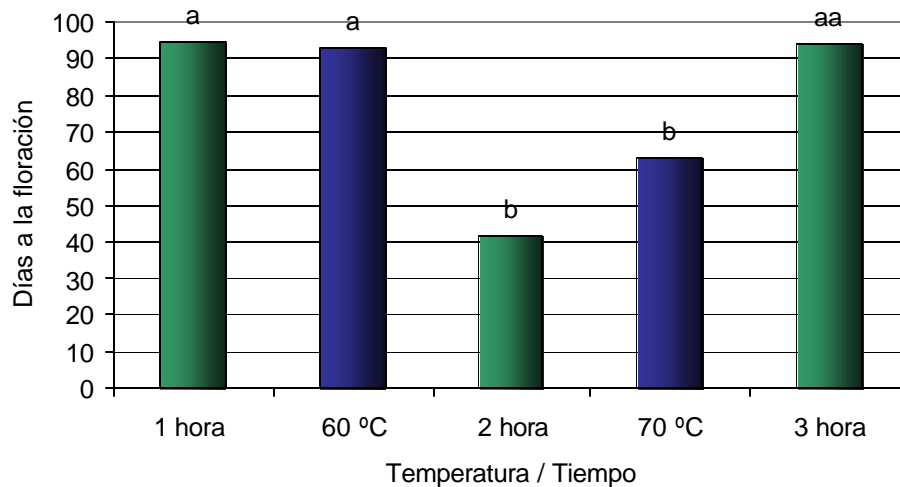
Estos resultados probablemente se deben a factores como las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se realizó la investigación. Según las publicaciones de JICA (2006), afirma que los días a la emergencia se dieron a los 30 a 45 días dependiendo de la humedad del suelo, en la investigación la emergencia presentó a los 22 a 25 días pues la semilla fue tratada anteriormente.

Al respecto Vigliola (1992), menciona que la temperatura de germinación es de 24 °C y que en condiciones optimas de humedad del suelo la semilla germina en una semana, esto factor podría influir el alargamiento de días a la emergencia.

Huchani (2004), menciona que las variaciones de días a la emergencia se atribuyen al carácter genético de las variedades. Al respecto Bernal (1986), sostiene que una adecuada cantidad de agua suministrada en el suelo favorece a la semilla para iniciar su germinación y posteriormente la emergencia.

### 5.3.6.2 Comportamiento de la variable días a la floración

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, muestra efectos altamente significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que el parámetro días a la floración se comportaron de diferente manera.

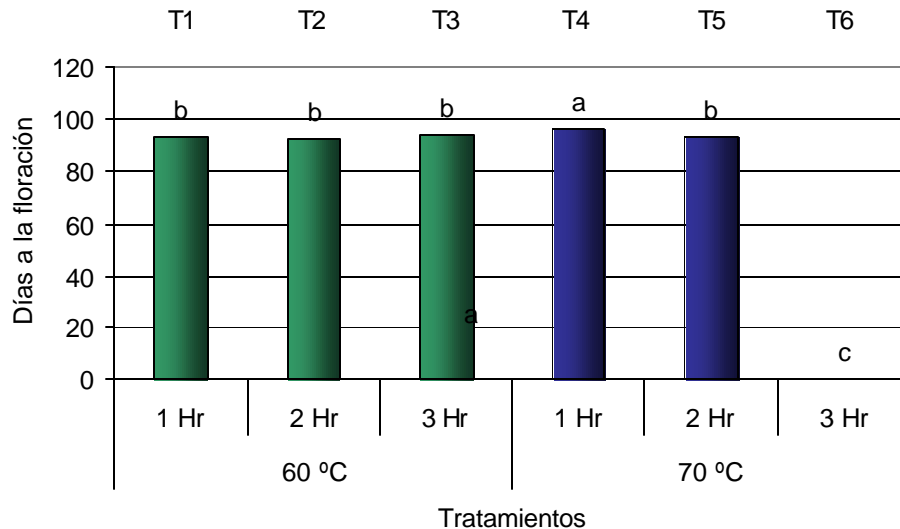


**Figura 31. Comparación de temperatura y tiempo para días a la floración**

Después de realizar la prueba de Duncan en la figura 31, se establece que la floración más precoz se presentó a un tiempo 2 horas y 70 °C con promedio de 42 a 63 días, y la más tardía fue a los 94 días como promedio en 60 °C, 1 y 3 horas estadísticamente fueron casi similares estos niveles.

Estos resultados de los parámetros de temperatura y tiempo son promedios generales de cada nivel de estudio, existe una variación en días a la floración para cada nivel por el tratamiento de la semilla que se hizo anteriormente y el manejo que dio en

condiciones de invernadero, pues la semilla podría estar libre de virus y enfermedades, lo cual permitió un adelantamiento en la floración.



**Figura 32. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la floración en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 32, se observa el efecto para la interacción de temperatura y tiempo sobre el parámetro días a la floración, mostraron diferencias significativas, por tanto a T3, T5, T2 y T3 cuyos promedios son casi similares a los 93 días la floración fue mas temprana, y la T4 la floración fue a los 98 días, y por ultimo la T6 no presentó ningún valor pues la semilla tratada no germinó.

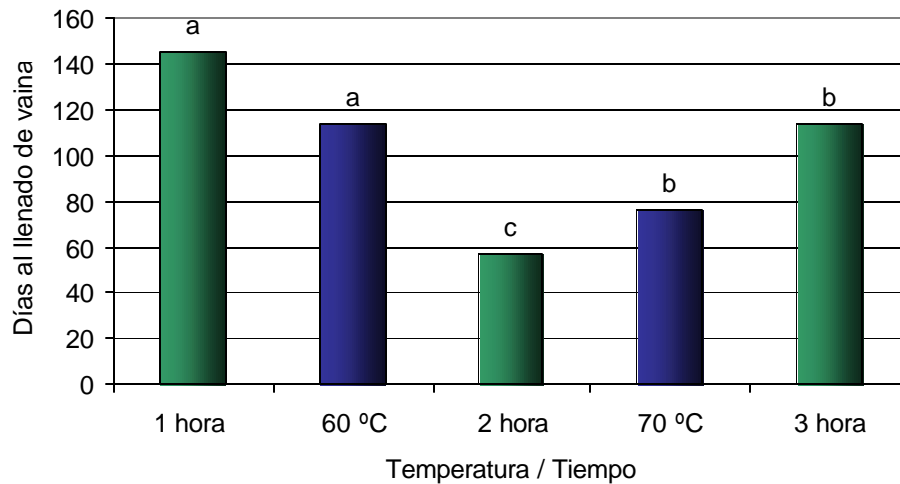
Rodríguez (1991), menciona que las reacciones fisiológicas van íntimamente ligados a factores que caracterizan como el clima, suelo, latitud o bien limitan las posibilidades de floración y por consiguiente de cruzamiento.

Waering y Phillips (1981), indica un nivel bajo de nitrógeno tiende a producir un adelantamiento en días a la floración. Para los resultados de esta investigación la floración a los 93 días la mayoría de los tratamientos, debido a poca presencia de nitrógeno en el suelo. Al respecto a los resultados JICA (2006), publica que la floración es a los 105 días después de la cosecha.

Al respecto Evans (1983), menciona que la época de floración se considera a la reacción compleja entre el genotipo y una gama de factores fisiológicos y ambientales.

### 5.3.6.3 Comportamiento de la variable días al llenado de vaina

De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, produce efectos altamente significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que el parámetro días al llenado de vaina se comportaron de distinta manera.

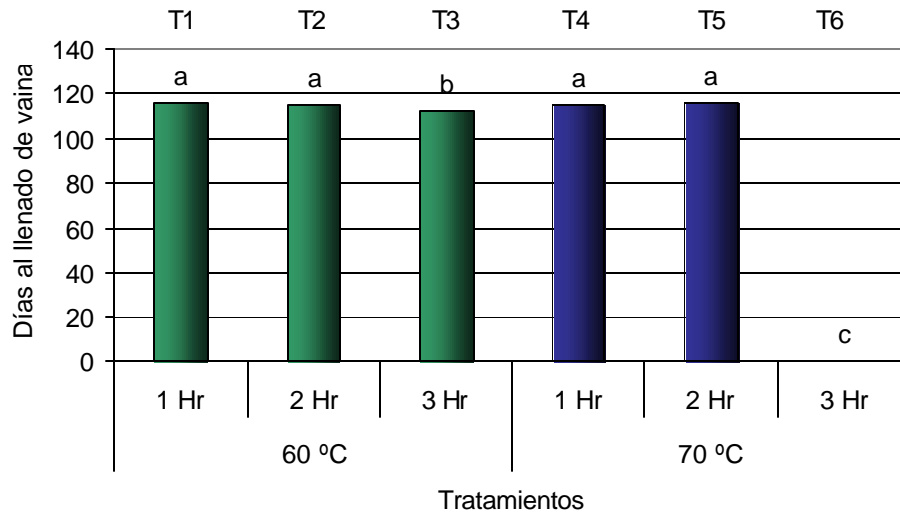


**Figura 33. Comparación de temperatura y tiempo para días al llenado de vaina**

En la figura 33, se observa que los promedios de temperatura y tiempo para días al llenado de vaina mostraron diferencias en días, donde a temperatura de 70° C y tiempo de 2 horas fue a los 76,88 a 57,75 días, respecto al nivel 60 °C y 3 horas el valor es muy similar de 114,08 días. Y la mas tardía se mostró en el nivel 1 hora 144,83 días al 50 % de vainas llenas.

Esta diferencia en días al llenado de vaina se podría deberse a muchos factores, como un riego adecuado a la necesidad del cultivo, para que tenga una buena humedad del suelo donde favorece la formación de vaina. Y además que la semilla no presentaba

síntomas de enfermedades, tratada anteriormente en laboratorio a diferentes temperaturas e intervalos de tiempo.



**Figura 34. Efecto de temperatura y tiempo sobre días al llenado de vaina en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 32, se observa el efecto para la interacción de temperatura y tiempo sobre el parámetro días al llenado de vaina, al comparar con la prueba de duncan mostraron diferencias significativas, por tanto a T1, T2, T4 y T5 estadísticamente son casi similares a los 115,24 días como promedio y la más tardía, y la T3 se dio a los 109,17 días. Y la T6 no presentó ningún valor pues la semilla tratada no germinó en la fase de invernadero.

La formación de las vainas podría iniciarse a partir de la polinización de las flores ya que hubo mayor presencia de agentes externos como insectos, aves y el viento para adelantar el desarrollo de las vainas en un tiempo menor, fue uno de los factores para esta variación en días al llenado de vaina.

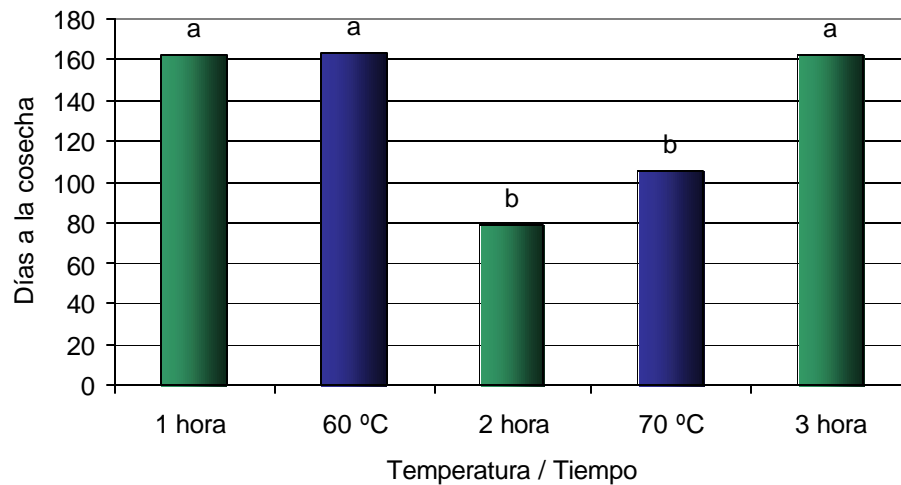
Al respecto Crespo (1996), menciona que los requerimientos de agua son importantes durante el estado de desarrollo de las vainas, realizando riegos semanales lo cual permite en la formación y llenado de vaina en menos tiempo.



Según Mariscal (2000), menciona que los días a la maduración o llenado de vaina se presentaron a los 197 días dependiendo de la variedad. Según Milán (1994), menciona que la madurez en vaina alcanza a los 120 días. Respecto al resultado los días a madurez en la investigación fue a los 109 días después de la siembra, ya las condiciones edafo-climáticas fueron adecuadas en esa etapa de formación de las vainas lo cual acorto el tiempo al llenado de vaina.

#### 5.3.6.4 Comportamiento de la variable días a la cosecha

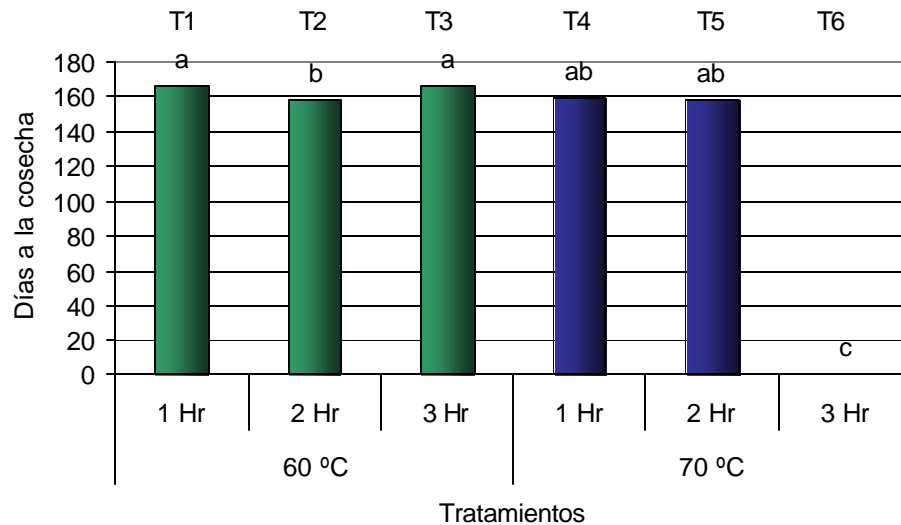
De acuerdo a la clasificación de Duncan al 5 % de significancia, mostró efectos altamente significativos para factor temperatura y tiempo, lo cual nos indica que el parámetro días a la cosecha se comportaron de distinta manera.



**Figura 35. Comparación de temperatura y tiempo para días a la cosecha**

En la figura 35, se observa que los promedios de temperatura y tiempo para días a la cosecha expusieron diferencias desde la siembra hasta la cosecha, a temperatura de 60 °C, 1 y 3 horas presentaron valores casi similares de 163 días, y la cosecha temprana se presentó a un intervalo de tiempo de 2 horas a los 114 días depuse de la siembra.

Este resultado nos indica el comportamiento de temperatura y tiempo como promedio de cada uno de los niveles de estudio para el factor días a la cosecha, donde existe una variación entre factores debido a que la semilla fue sometida a diferentes temperaturas y tiempos y a las condiciones de clima lo que permitió en menor tiempo la cosecha.



**Figura 36. Efecto de temperatura y tiempo sobre días a la cosecha en el proceso de termo hidroterapia. Duncan al 5 % de significancia.**

En la figura 36, para la interacción de temperatura y tiempo para el parámetro días a la cosecha, en T2 la cosecha temprana se registró a los 150 días es muy similar a T4 y T5 muestra como mejores resultados, respecto a T1 y T3 la cosecha se dio a los 166 días, y la T6 no se observó ningún desarrollo ya que las semillas no germinaron en la fase de invernadero la semilla tratada.

Según Herbas (1995), menciona que la cosecha se debe realizar cuando la semilla haya alcanzado la madurez fisiológica, en esta etapa el grano empieza a pigmentarse del color típico de la variedad, es el momento donde alcanza su máximo peso seco pero tiene un alto contenido de humedad es a los 135 a 150 días para las variedades de altura.

Los factores que prevalecieron para completar los días a la cosecha fueron un buen manejo, como la aplicación de fertilizantes, fungicidas y riego adecuado. Al final se recortó los días a la cosecha a 150 y 166 días. Según Herbas (1995), comenta que los días a la cosecha del cultivo dependen de la variedad y el lugar donde se cultiva.

Popinigis (1977), menciona que la semilla de alta calidad fisiológica, presenta en el punto máximo de peso de materia seca, donde se tiene la máxima germinación, máximo vigor y menor deterioración de la semilla.

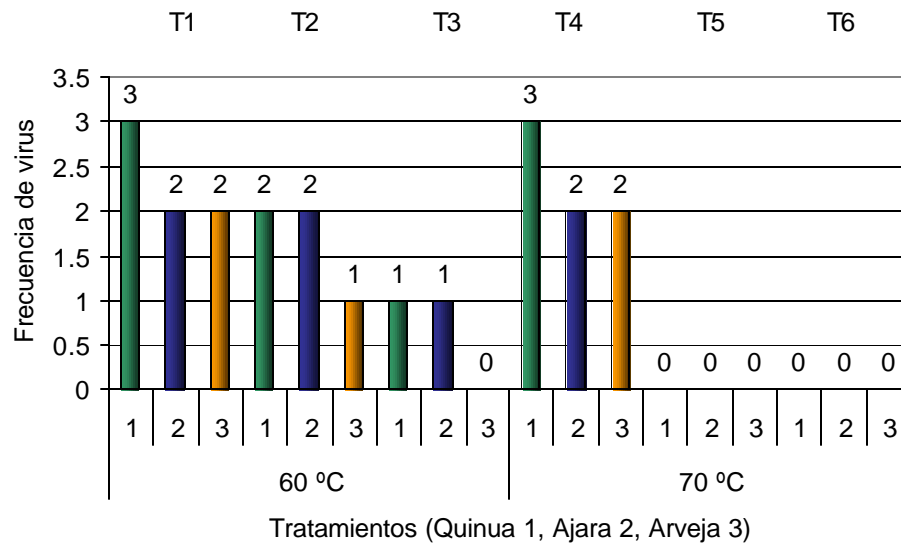
### 5.3.7 Comportamiento de la variable presencia de virus

Para ver la presencia de virus se realizaron inoculaciones a las plantas indicadoras de virus, para determinar la presencia y ausencia de virus. Se realizó con la prueba de Chi cuadrado.

**Cuadro 30. Frecuencia de virus con uso de las plantas indicadoras (Quinua, ajara, arveja)**

Tratamiento	Frec. Quinua	Frec. Ajara	Frec. Arveja
T1	3	2	2
T2	2	2	1
T3	1	1	0
T4	3	2	2
T5	0	0	0
T6	0	0	0
CHI Cuadrado	333.47	-	381.63
Significancia	**	ns	**

En el cuadro 30, se observa la frecuencia de virus, presencia y ausencia de virus con plantas indicadoras como: Quinua, Ajara y Arveja. Calculado con Chi cuadrado, donde existen diferencias altamente significativas con plantas indicadoras de quinua y arveja, no significativo con ajara.



**Figura 37. Frecuencia de virus con el uso de las plantas indicadoras. T1=60°C 1h, T2= 60°C 2h, T3 = 60°C 3h, T4 = 70°C 1h, T5 = 70°C 2h, T6 = 70°C 3h**

En la figura 77, se observa la presencia y ausencia de virus con el uso de las plantas indicadoras de virus. Estadísticamente conforma a cuatro grupos, a tratamientos de T1 y T4 con la planta indicadora (quinua 1), nos muestra mayor presencia de virus.

Para los tratamientos T1, T2 y T4 con (ajara 2), y T1 y T4 con (arveja 3) T2 (quinua 1), nos muestra una mediana presencia de virus. A tratamientos de T2 con (arveja 3), y T3 con (quinua 1), T con (ajara 2) poca presencia de virus. Por último los tratamientos de T5 y T6 no existe la presencia de virus.

Bauer (1991), menciona que con agua caliente o exposición a alta temperatura y tiempo, llegarían a aniquilar el virus dentro del tejido. En la investigación se obtuvieron mejores tratamientos son a temperaturas altas y tiempos largos donde no se detecto mayor presencia de virus, con el uso de las plantas indicadoras de virus.

Lozoya-Saldaña y Dawson (1982), sugiere el uso de temperaturas alternadas para liberar material vegetativo de virus, estos obtuvieron buenos resultados al trabajar con papas infectadas con el virus S (*potato virus S*), que esta podría ser una alternativa para liberar plantas de haba libres de virus.

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de resultados se obtuvieron siguientes conclusiones:

1. Los efectos que se produjo al aplicar las diferentes terapias en estudio sobre la semilla de haba, mostró efectos significativos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas para las variables morfológicas y fenológicas estudiadas.
2. En cuanto a las variables estudiadas, se observó que el efecto de temperatura y tiempo en el proceso de termo hidroterapia afecta las características de la planta, tanto en altura, número de tallos, vainas, granos, longitud de vaina, peso de 100 semillas, días a emergencia, floración, llenado de vaina y cosecha. Como en invernadero y campo.
3. Se determinó que los mejores tratamientos para la producción de semilla de calidad de haba fue la T3 (60°C 3h) y T5 (70°C 2h), donde no presentaron signos de contaminación virósica ante la evaluación con plantas indicadoras.
4. Los mejores tratamientos se obtuvieron para las variables estudiadas fueron, la T2 (7 tallos, 11,10 cm longitud de vaina); T3 (14 vainas, 3 granos) y T4 (121,5 cm de altura) y T5 donde los días a emergencia, floración, llenado de vaina y cosecha fueron a los 12; 76; 89; 159 días.
5. Al usar plantas indicadoras de virus, se pudo determinar la presencia de sintomatología de algunos virus presentes en el cultivo de haba, tanto a 60°C y 70°C cuando los tiempos son cortos existe mayor probabilidad de presencia de virus, y no así cuando el tiempo es mayor, tal como se determinó con tratamientos T3 y T5 en los cuales no se encontró presencia de virus.

6. De acuerdo al análisis y resultados de las plantas inoculadas, se observa que la mayor presencia de síntoma de virus se detectó con la planta indicadora quinua en T1 y T4, y con ajara y arveja se mostró síntomas de virus en T1, T2 y T4 con mediana frecuencia.
7. Se estableció una técnica alternativa de producción y mejoramiento de semilla de haba, utilizando una de las técnicas es el empleo de calor como método de control de virus en el cultivo de haba, mediante la aplicación de técnicas de termo hidroterapia, cuyas temperaturas máximas sean de 60 °C y 70 °C y tiempos de 1, 2 y 3 horas, no resultó una medida efectiva para eliminar al 100 % de microorganismos.
8. La técnica de termo hidroterapia mas efectiva para ver la presencia de virus fue a diferentes temperaturas y tiempos, donde se pudo comprobar menor presencia de virus con el uso de las plantas indicadoras en el cultivo de haba.
9. En condiciones de campo los resultados fueron óptimos para las variables estudiadas, donde la semilla fue tratada y producido en invernadero y luego la siembra en campo, y el factor climático fue favorable durante el ciclo del cultivo hasta obtener la cosecha a los 150 días en T2.
10. En resumen los resultados en la presente investigación sobre los efectos de termo hidroterapia en la semilla, que a temperatura y tiempos mayores los resultados fueron significativos, el uso de plantas indicadoras de virus es recomendable para semilla pre-básica como método de diagnóstico.

## 7. RECOMENDACIONES

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

1. Se aconseja emplear temperaturas y tiempos utilizados en este trabajo de investigación como parámetros térmicos en tratamientos de termo hidroterapia, para la liberación de los virus que afectan a las variedades de habas en diferentes zonas.
2. Se recomienda que la presente Tesis se complemente con otros trabajos de investigación para consolidar los resultados obtenidos y paralelamente permitir generar mayor información, respecto a los efectos que se produce por termo hidroterapia en el cultivo de haba.
3. Utilizar los mejores tratamientos de temperatura y tiempo (T3 – T5) obtenidas en la investigación en el tratamiento de semillas de haba, para mejorar la producción y realizar de este un seguimiento de por lo menos tres gestiones respecto a sus rendimientos en campo.
4. Se recomienda utilizar plantas indicadoras que produce una reacción de virus, mayor a la utilizada en la investigación, para ver la presencia de virus en la planta, y así mejorar la calidad de la semilla de haba.
5. Una de las técnicas mas recomendable es el uso de plantas indicadoras, por su bajo costo al ser inoculadas con la savia de la planta produce una reacción clara y evidente para cada virus, y para probar material de semilla pre-básica.
6. En resumen consolidar la metodología obtenida en la investigación para mejoramiento de la calidad de semilla de haba por termo hidroterapia con otros ecotipos de haba de importancia comercial y como genético.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- BAEZ, M. (1990). Manual de Virología Vegetal. Ed. Pueblo y Educación. Primera Edición. Habana, Cuba. 87 -99, 169 – 170 pp.
- BAUER, (1991). Manual de Fitopatología editorial Limusa, S.A. de C.V. México Pág. 324.
- BOX, J. M. (1961). Leguminosas de grano. Ed. Revolucionaria Instituto del libro. Habana- Cuba 550 p.
- CADIA. (1995). Memorias del "Curso sobre Agroecosistemas", USAID – Planning Assistance Cochabamba, Bolivia pp. 42 – 64.
- CADMO, R. y VILLALOBOS, A. (1990) Fundamentos teórico-prácticos del Cultivo de Tejidos Vegetales, Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal. Roma 37 – 39 pp.
- CALZADA, B. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. 5 Ed. Lima, Perú. 474 – 488 p.
- COCA, M. (2004) Enfermedades foliares del haba en el Altiplano de La Paz y su manejo. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia Boletín técnico 4 pp.
- CUBERO, J. J.; MORENO, M. T. (1983) Leguminosas de grano. Ed. Mundi Prensa. Madrid - España. 130 - 162 p.
- CRESPO. (1990). Investigaciones realizadas en el cultivo de haba, en Bolivia, En XII Seminario de Mejoramiento y Sistemas de Producción de haba PROCIANDINO.
- (1996) El cultivo del haba. En las Leguminosas en la Agricultura Boliviana. Cochabamba, Bolivia.
- EVANS, L.T. (1983) Fisiología de los cultivos. Ed. Hemisferio sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 401 p.
- HERBAS, R. (1981) Manual de Fitopatología. Editorial Universitaria. Oruro, Bolivia 444 p.
- HIGUITA, F. (1969) Aspectos del cultivo de las habas en Colombia. Revista agricultura tropical (Colombia) v. 25 n° 9. 527-577 p.
- HOLDRIGE (1982) Ecología basada en las zonas de vida I.I.C.A. San José - Costa Rica.



- HORRQUE, F.R. (1990) Cultivo de haba. Difusión técnica. Lima, Perú. 66p.
- IBTA. (1996) Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Programa de Leguminosa de grano, Cochabamba, Bolivia.
- JICA. (2006) El haba Manual de producción. Publicación (Agencia de Cooperación Internacional de Japón) Bolivia.
- LANDIVAR, J. (1984) Control interno de calidad y mercadeo de semillas. Chemonics Internacional. Consejo Regional de Semillas. Santa Cruz, Bolivia. 6 p.
- LOPEZ, M. (1994) Horticultura. Editorial Trillas. México. D.F. 381-393 p.
- LOPEZ, R. (2000) Comportamiento de 7 variedades de haba (*Vicia faba* L.) Tesis Ing. Agr. UMSS Facultad de Ciencia Agrícolas y Pecuaria 70 p.
- LOZOYA-SALDAÑA y DAWSON, (1982) The use of constant and alternating temperature regimes and tissue culture to obtain PVS- free potato plants. Am. Potato. J. 59: 683-688.
- MACA, (2005) El cultivo de haba Boletín técnico Dirección Agrícola Forestal diciembre La Paz, Bolivia 28 p.
- MAGDER- UPA. (2002) Cultivo de haba, boletín técnico 30 p.
- MARISCAL, E. (2000) Producción de semilla certificada en la región de Potosí (Comunicación personal escrita).
- MILAN, M.; MOIERA, A. (1996) Arveja (*Pisum sativum*) Las leguminosas en la Agricultura Boliviana, resumen informativo Cochabamba- Bolivia pp. 193-200.
- MOLLINEDO, T. (1994) Comportamiento de 24 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. UMSS Facultad de Ciencia Agrícola y Pecuaria Copchabamba- Bolivia 115 p.
- MOREIRA, A. y MILAN, (1994) Calidad nutritiva del haba, seminario taller sobre: haba de exportación, IBTA, Cochabamba-Bolivia. 7-20 p.
- MORIERA, A y C. CABERO, (1998) Producción de semilla de papa, haba y arveja en el departamento de Cochabamba. Servicio Integral de Asistencia Técnica Agropecuaria (S.I.S.T.A.), Cochabamba, Bolivia 77P.
- MURILLO, R. (2004) Apuntes de Biotecnología Vegetal, Universidad Mayor de San Andrés.
- NICOLAI, A.M. (1952) Fisiología, segunda edición Ed. Suipacha Buenos Aires, Argentina, 135 p.

- NYLAND, G. y GOHEEN, A.C. (1969) Heat therapy of virus diseases of perennial plants. Ann. Rev. Phytopath. 7: 331-354.
- PNS, (2003) Programa Nacional de Semillas. Análisis de calidad de semillas. Trápico [www.semillas.org](http://www.semillas.org) La Paz, Bolivia.
- , (2007) Programa Nacional de Semilla Bolivia, normas, certificación y fiscalización [webmaster@semillas.org](mailto:webmaster@semillas.org)
- POPINIGIS, F. (1977) Fisiología da sement. Ministerio de agricultura AGIPLAN. 287 p.
- QUITON, M. H. (1994) Principales enfermedades de haba. Seminario Taller sobre haba de Exportación. Cochabamba Bolivia pp. 23-24.
- RAMIREZ, J. (1986) Serie agropecuaria (cartilla) fondo social de emergencia. La Paz - Bolivia. 11 p.
- RIOS. (1987) Influencia de la boza de haba trat. Con HNa en la suplementacion a vacas en producción. Tesis UMSA La Paz, Bolivia.
- RODRIGUEZ, M. (1991) Fisiología vegetal. Ed. Los amigos de libro Cochabamba, Bolivia. 412 p.
- ROJAS, M.R. (1997) Haba en Bolivia: de la feria campesina a la exportación. Programa de auto desarrollo campesino consolidación. Potosí, Bolivia.
- STRASBURGER et al. (1974) Tratado de botánica 6ta Ed. Barcelona, España. 673 p.
- VIGLIOLA, M. 1991. Manual de horticultura Ed. Hemisferio Sud Buenos Aires-Argentina pp. 112-120
- WAAIJENBERG, H. (1996) Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, Bolivia.
- WAERING, P. AND PHILLIPS, I. (1981) Growth and differentia tun en plant
- ZAMBRANA, J. QUITON, M. (1995) Identificación de virosis en haba. p. 75-76. En Memorias de la 2da Reunión nacional de leguminosas de Grano y 3er reunión Boliviana de Rhizobiología. CIAT- CIF - PNLG- WAU. Cochabamba- Bolivia

ANEXOS

## Anexo 1. Fotos de síntomas de virus en las plantas indicadoras

### a) Síntomas de virus en las plantas indicadoras (arveja)



### b) Síntomas de virus en la planta indicadora (quinua)



### c) Síntomas de virus en la planta indicadora (ajara)



**d) Síntomas de virus en el cultivo de haba**



**Anexo 2. Fotos del cultivo de haba**

**a) Vista del cultivo en las camas de producción (invernadero)**



**b) Vista del cultivo de haba en campo**



**Anexo 3. Fotos de las variables de repuesta durante la investigación**



**a) Altura de planta**



**b) Número de tallos por planta**



**c) Número de granos por vaina**



**d) Longitud de vaina**



**e) Número de vainas por planta**



**f) Días a la emergencia**



**g) Peso de semilla**



**h) Días a la floración**



**i) Días al llenado de vaina**

**Anexo 3. Datos de presencia de virus en plantas indicadoras para cada tratamiento**

Tratamientos	Quinua	Ajara	Arveja
T1	1	1	0
T2	1	0	1
T3	1	1	0
T4	1	1	1
T5	0	0	0
T6	0	0	0
T1	1	0	1
T2	1	1	0
T3	0	0	0
T4	1	1	0
T5	0	0	0
T6	0	0	0
T1	1	1	1
T2	0	1	0
T3	0	0	0
T4	1	0	1
T5	0	0	0
T6	0	0	0

1 = Presencia de virus

0 = Ausencia de virus

**Anexo 4. Croquis del experimento**

