

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA  
BASTIDAS DE APURÍMAC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRITIVA A  
BASE DE HABA (*Vicia faba L.*) PRE GERMINADA  
VARIEDAD PERUANITA Y VARIEDAD  
QUELCAO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**YASMINE ROSAS DAMIÁN**

**Abancay, Noviembre de 2012**

**PERÚ**

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	
T IAB RIA 2012	BIBLIOTECA CENTRAL
FECHA DE INGRESO:	14 ENE 2013
Nº DE INGRESO:	00303

# UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL

**Jurado calificador integrado por:**



---

**Ing. Abel Enrique Jesús Mujica Paredes**  
Presidente



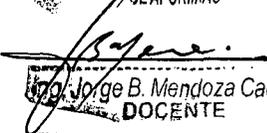
---

**Ing. Luis Ricardo Paredes Quiros**  
Jurado



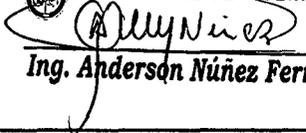
---

**Líc. Cándida López Loayza**  
Jurado

---

**Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres**  
Asesor

---

**Ing. Anderson Núñez Fernández**  
Coasesor



**PRODUCCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRITIVA  
A BASE DE HABA (*Vicia faba L.*) PRE  
GERMINADA VARIEDAD PERUANITA Y  
VARIEDAD QUELCAO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, a mi familia y amigos.

A mi madre Justina Damián Arias por todo su apoyo, por su infinito amor, comprensión y por ayudarme a que este momento llegara, gracias mamá.

A mi esposo Anderson Núñez Fernández, por todo el apoyo que me ha dado, por su comprensión y por todo su amor.

A mi hijo que es la razón de mi vida Jheremi Anderson Núñez Rosas.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más sincera gratitud a todas aquellas personas que han contribuido a la realización de esta tesis:

A mi asesor Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres, por su inestimable ayuda y constante dedicación en este proyecto, y por haber proporcionado en todo momento los medios necesarios para la realización de esta Tesis.

A mi coasesor Ing. Anderson Núñez Fernández, por sus orientaciones y consejos desde el inicio de esta investigación que sirvió para culminar este trabajo de investigación.

A los profesores y personal responsable de los laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por ayudarme en todo lo que he necesitado durante el periodo de desarrollo de esta tesis y por llenar mis días de inolvidables momentos.

Al Dr. Prof. Waldir Desiderio Estela Escalante, docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por sus orientaciones y consejos.

A los jurados evaluadores, Ing. Abel Enrique Jesús Mujica Paredes, Ing. Luis Ricardo Paredes Quiro y Líc. Cándida López Loayza, por las observaciones que me ayudaron a perfeccionar el presente trabajo de investigación.

A mi padre Francisco Rosas Guisado y Agustín Olivarez Ccolca muchas gracias por sus consejos y sabias recomendaciones y a todas las personas que estuvieron conmigo en los momentos difíciles de mi vida.

A mis hermanos Juan Francisco Rosas Choque, Verónica y Jordi Olivarez Damián que forman parte muy especial en mi vida gracias por haberme brindado su comprensión y apoyo incondicional.

A mis compañeros: Ronald, Salome, Isabel, Luis, Verónica, Freddy, Norma y Roció por su apoyo en el análisis sensorial de la bebida elaborada para esta investigación, mil gracias por todo su tiempo.

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por acogerme como un segundo hogar, gracias porque en ella desarrollé mi formación y experiencia.

Muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Pág.</b>
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
I. INTRODUCCIÓN	5
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Haba ( <i>Vicia Faba L.</i> )	7
2.1.1. Generalidades del haba ( <i>Vicia Faba L.</i> )	7
2.1.2. Clasificación taxonómica del haba	8
2.1.3. Variedades en el Perú y en el mundo del haba	9
2.1.4. Situación del haba en el Perú y en la región de Apurímac	11
2.1.5. Aprovechamiento de las leguminosas en la tecnología alimentaria	12
2.2. Composición Química del haba	13
2.2.1. Proteínas	15
2.2.2. Composición de aminoácidos	16
2.2.3. Carbohidratos	17
2.2.4. Grasa	19
2.2.5. Fibra	20
2.2.6. Vitaminas y minerales	20
2.3. Sustancias no nutritivas del haba	21
2.4. Eliminación de los factores no nutritivos del haba	24

2.4.1. Descascarillado	25
2.4.2. Remojo	25
2.4.3. Tratamientos térmicos	26
2.4.4. Fermentación	27
2.4.5. Germinación	28
2.4.5.1. Proceso de germinación	28
2.4.5.2. Efecto de la germinación sobre la calidad nutritiva	34
2.5. Digestibilidad del haba	37
2.6. Maracuyá ( <i>Pasiflora edulis L.</i> )	38
2.6.1. Generalidad del maracuyá ( <i>Pasiflora edulis L.</i> )	38
2.6.2. Aspecto botánico	39
2.6.3. Composición química	39
2.6.4. Utilización del fruto	40
2.7. Bebidas nutritivas	42
2.8. Bebidas vegetales	42
2.8.1. Bebida a base de quinua	43
2.8.2. Bebida a base de soja	43
2.8.3. Bebida a base de harina de maíz y harina de garbanzo	44
2.8.4. Bebida a base de haba	44
III. PARTE EXPERIMENTAL	46
3.1. Lugar de ejecución	46
3.2. Materia prima e insumos	46
3.2.1. Materia prima	46

3.2.2. Insumos	46
3.3. Materiales, equipos y otros	47
3.3.1. Materiales	47
3.3.2. Equipos	48
3.3.3. Utensilios	48
3.4. Métodos de análisis	49
3.4.1. Métodos de análisis fisicoquímico	49
3.4.1.1. En la materia prima	49
3.4.1.2. En la haba germinada	50
3.4.1.2. En la bebida	50
3.4.2. Métodos para evaluación sensorial	50
3.4.2.1. En el producto terminado	50
3.4.3. Métodos para el análisis estadístico	51
3.5. Metodología experimental	51
3.5.1. Caracterización del haba seca sin cascara	51
3.5.2. Obtención del germinado de haba	52
3.5.3. Elaboración de la bebida a base de haba pre germinada	54
3.5.3.1. Descascarado del haba germinada	55
3.5.3.1. Blanqueado	56
3.5.3.3. Molienda con agua	56
3.5.3.4. Filtración	56
3.5.3.5. Cocción	57
3.5.3.6. Adición de aditivos y zumo de maracuyá	57
3.5.3.7. Almacenamiento de la bebida	57

3.5.4. Evaluación de la calidad de la bebida	58
3.5.4.1. Evaluación fisicoquímica	58
3.5.4.2. Evaluación sensorial	58
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>60</b>
4.1. Caracterización de la materia prima	60
4.2. Obtención del germinado de haba	61
4.3. Producción de la bebida a base de haba pre germinada	68
4.4. Análisis de la composición nutricional de la bebida a base de haba pre germinada	70
4.5. Análisis sensorial de la bebida a base de haba pre germinado	80
4.5.1. Sabor y aroma de la bebida a base de haba pre germinado	81
4.5.2. Color de la bebida a base haba pre germinado	98
4.5.3. Aceptabilidad de la bebida	99
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
5.1. Conclusiones	103
5.2. Recomendaciones	105
Bibliografía	106
Apéndice	122

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Características de cuatro variedades de haba ( <i>Vicia faba L.</i> ).	10
Tabla 02. Producción de haba al 2011 en la región de Apurímac	12
Tabla 03. Composición de las habas por 100 g de porción comestible	14
Tabla04. Contenido de aminoácidos en g/ 100g de proteína	17
Tabla 05. Contenido de minerales de las principales variedades de semillas enteras de haba (por kg en peso seco).	21
Tabla 06. Efectos fisiológicos provocados por los factores no nutritivos de las leguminosas en animales mono gástricos.	23
Tabla 07. Contenido de algunos factores anti nutricionales en semillas de haba.	24
Tabla 08. Valores biológicos de leguminosas	38
Tabla 09. Composición del fruto del maracuyá	39
Tabla 10. Contenido nutricional en 100 ml de jugo de maracuyá	40
Tabla 11. Composición química del haba ( <i>Vicia faba L.</i> ) seca sin cáscara variedad Peruanita y Quelcao.	60
Tabla 12. Variación de humedad durante el remojo del haba ( <i>Vicia faba L.</i> ) variedad Peruanita y Quelcao a 23°C ± 1°C.	62
Tabla 13. Longitud del eje embrionario (cm) y porcentaje de germinación en <i>V. faba</i> variedad Peruanita y variedad Quelcao a lo largo de la germinación.	65
Tabla 14. Efecto de la germinación en el contenido de proteína, hierro y fosforo en <i>V. faba L.</i> variedad Peruanita y variedad Quelcao.	67

**Tabla 15. Promedio de puntuaciones obtenidas durante la evaluación sensorial de sabor y aroma en la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao. 82**

**Tabla 16. Promedio de los valores de percepción del color de la bebida a base de haba pre germinado variedad Peruanita y variedad Quelcao. 98**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Corte longitudinal de la semilla madura de <i>Vicia faba L.</i>	08
Figura 02. Producción al 2006 de los cultivos priorizados en el programa nacional de investigación en cultivos andinos (PNICA) a nivel nacional.	11
Figura 03. Fases de la imbibición de agua por una semilla madura, medidas a través del incremento de peso fresco durante el proceso de germinación.	30
Figura 04. Evolución de la actividad respiratoria durante la germinación de la semilla.	32
Figura 05. Diagrama de flujo para la obtención de germinado de haba	52
Figura 06. Germinación de la semilla de <i>V. faba L.</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b) a las 72 h.	54
Figura 07: Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida nutritiva a base de haba pre germinado.	55
Figura 08. Variación del porcentaje de humedad en el remojo haba ( <i>Vicia faba L.</i> ) variedad Peruanita y variedad Quelcao	63
Figura 09. Variación del contenido de proteína (g/L) de la bebida base y bebida con adición de maracuyá de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	71
Figura 10. Diagrama de Pareto estandarizado para la proteína	74
Figura 11. Variación del contenido de hierro (mg/100) de la bebida base y bebida con adición de maracuyá de <i>Vicia faba</i> variedad	75

Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

Figura 12. Diagrama de Pareto estandarizado para el hierro	77
Figura 13. Variación del contenido de fósforo (mg/100ml) de la bebida base y bebida con adición de maracuyá de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	78
Figura 14. Diagrama de Pareto estandarizado para el fósforo (mg/100 ml)	80
Figura 15. Grado de concentración del sabor ácido en las bebidas finales de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	83
Figura 16. Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo ácido	84
Figura 17. Grado de concentración del sabor a haba en las bebidas finales de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	85
Figura 18. Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo sabor a haba	86
Figura 19. Grado de concentración del atributo astringente en las bebidas finales de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	87
Figura 20. Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo astringente	88
Figura 21. Percepción de la fluidez en en las bebidas finales de <i>Vicia faba</i> variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).	89
Figura 22. Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo de la fluidez	90
Figura 23. Percepción del sabor a maracuyá en las bebidas finales de	91

*Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

- Figura 24. Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del  
sabor a maracuyá 92
- Figura 25. Percepción del sabor dulce en las bebidas finales de *Vicia  
faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b). 93
- Figura 26. Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del  
sabor dulce 94
- Figura 27. Percepción del regusto en las bebidas finales de *Vicia faba*  
variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b). 95
- Figura 28. Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del  
regusto o gusto residual 96
- Figura 29. Atributos sensoriales evaluados en las bebidas finales de  
*Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b). 97
- Figura 30. Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del  
color 99
- Figura 31. Aceptabilidad por los clientes de las diversas muestras de la  
bebida nutritiva a base haba pre germinada variedad 101  
Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

## RESUMEN

La desnutrición humana es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en niños, siendo una de las estrategias para combatir la desnutrición, el desarrollo de nuevos productos de alto valor nutricional, utilizando los recursos disponibles como cereales y leguminosas, granos que son básicos en la alimentación humana. El objetivo de esta investigación fue producir una bebida nutritiva a base de haba (*Vicia faba L.*) pre germinado variedad Peruanita y variedad Quelcao.

Para la elaboración de la bebida se empleó como materia prima haba seca de la variedad Peruanita y variedad Quelcao previamente lavado, la misma que se sometió a un proceso de germinado el cual comprendió el remojo por un tiempo de 72 horas, cambiando el agua cada 12 horas y la germinación se realizó en un germinador diseñado para este propósito, a lo largo de 72 horas en condiciones de 8 h luz/día y  $23\text{C}^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

Como estudio central se evaluó el efecto de las diferentes proporciones de haba pre germinado: agua, tiempos de cocción y las variedades de haba a utilizar. En este sentido se realizó un diseño por bloques de  $2^2$  y los factores que se consideraron para cada bloque son los siguientes; proporción de haba pre germinado: agua con dos niveles 1:3 (p/v) y 1:5 (p/v) y tiempo de cocción de 3 min. y 6 min. respectivamente, cada nivel se realizó por triplicado para garantizar los resultados obtenidos. La bebida base obtenida tanto de la variedad Peruanita y variedad Quelcao, fue saborizado con la adición de zumo de maracuyá en una proporción de (1:8) zumo de maracuyá: bebida base y endulzado, con el fin de mejorar sus características organolépticas.

Las bebidas fueron sometidas a un análisis nutricional para determinar el porcentaje de proteína, hierro y fósforo; y la evaluación de las características sensoriales se realizó por jueces entrenados que evaluaron la aceptación de la bebida en función de su sabor, aroma y apariencia general.

La bebida seleccionada por el panel fue caracterizada químicamente mediante un análisis nutricional. Los análisis estadísticos demuestran que variedad de haba a utilizar y tiempo de cocción de la bebida, no tiene influencia significativa sobre los valores nutricionales y el análisis sensorial. De la misma forma los análisis estadísticos demostraron que la relación haba pre germinado: agua (P/V) tiene influencia significativa sobre los valores nutricionales y el análisis sensorial de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada.

Al realizar la aceptabilidad de la bebida nutritiva a base de haba pre germinado, se determinó que, el 25% le dio el calificativo de “me gusta mucho” al tratamiento (T3) relación haba pre germinado: agua (1:5) y 3 minutos de cocción, para la bebida elaborada con la variedad Peruanita, mientras que el 8.33% le dio el calificativo de “me gusta mucho” al tratamiento (T2) relación haba pre germinado: agua (1:3) y 6 minutos de cocción, a la bebida elaborada con la variedad Quelcao.

**PALABRAS CLAVE:** bebida nutritiva, germinado, haba, zumo maracuyá.

### ABSTRACT

Human malnutrition is a major cause of morbidity and mortality in children, one of the strategies to combat malnutrition, developing new products of high nutritional value, using available resources such as cereals and legumes, grains that are basic Food. The objective of this research was to produce a nutritional drink based bean (*Vicia faba L.*) germinated pre Peruanita variety and variety Quelcao.

For the preparation of the beverage is used as a raw material dry bean variety and range Quelcao Peruanita previously washed, it is subjected to a germinating process which comprised a soaking time of 72 hours, changing the water every 12 hours and germination was conducted in a germinator designed for this purpose, along 72 hours under conditions of 8 h light / day and  $23\text{C}^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$  temperature.

As center study evaluated the effect of different ratios of pre bean sprout: water, cooking times and bean varieties used. In this sense, design was performed by blocks  $2^2$  and the factors considered for each block are as follows: proportion of pre bean sprout: water with two levels 1:3 (w / v) and 1:5 (w / v) and cook time of 3 min. and 6 min. respectively, each level was performed in triplicate to ensure results. The drink thus obtained base of the variety and range Quelcao Peruanita was flavored by the addition of passion fruit juice in a ratio of (1:8) passion fruit juice: beverage base and sweetened to improve its organoleptic characteristics.

The beverages were subjected to a nutritional analysis to determine the percentage of protein, iron and phosphorus, and the sensory evaluation was performed by trained judges evaluated the acceptance of the drink according to their taste, aroma and overall appearance.

The drink was selected by the panel characterized chemically by a nutritional analysis. Statistical analyzes show that a variety of beans and cooking time using the drink, has no significant influence on the nutritional and sensory analysis. Just as statistical analyzes showed that the relationship pre bean sprouts: water (P / V) has significant influence on the nutritional and sensory analysis based nutritional drink pre bean sprouts.

When performing acceptability based nutritional drink pre bean sprouts, it was determined that 25% gave him the title of "I like" to treatment (T3) regarding pre bean sprouts: water (1:5) and 3 minutes of cooking, for the beverage made from the variety Peruanita, whereas 8.33% gave the qualifier "really like" to treatment (T2) regarding pre bean sprouts: water (1:3) and 6 minutes of cooking, the drink made with variety Quelcao.

Keywords: Drink nutritious sprouts, bean, passion fruit juice.

## I. INTRODUCCIÓN

La desnutrición es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en niños, en la mayoría de los países en desarrollo (Alarcón, 2004). Según los resultados del estudio “mapa de vulnerabilidad de la desnutrición crónica infantil desde la perspectiva de la pobreza, 2010” presentado por el programa mundial de alimentos de las naciones unidas (PMA) y el programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD) en el Perú, revelan que las regiones como Cajamarca, Huancavelica y Apurímac se encuentra en un nivel muy alto de vulnerabilidad mayor a 0.60, en un índice de vulnerabilidad que varía entre 0 y 1.

En este sentido una de las estrategias para abatir la desnutrición a nivel mundial es utilizar los recursos que se tienen a la mano, es decir, aprovechar alimentos que sean parte de la idiosincrasia de cada población (Alarcón, 2004). Para el caso de la región de Apurímac, el haba (*Vicia faba L.*) es la base de su alimentación, siendo esta una leguminosa nutritiva de un alto contenido en proteína que va del 23.5% a 25.9 % en grano seco, minerales como hierro y fósforo (Collazos y col., 1993), que se cultiva en forma tradicional en el área andina y del cual se puede aprovechar todos los nutrientes que este nos proporciona.

Por otra parte un método muy favorable para aprovechar la mayoría de los nutrientes que la semilla de haba posee es la germinación. Siendo esta una técnica de procesado de bajo costo, muy útil para incrementar el valor nutritivo de las semillas de leguminosas; además de reducirse o incluso eliminarse factores no nutritivos que suelen formar parte de las sustancias de reserva de la semilla y durante el proceso de

germinación van siendo degradados y utilizados en el desarrollo de la plántula (Czukur, 2000).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo producir una bebida nutritiva a base de haba pre germinado que es un líquido que además de calmar la sed contribuye a nutrir nuestro organismo por su contenido en energía y ciertos nutrientes. Para que el consumidor apetezca esta bebida tiene que gustar de ella. Por tal razón en la elaboración de esta bebida se enmascaró el sabor a vegetal, sin perjudicar el contenido proteico con la adición de zumo de maracuyá con el fin de mejorar la aceptabilidad. Este tipo de producto es una alternativa de alimentación para el problema nutricional de la niñez que aqueja a la región de Apurímac.

**Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:**

- Producir una bebida nutritiva a base de haba (*Vicia faba L.*) pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao.
- Determinar la influencia de la proporción haba germinada/agua y el tiempo de cocción en las características nutricionales de la bebida a base de haba (*Vicia faba L.*) pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao.
- Evaluar la influencia de la proporción haba germinada/agua y el tiempo de cocción en las características sensoriales de la bebida a base de haba (*Vicia faba L.*) pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao.
- Determinar la influencia del haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao en las características nutricionales y sensoriales de la bebida.

## **IL MARCO TEÓRICO**

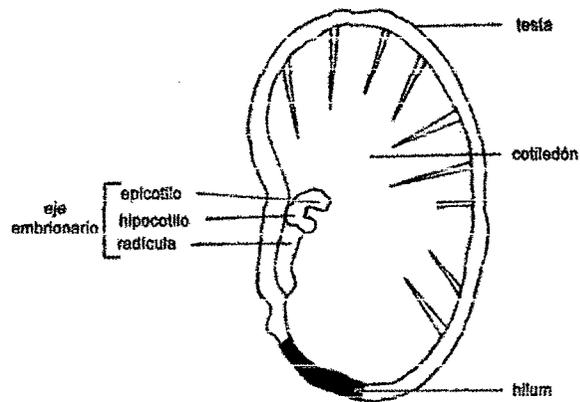
### **2.1. Haba (*Vicia Faba L.*)**

#### **2.1.1. Generalidades del haba (*Vicia Faba L.*)**

El haba es una planta anual de crecimiento arbustivo considerada como la cuarta leguminosa de mayor cultivo en el mundo, especialmente en la zona del mediterráneo, su crecimiento es erecto y puede llegar hasta un metro o más, dependiendo de la variedad cultivada. Es muy resistente a las heladas y se adapta a alturas de más de 3000 msnm no es tolerante a condiciones secas y en temperaturas mayores a los 28°C no hay formación de semillas (Joyce y col 1982).

Esta es una leguminosa anual o perenne y que presenta la propiedad de enriquecer o incrementar la fertilidad de los suelos, por medio del mecanismo de fijación de nitrógeno del aire por quimiosíntesis a moléculas orgánicas, a través de un proceso simbiótico con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, donde la planta provee el nicho ecológico y la fuente de carbono, principalmente (Cubero y Moreno, 1983).

La proporción de cada una de las partes de la semilla de *Vicia faba L.* es la siguiente: el par de cotiledones representa el 86% del peso total de la semilla, la testa constituye el 13% y el eje embrionario el 1% (Chavan y col., 1989).



**Figura 01.** Corte longitudinal de la semilla madura de *Vicia faba L.*

### 2.1.2. Clasificación taxonómica del haba

Según Cronquist, (1981), el haba se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica.

División	: Spermatophyta,
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae (Leguminosae)
Género	: <i>Vicia</i>
Especie	: <i>faba</i>
Nombre científico	: <i>Vicia faba L.</i>
Nombre vulgar	: haba

Existen variedades botánicas: mayor, equina, minor y paucijuga. Debe tomarse en cuenta que las clasificaciones botánicas basadas en características fenotípicas de la semilla están fuertemente influenciadas por el ambiente, por lo cual ciertos materiales clasificados en el grupo botánica *Vicia faba L.* variedad mayor en cierto lugar, pueden cambiar de grupo en otro lugar (Crespo, 1996).

### **2.1.3. Variedades de haba en el Perú y en el mundo**

El haba, actualmente se cultiva ampliamente en las regiones templadas y subtropicales, creciendo normalmente como cultivo de invierno en los extremos geográficos tropicales, por ejemplo, en Sudán o a gran altitud en los trópicos (Uganda). Las mayores áreas de cultivo de haba son: Egipto, Etiopía, Marruecos, Túnez, Turquía, Brasil, Ecuador, Perú y México. La producción también es importante en Italia, España, República de China y el Reino Unido (Vicencio, 1988).

Sánchez, (1983), menciona que la mayor parte de las habas cultivadas en el Perú son mezclas de tipos que reciben el nombre de diferentes manera, como en la sierra norte, la Grande rayada y Mediana plomiza; en la sierra central, Pacae, Amarilla, Gigante Verde y otras; también se utilizan una serie de variedades españolas comúnmente denominadas: “habas gigantes” tales como: Mahón Negra y Mahón Blanca, Mucha Miel, Trencó y Agua Dulce; todas estas variedades están bien adaptadas a nuestro medio.

El proyecto de menestras de la Universidad Nacional Agraria la Molina, ha creado las variedades Blanco Anta, Verde Anta, Sincos, estas variedades se conducen desde los 1800 msnm a 3400 msnm habiéndose adaptado a regiones templadas, húmedas y a climas muy fríos. Las evaluaciones se realizaron en Chiquián – Ancash, San Lorenzo – Junín (Cerrate y col, 1981).

Cerrate y col, (1981), afirman que, la Universidad Nacional Agraria la Molina, ha seleccionado, con futuro promisorio, como semilla básica a los siguientes cultivares: Sincos, Blanco Anta, Verde Anta, Quelcao y Chacha. En la tabla 01, se muestra las características de cuatro variedades de haba (*Vicia faba L.*).

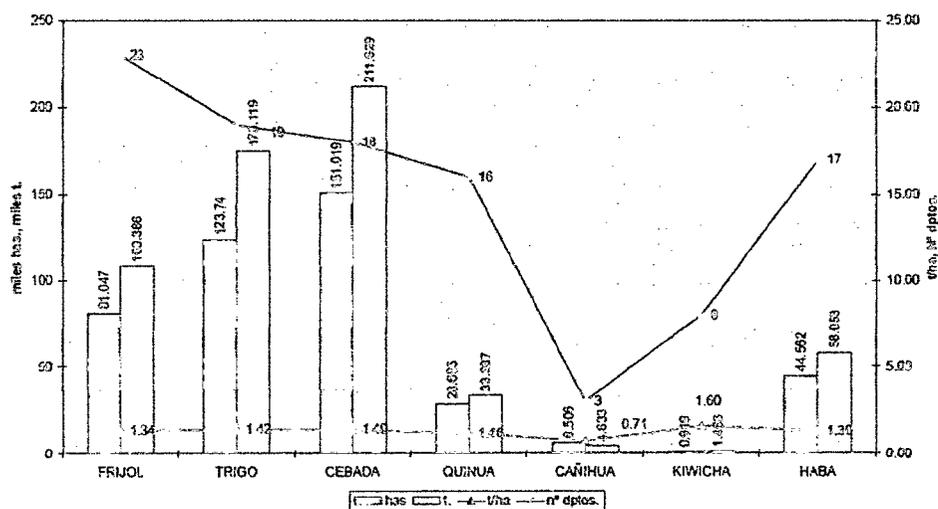
**Tabla 01. Características de cuatro variedades de haba (*Vicia faba L.*).**

	Blanco Anta	Verde Anta	Chacha	Quelcao
Altura (m)	0,99	1,17	0,95	1,05
Nro. de ramas/ planta	8	7	10	10
Días, 1ra flor	85	85	90 a 105	95 a 115
Nro. de flores/ nudo	4	5	5	5
Color de flor	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
	Negro	Negro	Negro	Negro
	Morado	Morado	Morado	Morado
Nro. de vainas/ nudo	2	2	2	2
Color de vaina	Verde	Verde	Amarillo pálido	Verde
Color de grano	Blanco	Verde	Verde	Plomizo
Días de maduración	150 – 180	150 – 180	150 – 160	200 – 220

**Fuente:** Tamayo (1976).

#### 2.1.4. Situación del haba en el Perú y en la región de Apurímac

Las actividades del programa nacional de investigación en cultivos andinos del INIA han sido priorizadas en tres áreas de investigación: granos andinos (Quinua, Kiwicha y Cañihua), cereales (Trigo y Cebada) y leguminosas de gano (Frijol, Haba y Caupi). En la figura 02, podemos observar que para el 2006 la tendencia de producción de haba a nivel nacional abarco unas 17 regiones con rendimiento promedio de 1,30 t/ha mientras que a la producción de cereales a nivel nacional se dedican 18 regiones concentrándose la producción en la región sierra al igual que para los granos andinos. Esta información nos demuestra la importancia que tienen estas especies en la cédula de cultivos del país que requiere la atención por el desarrollo tecnológico considerando su contribución a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural.



**Figura 02.** Producción al 2006 de los cultivos priorizados en el programa nacional de investigación en cultivos andinos (PNICA) a nivel nacional.

En la región de Apurímac en el periodo enero a junio del 2011 la producción de haba seca incremento tal como se muestra en la tabla 02, en el mes de mayo se incrementó en un 52% aproximadamente con una producción de 774,05 t/ha y con una producción en grano verde que aumenta en un 56% en el mes de mayo con 1050,8 t/ha.

**Tabla 02. Producción de haba al 2011 en la región de Apurímac**

	<b>Haba grano seco (t/ha)</b>	<b>Haba grano verde (t/ha)</b>
<b>Enero</b>	0,00	21,00
<b>Febrero</b>	6,00	53,00
<b>Marzo</b>	0,00	133,50
<b>Abril</b>	0,00	186,00
<b>Mayo</b>	774,05	1050,80
<b>Junio</b>	713,83	445,30

**Fuente:** Ministerio de agricultura del departamento de Apurímac (2011).

La DRA, (2011), menciona que el volumen de producción acumulado de Enero a Junio de 2011 en el sector agropecuario fue de 107909,199 t/ha, entre las que más volúmenes de producción tiene son: papa, papa nativa, maíz amiláceo, olluco, alfalfa, maíz choclo, maíz amarillo duro, tuna, caña de azúcar, haba grano verde, frijol, cebada y haba grano seco respectivamente

#### **2.1.5. Aprovechamiento de las leguminosas en la tecnología alimentaria**

El uso del haba seca en la alimentación es muy diverso. En los países donde la proteína animal es escasa y cara, las habas proporcionan a la dieta humana grandes cantidades de proteína así como de carbohidratos. Harris, (1975), afirma que, las

habas pueden prepararse en casa remojando en agua, retirando la cáscara exterior y luego cocinando por más de una hora. También reporta que, las habas pueden ser molidas o trituradas, cocidas y finalmente secadas para formar la harina de “India”.

En el Perú el consumo de las habas como semilla, se realiza de diversas formas, se pueden consumir tostadas (con toda la cascara) o fritas, estas últimas se expenden en bolsitas de polietileno, constituyendo así, una nueva pequeña industria, según lo exponen, (Palacios, 1970; Cerrate y col., 1981); además indican que se obtiene harina de gran valor nutritivo, sirviendo al hombre como puré e incluso mezclada al trigo en pequeña proporción puede ser panificada.

La bebida a base de habas secas presenta un sabor peculiar y característico ya que procede de un producto vegetal, constituye una innegable fuente de proteínas y calorías en la alimentación humana, siendo un producto de elevada digestibilidad (Galicia, 1995).

## **2.2. Composición química del haba**

Dentro de las leguminosas, el haba es un vegetal que es ampliamente utilizado como alimento animal debido principalmente a su buen contenido proteico. Además, a las semillas de leguminosas se les considera como suplemento natural de los cereales, ya que sus niveles generalmente altos de lisina en comparación con éstos, compensan su deficiencia en las gramíneas, mientras que éstas subsanan la insuficiencia de aminoácidos azufrados de las leguminosas. Su calidad nutricional varía debido a la

presencia de antinutrientes (Martínez y col., 1996). En la tabla 03, se muestra que el haba presenta alto contenido en calcio, hierro y fósforo, elementos principales en la alimentación de las personas.

**Tabla 03. Composición de las habas por 100 g de porción comestible**

	Haba fresca	Habas secas		
		Cruda con cascara	Cruda sin cascara	Cocida sin cascara
<b>Energía (cal)</b>	151,00	340,00	335,00	102,00
<b>Agua (g)</b>	60,60	11,50	13,60	72,80
<b>Proteína (g)</b>	11,30	23,80	25,90	7,30
<b>Grasa (g)</b>	0,80	1,50	2,40	0,50
<b>Carbohidratos</b>	25,90	60,20	55,30	17,80
<b>Fibra (g)</b>	0,80	6,40	1,80	0,50
<b>Cenizas (g)</b>	1,40	3,10	2,80	0,90
<b>Calcio (mg)</b>	31,00	197,00	48,00	64,00
<b>Fósforo (mg)</b>	137,00	413,00	395,00	53,00
<b>Hierro (mg)</b>	2,00	12,80	8,00	0,90
<b>Ratinol (mg)</b>	10,00	-	6,00	0,90
<b>Tiamina (mg)</b>	0,30	0,39	0,34	0,00
<b>Niacina (mg)</b>	1,40	4,00	3,40	0,70
<b>Ácido ascórbico reducido (mg)</b>	28,50	8,60	2,40	0,90

**Fuente:** Instituto Nacional de Nutrición. Composición de alimentos de mayor consumo. Collazos (1993).

La composición química del haba ha sido analizada tanto en la semilla completa, como en cada una de sus partes constituyentes. El par de cotiledones posee más del 90% de las proteínas, carbohidratos, lípidos y minerales, mientras que la testa contiene la mayoría de la fibra 9% y de los taninos (Chavan y col., 1989).

### 2.2.1. Proteínas

El contenido proteico de las leguminosas se encuentra en un rango del 15% a 45%, siendo más elevado que el de los cereales. Las proteínas de la semilla, se localizan principalmente en los cotiledones y en el eje embrionario, mientras que sólo una pequeña cantidad está en la cascarilla (Marquardt y col., 1975; Kadam y col., 1989).

La proteína de las leguminosas es pobre en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) pero es rica en lisina, de la que es altamente deficitaria la proteína de los cereales, pudiendo así complementarse cereales y legumbres. El bajo valor biológico y la escasa utilización de esta proteína se atribuye a: su deficiencia en aminoácidos azufrados, a su compacta estructura química, difícil de hidrolizar por los enzimas proteolíticos y a la presencia de factores antinutritivos (ácido fítico, taninos, inhibidores de proteasas, lectinas, etc.) que limitan la digestibilidad de la proteína y la absorción de los aminoácidos en el tracto digestivo (Nielsen, 1991; Rubio, 2000).

Las semillas de *Vicia faba L.* presentan alrededor de un 30% de proteína, pero dicho contenido está influido por la variedad o cultivar de haba y por el nivel de maduración de la misma, así como por las condiciones climatológicas y zona de cultivo (Marquardt y col., 1975; Chavan y col., 1989). Las proteínas mayoritarias del haba son las globulinas, constituidas a su vez por dos fracciones: legumina y vicilina; estas proteínas de reserva se encuentran dentro de los cuerpos proteicos en una proporción de aproximadamente un 60%. Otras proteínas de reserva son las albúminas 20%, que tienen un elevado número de aminoácidos azufrados, y en esta

fracción se incluyen la mayoría de los enzimas de la semilla. En menor proporción se encuentran las glutelinas 15%, localizadas principalmente en la testa, y las prolaminas, que apenas representan un 5% (De Haro, 1983).

### **2.2.2. Composición de aminoácidos**

La calidad de una proteína depende de su contenido en aminoácidos esenciales; así, la utilidad complementaria de una proteína alimentaria como fuente de proteínas para la síntesis de las del organismo, se halla limitada por el aminoácido esencial que se encuentra en cantidad mínima y que denomina ácido limitante. (Cubero y Moreno, 1983). Los aminoácidos se clasifican como esenciales y no esenciales en la dieta humana. Los aminoácidos esenciales son aquellos que se requieren en la dieta ya que no se pueden biosintetizar. Los ocho aminoácidos esenciales son: isoleucina, triptófano, treonina, lisina, valina, metionina, leucina y fenilalanina. De los cuales los seis primeros contiene el haba. El aminoácido limitante es el triptófano 0,85g/100g proteína, seguido por la metionina 0,89g/100g de proteína (Collazos y col., 1993). El contenido de aminoácidos se muestra en la tabla 04.

**Tabla 04. Contenido de aminoácidos en g/ 100g de proteína**

	<b>Habas secas sin cascara</b>	<b>Frijol canario</b>	<b>Soja</b>
<b>Proteína %</b>	25,90	21,90	38,00
<b>Fenilalanina</b>	4,57	6,48	5,40
<b>Triptófano</b>	0,85	0,50	1,40
<b>Metionina</b>	0,89	1,06	1,40
<b>Leucina</b>	7,54	7,56	8,50
<b>Isoleucina</b>	8,46	8,85	5,00
<b>Valina</b>	4,13	5,83	5,30
<b>Lisina</b>	7,54	7,56	7,00
<b>Treonina</b>	4,54	5,13	4,20
<b>Arginina</b>	10,41	6,13	-
<b>Histidina</b>	2,39	2,72	-

**Fuente:** Instituto Nacional de Nutrición. La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Collazos (1993).

### **2.2.3. Carbohidratos**

En las semillas de *Vicia faba L.*, el contenido en carbohidratos es aproximadamente de un 60%, con variaciones dependiendo del cultivar analizado, de las condiciones de cultivo y del grado de maduración de la semilla (Cerning y col., 1975; Chavan y col., 1989).

Los monosacáridos fructosa, glucosa y galactosa, son azúcares reductores presentes en el haba en muy baja proporción. Sin embargo, la sacarosa es un disacárido no reductor encontrado en cantidades superiores al 1% a 2%. Todos ellos son azúcares solubles en agua y pueden ser fácilmente asimilados por el hombre (Augustin y Klein, 1989; Chavan y col., 1989).

Los oligosacáridos de la familia de la rafinosa (rafinosa, estaquiosa, verbascosa y ajucosa), son otros azúcares solubles presentes en esta especie en una proporción del 5% a 6%, donde verbascosa es el compuesto mayoritario. Los animales monogástricos no son capaces de hidrolizar estos oligosacáridos, por lo que llegan intactos al colon, donde son fermentados por bacterias de la flora intestinal. Como consecuencia, se produce un efecto indeseable que es la flatulencia, pero a su vez también se desencadenan efectos beneficiosos relacionados con su condición de prebióticos (Guillon y Champ, 2002; Rubio y col., 2005).

En las semillas de *Vicia faba L.* también están presentes almidón y polisacáridos no amiláceos. El almidón, formado por amilosa y amilopectina, es un polisacárido de reserva soluble en agua, que encontramos en los cotiledones. Representa el 80% de los carbohidratos totales del haba y es un carbohidrato que puede ser utilizado como fuente de energía por animales monogástricos, incluido el hombre, aunque no todo el almidón ingerido con la dieta, es digerido y absorbido en el intestino delgado. La fracción de almidón resistente a la digestión (5% en haba), llega al intestino grueso donde es metabolizada por bacterias colónicas, produciendo ácidos grasos de cadena corta y gases. Por tanto, al almidón resistente se le relaciona, además de la flatulencia, con efectos beneficiosos como la reducción del colesterol o la prevención de cáncer colorectal. (Niba y Rose, 2003; Rubio y col., 2005).

Los polisacáridos no amiláceos (sustancias pécticas, celulosa y hemicelulosas), también denominados polisacáridos estructurales, forman parte de la fibra y están

presentes principalmente en la cascarrilla. En habas se encuentran en una proporción del 17%, donde más del 60% son hemicelulosas y alrededor del 35% celulosa. Las pectinas y algunas hemicelulosas son solubles en agua, mientras que la celulosa y otras hemicelulosas, son insolubles. Los polisacáridos no amiláceos, no pueden ser digeridos porque son resistentes a los enzimas digestivos de los animales monogástricos, de manera que, en el colon son fermentados por la flora bacteriana, liberándose ácidos grasos de cadena corta. Este hecho, hace que se les relacione con efectos favorables para la salud como es la reducción del colesterol en sangre o la prevención y tratamiento de estreñimiento, colitis ulcerosa, cáncer de colon, litiasis biliar, diabetes, etc. (Bello, 2000; Rubio y col., 2005).

#### **2.2.4. Grasa**

El contenido lipídico del haba ronda entre 2% a 3%, concentrándose el 97% en los cotiledones. La composición de los ácidos grasos del haba es principalmente insaturada, ya que el contenido de ácido linoleico compone sobre el 50% del total de ácidos grasos presentes, por lo tanto es el más abundante en el haba (Hebblethwaite, 1983), y además contiene los ácidos oleico, linolénico; y los ácidos saturados como palmítico, esteárico y araquidónico (Salunkhe y col., 1985).

El contenido total de lípidos en las legumbres varía de acuerdo a la especie, variedad, la estación del año, condiciones ambientales, localidad, clima y el tipo de suelo en el cual son cultivados (Salunkhe y col., 1985).

### 2.2.5. Fibra

En general el total de fibra cruda presente en el haba es bastante alto en la testa con un 53,4%, teniendo una menor proporción en los cotiledones, de hasta un 2,4%, y hasta un 8,0% en la semilla entera y con una cantidad de celulosa mayoritaria en la testa con un 45,22% (Hebblethwaite, 1983; Rowland, 1977).

La semilla de *Vicia faba* variedad mayor contiene entre 6,9% y 7,03% de fibra cruda (Rowland, 1977), y la semilla de *Vicia faba* variedad minor contiene entre 6,7% y 7,7% (Marquardt y col. 1975), por lo tanto no se encuentran diferencias en el contenido de fibra entre variedades. El haba tiene los niveles de fibra cruda más altos que muchas otras legumbres (Farouk, 1982; Rowland, 1977).

### 2.2.6. Vitaminas y minerales

Las habas son una fuente rica en niacina, riboflavina (B2), vitamina B6, ácido fólico (B9), ácido pantoténico y  $\beta$ -caroteno (Augustin y Klein, 1989). Además, presentan un elevado contenido en fósforo, potasio, calcio, azufre y hierro. Alrededor del 60% del azufre, se encuentra formando parte de los aminoácidos azufrados, pero el 40% restante no influye en el valor biológico de las proteínas. El 40-60% del fósforo localizado en el haba no está disponible, ya que se presenta en forma de inositoles fosfato (Chavan y col., 1989). En la tabla 05, se presenta el contenido de minerales en la semilla de haba variedad Minor y variedad Major.

**Tabla 05. Contenido de minerales de las principales variedades de semillas enteras de haba (por kg en peso seco).**

<b>Minerales</b>	<b><i>Vicia faba</i> variedad menor (g)</b>	<b><i>Vicia faba</i> variedad mayor (g)</b>
Nitrógeno	47,0	48,2
Calcio	32,0	32,7
Magnesio	46,0	36,0
Fósforo	53,0	56,0
Potasio	14,0	15,5
Sodio	52,0	52,0
<b>Minerales</b>	<b>(%)</b>	<b>(mg)</b>
Cobre	-	6,0
Hierro	26,0	23,0
Manganeso	-	18,0
Zinc	-	70,0

**Fuente:** Labuda y col. (1990)

### **2.3. Sustancias no nutritivas del haba**

Dentro de las plantas destinadas a la alimentación, las leguminosas son unas de las más interesantes por su gran potencial nutritivo. Sin embargo, la utilización de sus nutrientes (proteínas, carbohidratos, minerales, etc.) se ve limitada por la presencia de una serie de compuestos de carácter no nutritivo que obstaculizan su aprovechamiento y que producen efectos fisiológicos y bioquímicos adversos en humanos y animales, pudiendo llegar a presentar toxicidad en algunos casos. Es por ello, que a estos compuestos se les ha designado tradicionalmente como “factores antinutritivos” (Grant, 1989; Liener, 1989) y en los últimos tiempos como “factores no nutritivos” (Bartholomai y col., 2000).

Hasta ahora, se había pensado que para lograr una mejor utilización de las leguminosas, era necesario eliminar estos factores. Sin embargo, datos recientes apoyan la idea de que en la proporción adecuada pueden tener un papel beneficioso para la salud, por lo que empiezan a considerarse compuestos activos capaces de ejercer un efecto biológico, ya sea en el propio intestino o fuera de él, una vez absorbidos. De hecho, se les reconoce como: prebióticos, protectores del sistema circulatorio, reductores de la presión sanguínea, reguladores de la glucemia y la colesterolemia, anticancerígenos, mejoradores de la respuesta inmune, etc., y por ello, actualmente se les denomina “factores nutricionalmente activos” (Muzquiz y col., 2004).

Los factores no nutritivos intervienen en el metabolismo secundario de las leguminosas, bien como compuestos de reserva (inositoles fosfato,  $\alpha$ -galactósidos, etc.) que se sintetizan y acumulan durante la maduración de la semilla para utilizarse a lo largo del proceso germinativo, o bien como sustancias de defensa de la planta (inhibidores de proteasas, lectinas, taninos, L-DOPA, vicina, convicina, etc.) frente al ataque de bacterias, virus, hongos, insectos y animales, incluido el hombre (Chung y col., 1998).

Desde un punto de vista bioquímico son compuestos de naturaleza muy variada. Pueden ser proteínas (inhibidores de proteasas, inhibidores de  $\alpha$ -amilasas, lectinas), glúcidos ( $\alpha$ -galactósidos, vicina, convicina, saponinas), aminoácidos no proteicos (L-DOPA,  $\beta$ -ODAP), polifenoles (taninos condensados), alcaloides, etc., por lo que su

metodología de extracción y cuantificación es muy específica. Además, son compuestos que no aparecen por igual en todas las leguminosas, y sus efectos fisiológicos en el hombre y otros animales son también diferentes, como se muestra en la tabla 06. Así por ejemplo, los glucósidos pirimidínicos vicina y convicina, causantes del fabismo, únicamente están presentes en el género *Vicia* (Pitz y col., 1981).

**Tabla 06. Efectos fisiológicos provocados por los factores no nutritivos de las leguminosas en animales mono gástricos.**

<b>FACTORES NO NUTRITIVOS</b>	<b>EFFECTOS FISIOLÓGICOS</b>
<b>Proteínas</b>	
Inhibidores de proteasas	Baja digestibilidad proteica Hipertrofia pancreática
Inhibidores de $\alpha$ -amilasas	Baja digestibilidad del almidón Depresores del crecimiento
Lectinas	Disminuye absorción de nutrientes Depresoras del crecimiento
<b>Glúcidos</b>	
$\alpha$ -galactósidos	Flatulencia
Saponinas	Baja absorción de nutrientes Depresoras del crecimiento
Vicina/Convicina	Fabismo
<b>Aminoácidos no proteicos</b>	
L-DOPA	Fabismo
$\beta$ -ODAP	Latirismo
<b>Otros</b>	
Inositoles fosfato	Baja disponibilidad de minerales, proteína, almidón
Taninos condensados	Baja disponibilidad de minerales, proteína, almidón
Alcaloides	Alteración del SNC Depresores del crecimiento

**Fuente:** Chung y col. (1998).

Algunos de los factores no-nutritivos de mayor interés presentes en las semillas de *Vicia faba L.* son:  $\alpha$ -galactósidos, glucósidos pirimidínicos, L-DOPA, inositoles fosfato, taninos condensados o inhibidores de tripsina. Por lo que a continuación, se detallan las características particulares de cada uno de ellos. Aunque el haba contenga un amplio grupo de estos factores antinutricionales, los efectos de aquellos factores son menos agudos que en muchas otras legumbres (Newaz y Newaz, 1986).

Muchos de esos factores pueden ser eliminados por tratamientos de calor, y a causa de esto, se mejora la calidad nutricional de los granos (Cubero y Moreno, 1983; Ebbelthwaite, 1983). En el Tabla 07, se presentan los factores anti nutricionales de dos variedades de haba.

**Tabla 07. Contenido de algunos factores anti nutricionales en semillas de haba**

<b>Factor</b>	<b>Unidad</b>	<b><i>Vicia faba</i> variedad minor</b>	<b><i>Vicia faba</i> variedad major</b>
Acido fítico	%	0,66	0,25
Glucósidos	%	2,40	0,12
Inhibidor de tripsina	mg/g	0,40	0,37
Lectinas	%	0,29	0,24
Taninos condensados	%	0,13	0,06
Taninos cáscaras	%	21,73	11,6
Taninos cotiledones	%	0,22	0,11

**Fuente:** Booth y col. (2001)

#### **2.4. Eliminación de los factores no nutritivos del haba**

La presencia de factores no nutritivos en leguminosas y la limitación de su uso en alimentación tanto humana como animal, ha llevado a la aplicación de toda una serie

de técnicas encaminadas a reducir estos compuestos y a incrementar la calidad y el valor nutritivo de la semilla (Urdaneta y col., 2004).

A continuación se describen algunos de los tratamientos más utilizados, que en algunos casos se combinan con el fin de potenciar su efecto.

#### **2.4.1. Descascarillado**

Es un tratamiento físico basado en la separación de la cascarilla del resto de la semilla, con el que se consigue eliminar al menos una parte de los compuestos no deseables. Es un procesado que constituye en muchos casos un paso previo a la cocción y puede realizarse en seco o después del remojo (Urdaneta y col., 2004).

Estudios llevados a cabo en *Vicia faba L.*, han demostrado que el contenido de  $\alpha$ -galactósidos, vicina, convicina, inositoles fosfato, inhibidores de proteasas y lectinas, es muy bajo o incluso nulo en cascarilla, por lo que esta práctica no es efectiva. Por el contrario, los taninos condensados se localizan en esta cubierta, por lo que el descascarillado es una técnica adecuada para la eliminación de estos compuestos polifenólicos (Urdaneta y col., 2004).

#### **2.4.2. Remojo**

El remojo de las semillas de leguminosas, generalmente constituye un paso previo al uso de otros procesados como la cocción o germinación. Sin embargo, en sí mismo es un método de reducción de ciertos componentes solubles en agua como oligosacáridos de rafinosa, glucósidos pirimidínicos, saponinas, inositoles fosfato,

inhibidores de proteasas, lectinas o taninos, que pasan al agua de remojo. Aunque en ocasiones, la cascarilla gruesa y fuerte de algunas leguminosas, evita la difusión de estos compuestos. El grado de eliminación de factores no-nutritivos depende de la temperatura de remojo, del pH del medio, del tipo de legumbre y de las propiedades de solubilidad de los componentes (Jamalian, 1999; Farran y col., 2002). La reducción de factores no nutritivos mediante remojo, suele ir acompañada de una pérdida de nutrientes como proteínas y vitaminas solubles en este medio (Sathe y Salunkhe, 1989).

#### **2.4.3. Tratamientos térmicos**

Los procesos tecnológicos en los que se utiliza calor para reducir compuestos no nutritivos de semillas de leguminosas están muy extendidos. Podemos destacar la cocción, que puede realizarse a presión atmosférica mediante hervido, o bien a alta presión y temperatura. Otros procesados son el tostado, la fritura, la extrusión o los tratamientos con microondas. A pesar de que las altas temperaturas inactivan ciertos factores no nutritivos, un excesivo calentamiento puede destruir aminoácidos esenciales o vitaminas, también puede causar daños irreversibles a proteínas, disminuyendo así la calidad proteica y perdiéndose la solubilidad de la proteína, y puede incluso facilitar interacciones entre nutrientes, reduciéndose la calidad nutritiva de la semilla (Sathe y Salunkhe, 1989).

Estos tratamientos no son los más apropiados para eliminar vicina y convicina, ya que para que sean efectivos hay que aplicar temperaturas muy elevadas, con las que se

modifican las características organolépticas y se reduce el valor nutritivo de la semilla (Arbid y Marquardt, 1985). Los inhibidores de tripsina presentes en las semillas de leguminosas son proteínas que generalmente se inactivan con las altas temperaturas (Elsheikh y col., 2000; Haddad y Allaf, 2004). Los niveles de lectinas también suelen reducirse o incluso eliminarse con tratamientos térmicos (Alonso y col., 2000).

#### **2.4.4. Fermentación**

La fermentación es una de las técnicas de procesado más antigua y económica, con la que podemos incrementar la calidad nutritiva de las leguminosas, siendo especialmente útil en semillas duras o con alto contenido tóxico. Este procesado lo llevan a cabo microorganismos, y se producen cambios de naturaleza catabólica como la hidrólisis de proteínas o carbohidratos. Se utiliza para la eliminación parcial o total de factores no nutritivos como oligosacáridos de la familia de la rafinosa, que se hidrolizan en presencia de  $\alpha$ -galactosidasas tanto endógenas como de los microorganismos responsables de la fermentación (Czukur y col., 2000).

El contenido en ácido fítico disminuye debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos orgánicos que reducen el pH, y debido a la activación de fitasas de la propia leguminosa y de los microorganismos causantes de la fermentación (Yadav y Khetarpaul, 1994). Los polifenoles se reducen por causa de la actividad de las polifenol oxidasas presentes en la legumbre y en la microflora (Yadav y Khetarpaul, 1994). También se incrementa el contenido en catequinas, debido a la reducción del grado de polimerización de los taninos condensados (Tabera y col., 1995). Los

inhibidores de tripsina (Vidal Valverde y col., 1993; Tabera y col., 1995) y las lectinas (Reddy y Salunkhe, 1989) son otros compuestos indeseables que se reduce con la fermentación.

Por el contrario, las vitaminas hidrosolubles como tiamina, niacina o riboflavina se incrementan con la fermentación (Prodanov y col., 1997).

## **2.4.5. Germinación**

### **2.4.5.1. Proceso de germinación**

El proceso de germinación puede abarcar diferentes periodos, de manera que quedaría definido como:

Aquel periodo que comienza con la imbibición de la semilla seca y que concluye con la elongación del eje embrionario. La señal visible que indica el final de la germinación, es la emergencia de la radícula y los procesos que ocurren posteriormente, incluida la movilización de las sustancias de reserva, están relacionados con el crecimiento de la plántula (Bewley, 1997).

El conjunto de cambios metabólicos y morfogenéticos que se producen en la semilla y que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y finalmente convertirse en una planta adulta (ISTA, 1999).

Para que la germinación tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de

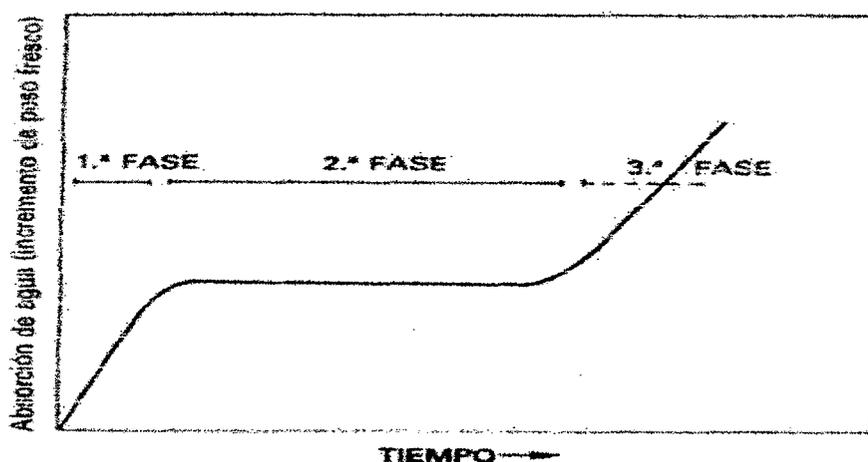
oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula. Sin embargo, hay ocasiones donde la semilla es incapaz de germinar a pesar de que las condiciones sean las adecuadas, debido a que se encuentra en estado de latencia o dormición (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).

Este proceso de germinación consta de tres fases que quedan representadas en la figura 03 y que a continuación se describen (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).

- **Fase de hidratación:** es el periodo durante el cual la semilla embebe agua, provocando el hinchamiento de la misma y el aumento de su peso fresco. Esta rápida absorción de agua va acompañada de un aumento proporcional de la respiración (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).
- **Fase de germinación:** una vez que el agua atraviesa las envueltas seminales y llega al embrión en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos metabólicos necesarios para su crecimiento y transformación en una planta autónoma. En esta fase, la toma de agua y de oxígeno se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).
- **Fase de crecimiento:** se asocia a la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible), movilización de las reservas y desarrollo de la plántula.

Durante este periodo vuelve a incrementarse la absorción de agua, así como la actividad respiratoria (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).

La duración de cada fase depende de ciertas propiedades de la semilla, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Pero en estas fases, también intervienen las condiciones del medio, el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante, es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla, de manera que, la primera fase se produce tanto en semillas vivas como muertas, pero la segunda y tercera sólo se produce en aquellas semillas viables (García y Primo, 1993; Barceló y col., 2001).



**Figura 03.** Fases de la imbibición de agua por una semilla madura, medidas a través del incremento de peso fresco durante el proceso de germinación.

Los principales procesos metabólicos relacionados con la germinación son la respiración y la movilización de sustancias de reserva (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

### **A. Respiración**

Como queda reflejado en la figura 04, el proceso respiratorio de la semilla puede dividirse en cuatro fases:

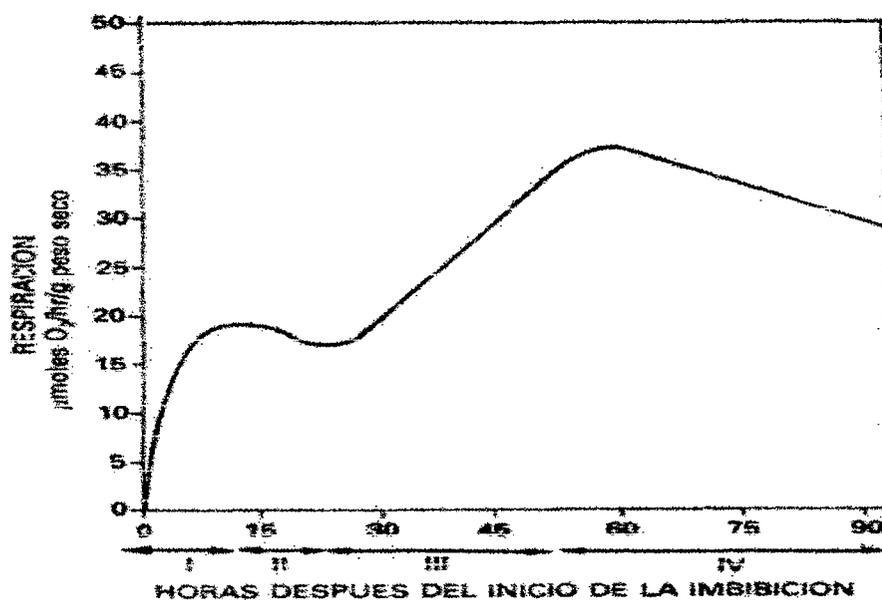
**Fase I:** se caracteriza por el rápido incremento de la respiración, que suele producirse antes de transcurridas 12 h desde el inicio de la imbibición y puede atribuirse en parte a la activación e hidratación de enzimas mitocondriales. El aumento de la actividad respiratoria es proporcional al incremento de la hidratación de los tejidos de la semilla (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

**Fase II:** la actividad respiratoria se estabiliza entre las 12h y 24 h desde el inicio de la imbibición, y esto es debido en parte a que las cubiertas seminales, que todavía permanecen intactas, limitan la entrada de  $O_2$ . Durante esta fase, la hidratación de la semilla se ha completado y todos los enzimas preexistentes se han activado. Además, probablemente se ha producido un ligero ascenso en enzimas respiratorias o en el número de mitocondrias (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

**Fase III:** aquí se produce un segundo incremento en la actividad respiratoria, que se asocia a la mayor disponibilidad de  $O_2$  como consecuencia de la ruptura de la testa, producida por la emergencia de la radícula. Otro factor que contribuye a ese aumento,

es la actividad de las mitocondrias y enzimas respiratorias, recientemente sintetizadas en las células del eje embrionario en desarrollo. El número de mitocondrias en cotiledones también aumenta, frecuentemente en asociación con la movilización de los compuestos de reserva (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

**Fase IV:** en esta última fase tiene lugar una acusada disminución de la respiración, producida por la desintegración de los cotiledones una vez exportadas las reservas almacenadas (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).



**Figura 04.** Evolución de la actividad respiratoria durante la germinación de la semilla.

## **B. Movilización de sustancias de reserva**

Los cotiledones contienen importantes cantidades de compuestos de reserva (proteínas, carbohidratos, lípidos y compuestos inorgánicos) necesarios para el desarrollo de la plántula, hasta que es capaz de alimentarse por sí misma (Barceló y col., 2001).

Cuando la semilla se encuentra lo suficientemente hidratada, se activa la síntesis proteica, formándose entre otras proteínas, enzimas digestivas que hidrolizan parte de las sustancias de reserva. En algunas ocasiones, los productos de la hidrólisis sufren una serie de transformaciones metabólicas antes de ser transportados desde los cotiledones al eje embrionario en desarrollo (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

El eje embrionario utiliza los nutrientes digeridos y absorbidos desde los cotiledones para su respiración, elongación y división celular. Durante la elongación celular se observa cómo este eje se va abultando hasta que uno de los extremos rompe las envueltas seminales. El extremo del eje embrionario que aparece primero es el lado libre del hipocotilo, denominado radícula, que dará lugar a la raíz principal. Posteriormente aparece el otro extremo del eje o epicotilo que formará el primer brote (De la Cuadra, 1993).

La germinación continúa con el desarrollo del eje embrionario para formar su radícula y su primer brote, pero aún se alimenta de las reservas nutritivas de los cotiledones (Barceló y col., 2001).

A continuación se transforma en una plántula, que rápidamente formará las primeras hojas que podrán realizar la función clorofílica y en la raíz desarrollará pelos absorbentes a través de los cuales tomará del suelo agua con sales minerales disueltas (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

El proceso de germinación finaliza con la formación de la planta joven, que es aquella capaz de vivir totalmente independiente de la semilla, por lo que los restos de las cubiertas seminales y cotiledones se pudren y desaparecen (De la Cuadra, 1993; Barceló y col., 2001).

#### **2.4.5.2. Efecto de la germinación sobre la calidad nutritiva**

La germinación es una técnica de procesado de bajo costo, muy útil para incrementar el valor nutritivo de las semillas de leguminosas, ya que se consigue aumentar la digestibilidad de la proteína y de los hidratos de carbono, y el contenido en algunas vitaminas (riboflavina, niacina, ácido ascórbico), además de reducirse o incluso eliminarse factores no nutritivos. Generalmente, estos factores suelen formar parte de las sustancias de reserva de la semilla y durante el proceso de germinación van siendo degradados y utilizados en el desarrollo de la plántula (Chitra y col., 1996; Czukor y col., 2000).

Los carbohidratos presentes en la semilla se hidrolizan durante la germinación, proporcionando la energía necesaria para la síntesis de proteínas, que serán utilizadas en el crecimiento de la planta (Bau y col., 1997).

Durante este periodo, aumenta la digestibilidad del almidón y por tanto el contenido en monosacáridos, debido a la mayor actividad de las  $\alpha$ -amilasas y fosforilasas responsables de la hidrólisis de este polisacárido de reserva, y también por la reducción de factores no-nutritivos como ácido fítico, taninos condensados, lectinas o saponinas, que inhiben  $\alpha$ -amilasas (Alonso y col., 2000; Saharan y col., 2002).

Además, se incrementan las  $\alpha$ -galactosidasas encargadas de hidrolizar los oligosacáridos de la familia de la rafinosa a azúcares de menor tamaño, necesarios para el desarrollo de la planta (Czukur y col., 2000). En el caso de los glucósidos pirimidínicos vicina y convicina, generalmente las reducciones son pequeñas (Jamalian, 1999). Las lipasas aumentan gradualmente a lo largo de la germinación provocando la hidrólisis de los lípidos, que son utilizados como fuente de energía para la síntesis de proteínas durante el desarrollo de la planta (Bau y col., 1997). Como acabamos de señalar, con la degradación de lípidos y carbohidratos se produce la energía necesaria para sintetizar proteínas durante la germinación, por lo que éstas últimas aumentan ligeramente. Pero a su vez, la digestibilidad proteica se incrementa y el contenido en aminoácidos libres también y esto se debe a la mayor actividad de las proteasas y a la reducción de factores no-nutritivos como el ácido fítico o los

taninos condensados que interaccionan con proteínas, formando complejos menos susceptibles al ataque proteolítico (Alonso y col., 2000).

Este aumento de la digestibilidad de la proteína, también está relacionado con la reducción de inhibidores de proteasas (Alonso y col., 2000). Incluso las lectinas y saponinas, que interfieren con la hidrólisis de proteínas, se reducen durante la germinación por degradación enzimática (Saharan y col., 2002).

La germinación no parece influir directamente sobre la composición mineral de la semilla, pero con el incremento de las fitasas endógenas que hidrolizan el ácido fítico, el fósforo que formaba parte de la molécula se libera y también aumenta la biodisponibilidad de otros minerales (Greiner y Konietzny, 1998).

Respecto a las vitaminas del grupo B, se ha observado que con la germinación los niveles se incrementan del 100% al 300% (Ghorpade y Kadam, 1989).

Por otro lado, se ha demostrado que el uso de un solo tipo de tratamiento no es suficiente para lograr la inactivación o remoción completa de los factores anti nutricionales en leguminosas (Vidal Valverde y col., 1994) por lo que se recomienda el empleo de 2 ó más métodos, por ejemplo germinación y cocción (Rodríguez, 2003) previo remojo (Vijayakumar y col., 1998).

El proceso de germinación provoca cambios sensoriales en la semilla de leguminosas que han sido calificados por los consumidores como aceptable (Ahmad y Pathak, 2000), se reduce el olor a grano, lo cual aumenta su aceptabilidad. No se debe perder de vista que la germinación origina un nuevo producto que va a tener características sensoriales diferentes a los granos de leguminosas tradicionalmente procesados por cocción y así debe promocionarse. En los estudios realizados siempre debe evaluarse la aceptabilidad de las semillas germinadas por el público consumidor (Marbelly y col., 2003).

## **2.5. Digestibilidad del haba**

La digestibilidad nos permite clasificar a las leguminosas en una escala racional que sustente la indicación progresiva de ellas en la alimentación del ser humano, desde su infancia hasta su juventud. Los métodos de elaborar y guisar las leguminosas, las cantidades que se consumen y el estado del aparato digestivo afectan la digestibilidad.

La digestión puede ser incompleta y observarse a simple vista en las heces sueltas, fragmentos de leguminosas no digeridas. A los que padecen estos trastornos deben dárseles solo cantidades pequeñas de leguminosas bien cocidas, pues parece que muchas leguminosas en crudo contienen sustancias que no pueden digerir o perjudican la digestión, este es el caso de las saponinas, glucósidos, alcaloides, compuestos de proteínas, hemicelulosa e inhibidores de tripsina. La acción de casi todas estas sustancias se elimina por el calor aplicado al cocerlas convenientemente o poniéndolas antes en remojo, sobre todo si se cambia el agua en que se las sumerge

(Aykroyd y col., 1964). En la tabla 08, se puede observar algunos valores biológicos, que determinan la calidad proteica.

**Tabla 08. Valores biológicos de leguminosas**

<b>Leguminosas</b>	<b>Valor biológico</b>	<b>Digestibilidad</b>	<b>UNP determinada</b>	<b>UNP calculada</b>	<b>PER</b>
Habas	54,8	87,2	–	–	–
Garbanzos	74,0	86,0	–	64,0	2,20
Guisantes	63,7	87,6	46,7	–	1,57
Lentejas	44,6	85,0	29,7	–	0,93
Soja	72,8	90,5	61,4	59 – 72	2,32
Trigo	64,7	90,9	40,3	55,0	1,53

**Fuente:** Cubero y Moreno (1983)

**Leyenda:**

**UNP:** Utilización de Proteína Neta

**PER:** Índice de Eficiencia Proteica

**2.6. Maracuyá (*Pasiflora edulis L.*)**

**2.6.1. Generalidad del maracuyá (*Pasiflora edulis L.*)**

El término de "maracuyá" se origina del vocablo indígena "mara-cuyá" que quiere decir alimento (mara) servido en vaso (cuia) en referencia al recipiente hecho con la cáscara del fruto de *Crescentia cujete* (una binoniacea) después de sacar la pulpa (Piza, 1966; Avilán y Leal, 1984).

### 2.6.2. Aspecto botánico

Según García, (2002), el maracuyá se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica.

<b>Nombre común</b>	: Maracuyá
<b>Nombre científico</b>	: ( <i>Pasiflora edulis</i> L.)
<b>Género</b>	: Pasiflora
<b>Familia</b>	: Pasifloráceas
<b>Tipo</b>	: Fruta

Las especies del género *Passiflora* habitan parte de América, Asia y Australia. Las especies más cultivadas son *P. edulis*, *f. purpurea* y *P. edulis f. flavicarpa*. La primera tiene frutos de color morado mientras que en la segunda son amarillos (García, 2002),

### 2.6.3. Composición química

El maracuyá se utiliza en la alimentación humana de dos formas principales: consumo directo del fruto y en jugo. La Tabla 09 presenta la composición del fruto del maracuyá de las especies más cultivadas en la cáscara, el jugo y de la semilla (Piza, 1966).

**Tabla 09. Composición del fruto del maracuyá**

parte del fruto		amarillo	morado
Cáscara	%	61,9	49,6
Pulpa	%	38,1	50,4
Residuo	%	7,2	13,6
Jugo	%	30,9	36,8

**Fuente:** Piza (1966)

El fruto se caracteriza por ser rico en hidratos de carbono, ácidos orgánicos y vitamina A, aportando en sólo 100 gr de porción 46 calorías. A continuación se presenta la tabla 10 en relación de las características nutricionales de las especies más cultivadas del maracuyá (Piza, 1966).

**Tabla 10. Contenido nutricional en 100 ml de jugo de maracuyá**

<b>Componente</b>		<b>Amarillo</b>	<b>Morado</b>
Calorías	cal	53,00	51,00
Proteínas	g	0,67	0,39
Grasa	g	0,05	0,05
Carbohidratos	g	13,72	13,60
Fibra	g	0,17	0,04
Ceniza	g	0,49	0,34
Calcio	mg	3,80	3,60
Fósforo	mg	24,60	12,50
Hierro	mg	0,36	0,24
Vitamina A	mg	2410,00	71,00
Niacina	mg	2,24	1,46
Ácido ascórbico	mg	20,00	29,80

**Fuente:** Santos (1980)

La composición del jugo del maracuyá destaca el bajo contenido proteico, mientras que el contenido de vitamina A y ácido ascórbico (vitamina C) es relativamente alto (Pruhti, 1963; Medina y col., 1980).

#### **2.6.4. Utilización del fruto**

El uso más generalizado del fruto de la pasión es la industrialización para la obtención de su jugo, tanto simple o natural así como el concentrado; pero a la vez este producto y la pulpa de la fruta sirven de base para preparar néctares, mermeladas,

refrescos, jarabes, concentrados, sorbetes, helados, yogurts, dulces cristalizados, vinos, cremas, saborizantes de pasteles, dulces y ensaladas; además de que es muy usual la mezcla con otros jugos como los de cítricos, pina, guayaba, entre otras frutas para con ello obtener jugos tropicales aprovechando las características de olor y sabor penetrantes del maracuyá; es frecuente encontrarlo formando parte de jugos de multivitaminas y cocteles exóticos (Pruhti, 1963; Medina y col., 1980).

El consumo como fruta fresca es menos común en el caso del maracuyá amarillo, (*Passiflora edulis* variedad *Flavicarpa* Deg) ya que es más ácido, pero en el caso de la fruta de la pasión morada (*Passiflora edulis* Sims) es mucho más frecuente su consumo en fresco (Pruhti, 1963; Medina y col., 1980).

En el caso de los subproductos como son la cascara y las semillas; la primera, es usada como alimento de ganado después de haber sido secada y ensilada mostrando características de digestibilidad parecida a la de los cítricos, también se utiliza como ingrediente básico para la preparación de abono orgánico; además por tener un alto grado de pectinas es empleada para la fabricación de gelatinas (Ruggiero, 1987); en el caso de la semillas, éstas contienen 20% de aceite, el cual se compara en sus características al de la semilla de algodón y siendo útil después de su refinación para fines culinarios, así como para la fabricación de jabones y barnices (Sánchez, 1991).

### **2.7. Bebidas nutritivas**

Son líquidos a base de agua que además de calmar la sed contribuyen a nutrir nuestro organismo por su contenido variable en energía y ciertos nutrientes, a los que se ha añadido una significativa cantidad de azúcar (alrededor de 10 g/100 ml), diversos aditivos, principalmente aromatizantes y colorantes, y zumos de frutos o vegetales (Velasco, 2007).

### **2.8. Bebidas vegetales**

La bebida vegetal es el nombre que define a una gran variedad de bebidas elaboradas a partir de alimentos vegetales. Principalmente cereales, legumbres y frutos secos. La denominación legal en los países de la Unión Europea para presentar una bebida de origen vegetal es la etiqueta "bebida de...", acompañada del cereal, la legumbre o el fruto seco del que se obtenga (Velasco, 2007).

Las bebidas vegetales son alimentos con una composición nutritiva muy interesante dado que los alimentos de los que proceden contienen variedad de nutrientes (proteínas, grasas insaturadas, hidratos de carbono, ciertos minerales y vitaminas). Desde el punto de vista nutritivo, tienen la ventaja de carecer de lactosa y caseína, y esto las hace útiles en el tratamiento de intolerancias y alergias alimentarias a esos componentes. Además, no contienen colesterol y su perfil de ácidos grasos es más saludable respecto a la leche de vaca (abundan los ácidos grasos insaturados, grasa cardiosaludable) (Velasco, 2007).

### **2.8.1. Bebida a base de quinua**

Velasco, (2007), desarrolló una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), realizado en un proceso de malteado, posteriormente el grano fue molido, se preparó una suspensión en relación 1:6; luego fue macerada y filtrada; el extracto recuperado fue saborizado y endulzado, obteniéndose una bebida refrescante. Mediante ensayos se determinó para el producto envasado en envases de poliestireno (PS) color ambar, una durabilidad promedio de 36 días en condiciones ambientales. A la bebida se la puede catalogar como un producto nutritivo y refrescante por su contenido de proteína, agua, minerales y vitamina C, que puede ser introducido en la dieta diaria.

### **2.8.2. Bebida a base de soja**

La producción de soja en forma de leche vegetal o zumo de soya, es un ingrediente alimentario con alto contenido en proteína, bajo en grasa y sin colesterol que puede encontrarse en forma líquida, concentrada o deshidratada. Actualmente, las técnicas de procesado han mejorado y permiten eliminar la mayor parte del sabor a “vainas/legumbre”. Al igual que otros ingredientes proteicos, la leche de soya se puede utilizar como constituyente principal de un alimento o para reemplazar ingredientes tradicionales, como son la leche de vaca o los huevos. También se puede usar como punto de partida para la elaboración de yogures de soya y postres congelados de soya (The American Soybean Association, 2002).

### **2.8.3. Bebida a base de harina de maíz y harina de garbanzo**

Montoya y col., (2010), elaboraron una bebida de alto valor nutricional a base de harina de maíz (*Zea mays L.*) de calidad proteínica extrudida y harina de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) tostado, la preparación de bebida: se utilizó mezcla en relación HMCPE (75%) / HGT (25%), agua purificada, leche evaporada, sacarosa y vainilla. Contenido por 100 mL de bebida: Carbohidratos=11,68 g, Proteína=1,59 g, Lípidos=0,83 g, Minerales=0,24 g y 60,53 Cal. La bebida se evaluó sensorialmente, obtuvo una calificación de 4,23 (entre me gusta mucho y me gusta extremadamente).

### **2.8.4. Bebida a base de haba**

El desarrollo de una bebida a base de habas secas, es un producto nuevo no encontrándose datos acerca de su consumo en el mercado. Esta bebida presenta un sabor particular y característico ya que procede de un producto vegetal al presentarlo en su forma natural, pero cuando se le agrega sacarosa y saborizante es más asequible y fácil de ingerir. Con un color variable de amarillo claro a blanco crema, tiene un aspecto homogéneo y agradable a la vista al combinarlo con colorantes apropiados (Galicia, 1995).

En la producción de una bebida a base de haba seca con adición de jugo de maracuyá tubo mejores características tecnológicas con el siguiente flujo de procesamiento: limpieza y clasificación, blanqueado, remojo en solución salina, escurrido, descascarado, molienda coloidal, refinado, separación, cocción, adición de jugo de maracuyá, sorbato de potasio, CMC y azúcar, llenado y sellado, enfriado y finalmente

almacenaje. Teniendo como composición química proximal de la bebida base de haba seca fue de: 91,62 % humedad, 2,35 % proteína, 0,22 % grasa, 0,22% ceniza y 5,59 % carbohidratos; y de la bebida base de haba seca con adición de jugo de maracuyá fue de 83,26 % humedad, 2,18 % proteína, 0,16 % grasa, 0,13 % ceniza y 14,25 % de carbohidratos (Miranda, 1990).

### **III. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1. Lugar de ejecución.**

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Biotecnología Agroindustrial, Procesamiento de Productos Agroindustriales, Química general de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional “Micaela Bastida de Apurímac” – Perú.

Las pruebas de análisis sensorial de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, se realizaron en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional “Micaela Bastida de Apurímac” durante el mes enero y febrero del año 2012.

#### **3.2. Materia prima e insumos**

##### **3.2.1. Materia prima**

Para realizar los ensayos experimentales se utilizó haba *Vicia faba L.* variedad Peruanita y variedad Quelcao proveniente de la provincia de Andahuaylas distrito de Andahuaylas departamento de Apurímac, de la cosecha del 2011, cuyo procesamiento en haba germinada se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional “Micaela Bastida de Apurímac”.

##### **3.2.2. Insumos**

- Zumo de maracuyá

- Azúcar blanca
- Agua

### **3.3. Materiales, equipos y otros**

#### **3.3.1. Materiales**

- Termómetro rango de medición -10 °C hasta 132 °C
- Vasos de precipitado de 50mL, 100mL y 500mL
- Matraces erlenmeyer de 250mL y 500mL
- Fiolas de 200 mL y 500 mL de capacidad
- Probetas de 10 mL, 100 mL y 200 mL
- Pipetas volumétricas de 1mL, 2mL, 5mL y pipetas graduadas con las mismas capacidades
- Baguetas, pinzas
- Crisoles de diferentes tamaños.
- Balones de kjeldahl de 100 mL
- Placas petri
- Bolsas plásticas de polietileno de alta densidad
- Papel aluminio
- Vasos de plástico descartables
- Agua de mesa
- Lapiceros
- Cartillas de evaluación sensorial para el entrenamiento, clasificación y

juzgamiento de la bebida a base de haba pre germinada

### **3.3.2. Equipos**

- Kjeldahl, marca: Velp Scientifica, modelo: UDK126D
- Mufla, marca: Barnstead Thermolyne, modelo: FB1410M, rango de temperatura de 0 – 1100 °C
- Estufa, marca: Memmert, modelo: 200-800, rango de temperatura 30 – 250 °C
- Centrifuga de Gerber
- Desecadores
- Balanza analítica, marca: Ohaus, con sensibilidad de 0,0001 g.; máximo de 210 g
- Potenciómetro, marca: SCHOTT, modelo: Postfach 2480.D con rango de medición -2,0 hasta 19,99
- Refrigeradora comercial
- Germinador
- Licuadora Oster 250
- Autoclave

### **3.3.3. Utensilios**

- Ollas
- Cocina industrial
- Balón de gas

- Baldes de 5 litros
- Telas para la filtración
- Envases de 1/2 y 1 litro para el envasado de producto terminado
- Cucharones para batir
- Balanza comercial capacidad de 1250 g

### **3.4. Métodos de análisis**

#### **3.4.1. Métodos de análisis fisicoquímico**

La evaluación fisicoquímica incluyeron; la determinación de proteína mediante la técnica micro Kjeldahl (AOAC 920.53), determinación de hierro de acuerdo al método (AOAC 944.02), determinación de fósforo se realizó por el método espectrofotométrico, la determinación de humedad mediante el método por secado de estufa y determinación de los grados Brix.

El análisis fisicoquímico de las muestras, se realizó en el Laboratorio de Química de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y en el laboratorio de Química de la Facultad de Química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

##### **3.4.1.1. En la materia prima**

En el haba seca sin cascara se realizó:

- Análisis fisicoquímico: Humedad, proteína, hierro y fósforo

#### **3.4.1.2. En el haba germinada**

En el haba germinada sin cascara se realizó:

- Análisis fisicoquímico: Humedad, proteína, hierro y fósforo

#### **3.4.1.3. En la bebida**

En la bebida base se realizó:

- Análisis Nutricional: Proteína, hierro y fósforo

En la bebida con adición de maracuyá se realizó:

- Análisis nutricional: Proteína, hierro y fósforo

#### **3.4.2. Métodos para evaluación sensorial.**

Se realizaron análisis sensorial, a la bebida base con adición de zumo de maracuyá a una proporción de 1/8 (jugo de maracuyá/bebida base). Analizando las características: sabor, olor, color, “Off- Flavor” y aceptabilidad. Estas pruebas sensoriales fueron realizadas a través de un panel entrenado constituido por 7 jueces, el procedimientos de los métodos se detallan en el apéndice 01.

##### **3.4.2.1. En el producto terminado**

En la bebida con adición de maracuyá se realizó:

- La prueba de evaluación sensorial descriptiva de escala no estructurada: color, olor, sabor y “Off- Flavor”.
- La prueba de evaluación sensorial de aceptabilidad general de escala no

estructurada.

### **3.4.3. Métodos para el análisis estadístico.**

En los resultados de análisis nutricional en el producto terminado, se realizó un Análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre las muestras y entre bloques. En los casos de encontrar diferencias, se efectuó la prueba de rangos múltiples de Duncan (Gutiérrez y de la Vara, 2003). Todos los análisis estadísticos se desarrollaron para una probabilidad del 95% de confianza, con el programa estadístico Statistica 7.0.

En los resultados sensoriales en el producto terminado, se realizó los tratamientos estadísticos con el programa Statistica 7.0.

## **3.5. Metodología experimental**

La metodología experimental que se siguió para la elaboración de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao desarrollados en la investigación, se dividió en seis etapas:

### **3.5.1. Caracterización del haba seca sin cascara**

Para realizar los ensayos experimentales se utilizaron como materia prima haba *Vicia faba L.* variedad Peruanita y variedad Quelcao de la provincia de Andahuaylas departamento de Apurímac, de la cosecha del 2011. Realizando la caracterización mediante el análisis químico de: proteína, hierro, fósforo y humedad con el propósito de conocer su composición.

### 3.5.2. Obtención del germinado de haba

Se tomó como base el método de germinado de la haba desarrollado por (Muzquiz y Burbano, 2005), con algunas modificaciones como es el sustrato de germinado que en este caso no se utilizó sustrato ya que simplemente se colocaron las semillas sobre bandejas enmalladas. El proceso de obtención del germinado del haba se detalla como se indica en la figura 05.



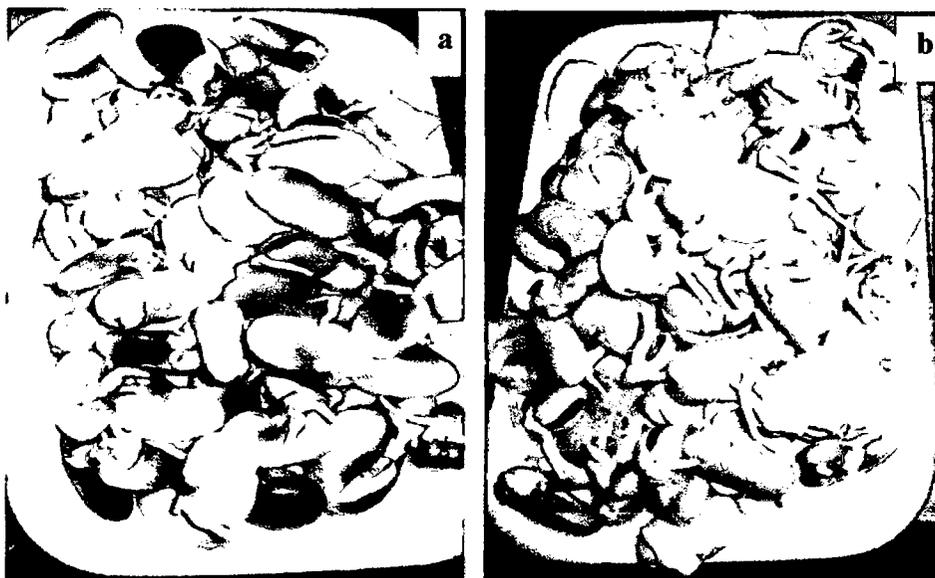
**Figura 05.** Diagrama de flujo para la obtención de germinado de haba (Muzquiz y Burbano, 2005)

Las semillas maduras y secas de *Vicia faba L.* de la variedad Peruanita y variedad Quelcao, se germinaron en un germinador construido para este propósito de dimensiones de 30cmx75cmx45cm. Se detalla en el apéndice 4.1, las muestras de semillas se cogieron aleatoriamente y se eliminaron las impurezas. El agua que se utilizó para el proceso de hidratación fue potable.

Para la germinación de semillas de la variedad Peruanita y variedad Quelcao se utilizó bandejas, las mismas que se introdujeron en una cámara de germinación durante 72 horas en condiciones de 8 h de luz por día,  $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura y humedad constante, de acuerdo con los ensayos previos realizados en el laboratorio. Las bandejas se cubrieron con una servilleta húmeda y se roció agua cada 4 horas con el fin de mantener la humedad de las semillas. Los parámetros analizados para determinar el buen desarrollo de la plántula a lo largo de las 72 horas de germinación, fueron la longitud del eje embrionario y el porcentaje de germinación (plántulas viables).

La germinación del haba observada a las 72 horas de ensayo se muestra en la figura 06. Durante este proceso, no se produjo un desarrollo homogéneo de todas las plántulas, observándose variaciones individuales. Aunque en líneas generales, lo que se produjo durante las primeras 24 h, fue la emergencia de la radícula en la mayoría de las semillas y a continuación, el eje embrionario fue creciendo y transformándose en una plántula. Para la realización de los análisis anteriormente mencionados, las semillas en germinación se separaron en: eje embrionario, par de cotiledones y cascarilla.

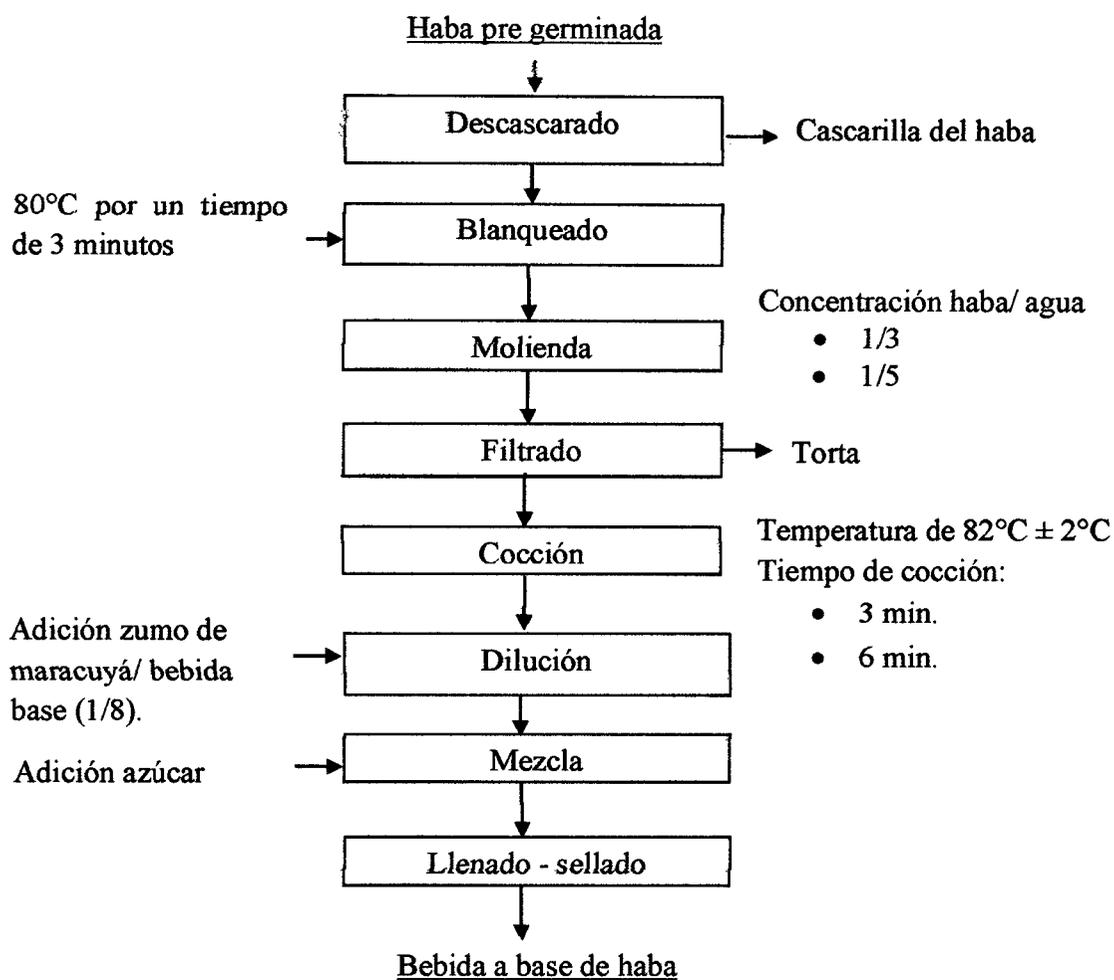
El almacenamiento de las habas germinadas se realizó en bolsas de polietileno a temperatura de refrigeración de ( $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ), hasta su uso en los tratamientos de la investigación.



**Figura 06.** Germinación de la semilla de *V. faba L.* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b) a las 72 h.

### **3.5.3. Elaboración de la bebida a base de haba pre germinada**

Para la elaboración de la bebida a base de haba pre germinado se desarrolló de acuerdo a las siguientes etapas que se muestran en la figura 07.



**Figura 07:** Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida nutritiva a base de haba pre germinado.

### 3.5.3.1. Descascarado del haba germinada

El objetivo de esta operación fue eliminar la cascarilla para evitar que esta fracción formara parte del producto final, por cuanto su aporte nutritivo es insignificante por

su alto contenido de fibra que disminuye la digestibilidad. Esta operación se realizó de forma manual

### **3.5.3.2. Blanqueado**

El blanqueado se efectuó a una temperatura de 80°C por un tiempo de 3 minutos, con el fin de inactivar las enzimas presentes en la semilla que alteran el color. Para notar la diferencia se comparó con una muestra sin blanquear.

### **3.5.3.3. Molienda con agua**

Esta operación se efectuó con el fin de desintegrar el grano y poner en contacto los constituyentes solubles con el agua para facilitar la extracción de los diferentes constituyentes. Las habas pre germinadas y descascaradas se licuaron con agua en relación de haba pre germinado: agua de (1:3) y (1:5) con el fin de determinar el grado de dilución más conveniente para la elaboración de la bebida base. Estos grados de dilución se evaluaron mediante análisis proteico y sensorial.

La molienda se efectuó en una licuadora Oster 250 a una temperatura ambiente de 21°C y por un tiempo de 10 minutos.

### **3.5.3.4. Filtración**

Esta operación consistió en dejar en reposo la suspensión hasta obtener dos fases aproximadamente 30 minutos, luego se separó por decantación la fase líquida, dejando los sólidos o torta que se considera como sub producto.

### **3.5.3.5. Cocción**

La cocción se realizó con el fin de eliminar los factores no nutritivos termolábiles presentes en el haba, así como eliminar el sabor y olor a vegetal propio de las leguminosas.

Se realizó a una temperatura de  $82^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se realizaron pruebas a dos tiempos de 3 minutos y 6 minutos. Estos tratamientos fueron evaluados mediante un análisis sensorial realizado a la bebida base, con características de olor, sabor y consistencia.

### **3.5.3.6. Adición de aditivos y zumo de maracuyá**

Se realizó la adición de azúcar (sacarosa) en el proceso de cocción para su mejor dilución, estandarizándose el porcentaje de sólidos solubles en  $10^{\circ}\text{Brix}$  la misma que se determinó haciendo evaluaciones preliminares. Seguidamente se procedió a mezclar la bebida base con jugo de maracuyá en relación de (1:8) jugo de maracuyá: bebida base para mejorar sus características sensoriales y aumentar su valor nutritivo (vitamina C).

Se realizó análisis sensorial a la relación de jugo de maracuyá: bebida base (1:8), evaluándose las características: sabor, color, olor, consistencia, "Off- Flavor" y aceptabilidad.

### **3.5.3.7. Almacenamiento de la bebida**

Se realizó el llenado y envasado en envases de vidrio (botellas), seguidamente se procedió a almacenar a una temperatura de  $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (temperatura de refrigeración).

### **3.5.4. Evaluación de calidad de la bebida**

En esta parte de la investigación se determinó la calidad nutricional y sensorial de la bebida a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao.

#### **3.5.4.1. Evaluación nutricional**

La evaluación nutricional de las bebidas a base de haba pre germinada variedad Peruanita y Quelcao incluyeron; la determinación de proteína mediante la técnica micro Kjeldahl (AOAC 920.53), determinación de hierro de acuerdo al método (AOAC 944.02) y determinación de fósforo de acuerdo al método espectrofotométrico, para dar el juicio de valor.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de biotecnología, laboratorio procesamiento de productos agroindustriales y laboratorio química de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional “Micaela Bastidas de Apurímac” y el laboratorio de química de la facultad de química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

#### **3.5.4.2. Evaluación sensorial**

Se realizó un sondeo sensorial del nuevo producto. Para ello se utilizó un método de aceptación con escala ideal, basado en la prueba hedónica de aceptabilidad así como la prueba descriptiva cuantitativa para atributos de color, aroma y sabor. Las características de realizó de acuerdo a la norma ISO 4121-1987. El diseño o interpretación correcta de los resultados de la evaluación sensorial, requiere del

conocimiento de los aspectos psicológicos y fisiológicos de los analizadores humanos, que se definen como un mecanismo nervioso complejo, que empieza en un aparato receptor externo y termina en la corteza cerebral.

Cabe mencionar que la evaluación sensorial se hizo con la finalidad de evaluar la aceptabilidad de las bebidas a base de haba pre germinada variedad Peruanita y Quelcao y no compararla con alguna otra bebida comercial específica que exista en el mercado.

Los jueces recibieron un entrenamiento básico para evaluar aromas y sabores específicos encontrados en las bebidas a base de haba pre germinada variedad Peruanita y Quelcao, entre ellos; ácido, dulce, proteína, haba, maracuyá, astringente, y fluidez. Se utilizaron cartillas de respuesta para recolectar las puntuaciones obtenidas por cada juez (ver modelo de cartilla en el apéndice 01) y posteriormente se evaluaron estadísticamente.

El tratamiento estadístico se realizó con el programa Statistica 7.0 que contienen un gran número de funciones especiales, como el análisis de varianza, o el procedimiento ANOVA que está diseñado para construir un modelo estadístico que describe el impacto de un solo factor categórico X en una variable dependiente Y. se ejecutan pruebas para determinar si existe diferencia significativa entre medias, varianzas de Y a diferentes niveles de X.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Caracterización de la materia prima

A continuación se muestran los resultados de los análisis realizados para evaluar la composición química del haba *Vicia faba L.* seca sin cáscara variedad Peruanita y variedad Quelcao, siendo estas las variedades que se utilizaron para la elaboración de la bebida nutritiva a base de habas pre germinado, resultados que se reportan en la tabla 11.

**Tabla 11. Composición química del haba (*Vicia faba L.*) seca sin cáscara variedad Peruanita y Quelcao.**

Componentes	Unidades	Variedad Peruanita	Variedad Quelcao
<b>Humedad</b>	%	12,80	13,30
<b>Proteína</b>	%	23,20	23,67
<b>Hierro</b>	mg/100	8,90	9,20
<b>Fósforo</b>	mg/100	385,00	396,00

Como se refleja en la tabla 11, los niveles de proteína, hierro y fósforo no mostraron grandes variaciones entre el haba *Vicia faba L.* seca sin cáscara variedad Peruanita y variedad Quelcao. Estos datos son similares a los reportados por Collazos y col., (1993), encontrando valores en haba seca cruda sin cáscara con 13,6% de humedad, 25,9% proteína, 8 mg/100g de porción comestible hierro y 395 mg/100g de porción comestible fósforo.

Del mismo modo Miranda (1990), realizó la cuantificación de la composición químico proximal de tres variedades de haba seca con cáscara (variedad Blanco Anta, variedad Verde Anta y variedad Sincos), siendo el contenido de humedad 12,7%, 12,9% y 12,7% respectivamente y proteína 27,6%, 24,6% y 25,3%, los resultados obtenidos fueron similares a los reportados en esta investigación teniendo en cuenta que con las variedades que se trabajó son otras, las estrechas diferencias encontradas entre variedades podrían deberse a otros factores y no necesariamente a la variedad ya que se desconoce la procedencia y factores relacionados con la producción y condiciones de post cosecha, lo que puede influir en la composición. Por otro lado tenemos también los resultados obtenidos por Galicia (1995), quien evaluó las composición química de las habas secas con cáscara del cultivar blanca de Yunguyo con humedad de 8,54% y proteínas 21,75%, también obtuvo resultados semejantes que si bien varían en cuanto al porcentaje de proteína, esto se debe a que este análisis se realizó con cascarilla incluido.

#### **4.2. Obtención del germinado de haba**

Para la obtención de germinado de haba (*Vicia faba L.*) variedad Peruanita y variedad Quelcao, se siguió la metodología señalado en el numeral 3.5.2 y el diagrama de flujo de la figura 07.

En la limpieza y clasificación de la materia prima se encontró 0,8% de materia extraña: piedra, hojas secas y tierra, así como un 3,5 % en gramo defectuoso. Estos valores se encuentran dentro de la Norma Técnica Nacional, (1992). ITINTEC. 205.024, que estipula un máximo de 4,0% otros defectos.

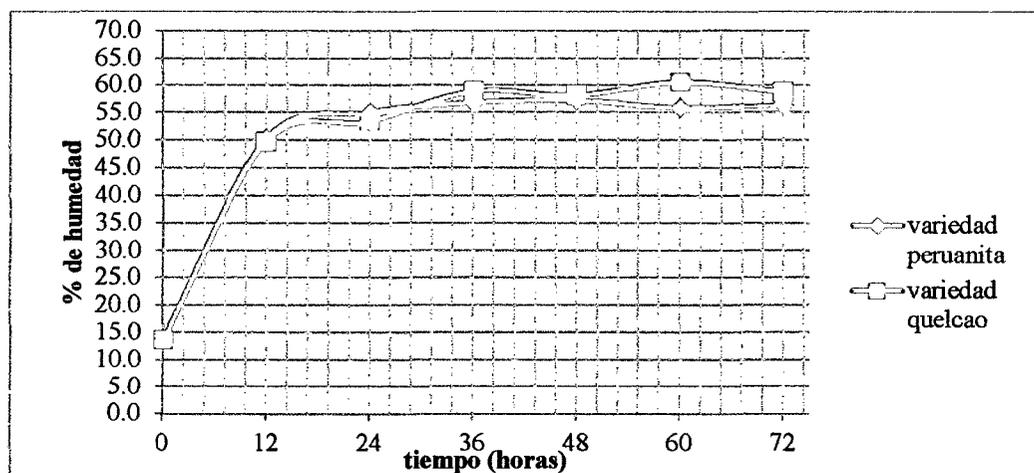
El haba *Vicia faba L.* variedad Peruanita y variedad Quelcao fueron remojadas a temperatura ambiente de  $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y se utilizó agua potable en una relación de haba: agua (1:3), obteniendo 56,43% de humedad en la variedad Peruanita y 58,77% de humedad en la variedad Quelcao en un tiempo de 72 horas de remojo, como se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12. Variación de humedad durante el remojo del haba (*Vicia faba L.*) variedad Peruanita y Quelcao a  $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .**

horas de remojo	VARIEDAD PERUANITA	VARIEDAD QUELCAO
	% de humedad	% de humedad
0	12,80	13,30
12	50,30	49,80
24	55,10	53,50
36	56,80	58,90
48	57,20	58,20
60	59,44	60,60
72	56,40	58,80

En el proceso de remojo, la absorción de agua por parte de la semilla varía entre las variedades utilizadas, lo que concuerda con lo reportado por García y Primo, (1993); Barceló y col., (2001), quienes mencionan que la hidratación va depender del contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno, quienes también mencionan que en estas fases, intervienen las condiciones del medio, el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc.

Así mismo se encontró que el grano de haba *Vicia faba L.* variedad Blanco Anta que fueron remojadas a temperatura ambiente (23°C), llegó a saturarse de agua a las 13,5 horas, resultados encontrados por Miranda, (1990), quien también manifiesta que a mayores temperaturas se reduce significativamente el tiempo de remojo, aplicando temperaturas de 80°C por un tiempo de remojo de 2 horas la pérdida de sólidos totales es de 3,68g de sólidos totales/ 50g de haba seca. Por otro lado Galicia, (1995), manifiesta que la temperatura de remojo no debe ser superior a los 40°C, la que se recomienda en caso de remojo de cereales y legumbres para la disminución del tiempo de saturación a 8 horas con un mínimo de pérdidas de sólidos totales que vienen a ser componentes antinutricionales, malos olores y sabores que son disueltos por el agua.



**Figura 08.** Variación del porcentaje de humedad en el remojo haba (*Vicia faba L.*) variedad Peruanita y variedad Quelcao.

En la figura 08, se muestra la curva de humedad y la absorción rápida de agua durante las primeras 12 horas de remojo produciéndose un incremento de la humedad de 12,8% a 50,3% en la variedad Peruanita, mientras que en la variedad Quelcao el incremento de la humedad es inferior de 13,3% a 49,8% como se observa en la figura 10, cabe resaltar que la absorción de agua está en función a la variedad, daños mecánicos sufridos antes del remojo, condiciones de cultivo, temperatura y tamaño de las semillas de haba. La rápida absorción de agua que se produjo durante las primeras horas de remojo en la variedad Peruanita y variedad Quelcao, fue debida a que el potencial hídrico de la semilla era mucho más bajo que el del medio húmedo que la rodeaba según manifiesta (Barceló y col., 2001).

El proceso de germinación se llevó de acuerdo con las Normas Internacionales para el Ensayo de Semillas ISTA, (1999) y con los ensayos previos realizados en nuestro laboratorio reportados por Otero, (2010).

Según Goyoaga, (2005) las condiciones idóneas para germinar semillas de *Vicia faba* L. variedad Alameda y variedad Brocal son: arena como sustrato, fotoperiodo de 8 h luz por día, 20°C de temperatura, humedad constante y por un periodo de 72 h, momento en el que contenido proteico de estas semillas seguía siendo elevado, y el contenido de los factores no nutritivos se había reducido en un rango de 9% a 90%. Sin embargo los resultados obtenidos en esta investigación, demuestran que la germinación puede realizarse en un germinador construido para este fin provisto de

mallas a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 72 h y obtener un germinado uniforme.

Autores como De la Cuadra y col., (1993); Chitra y col., (1996), utilizaron este mismo sustrato para germinar otras leguminosas como garbanzo, soja o lupino durante un breve periodo de tiempo. Estos autores, obtuvieron a los 4 días de germinación una longitud del eje embrionario de 4,2 cm, mientras que en nuestro ensayo, a los 72 h obtuvieron longitudes de eje embrionario promedio de 4,5 cm y un porcentaje de semillas germinadas promedio de 85%. En la tabla 15 se presentan las longitudes medias de los ejes embrionarios y el porcentaje de germinación de las 20 semillas de *V. faba* variedad Peruanita y va. Quelcao respectivamente ensayado a las 24 h, 48 h y 72 h de experimento.

**Tabla 13. Longitud del eje embrionario (cm) y porcentaje de germinación en *V. faba* variedad Peruanita y variedad Quelcao a lo largo de la germinación.**

<i>Vicia faba L.</i>	Longitud eje embrionario (cm)		
	24 horas	48 horas	72 horas
variedad Peruanita	0,5±0,5	1,0±0,5	3,5±0,5
variedad Quelcao	0,8±0,5	2,1±0,5	4,0±0,5
	% de germinación		
variedad Peruanita	10	65	75
variedad Quelcao	50	75	85

A un tiempo de germinación de 72 h, los ejes embrionarios desarrollados por la variedad Peruanita alcanzaron menores longitudes que los desarrollados por la variedad Quelcao según se muestra en la tabla 13.

Con relación al porcentaje de germinación, a los 24 horas de incubación muy pocas semillas de la variedad Peruanita habían germinado, mientras que de la variedad Quelcao había germinado prácticamente el 50% de las semillas y a las 72 h la proporción de semillas germinadas de la variedad Peruanita y variedad Quelcao fue semejante ya, que a partir del 36 h, pudo observarse la radícula en ambas variedades, el porcentaje de germinación se vio afectado, debido al inicio de contaminación por hongos, que produjo necrosis en los tejidos de las semillas y la radícula. Bhatti, (1977), utilizo papel de filtro para la germinación de semillas de *V. faba*, y prolongó la incubación hasta 8 días, pero evitó la proliferación de hongos esterilizando previamente la superficie de las habas con una solución de hipoclorito sódico.

La tabla 16 se reportan los datos relacionados a los efectos de la germinación en el contenido de proteína %, hierro y fósforo (mg/100) en *Vicia faba L.* variedad Peruanita y variedad Quelcao y la comparación con habas sin germinar.

Resultados que reflejan, que los niveles de proteína, hierro y fósforo muestran grandes cambios después de las 72 horas de germinación, ya que el contenido inicial se redujo a las 72h un 48.6% en la variedad Peruanita y un 49,4% en la variedad Quelcao, mientras que alrededor del 49% del hierro se redujo en las dos variedades de

estudio y la reducción de fósforo fue más grande en la variedad Quelcao con un 50,3% mientras que el variedad Peruanita de 46,0%.

**Tabla 14. Efecto de la germinación en el contenido de proteína, hierro y fósforo en *V. faba L.* variedad Peruanita y variedad Quelcao.**

	Haba seca sin cascara		Haba germinada fresca	
	variedad	variedad	variedad	variedad
	Peruanita	Quelcao	Peruanita	Quelcao
<b>Proteína %</b>	23,20	23,67	11,27	11,69
<b>Hierro mg/100</b>	8,90	9,20	4,38	4,51
<b>Fósforo mg/100</b>	385,00	396,00	177,14	199,12

Sin embargo, en otros trabajos de investigación pudo apreciarse como los niveles de proteína del haba se reducían con la germinación pero mostrando reducciones más bajas como los mostrados por Goyoaga, (2005), donde se observó que los niveles de proteína no mostraron grandes cambios a lo largo de la germinación, ya que el contenido inicial se redujo a las 216 h a un 14% en la variedad Alameda y un 7% en la variedad Brocal.

Según algunos autores como Wilson, (1980); Khokhar y Chauhan (1986), las reducciones observadas en las leguminosas podrían atribuirse a la movilización y degradación enzimática de proteínas, incluidos inhibidores de tripsina, durante la germinación de la semilla.

Estudios realizados en ratas alimentadas con habas germinadas, muestran un ligero incremento en la utilización de la proteína datos obtenidos por Shekib, (1994). Donangelo y col. (1995) observaron este mismo efecto con la administración de garbanzo, lupino y soja germinadas. Por otro lado Goyoaga, (2005) realizo experimentos nutricional en ratas macho en crecimiento, para ello se eligieron las semillas de haba de la variedad Alameda sin germinar (VF) y germinadas durante 72 h (VFG), los resultados obtenidos dieron que es potencialmente útil para la alimentación de animales monogástricos, ya que se produce un incremento significativo, aunque limitado, del valor nutritivo de dichas semillas.

#### **4.3. Producción de la bebida a base de haba pre germinada**

La presente parte de la investigación corresponde al desarrollo y al cumplimiento de los objetivos propuestos: producir una bebida nutritiva a base de haba *Vicia faba L.* pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, determinar la influencia de la proporción haba germinada: agua y el tiempo de cocción en las características nutricionales de la bebida a base de haba *Vicia faba L.* pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, evaluar la influencia de la proporción haba germinada: agua y el tiempo de cocción en las características sensoriales de la bebida a base de haba *Vicia faba L.* pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao y determinar la influencia del haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao en las características nutricionales y sensoriales de la bebida. Las evaluaciones previas realizadas son parte importante y complementaria y han sido necesarias realizarlas por que permitió trabajar teniendo un conocimiento más claro de la composición

química tanto de la haba seca sin germinar y germinado de la variedad Peruanita y variedad Quelcao. La elaboración de la bebida a base de haba pre germinado se desarrolló de acuerdo a las etapas que se detallan en la sección 3.5.3.

Para el proceso de elaboración de la bebida, fue necesario el proceso de descascarado. El proceso de descascarado se realizó de forma manual, cáscara que constituyó el 15.84% en peso del grano germinado entero de la variedad Peruanita y 13.08% de la variedad Quelcao.

Por la bibliografía consultada Aykroyd y col., (1964), menciona que el aporte de la cascarilla de la haba en su aporte nutritivo es insignificante y negativo por su elevado contenido en fibra lo cual disminuye su digestibilidad. Por otro lado estudios llevados a cabo en *Vicia faba L.*, han demostrado que los taninos condensados se localizan en la cascarilla, por lo que el descascarillado es una técnica adecuada para la eliminación de estos compuestos polifenólicos (Urdaneta y col., 2004).

En el proceso de blanqueado se realizó un tratamiento térmico a 80°C por un tiempo de 3 minutos, para la determinación de este tratamiento se realizó pruebas preliminares y considerándose para tal proceso el criterio de elección del tratamiento térmico adecuado, dependió del color final del haba que fue agradable a la vista y el cambio de color en el agua. Ya que autores como Miranda, (1990), menciona que es posible que se produzca mayor pérdida de sólidos totales a 100°C, puesto que observó un cambio en el color del agua utilizada (oscuro). Por otro lado los estudios

realizados por Rockland y col., (1973), confirmaron que el tiempo de blanqueado considerado apropiado es de 3 minutos en agua en ebullición.

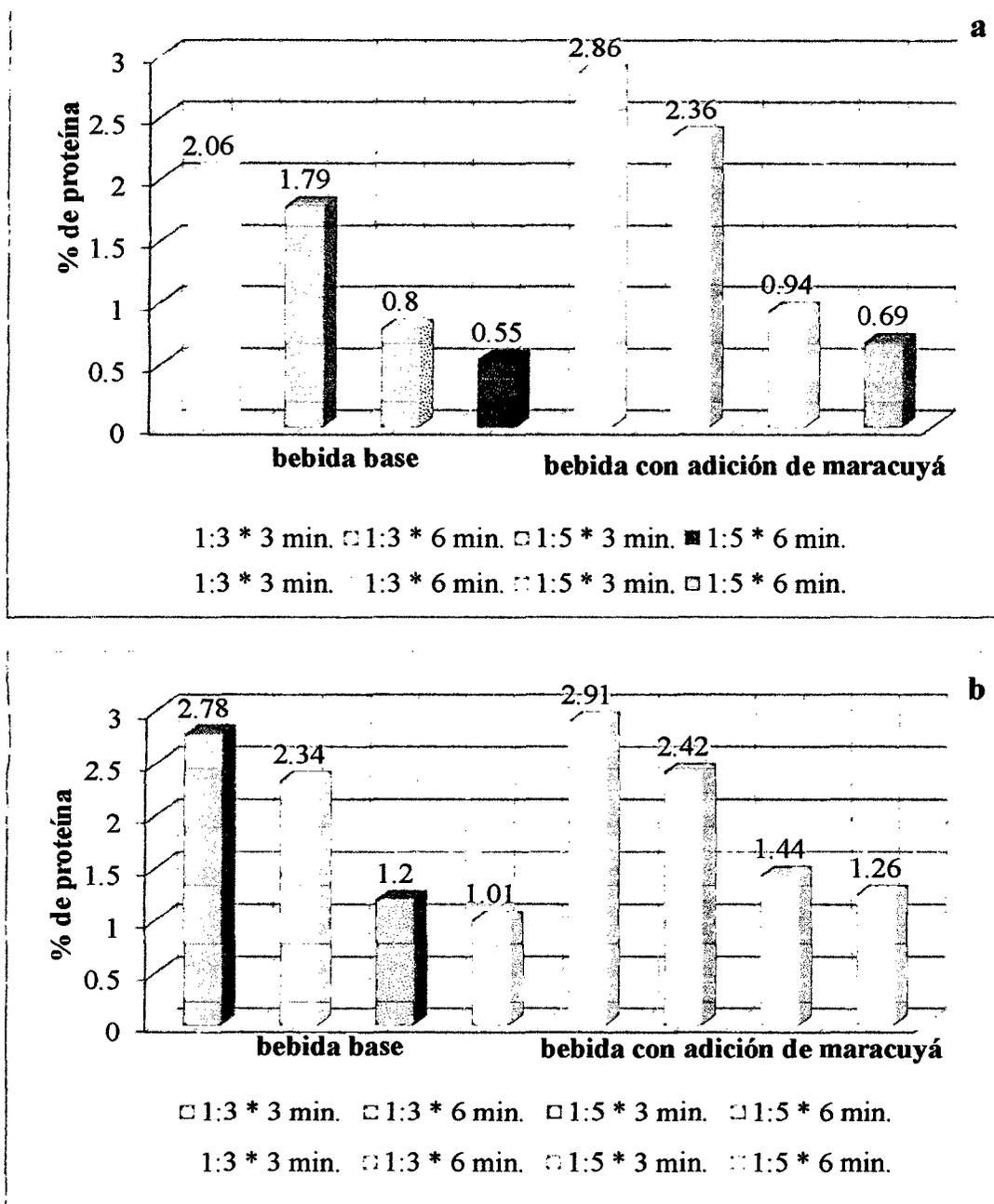
Una vez que se obtuvo el haba blanqueada se realizó la molienda seguidamente se procedió a la elaboración de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada.

Obtenido la bebida nutritiva a base de haba pre germinado se realizaron los análisis de control de calidad, considerándose para tal fin: análisis nutricional y análisis sensorial.

#### **4.4. Análisis de la composición nutricional de la bebida a base de haba pre germinada**

Los análisis de la composición nutricional de la bebida comprendieron, el contenido de proteína, hierro y fósforo. Estos análisis se consideraron ya que el haba germinada y el zumo de maracuyá aportan al valor nutricional con proteína, hierro y fósforo. Los procedimientos para cada análisis se detallan en la sección 3.5.4.1.

En las (figuras 09a y 09b), se muestra el contenido de % proteína de las bebidas bases y luego de ser adicionadas con zumo de maracuyá en las bebidas nutritivas a base de haba pre germinado de la variedad Peruanita y variedad Quelcao. Además se observa que la adición de zumo de maracuyá influye aumentando el contenido de proteína (%) siendo mayor en la bebida con adición de zumo de maracuyá.



**Figura 09.** Variación del contenido del porcentaje de proteína en la bebida base y bebida con adición de maracuyá de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

El contenido de proteína en las bebidas bases tanto del haba variedad Peruanita y variedad Quelcao se detectaron valores máximos de 2.06% y 2.78% respectivamente trabajado con el tratamiento (T1) a 1:3 relación haba pre germinado: agua y a 3 minutos de cocción, mientras que los valores mínimos se obtuvieron con el tratamiento (T4) a 1:5 relación haba pre germinado: agua y a 6 minutos de cocción, cuyos valores fueron de 0.55% y 1.01% respectivamente, como se muestra en las (figuras 09a y 09b). Detectándose una ligera disminución entre tratamientos y entre variedades en cuanto al contenido de proteína. Estos resultados, fueron parecidos a los obtenidos por Miranda, (1990) quien obtuvo en la bebida base de haba variedad Blanco Anta un descenso en el contenido de proteína de 1.40 % al aplicarse una dilución de haba: agua (1:7) y un máximo de 3.18% a una dilución de haba: agua (1:3) a una temperatura de cocción de 85°C por un tiempo de 5 minutos, por otro lado manifiesta que el tiempo de molienda también influye en la extracción de la proteína.

En cuanto al contenido de proteína en las bebidas con adición de zumo de maracuyá se observó un ligero incremento en ambas variedades como se muestra en la (figuras 09a y 09b). Sin embargo, otros investigadores como Miranda, (1990), no los detectaron, observando que el contenido proteico en la bebida con jugo de maracuyá, disminuye ligeramente con respecto al contenido de la bebida base, debido principalmente a la dilución de la misma con el jugo de maracuyá de 2.35% a un 2.18%. Analizando los datos obtenidos en esta investigación, se puede observar una disminución ligera en el contenido de proteína en todas las bebidas, esto debido

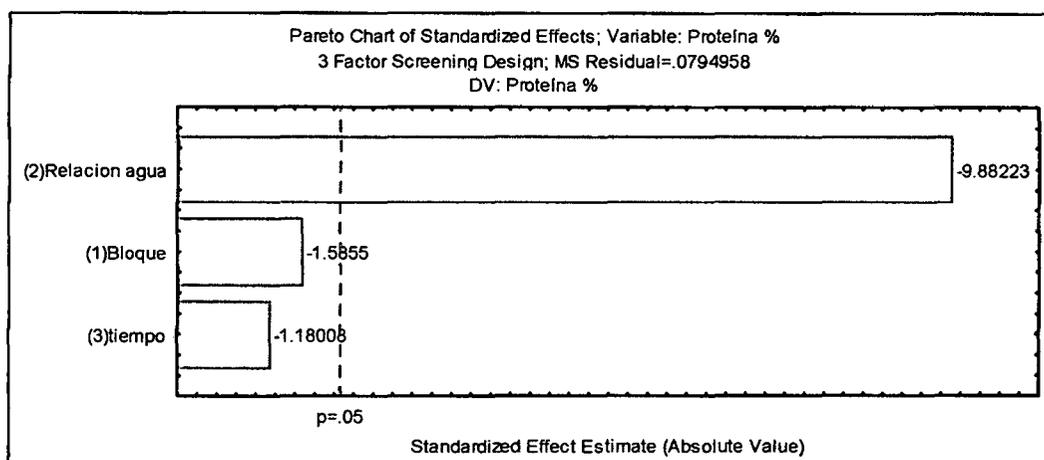
principalmente a las diluciones aplicadas de haba pre germinada: agua, tal como lo menciona Miranda, (1990), que para producir una bebida a base de haba seca con un contenido proteico de 2.18%, será necesario aplicarle una dilución de haba: agua (1:5) a una temperatura de 85°C por un tiempo de 5 minutos.

Según los resultados reportados por Velasco, (2007), quien obtuvo una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd, la cantidad de proteína soluble presente en la bebida de quinua es del 0,60 %, manifestando que el aporte de este nutriente en la bebida es bajo, ya que corresponde al componente capaz de solubilizarse en agua; quedando la mayor proporción en el sedimento de la centrifugación, esta variabilidad se refleja claramente en los resultados reportados en las (figuras 09a y 09b).

El contenido de proteína en la bebida está directamente relacionado por la cantidad de proteína presente en el haba germinada, de acuerdo a los resultados obtenidos el haba germinada utilizada en el proceso de elaboración presentó un contenido proteico de 11.27% en la variedad Peruanita y 11.69% en la variedad Quelcao, pero dicho contenido está influido por la variedad, cultivar de haba y por el nivel de maduración de la misma, así como por las condiciones climatológicas y zona de cultivo (Marquardt y col., 1975; Chavan y col., 1989)

En la figura 10, se muestra el diagrama de Pareto, donde muestra el efecto de las variables y los bloques en la variable respuesta contenido de proteína a un nivel de

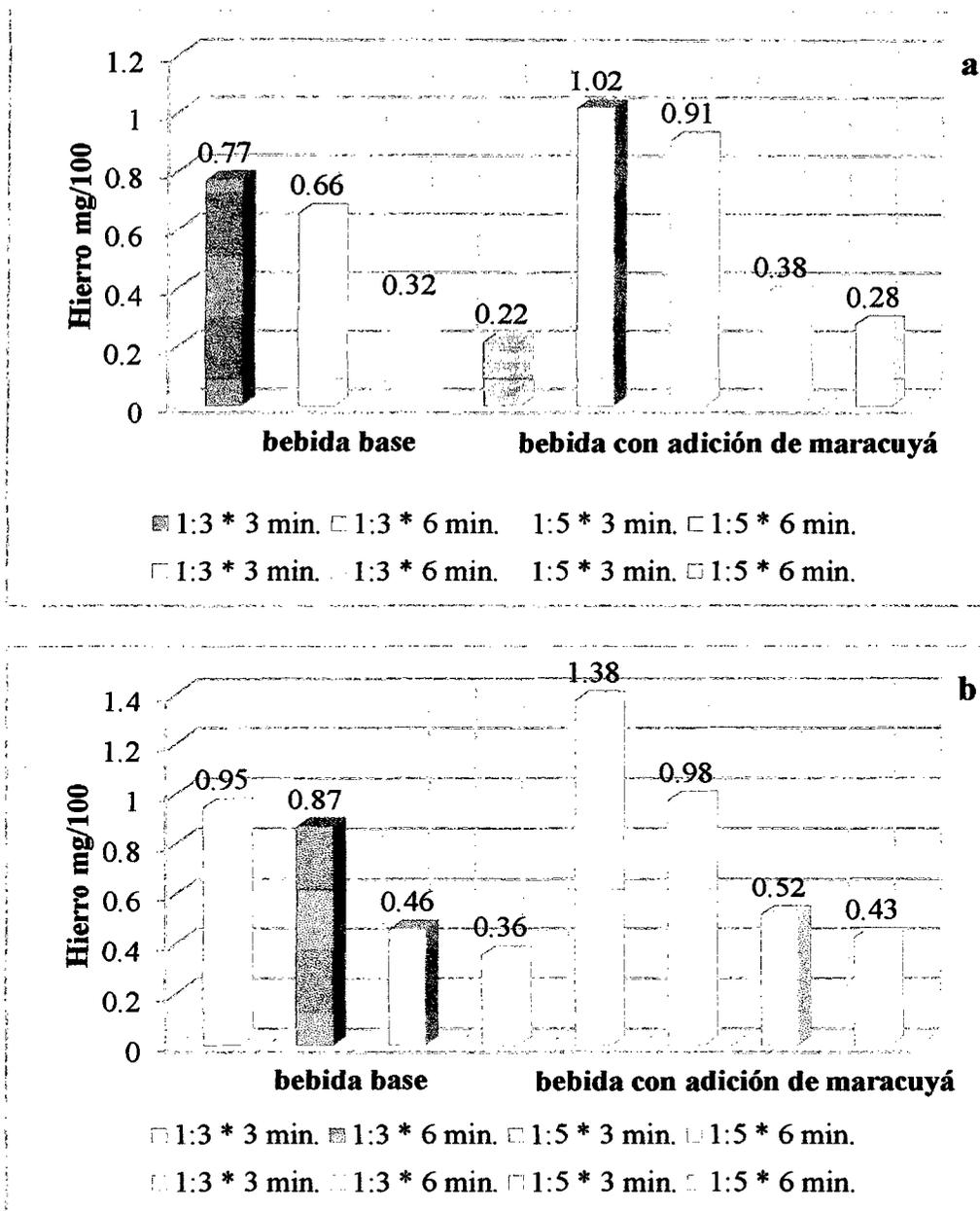
significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en la bebida nutritiva a base de haba pre germinada con adición de zumo de maracuyá.



**Figura 10.** Diagrama de Pareto estandarizado para la proteína

En la figura 10 se puede observar que el efecto más importante se debe a la relación (haba pre germinada: agua), mas no por el factor tiempo de cocción y la variedad de haba a utilizar, asimismo es pertinente aclarar que el signo de los factores presenta un coeficiente negativo lo que indicaría que para obtener una bebida con mayores cantidades de proteína se debe trabajar con los niveles más bajos de estas variables.

En lo referente al contenido de hierro (mg/100ml), en las (figuras 11a y 11b), se muestran los resultados obtenidos en las bebidas bases y luego de ser adicionadas con zumo de maracuyá en las bebidas nutritivas a base de haba pre germinada de la variedad Peruanita y variedad Quelcao.

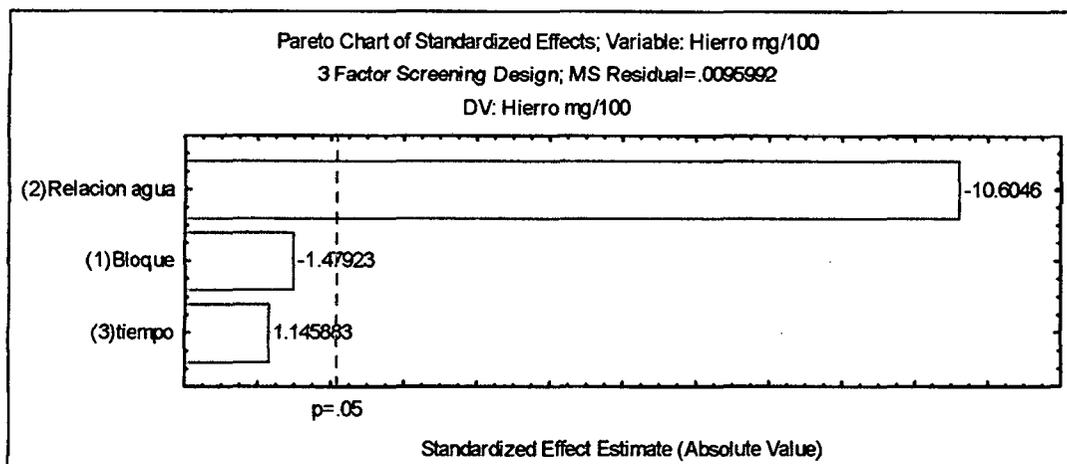


**Figura 11.** Variación del contenido de hierro (mg/100) de la bebida base y bebida con adición de maracuyá de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

En los resultados se puede observar que el contenido de hierro en la bebida base y bebida con adición de zumo de maracuyá de ambas variedades de haba están relacionados con la proporción (haba pre germinada: agua), mostrando que cuanto más es la dilución el contenido de hierro disminuye. Por otro lado muestran los resultados que el contenido de hierro incrementa con la adición de zumo de maracuyá, debido principalmente a que el zumo de maracuyá también aporta hierro en (0.36 mg/100ml) en todas las bebidas. En lo referente al aplicar diferentes tiempos de cocción, los resultados muestran que no hay una influencia determinante en el contenido final de hierro de las bebidas bases y bebidas con adición de zumo de maracuyá de ambas variedades.

Por otro lado Velasco, (2007), reporto un contenido de hierro de 0.27mg/100ml en la bebida final a base de quinua malteada, manifestando que esta puede aportar con una parte de los minerales que necesita una persona en su dieta diaria.

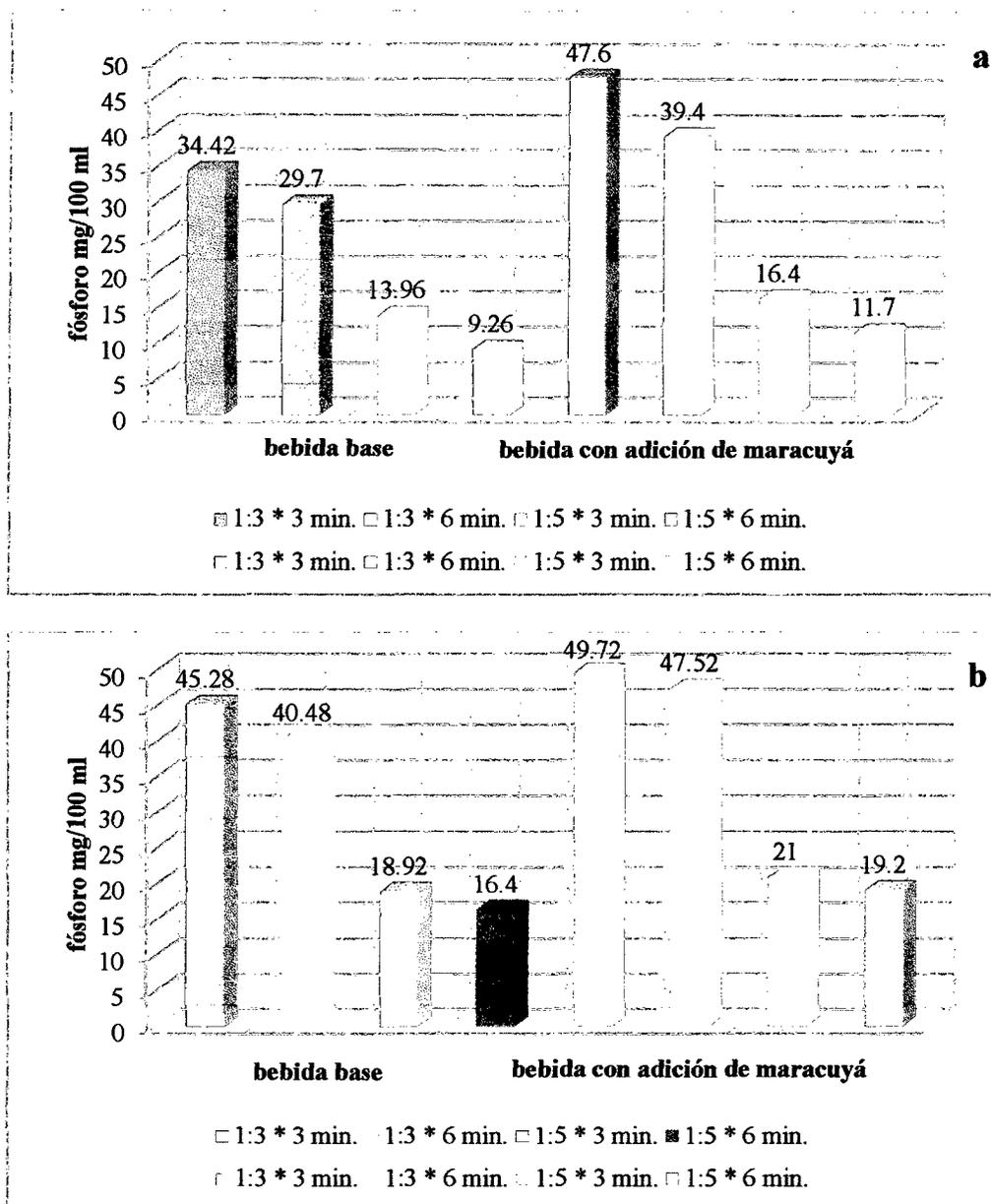
Los resultados mostrados en la figura 12, muestran el diagrama de Pareto que expresa el grado de significancia de las variables de la relación haba pre germinada: agua, tiempo de cocción y variedad de haba, en el contenido de hierro de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada con adición de zumo de maracuyá.



**Figura 12.** Diagrama de Pareto estandarizado para el hierro

Los resultados de la figura 12 muestra que el efecto más importante se debe a la relación (haba pre germinada: agua), mas no por el factor tiempo de cocción y la variedad de haba a utilizar, asimismo es pertinente aclarar que el signo de los factores presenta un coeficiente negativo lo que indicaría que para obtener una bebida con mayores cantidades de hierro se debe trabajar con los niveles más bajos de estas variables.

De igual manera, el contenido de fósforo para las bebidas bases y luego de ser adicionadas con zumo de maracuyá en las bebidas nutritivas a base de haba pre germinada de la variedad Peruanita y variedad Quelcao, se muestra en las (figuras 13a y 13b).



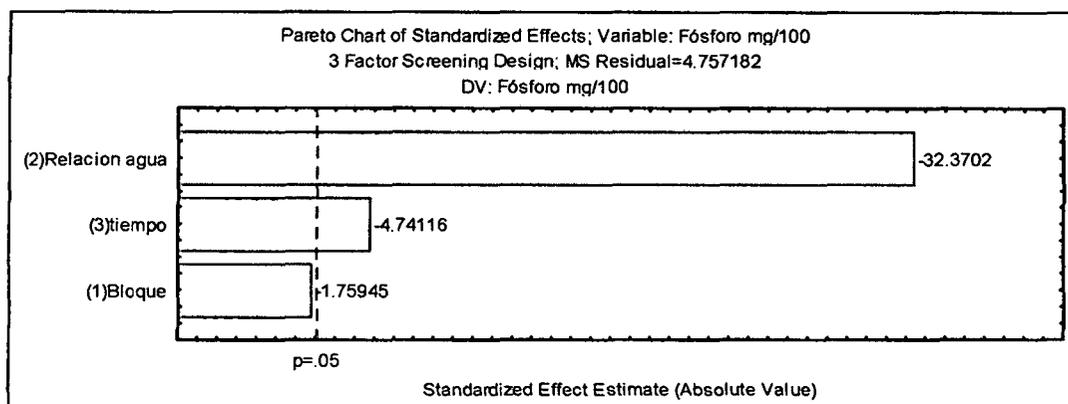
**Figura 15.** Variación del contenido de fósforo (mg/100ml) de la bebida base y bebida con adición de maracuyá de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

Analizando los resultados obtenidos, se puede observar una disminución mínima en el contenido de fósforo (mg/100ml) entre tratamientos y un ligero incremento al

adicionar zumo de maracuyá, esto debido principalmente a que el zumo de maracuyá aporta un 24.6 mg/100ml de fósforo a las bebidas finales. Velasco, (2007), manifiesta que los minerales son sustancias inorgánicas que participan en varios procesos del organismo por lo que son importantes para varias funciones fisiológicas de este. Son necesarios como activadores de las reacciones catalizadas por enzimas (Zinc, Molibdemo, magnesio); componentes del esqueleto (calcio y fósforo), de la hemoglobina y de las células sanguíneas (hierro cobalto y cobre), controladores del equilibrio, el agua y electrolitos (potasio y cloro). Según los resultados obtenidos del contenido de fósforo, es una de las razones que convierte a las bebidas a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, en bebidas que pueden aportar con una cierta cantidad de minerales en la dieta diaria de una persona.

En las (figuras 13a y 13b), se puede observar una disminución en el contenido de fósforo, está relacionado con la proporción (haba pre germinada: agua) y tiempo de cocción de la bebida, mostrando que cuanto más es la dilución de (haba pre germinada: agua) el contenido de fósforo disminuye lo mismo sucede cuando se aplican tiempos más prolongados de cocción.

En la figura 14, se muestra el diagrama de Pareto donde muestra el efecto de las variables y los bloques en la variable respuesta contenido de fósforo a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en la bebida nutritiva a base de haba pre germinada con adición de zumo de maracuyá.



**Figura 14.** Diagrama de Pareto estandarizado para el fósforo (mg/100 ml)

Los resultados de la figura 14 muestra que el efecto más importante se debe a la relación (haba pre germinada: agua), mas no por el factor tiempo de cocción y la variedad de haba a utilizar, asimismo es pertinente aclarar que el signo de los factores presenta un coeficiente negativo lo que indicaría que para obtener una bebida con mayores cantidades de fósforo se debe trabajar con los niveles más bajos de estas variables.

#### 4.5. Análisis sensorial de la bebida a base de haba pre germinado

El producto final las bebidas nutritivas a base de haba pre germinado variedad Peruanita y Quelcao no recibieron ningún tratamiento posterior. Las características organolépticas que se evaluaron son el color, olor, sabor, aroma y aceptabilidad.

Las evaluaciones han sido realizadas por un panel conformado por siete jueces entrenados los mismos que fueron seleccionados y entrenados para tal fin. El análisis sensorial fue nuestro instrumento de medición que constituyó las personas que

evaluaron la bebida, después de ser seleccionados y haberse comprobados el adiestramiento.

#### **4.5.1. Sabor y aroma de la bebida a base de haba pre germinado**

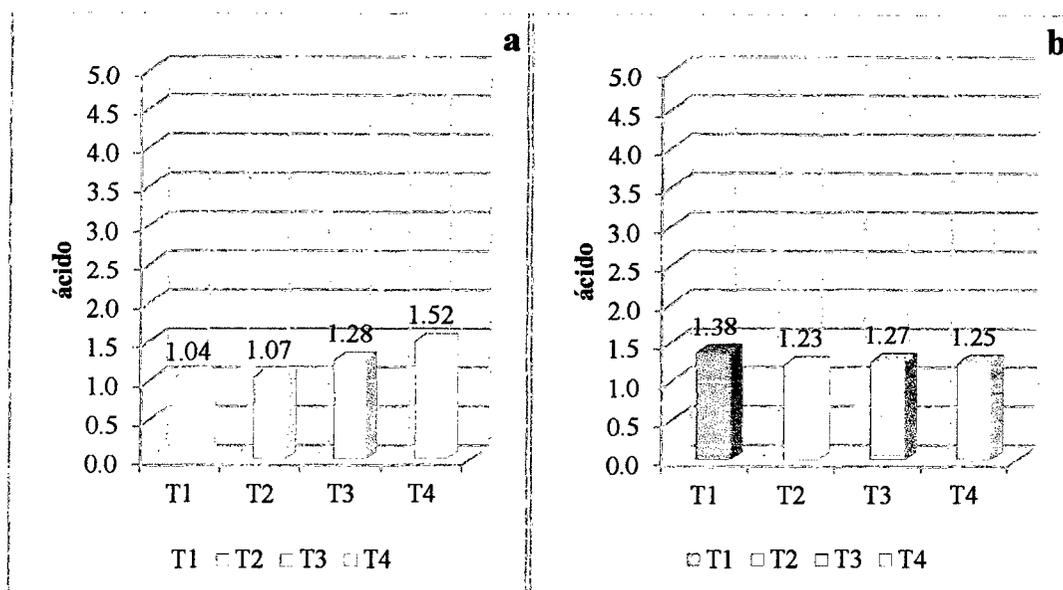
El sabor y el aroma de las bebidas finales están influenciados por los compuestos sensoriales que provienen de la materia prima, que se utilizó en la elaboración y por el tiempo de cocción aplicados. Los principales atributos que se evaluaron fueron; ácido, dulce, proteína, sabor a haba, sabor a maracuyá, astringente, fluidez, regusto y calidad general, estos atributos determinan características sensoriales negativas cuando el grado de percepción es muy alto, por el contrario el aroma de maracuyá tiene influencia positiva.

Las evaluaciones han sido realizadas por un panel conformado por siete jueces entrenados y el promedio de los resultados de sus apreciaciones se muestran en la tabla 15, se muestra el análisis descriptivo cuantitativo de ocho tipos de bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao. El procedimiento para realizar la evaluación sensorial se describe en detalle en la sección 3.5.4.2.

**Tabla 15. Promedio de puntuaciones obtenidas durante la evaluación sensorial de sabor y aroma en la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao.**

Atributos	T1	T2	T3	T4
	Escala 0-5	Escala 0-5	Escala 0-5	Escala 0-5
<b>variedad Peruanita</b>				
<b>Ácido</b>	1.04	1.07	1.28	1.52
<b>Haba</b>	2.11	2.14	1.37	1.17
<b>Astringente</b>	0.84	0.76	0.75	0.91
<b>Fluidez</b>	1.87	1.93	2.21	2.22
<b>Maracuyá</b>	1.47	1.56	1.68	1.58
<b>Dulce</b>	1.96	2.07	2.16	2.04
<b>Regusto</b>	1.34	1.31	0.80	0.98
<b>variedad Quelcao</b>				
<b>Ácido</b>	1.38	1.23	1.27	1.25
<b>Haba</b>	2.17	1.99	1.39	1.52
<b>Astringente</b>	0.67	0.76	0.75	0.86
<b>Fluidez</b>	1.68	1.70	2.33	2.14
<b>Maracuyá</b>	1.58	1.63	1.71	1.67
<b>Dulce</b>	2.13	2.22	2.06	2.17
<b>Regusto</b>	1.20	1.23	0.89	0.84

El sabor a ácido en la bebida final es una característica atribuida por la adición de zumo de maracuyá, alcanza valores que fluctúan entre 1.04 y 1.28; como se muestra en las (figuras 15a y 15b), valores relativamente bajos debido a que la adición de zumo de maracuyá fue en relación (zumo de maracuyá: bebida base) de 1:8. En la tabla 15, se observa que la percepción del sabor ácido de las bebidas finales, disminuye con respecto a la proporción dilución (haba pre germinada: agua), a menor dilución el sabor a ácido es menor, es decir que existe una relación directa.

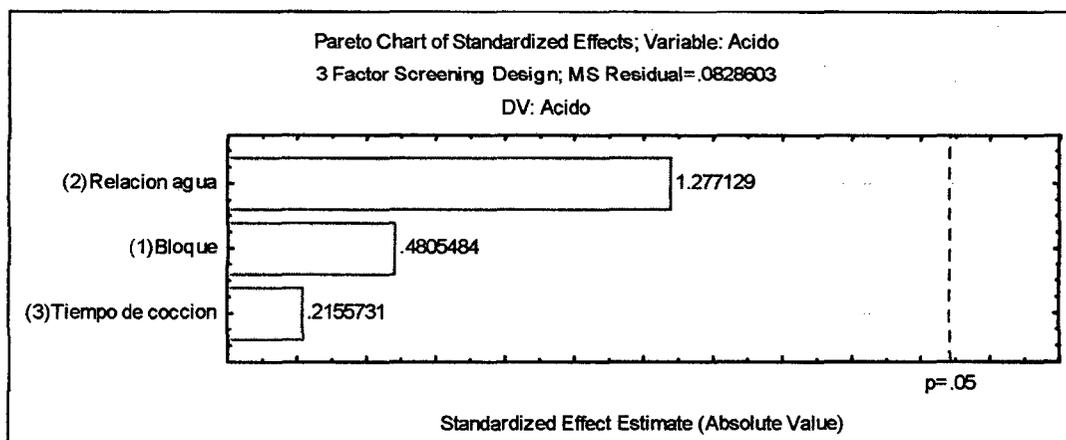


**Figura 15.** Grado de percepción del sabor ácido en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

El sabor ácido, según la percepción de los jueces, las bebidas obtenidas a T3 (1:5 haba pre germinada: agua y 3 minutos.), es mayor la percepción del sabor ácido, tanto en la bebida de variedad Peruanita como en la bebida de variedad Quelcao, mientras que las bebidas obtenidas a T1 (1:3 haba pre germinada: agua y 3 minutos.), mostraron un percepción menor del sabor ácido en ambos bloques.

El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción del ácido (ver apéndice 3.4.), muestra que las variables fijas (relación haba pre germinada: agua y tiempo de cocción) no presentan grado de significancia con respecto al atributo ácido y tampoco tiene significancia la influencia de los bloques.

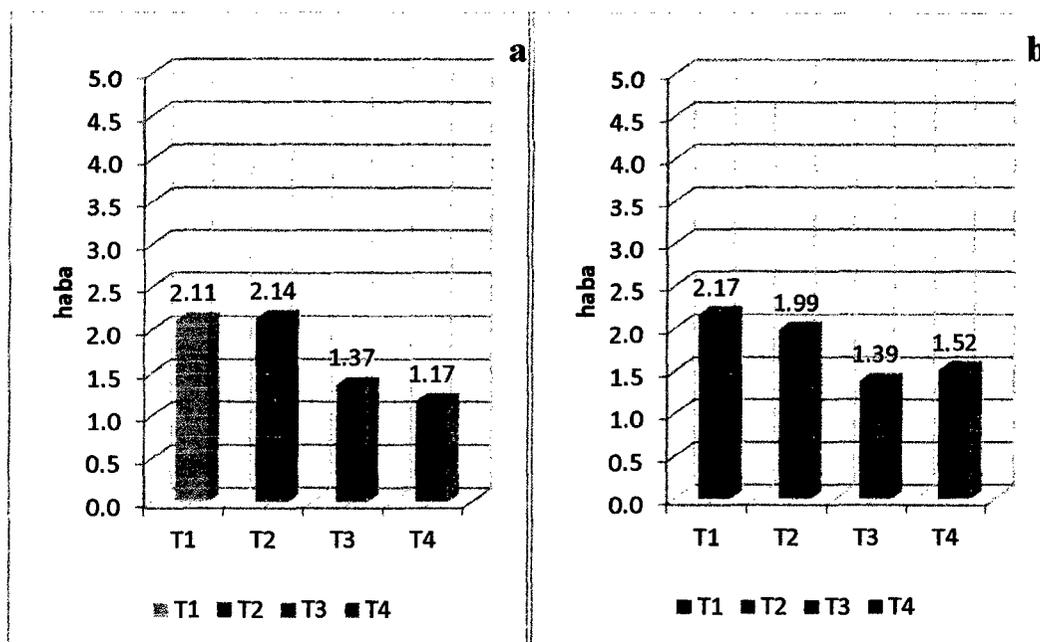
La respuesta considerada, fue la aceptabilidad de la percepción de ácido a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en el diagrama de Pareto, como se muestra en la figura 16.



**Figura 16.** Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo ácido

El sabor a haba en la bebida es típico de este producto como podemos apreciar en la tabla 15, los valores de la percepción alcanzaron valores superiores a uno, en una escala de medición de cero a cinco.

Por otro lado, en las (figuras 17a y 17b), el sabor a haba en las bebidas finales está relacionado en forma directa con la relación haba pre germinado: agua.

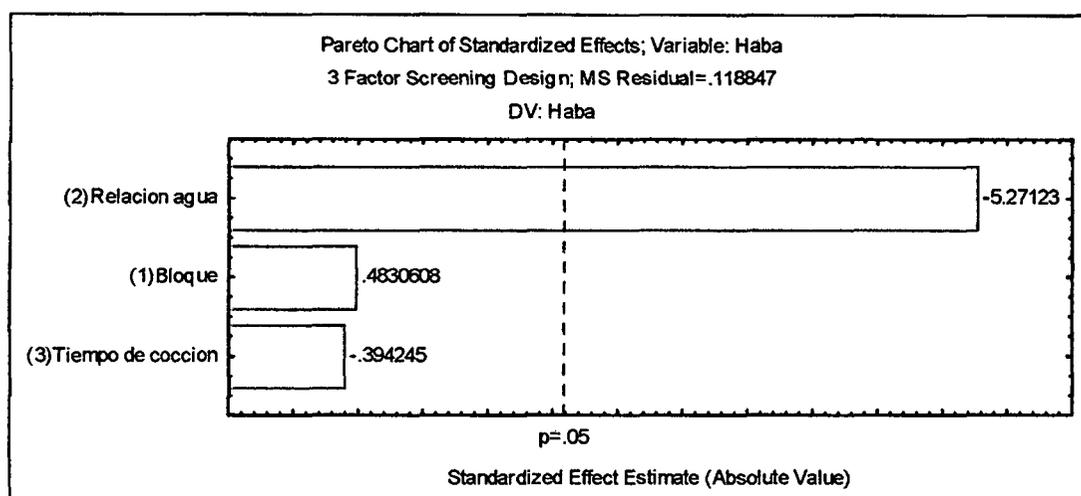


**Figura 17.** Grado de concentración del sabor a haba en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

Los resultados muestran que a menor proporción de haba pre germinada: agua y menor tiempo de cocción, mayor es la percepción de sabor a haba. Así mismo los resultados de la tabla 15 muestran que en promedio, el máximo valor de percepción a haba en la bebida a base de haba pre germinado se da en la variedad Quelcao en 2.17 de una escala de cero a cinco.

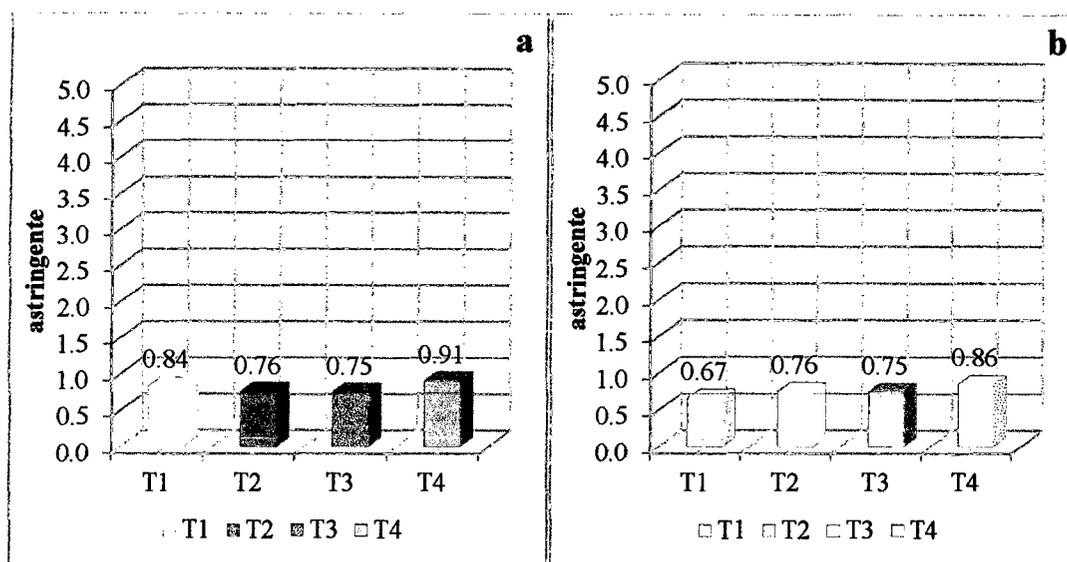
El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción del sabor a haba (ver apéndice 3.5.), muestra los valores que hay un grado de significancia de la variable relación haba pre germinado: agua con respecto al atributo sabor a haba, mas no así por parte del tiempo de cocción y los bloques.

Cuando la respuesta considerada fue la aceptabilidad de la percepción del sabor a haba a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) el diagrama de Pareto, en la figura 18 muestra que la mayor influencia se debió a la relación (haba pre germinada: agua).



**Figura 18.** Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo sabor a haba

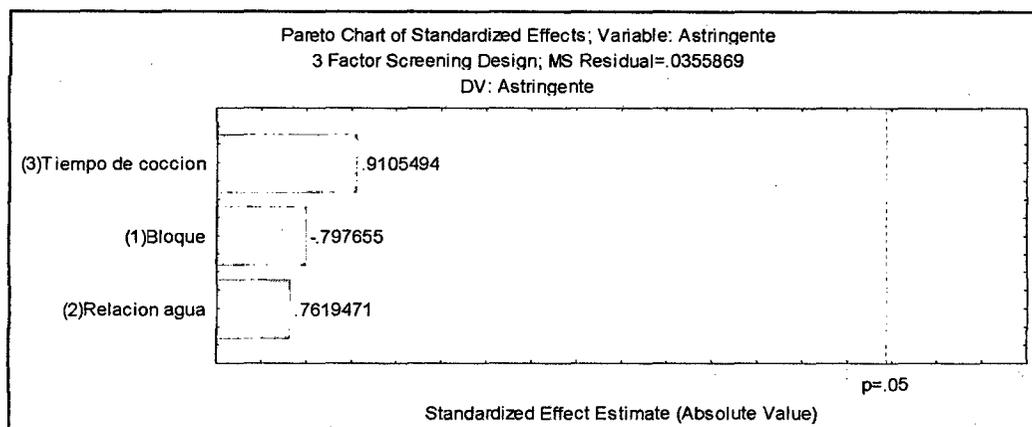
La percepción del atributo astringente en las bebidas finales de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, se obtiene que la mayor percepción del atributo astringente; se obtuvo en el tratamiento (T4) de 1:5 (haba pre germinada: agua) y 6 minutos en la bebida a base de haba pre germinada variedad Peruanita y el menor se obtuvo en el tratamiento (T1) de 1:3 (haba pre germinada: agua) y 3 minutos en la bebida a base de haba pre germinada variedad Quelcao con 0.67 en una escala de medición de cero a cinco. Lo que indica que esta característica no es de importancia significativa en la calidad sensorial de la bebida como se muestra en las (figuras 19a y 19b).



**Figura 19.** Grado de concentración del atributo astringente en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

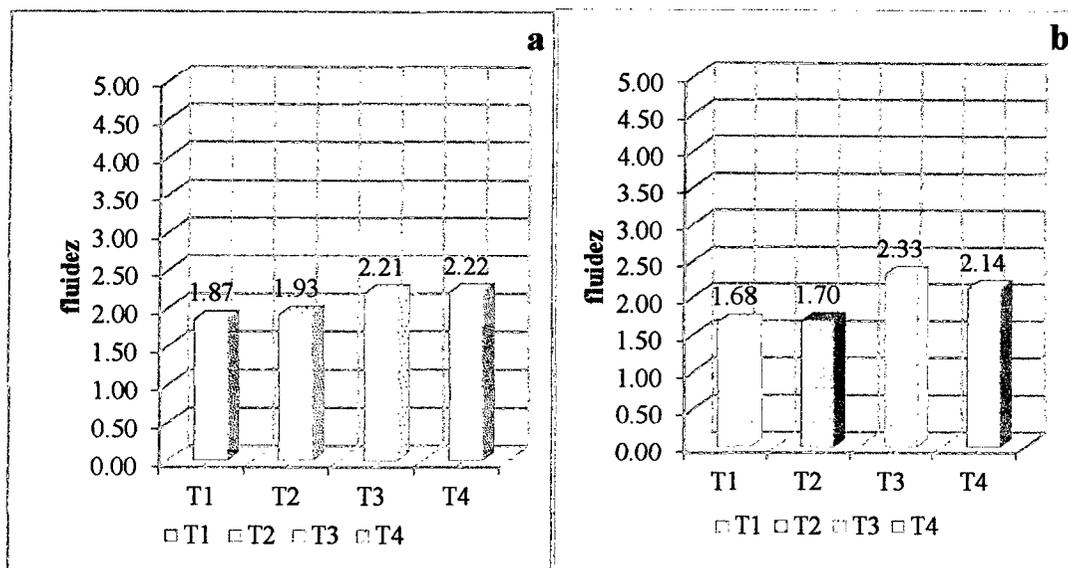
El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción del astringente (ver apéndice 3.6), muestra que no existe una influencia significativa de las variables relación haba pre germinada: agua, tiempo de cocción y de los bloques con respecto al atributo astringente.

La respuesta considerada fue la aceptabilidad de la percepción del atributo astringente a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en el diagrama de Pareto, como se muestra en la figura 20.



**Figura 20.** Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo astringente

La percepción de la fluidez de las bebidas finales de haba pre germinada variedad Peruanita y variedad Quelcao, es más fluida en aquella que se trabajó (T3) a 1:5 (haba pre germinada: agua) y 3 minutos y con la variedad Quelcao, mientras que la bebida menos fluida se obtuvo a trabajar (T1) a 1:3 (haba pre germinada: agua) y 3 minutos con la variedad Quelcao. Las respuestas sensoriales de los jueces para la percepción de la fluidez de las bebidas finales obtenidas se muestran en las (figuras 21a y 21b).



**Figura 21.** Percepción de la fluidez en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción de la fluidez (ver apéndice 3.7), muestra que existe una influencia significativa de la variable relación (haba pre germinada: agua) en la elaboración de la bebida, por otro lado no hay influencia significativa por parte del tiempo de cocción utilizados durante la elaboración de la bebida así como también de las variedades utilizadas.

Cuando la respuesta considerada fue la aceptabilidad de la fluidez a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) el diagrama de Pareto, en la figura 22 muestra que la mayor influencia se debió a la relación haba pre germinada: agua.

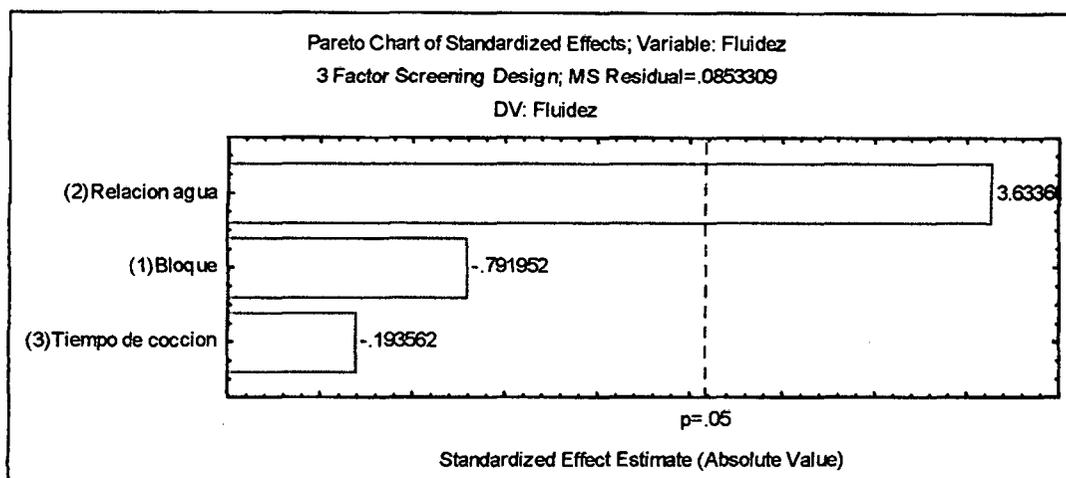
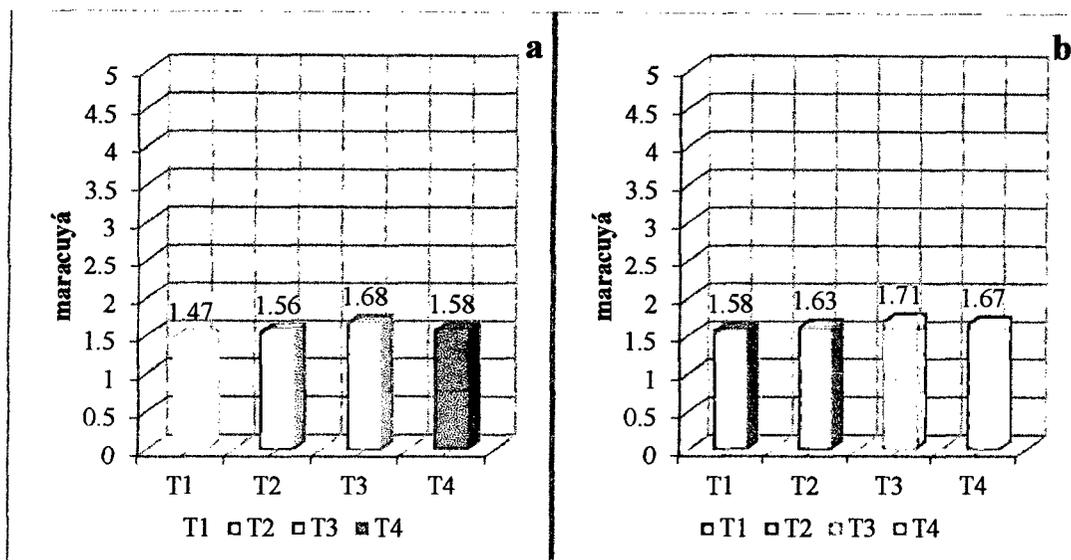


Figura 22. Diagrama de Pareto estandarizado para el atributo de la fluidez

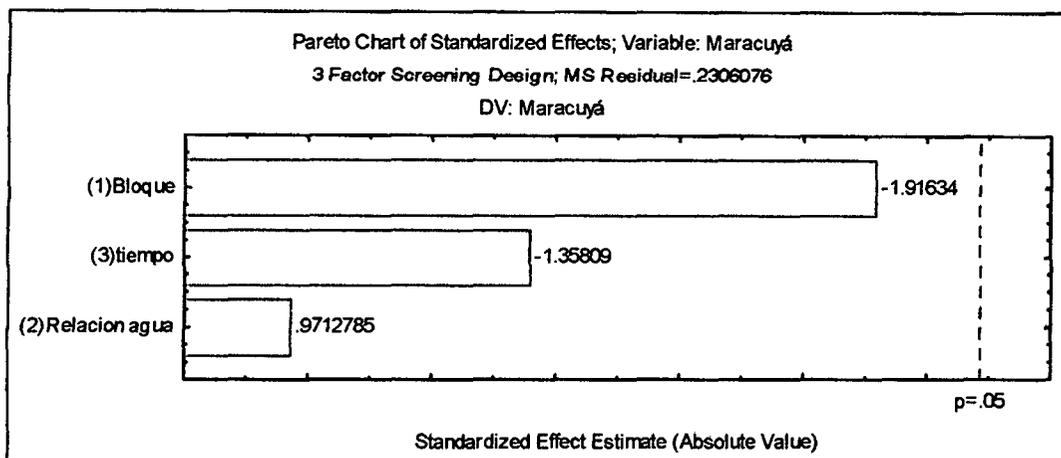
Por otro lado, el sabor a maracuyá en las bebidas finales está relacionado en forma directa con la concentración de sustitución de zumo de maracuyá: bebida base que fue de (1:8). Los resultados muestran que a mayor dilución de la relación haba pre germinado: agua, mayor será la percepción de sabor a maracuyá. Así mismo los resultados de las (figuras 23a y 23b), muestran que en promedio el máximo valor de percepción a maracuyá en la bebida final es 1.71 de una escala de cero a cinco la cual se da en el tratamiento (T3) a 1:5 haba pre germinada: agua y 3 minutos, este valor nos da una idea que su grado de percepción de maracuyá es moderado, e influye de manera positiva en las características sensoriales de la bebida final.



**Figura 23.** Percepción del sabor a maracuyá en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

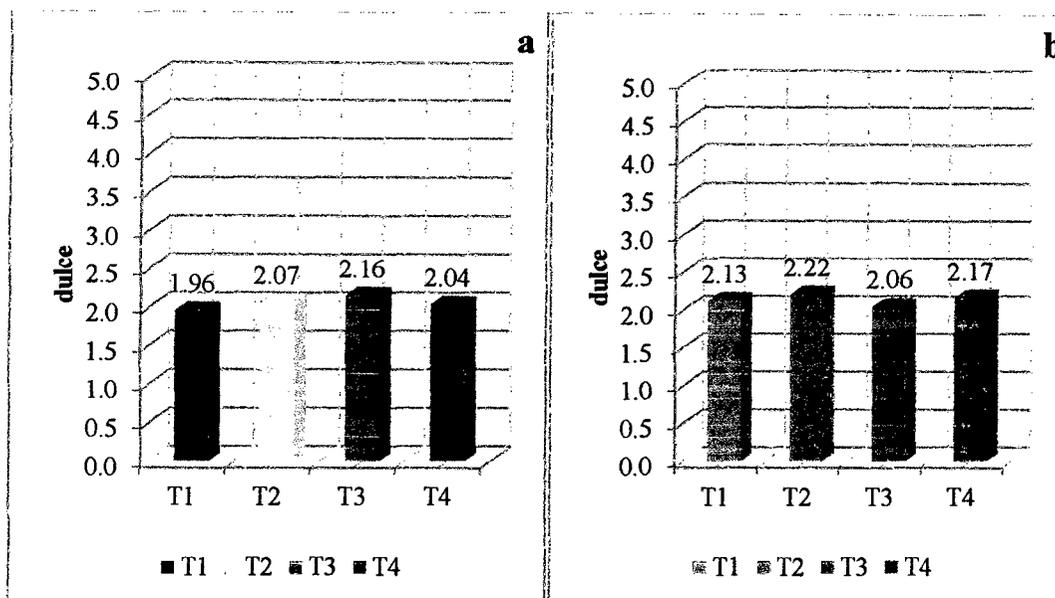
Se observa según el cuadro ANOVA ( $p < 0,05$ ) (ver apéndice 3.8), que no existe una influencia significativa de las variables relación (haba pre germinada: agua), tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida.

Cuando la respuesta considerada fue la intensidad de sabor a maracuyá a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) el diagrama de Pareto en la figura 24, muestra que no hay influencia significativa por parte de la relación (haba pre germinada: agua), tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida final.



**Figura 24.** Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del sabor a maracuyá

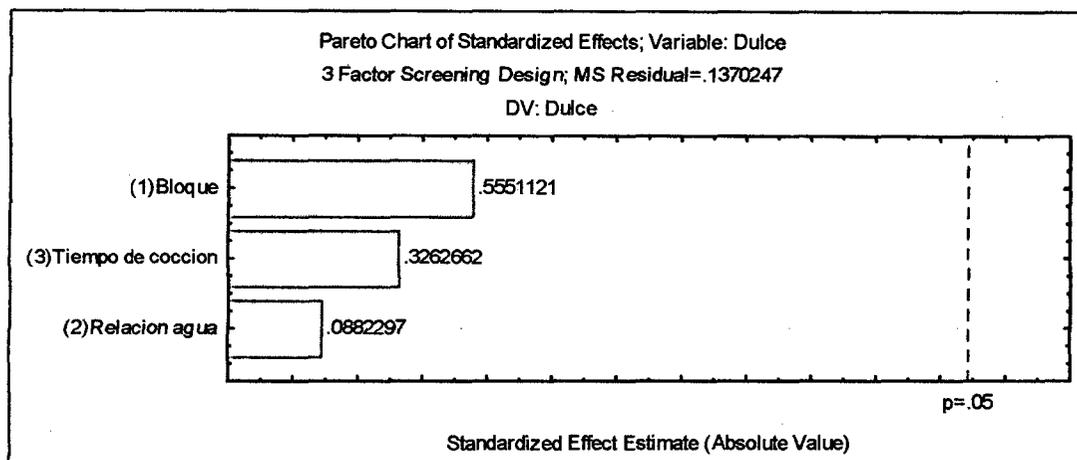
La percepción a sabor dulce en las bebidas finales está relacionado con la concentración de azúcar incorporado en el proceso de cocción este con el fin de mejorar la aceptabilidad de la bebida. En las (figuras 25a y 25b), se observa que la percepción del sabor dulce de las bebidas disminuye a medida que la concentración relación haba germinada: agua es mínima, obteniéndose una máxima percepción del sabor dulce en el tratamiento (T2) a 1:3 (haba pre germinada: agua) y 6 minutos en la bebida a base de haba pre germinada variedad Quelcao, por otro lado la percepción mínima del sabor dulce se da en el tratamiento (T1) a 1:3 (haba pre germinada: agua) y 3 minutos en la bebida a base de haba pre germinada variedad Peruanita.



**Figura 25.** Percepción del sabor dulce en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

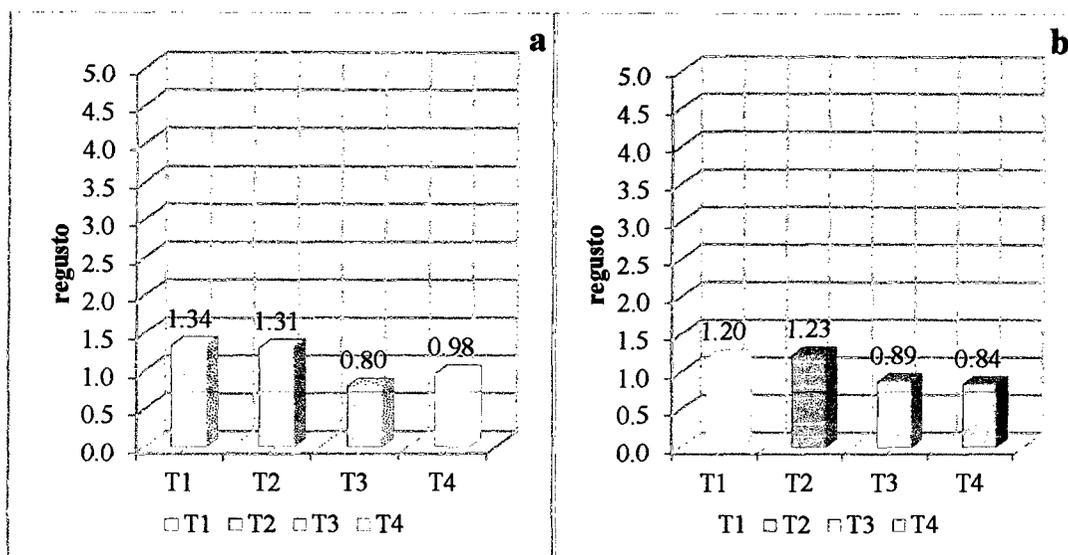
Se observa según el cuadro ANOVA ( $p < 0,05$ ) (ver apéndice 3.9), que no existe una influencia significativa de las variables relación haba pre germinada: agua, tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida con respecto a la percepción del sabor dulce.

Cuando la respuesta considerada fue la intensidad de sabor dulce a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en el diagrama de Pareto en la figura 26, muestra que no hay influencia significativa por parte de la relación haba pre germinada: agua, tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida final.



**Figura 26.** Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del sabor dulce

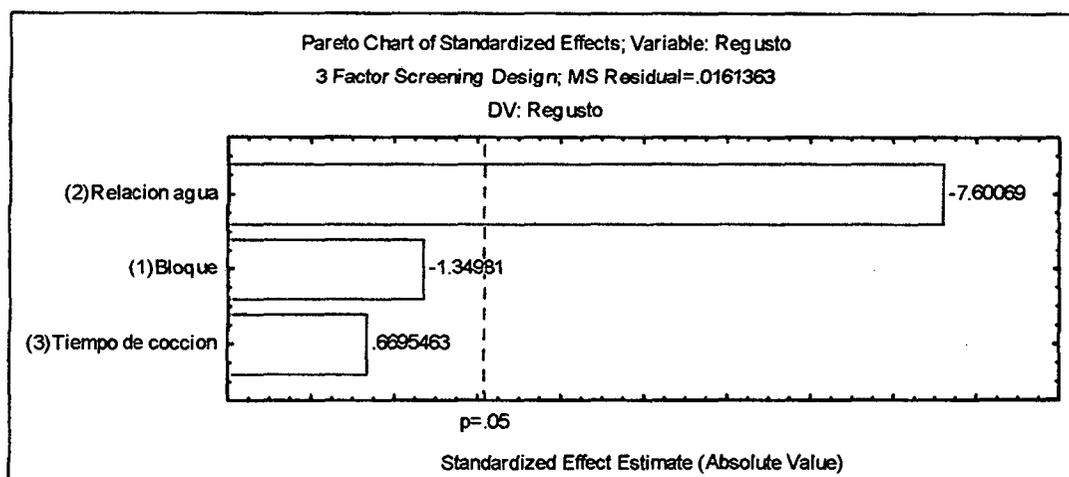
Respecto al atributo de regusto o gusto residual es una característica que queda en el paladar después de catar la bebida, los resultados en la tabla 15, muestran que la percepción del regusto en las bebidas finales alcanzó valores mayores a uno, de una escala de intensidad de cero a cinco, obteniéndose un valor máximo promedio de 1.34 en el tratamiento (T1) a 1:3 relación de haba pre germinada: agua y 3 minutos de cocción en la variedad Peruanita. Por otro lado, se observa en las (figuras 27a y 27b), que la intensidad del regusto disminuye cuando la relación haba pre germinado: agua es mayor y el tiempo de cocción es prolongado.



**Figura 27.** Percepción del regusto en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

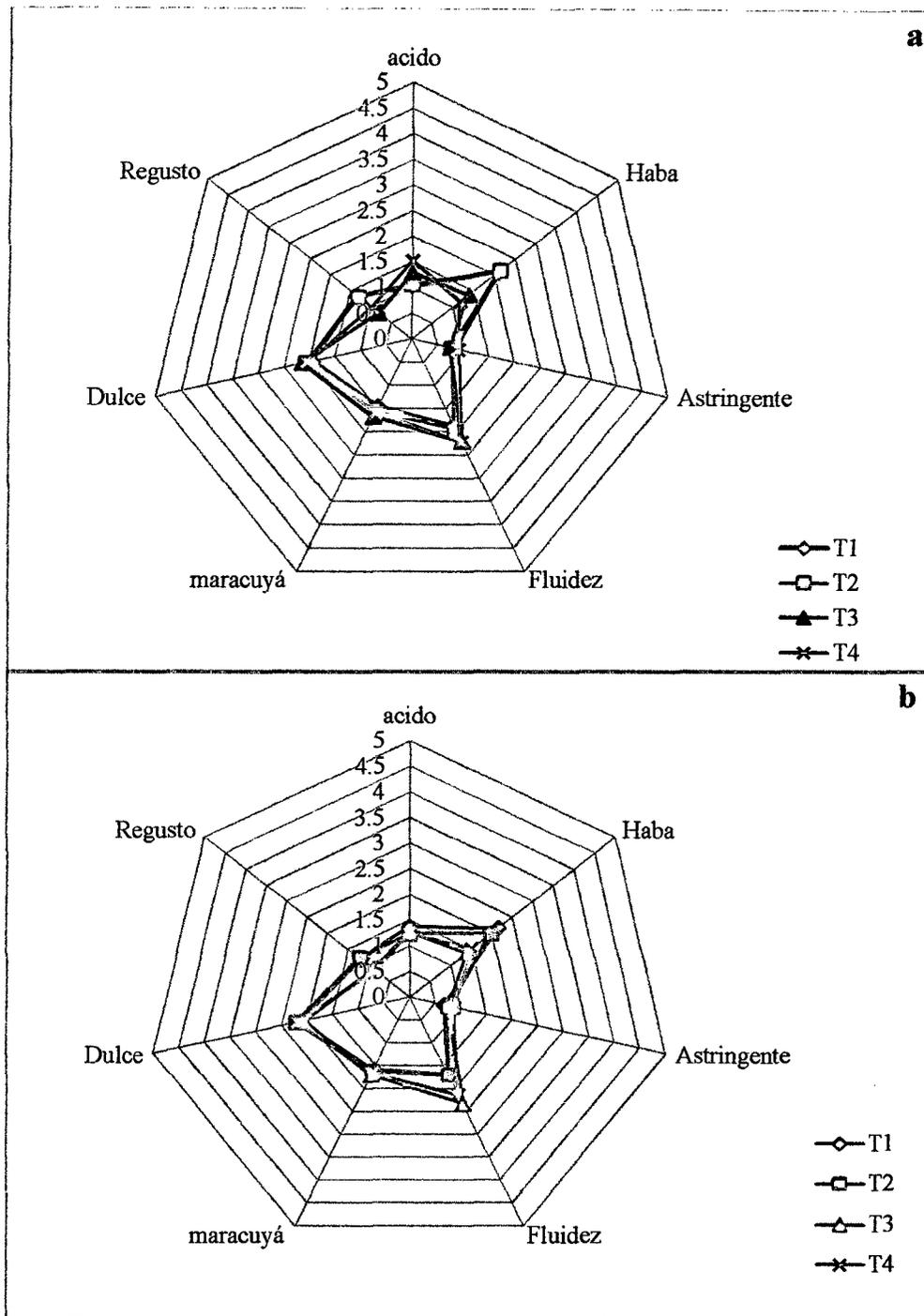
El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción del regusto (ver apéndice 3.10), muestra que existe una influencia significativa de la variable relación haba pre germinada: agua en la molienda, mas no del tiempo de cocción y las variedades de haba.

Cuando la respuesta considerada fue la intensidad de sabor dulce a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ) en el diagrama de Pareto en la figura 28, muestra una influencia significativa por parte de la relación haba pre germinada: agua, mas no así por el tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida final.



**Figura 28.** Diagrama de Pareto estandarizado para la percepción del regusto o gusto residual

Los resultados de la evaluación sensorial, con respecto a la interrelación de los atributos de las bebidas finales, se presenta en las (figuras 29a y 29b), donde se puede subrayar que en los tratamientos, los panelistas afirmaron mayores niveles de percepción de los atributos: fluidez, haba y dulce; los atributos que tuvieron niveles mínimos fueron los atributos: ácido, regusto, maracuyá y astringente como se ha reportado en las bebidas finales de haba pre germinada de variedad Peruanita y variedad Quelcao.



**Figura 29.** Atributos sensoriales evaluados en las bebidas finales de *Vicia faba* variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

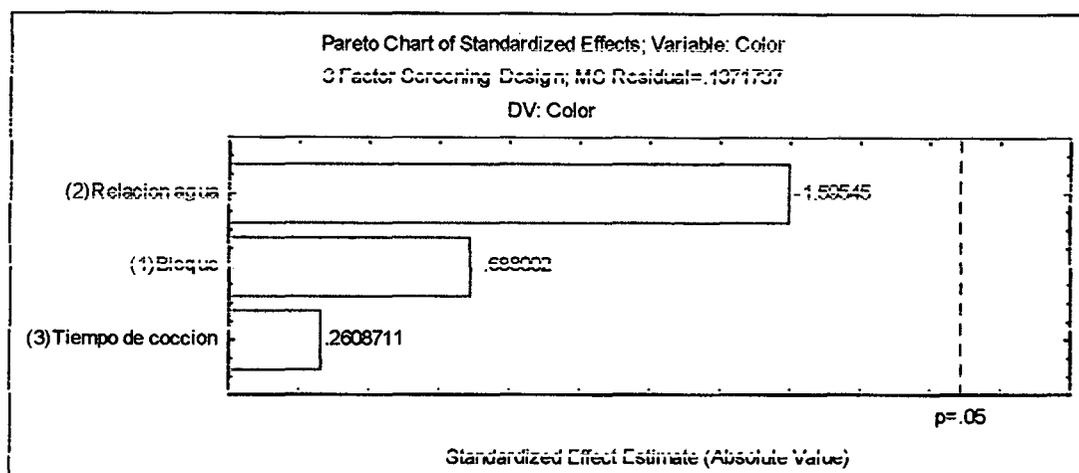
#### 4.5.2. Color de la bebida a base haba pre germinado

La evaluación organoléptica realizada para valorar la calidad sensorial de la bebida a base de haba pre germinada incluye la prueba afectiva del color, los resultados de la evaluación de color se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16. Promedio de los valores de percepción del color de la bebida a base de haba pre germinado variedad Peruanita y variedad Quelcao**

	<b>INTENSIDAD DE COLOR</b>			
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	Escala 0-5	Escala 0-5	Escala 0-5	Escala 0-5
<b>Variedad Peruanita</b>	3.00	3.29	2.57	2.57
<b>Variedad Quelcao</b>	2.80	2.62	2.78	2.82

El cuadro ANOVA con un nivel de confianza de 95 % ( $p < 0,05$ ) para la percepción del color (ver apéndice 3.11), muestra que no existe una influencia significativa de las variables relación haba pre germinada: agua en la molienda, tiempo de cocción y las variedades de haba utilizadas. Cuando la respuesta considerada fue la intensidad de color a un nivel de significación del 95% ( $p < 0,05$ ), en el diagrama de Pareto, en la figura 30, se muestra que no hay influencia significativa por parte de la relación haba pre germinada: agua, tiempo de cocción y variedad utilizada, en la elaboración de la bebida final.



**Figura 30.** Diagrama de Pareto estandarizado para la precepción del color

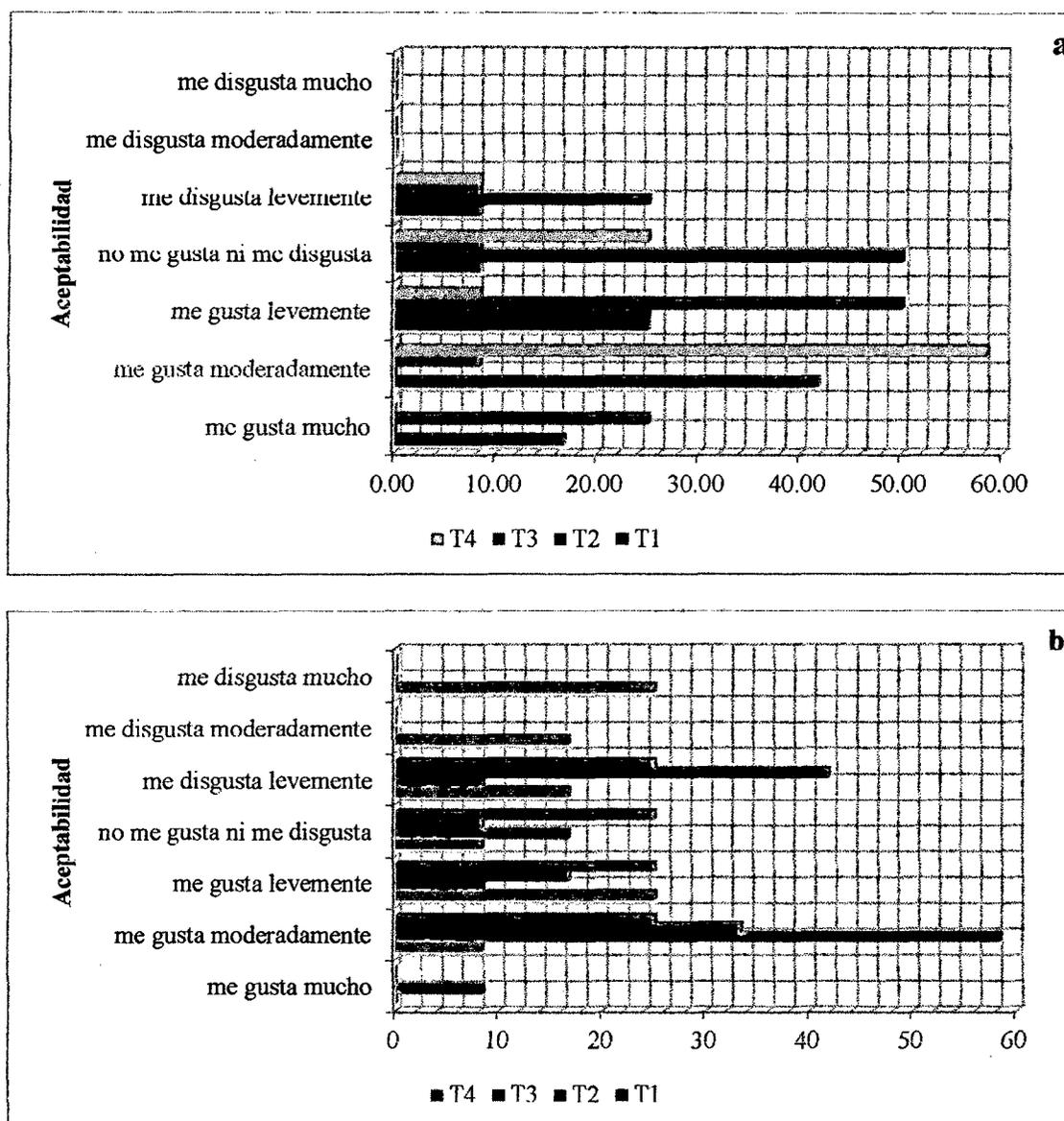
El tratamiento calificado por los jueces con menor intensidad del color fue el tratamiento tres (T3) de la variedad Peruanita; mientras que el tratamiento con mayor intensidad del color es el tratamiento dos (T2) de la variedad Peruanita. Así mismo, el color de la bebida final mejoró con la adición de zumo de maracuyá dándole un color amarillo claro, existiendo diferencias entre tratamientos y entre bloques gráficamente, más no estadísticamente.

#### **4.5.3. Aceptabilidad de la bebida**

Para realizar el análisis de aceptabilidad de los tratamientos, fue necesario utilizar la prueba de rangos de Friedman debido a que los datos son no paramétricos, según la ficha de degustación adjunta en el apéndice 1.3.

La evaluación de la aceptabilidad, según las (figuras 31a y 31b), muestra que la mayoría de los panelistas dieron un grado de aceptación favorable en todos los

tratamientos y en ambos bloques, pero se presentó con mayor aceptabilidad el tratamiento (T3) de 1:5 relación haba pre germinada: agua y a 3 minutos de cocción en la variedad Peruanita con un porcentaje de 25% de aceptación y el tratamiento (T2) de 1:3 relación haba pre germinada: agua a 6 minutos de cocción en la variedad Quelcao con un porcentaje de 8.33%, con un calificativo de “me gusta mucho” y alcanzaron valores máximos en el tratamiento (T4) a 1:5 relación haba pre germinado: agua a 6 minutos de cocción en la variedad Peruanita con un porcentaje de 58.33% de aceptación, el tratamiento (T2) de 1:3 relación haba pre germinada: agua a 6 minutos de cocción en la variedad Quelcao con un porcentaje de 58.33% con un calificativo de “me gusta moderadamente”, tal como se muestra en las (figuras 31a y 31b). Estos resultados nos indican que la bebida de haba pre germinado se presenta con una buena aceptabilidad al consumidor.



**Figura 31.** Aceptabilidad por los clientes de las diversas muestras de la bebida nutritiva a base haba pre germinada variedad Peruanita (a) y variedad Quelcao (b).

Por otro lado se encuentra en porcentajes menores las calificaciones desfavorables, a la bebida a base de haba pre germinada, estos resultados puede deberse consistencia espesa, probablemente debido a la concentración de almidón y de carbohidratos que

aún persisten, los que por efecto de la cocción, gelifican confiriendo a la bebida una viscosidad muy acentuada; por otro lado el tiempo de cocción también influye en la aceptabilidad ya que a tiempos de 3 minutos la presencia a sabor vegetal aún persiste con intensidad en la bebida la misma que va disminuyendo según el tiempo de cocción se prolongó. Se presentó con menor aceptabilidad el tratamiento (T2) de 1:3 relación haba pre germinada: agua a 6 minutos de cocción en la variedad Peruanita con un porcentaje de 25.02% y el tratamiento (T3) de 1:5 relación haba pre germinada: agua a 3 minutos de cocción en la variedad Quelcao con un porcentaje de 41.67% con un calificativo de “me disgusta levemente” y el tratamiento que tuvo el menor calificativo fue el (T1) de 1:3 relación haba pre germinada: agua a 3 minutos de cocción de la variedad Quelcao con un porcentaje de 25.00% con un calificativo de “me disgusta mucho”. Es necesario mencionar que las bebidas ofrecieron mejores resultados en todos los atributos, cuando la bebida base fue adicionada con zumo de maracuyá, sin embargo, se puede considerar una acidez algo acentuada propia del maracuyá, y la textura fue como ligeramente áspera al paladar, debido probablemente a la naturaleza de la mezcla ácido proteína.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La obtención de una bebida nutritiva a base de haba pre germinada es técnicamente factible. Con un buen rendimiento en proteínas solubles, obteniéndose bebidas con aceptabilidad de un calificativo “me gusta mucho”, que le corresponde al tratamiento (T3) de 1:5 (relación haba pre germinada: agua) con 3 minutos de cocción en la variedad Peruanita con una composición nutricional de 0.94% en proteína, 0.38 en mg/100 hierro y 16.4 en mg/100 de fósforo y un porcentaje de 25% de aceptación, y el tratamiento (T2) de 1:3 relación haba pre germinada: agua en la molienda y a 6 minutos de cocción en la variedad Quelcao con una composición nutricional de 2.42 % en proteína, 0.98 en mg/100 hierro y 47.52 mg/100 de fósforo y un porcentaje de 8.33% de aceptación.
- En base al análisis nutricional de la bebida, se determinó que existe influencia significativa por parte de la variable independiente relación haba pre germinada: agua, en el proceso de molienda en las características nutricionales de la bebida final mas no por el tiempo de cocción y las variedades de haba utilizada en el proceso de elaboración, es enmarcado como el mejor tratamiento al (T 2) de 1:3 relación haba pre germinada: agua en la molienda a 6 minutos de cocción en la variedad Quelcao con una composición nutricional de 2.42 % en proteína, 0.98 en mg/100 hierro y 47.52 en mg/100 de fósforo.

- En relación a la proporción de haba pre germinada: agua durante el proceso molienda, esta influye sobre la percepción del sabor a haba, mas no por el tiempo de cocción determinándose que la formulación con mayor aceptación es la que responde a las siguientes especificaciones de 1:5 relación haba pre germinada: agua y a 6 minutos de cocción en la variedad Peruanita alcanzando valores de 1.17 medidas en una escala de 1 a 5, favoreciendo a la menor percepción de sabor a haba en la bebida final. Del mismo modo se concluye que la proporción de haba pre germinada: agua en el proceso de molienda influyó significativamente sobre el atributo de la fluidez, mas no por el tiempo de cocción propiamente dicho, mostrando como mejor tratamiento a 1:5 relación haba pre germinada: agua a 6 minutos de cocción en la variedad Peruanita, alcanzando un valor de 2.22 en una escala de 1 a 5, mejorando la fluidez de la bebida final. Mientras que los atributos que no presentaron significancia fueron: ácido, astringente, maracuyá, dulce y regusto.
- Se determinó que con respecto al factor de estudio variedad de haba a utilizar en el proceso de elaboración, no influye en la composición nutricional y evaluación sensorial de la bebida final, demostrándose estadísticamente entre tratamientos, factores y entre bloques donde no existió significación.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar análisis microbiológico de la bebida nutritiva para determinar los microorganismos presentes, por causas de contaminación y establecer los máximos permitidos en un periodo de tiempo.
- Evaluar la vida útil de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada, con la finalidad de comercializar en un periodo determinado y no causar intoxicación a los consumidores.
- Debido que en el departamento de Apurímac la producción y consumo del haba es significativa, se recomienda que los resultados de la presente investigación puedan ser utilizados como punto de partida para una industrialización alternativa, mejorando así la economía de las personas dedicados a esta actividad.
- Por los buenos resultados obtenidos en la investigación se puede experimentar con la mezcla de cereal/leguminosa, que iguale o supere en las características nutricionales, digestibilidad proteínica *in vitro* y aceptabilidad, buscando mejorar la calidad de la bebida.

- CHUNG, K.T.; WONG, T.Y.; WEI, C.I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. (1998). Tannins and human health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6): 421-464.
- COLLAZOS, C.; WHITE, P. y WHITE, H. (1993). La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva. Lima, Perú
- CRESPO, M. (1996). Haba (*Vicia faba L.*). En las leguminosas en la agricultura boliviano. Cochabamba, Bolivia. p.175-192.
- CRONQUIST, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, N Y, EEUU, pag 1262.
- CUBERO, J. y MORENO M. (1983). Leguminosas de grano. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 359 p.
- CZUKOR B. (2000). Processing. En: Carbohydrates in Grain Legumes Seeds, Improving Nutritional Quality and Agronomic Characteristics, Hedley C.L. (Ed.), CABI Publishing, Norwich, UK, 112-115.
- DE HARO, A. (1983). La calidad nutritiva de las leguminosas grano y su control genético. En: Leguminosas de grano, Cubero J.I., Moreno M.T. (Ed.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 211-249.
- DE LA CUADRA, C. (1993). Germinación, latencia y dormición de las semillas.

Hojas Divulgadoras Núm. 3/92HD del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

DONANGELO, C.M.; TRUGO, L.C.; TRUGO, N.M.F.; EGGUM, B.O. (1995).

Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chem.*, 53: 23-27.

DONANGELO, C.M.; TRUGO, L.C.; TRUGO, N.M.F.; EGGUM, B.O. (2000).

Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. *Food Chem.* 53:23-27.

ELSHEIKH, E.A.E.; FADUL, I.A. Y EL TINAY A.H. (2000). Effect of cooking on

anti-nutritional factors and in vitro protein digestibility (IVPD) of faba bean grown with different nutritional regimes. *Food Chem.*, 68: 211-212.

FAROUK, A. (1982). Hard seeds in faba bean. In: Hawtin, G. & Webb, C. (Eds.):

Faba bean Improvement. ICARDA. ISBN 90 247 25933. 6: 363 - 371.

FARRAN, M.T.; DARWISH, A.H.; UWAYJAN, M.G.; SLEIMAN, F.T. y

ASHKARIAN, V.M. (2002). Vicine and Convicine in common vetch (*Vicia sativa*) seeds enhance  $\beta$ -cyanoalanine toxicity in male broiler chicks.

*International Journal of Toxicology*, 21: 201-209.

FINNEY, P.L.; MORAD, M.M.; HUBBARD, J.D. (1980). Germinated and

ungerminated faba bean in conventional U.S. breads made with and without

sugar and in Egyptian Balady Breads. *Cereal Chemistry*, 57:267-270

GALICIA FERNANDEZ, J. R. (1995). Investigación tecnológica para la elaboración de una bebida nutritiva a base de haba seca. Tesis UNSA – Arequipa.

GARCÍA AGUSTÍN, P. y PRIMO MILLO, E. (1993). Germinación de las semillas. En: *Fisiología y Bioquímica Vegetal*, Azcon-Bieto J., Talon M. (Eds), España, McGraw Hill Interamericana, 419-433.

GHORPADE, V.M. Y KADAM, S.S. (1989). Germination. En: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilitation*. Vol. III. Salunkhe D.K., Kadam S.S., (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU, 165-176.

GOYOAGA JORBA, C. (2005). Estudio de factores no nutritivos en “*Vicia faba L.*”: influencia de la germinación sobre su valor nutritivo. Tesis Doctoral Universidad Complutense De Madrid. Madrid – España.

GRANT, G. (1989). Anti-nutritional effects of soyabean: a review. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13: 317-348.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. (1998). Endogenous phytate-degrading enzymes are responsible for phytate reduction while preparing beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Processing Preservation*, 29: 321-331.

GUILLON, F. y CHAMP, M. M. J. (2002). Carbohydrate fractions of legumes: uses

in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*, 88(3): S293-S306.

HADDAD, J. Y ALLAF, K. (2004). Reduction of antinutritional factors of soybean and rapeseed by processing: description of the process and effectiveness evaluation. En: 5th European Conference on Grain Legumes, Abstracts of posters n° 71.

HARRIS, K. (1975). *Nutritional Evaluation of Food Processing*. Second Edition. Edit. Avi Textbook Series. West Port Connecticut. Pag. 176 – 183.

HEBBLETHWAITE, P. (1983). *The faba bean (Vicia faba L.)*. University of Nottingham School of Agriculture, Cambridge, Great Britain. 573p.

HEGAZY, M.I. y MARQUARDT, R.R. (1983). Development of a simple procedure for complete extraction of vicine and convicine from fababeans (*Vicia faba L.*) *J. Sci. Food Agric.*, 34:100-108.

INIA – PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CULTIVOS ANDINOS (2005). *Plan Estratégico 2005 al 2010*

KADAM, S.S.; DESHPANDE, S.S.; JAMBHALE, N.D. (1989). Seed structure and composition. En: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilitation*. Vol. I. Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU, 23-50.

- KHOKHAR, S.; CHAUHAN, B.M. (1986). Antinutritional factors in moth bean (*Vigna aconitifolia*): varietal differences and effects of methods of domestic processing and cooking. *J. Food Sci.*, 591-594.
- LABUDA, S., y LABUDA, H. (1990). Chemical composition of faba bean plants at early- green and a green seed stages. *FABIS, newsletter 27*: 20-23.
- LIENER, I.E. (1989). Antinutritional factors. En: *Legumes: Chemistry, Technology, and Human Nutrition*. Matthews R.H. (Ed.), Marcel Dekker, N Y, EEUU, 339-370.
- MARBELLY, A.; DAVILA, Elba; SANGRONIS, Marisela. (2003). *Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales*. Granito Universidad Simón Bolívar, Laboratorio de Análisis de Alimentos. Caracas - Venezuela.
- MARQUARDT, R. (1984). Faba beans as a potencial protein rich feedstuff for poultry. *FABIS, newsletters 8*: 18-25.
- MARQUARDT, R.R.; MCKIRDY, J.A.; WARD, T.; CAMPBELL, L.D. (1975). Amino acid, hemagglutinin and trypsin inhibitor levels, and proximate analyses of faba beans (*Vicia faba*) and faba bean fractions. *Can. J. Anim. Sci.*, 55: 421-429.
- MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; LARA, J. C. C.; TOCHINI, R. P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A. y CANTO, W. L. (1980). *Maracujá-da*

cultura ao processamento e comercializacao. Gov. Est. Sao Paulo, Sec. Agric. e Azastecimento, Coord. Pesq. Agropecuária, Inst. Tecnologia de Alimentos Sér. Frutas Tropicais -9. Campinas. 207 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2007). Estadísticas Agrarias 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2011). Oficina de estadística. Departamento de Apurímac – Perú

MIRANDA DUEÑAS, M.R. (1990). En ensayo de elaboración de una bebida a base de haba seca (*Vicia faba L.*). Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.

MONTOYA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, Á.; REYES MORENO, C.; MILAN NORIS, E.; GUTIÉRREZ DORADO, R.; MORA ROCHIN, S.; MILÁN CARRILLO, J. (2010). Bebida de Alto Valor Nutricional Elaborada a Base de Harina de Maíz (*Zea mays L*) de Calidad Proteínica Extrudido y Harina de Garbanzo (*Cicer arietinum L*) Tostado. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán Sinaloa, México.

MUZQUIZ, M.; HILL, G.D.; CUADRADO, C.; PEDROSA, M.M.; BURBANO, C. (2004). Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Oilseeds. EAAP publication, Wageningen, The Netherlands.

NEWAZ, N. y NEWAZ, M. (1986). Funtional properties of faba bean seed flour.

FABIS, Newsletter 15: 55-58.

NIBA, L.L. y ROSE, N. (2003). Effect of soaking solution concentration on resistant starch and oligosaccharides content of adzuki (*V. angularis*), fava (*V. faba*), lima (*P. lunatus*) and mung bean (*V. radiata* L.). *J. Food Sci.*, 1(1): 4-8.

NIELSEN, S.S. (1991). Digestibility of legume proteins. *Food Technol.*, 9: 112-114, 118.

NORMA TÉCNICA NACIONAL. (1992). ITINTEC. 205.024. Especificaciones técnicas: habas entera seca

NORMAS INTERNACIONALES PARA EL ENSAYO DE SEMILLAS – ISTA. (1999). The germination test. International Seed Testing Association - International Rules for Seed Testing.

OTERO ORTIZ, L. (2010). SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LÚPULO (*Humulus lupulus*) POR HARINA DE COCA (*Erythroxylum coca*) EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA TIPO ALE, UTILIZANDO UNA CEPA NATIVA DE *Saccharomyces sp.* Tesis Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac. Apurímac – Perú.

PALACIOS, M. (1970). Estudio de las variaciones morfológicas y agronómicas en algunas colecciones de haba (*Vicia faba* L.). Cultivadas en el Perú. Tesis Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima – Perú.

- PÉREZ, S. y TORRALBA, A. (1997). La fijación del Nitrógeno por los seres vivos. Seminario Fisiología Vegetal, 21.01. Facultad de Biología Oviedo., 21.
- PITZ, W., SOSULSKI, F., y ROWLAND, C. (1981). Effect of genotype and environment on vicine and convicine levels in faba beans (*Vicia faba* variedad minor (Herz) Beck). Journal of the Science of Food and Agriculture 32: 1-8.
- PIZA J., C. T. (1966). Cultura do maracujá. Sbc. Agr. do Estado de Sao Paulo. Dep. Producao Vegetal. Ser. Bol. Tec. 5. Campinas. 102 p.
- PRODANOV, M.; SIERRA, I. Y VIDAL-VALVERDE C. (1997). Natural fermentation of lentils - influence of time, temperature and flour concentration on the kinetics of thiamin, riboflavin and niacin. Z. Lebensm. Unters. Forsch. A., 205(6): 464-469.
- PRUTHI, J. S. (1963). Physiology, chemistry and technology of passion fruit. Adv. in Food Research 12: 203-282.
- RABABAH, T.M.; AL MAHASNEH, M.A.; EREIFEJ, K.I. (2006). Effect of chickpea, broad bean, or isolated soy protein additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits. Journal of Food Science, 71:438-442
- REDDY, N.R. Y SALUNKHE, D.K. (1989). Fermentation. En: Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilitation. Vol. I. Salunkhe D.K., Kadam S.S. (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida,

EEUU, 177-218.

ROCKLAND, L.B.; ZARAGOZA, E.M. y HAHAN, D.M. (1973). Institutional preparation of quick cooking beans from edible dry beans. Western Regional Research Center. Berkeley – California.

RODRÍGUEZ, M. (2003). Calidad proteica y microbiológica de semillas germinadas y germinadas cocidas deshidratadas de *Phaseolus vulgaris*. Tesis de grado para optar al título de Magíster, Universidad Simón Bolívariedad

ROWLAND, G. (1977). Seed coat thickness and seed crude fibre in faba beans (Viciafaba). Can. J. Plant. Sci 57: 951-953.

RUBIO, L.A. (2000). Physiological effects of legume storage proteins. Nutr. Abs. Rev. Series A: Human and Experimental, 70(6): 197-204.

RUBIO, L.A.; PEDROSA, M.M.; PÉREZ, A.; CUADRADO, C.; BURBANO, C.; MUZQUIZ, M. (2005). Ileal digestibility of defatted soybean, lupin and chickpea seed meals in cannulated iberian pigs: II. Fatty acids and carbohydrates. J. Sci. Food Agric., 85: 1322-1328.

RUGGIERO, Carlos. (1987). Maracujá. UNESP. Editora Legis Sunma LTDA. Sao Paulo, Brasil, 1987, 246p.

SADOWSKA, J.; BLASZCZAK, W.; FORMAL, J.; VIDAL VALVERDE, C.; FRIAS, J. (2003). Changes of wheat dough and bread quality and structure as

- a result of germinated pea flour addition. *European Food Research and Technology*, 216:46-50.
- SAHARAN, K.; KHETARPAUL, N. and BISHNOI, S. (2002). Antinutrients and protein digestibility of fababean and ricebean as affected by soaking, dehulling and germination. *J. Food Sci. Technol.*, 39(4): 418-422.
- SALUNKHE, D.; KADAM, S. y CHAVAN, J. (1985). *Postharvest biotechnology of food legumes*. CRC press, Inc. California, UnitedStates. 160 p.
- SALUNKHE, D.K.; SATHE, S.K.; REDDY, N.R. (1989). Lipids. En: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Procesing Technology, and Utilitation*. Vol. I. Salunkhe D.K., Kadam S. S. (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU, 99-116.
- SÁNCHEZ, CH. E. (1983). Comparativos de cuatro variedades comerciales y un cultivo compuesto local de haba (*Vicia faba L.*) en la península de Chucuito. Tesis Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno – Perú.
- SÁNCHEZ, Jose. (1991). Formación el Banco Gernoplasnico para la conservación de frutales nativas – *passifloraceas*. En: *Simposio Internacional de Passifloras*. Colombia, 199 1, pp. 5 1-54pp.
- SANTOS, J.E. (1980). A deficiencia de vitamina A e vitamina C no Brasil e a utilizacao de maracujá (*Pasiflora edulis*) como fonte vitaminica. In: *Cultura do maracujazeiro*. p. 139-147. C. Ruggiero, ed Fac. Ciencias Agrarias e

Veterinarias. Jacoticabal. 147 p.

SATHE, S.K. y SALUNKHE, D.K. (1989). Technology of removal of unwanted components of dry legumes. En: Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization. Vol. III, Salunkhe, D.K., Kadam, S.S., (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU, 249-279.

SHEKIB, L.A. (1994). In-vitro digestibility and microscopic appearance of germinated legume starches and their effect on dietary protein utilization. Food Chem., 50: 59-63.

SILVEIRA, M.B.; MONEREO, S.; MOLINA, B. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. Rev. Esp. Salud Pública, 77(3): 317-331.

TABERA, J.; FRÍAS, J.; ESTRELLA, I.; VILLA, R. y VIDAL-VALVERDE, C. (1995). Natural fermentation of lentils. Influence of time, concentration and temperature on protein content, trypsin inhibitor activity and phenolic compound content. Z. Lebensm Unters Forsch, 201: 587-591.

TAMAYO, V. R. (1976). Boletín técnico de la estación experimental Cuzco. Centro regional de investigación agropecuaria del Sur. Arequipa – Perú.

THOMPSON, L.U. (1993). Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. Food Res. Int., 26: 131-149.

- TRAGO, L.C.; DONANGELO, C.M.; TRUGO, N.M.F; KNUDSEN, K.E. (2000).  
Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume seeds. J  
Agric Food Chem. 48:2082-2086.
- URDANETA, E.; BARRENETXE, J.; ARRIBITA, F.; IBAÑEZ, F. Y MARZO F.  
(2004). Nutritional response of rats to faba beans seeds (*Vicia faba L.*) treated  
by traditional and extrusion methods. En: 5th European Conference on Grain  
Legumes, Abstracts of posters nº 255.
- VELASCO YÉPEZ, M.V. (2007). Proyecto para la elaboración de una bebida  
nutritiva a partir del malteado de quinua. Tesis Universidad Tecnológica  
Equinoccial. Ecuador.
- VICENCIO, G. (1988). Evaluación de doce variedades promisorias de haba (*Vicia  
faba L.*) en condiciones de sierra y costa central. Tesis Universidad Nacional  
Agraria. Lima – Perú.
- VIDAL VALVERDE, C.; FRIAS, J.; ESTRELLA, I.; GOROSPE, M.J.; RUIZ, R.;  
BACON, J. (1994). Effect of processing on some antinutritional factors of  
lentils. J. Agric. Food Chem., 42: 2291-2295.
- VIDAL VALVERDE, C.; FRÍAS, J.; LAMBEIN, F.; KUO, Y.H. (2001). Increasing  
the functionality of legumes by germination. In: 4th European Conference en  
Grain Legumes, Parte II-Posters: Feed and food uses, Cracow. 422.

VIDAL VALVERDE, C.; FRÍAS, J.; PRODANOV, M.; TABERA, J.; RUIZ, R. and BACON J. (1993). Effect of natural fermentation on carbohydrates, riboflavin and trypsin inhibitor activity of lentils. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 197: 449-462.

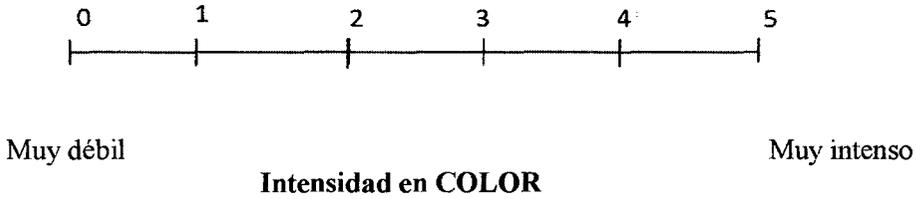
VIJAYAKUMARU, K.; SIDDHURAJU, P.; PUGALENTHI, M.; JANARDHANAN, K. (1998). Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrient and digestible proteins in seeds of *Vigna acontifolia* and *Vigna sinensis*. *Food Chem.* 63:259-264.

WILSON, K.A. (1980). The release of proteinase inhibitors from legume seeds during germination. *Phytochemistry*, 19: 2517-2519.

# APÉNDICE

**Apéndice 1: Hoja de Evaluación del Panel Sensorial**

**Apéndice 1.1. Test de control para diferenciar**

<b>TEST DE CONTROL PARA EL COLOR</b>	
Nombre: _____	Fecha: _____ Nº de panelista: _____
<b>Tipo de muestra</b>	: Bebida nutritiva a base de haba pre germinada
<b>Atributo</b>	: COLOR
<b>Variedad de Haba</b>	:
<b>Instrucciones:</b>  1. Ud. recibirá muestras de prueba, rotuladas con un código de 3 dígitos  2. Evalúe de izquierda a derecha, comparando cada muestra. Determine la intensidad en <b>COLOR</b> y marque con una línea vertical sobre la escala lineal mostrada abajo. Indique el código sobre la línea vertical.	
Escala Lineal   <p>Muy débil <span style="margin-left: 200px;">Muy intenso</span></p> <p style="text-align: center;"><b>Intensidad en COLOR</b></p>	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ _____ _____	

**Apéndice 1.2. Hoja de evaluación para análisis descriptivo**

<b>ANÁLISIS CUANTITATIVO DESCRIPTIVO</b>																			
Nombre: _____ Fecha: _____ Nº de panelista: _____																			
<b>Tipo de muestra</b>	: Bebida nutritiva a base de haba pre germinada																		
<b>Variedad de haba</b>	:																		
<b>Instrucciones:</b> Por favor coloque una línea vertical sobre la escala lineal en el punto donde mejor describa el atributo en la muestra, además no olvide colocar los respectivos códigos.																			
<b>Escala de intensidad</b>																			
Acido	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muy débil</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Muy débil					Muy intenso
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Muy débil					Muy intenso														
Haba	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mínimo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Máximo</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Mínimo					Máximo
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Mínimo					Máximo														
Astringente	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mínimo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Máximo</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Mínimo					Máximo
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Mínimo					Máximo														
Fluidez	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mínimo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Máximo</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Mínimo					Máximo
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Mínimo					Máximo														
Maracuyá	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muy débil</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Muy intenso</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Muy débil					Muy intenso
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Muy débil					Muy intenso														
Dulce	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mínimo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Máximo</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Mínimo					Máximo
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Mínimo					Máximo														
Regusto	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mínimo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Máximo</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5	----- ----- ----- ----- -----						Mínimo					Máximo
0	1	2	3	4	5														
----- ----- ----- ----- -----																			
Mínimo					Máximo														
Comentario _____																			
_____																			
_____																			

**Apéndice 1.3. Hoja de evaluación para aceptabilidad**

<b>TEST DE CONTROL PARA ACEPTABILIDAD</b>	
Nombre: _____	Fecha: _____ Nº de panelista: _____
<b>Tipo de muestra</b>	: Bebida nutritiva a base de haba pre germinada
<b>Nº de tratamiento</b>	:
<b>Instrucciones:</b>  Para cada muestra luego de su primera impresión responda cuanto le agrada o desagrada la bebida nutritiva a base de haba pre germinada, evalúe la muestra de 1 a 7 puntos utilizando la escala adjunta y coloque el código de la muestra en el punto elegido	
<b>Aceptabilidad</b>	
7. Me gusta mucho 6. Me gusta moderadamente 5. Me gusta levemente 4. No me gusta ni me disgusta 3. Me disgusta levemente 2. Me disgusta moderadamente 1. Me disgusta mucho	
<b>Comentarios:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	

## Apéndice 2: Resultados del análisis nutricional

### Apéndice 2.1. Resultados del contenido nutricional del haba seca sin cascara

Componentes	Variedad Peruanita	Variedad Quelcao
Proteína %	23.20	23.67
Hierro mg/100	8.90	9.20
Fósforo mg/100	385.00	396.00

### Apéndice 2.2. Resultados del contenido nutricional del haba germinado

	Haba germinada fresca	
	variedad Peruanita	variedad Quelcao
Proteína %	11.27	11.69
Hierro mg/100	4.38	4.51
Fósforo mg/100	177.14	199.12

### Apéndice 2.3. Resultados del contenido nutricional de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Peruanita

Tratamientos	Proteína %	Hierro mg/100	Fósforo mg/100
<b>bebida base</b>			
1:3 * 3 min.	2.06	0.77	34.42
1:3 * 6 min.	1.79	0.66	29.7
1:5 * 3 min.	0.8	0.32	13.96
1:5 * 6 min.	0.55	0.22	9.26
<b>bebida con adición de maracuyá</b>			
1:3 * 3 min.	2.86	1.02	47.6
1:3 * 6 min.	2.36	0.91	39.4
1:5 * 3 min.	0.94	0.38	16.4
1:5 * 6 min.	0.69	0.28	11.7

## BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- AHMAD, S. y PATHAK, D.K. (2000). Nutritional changes in soybean during germination. *J Food Sci Technol.* 37(6):665-666.
- ALARCÓN, V. C. 2004. Elaboración de Alimentos de Alto Valor Nutricional a partir de Maíz (*Zea mays L*) de Calidad Proteínica y Garbanzo (*Cicer aritinum L*). Tesis de Maestría. Culiacán, Sinaloa, México.
- ALONSO, R.; AGUIRRE, A. Y MARZO, F. (2000). Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chem.*, 68: 159-165.
- AOAC 920.105 (1990). Determinación de proteínas. Método Khejdal.
- ARBID, M.S.S. Y MARQUARDT, R.R. (1985). Hydrolysis of the toxic constituents (vicine and convicine) in fababean (*Vicia faba L.*) food preparations following treatment with  $\beta$ -glucosidase. *J. Sci Food Agric.*, 36: 839-846.
- AUGUSTIN, J.; KLEIN, B.P. (1989). Nutrient composition of raw, cooked, canned, and sprouted legumes En: *Legumes: chemistry, technology, and human nutrition*. Matthews R.H. (Ed.), 187-217
- AVILÁN, L y F., LEAL. (1984). Suelos y fertilizantes para frutales en el trópico. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. 312 p.

- AYKROYD, W.R. Y DOUGHTY, J. (1964). Las leguminosas en la nutrición humana. Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. Roma – Italia.
- BARCELÓ, J.; NICOLÁS, G.; SABATER, B.; SÁNCHEZ, R. (2001). Maduración y germinación de las semillas. En: Fisiología Vegetal, Luca de Tena J.I. (Ed.), Ediciones Pirámide, España, 477-503.
- BARTHOLOMAI, G.B.; TOSI, E.; GONZÁLEZ, R. (2000). Caracterización de compuestos nutritivos, no nutritivos y calidad proteica. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Editorial Eudeba, Buenos Aires, Argentina.
- BAU, H.M.; VILLAUME, C.; NICOLAS, J. P. and MÉJEAN, L. (1997). Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. J. Sci. Food Agric., 73: 1-9.
- BELLO, J. (2000). Estudio bromatológico de los carbohidratos. Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos, Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España, 77-103.
- BEWLEY, J.D. (1997). Seed germination and dormancy. The Plant Cell. American Society of Plant Physiologists, 9: 1055-1066.

- BHATTY, R.S. (1977). Trypsin inhibitor activity in faba beans (*Vicia faba* variedad minor), changes during germination and distribution. *Can. J. Plant Sci.*, 57: 979-982.
- BOOTH, M.; ALLAN, L.; FRANCES, J. y PARKINSON, S. (2001). Replacement of fish meal for sustralian silver perch, *Bidyanusbidyanus* IV. Effects of dehulling and protein concentration on digestibility of grain legumes. *Aquaculture* 196: 67-85.
- CERNING BEROARD, J.; FILIATRE, A. (1975). A comparison of the carbohydrate composition of legume seeds: horsebeans,peas and lupines. *Ceral Chem.*, 53(6): 968-978
- CERRATE, V. A.; CAMARENA, F. Y CHIAPPE, L. (1981). Cultivo del haba (*Vicia faba* L.). Departamento de Fitotecnia – Proyecto de menestras. Universidad Nacional Agraria. La Agraria, Lima – Perú.
- CHAVAN, J.K.; KUTE, L.S. Y KADAM, S.S. (1989). Broad bean. En: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Procesing Technology, and Utilitation*. Vol. I. Salunkhe D.K., Kadam S. S., (Ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, EEUU, 223-245.
- CHITRA, U.; SINGH, U.; RAO, P.V. (1996). Phytic acid, in vitro protein digestibility, dietary fiber, and minerals of pulses as influenced by processing methods. *Plant Foods for Human Nutrition*, 49: 307-316.

**Apéndice 2.4. Resultados del contenido nutricional de la bebida nutritiva a base de haba pre germinada variedad Quelcao**

<b>Tratamientos</b>	<b>Proteína %</b>	<b>Hierro mg/100</b>	<b>Fósforo mg/100</b>
<b>bebida base</b>			
<b>1:3 * 3 min.</b>	2.78	0.95	45.28
<b>1:3 * 6 min.</b>	2.34	0.87	40.48
<b>1:5 * 3 min.</b>	1.2	0.46	18.92
<b>1:5 * 6 min.</b>	1.01	0.36	16.4
<b>bebida con adición de maracuyá</b>			
<b>1:3 * 3 min.</b>	2.91	1.38	49.72
<b>1:3 * 6 min.</b>	2.42	0.98	47.52
<b>1:5 * 3 min.</b>	1.44	0.52	21
<b>1:5 * 6 min.</b>	1.26	0.43	19.2

### Apéndice 3: Resultados de análisis de varianza

#### Apéndice 3.1: Análisis de Varianza para Proteína

ANOVA; Variedad: Proteína %; R-sqr=.83548; Adj:.8108 (datos.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0794958					
DV: Proteína %					
Factor	SS	df	MS	F	P
(1) Bloque	0.199838	1	0.199838	2.51381	0.128538
(2) Haba: agua	<b>7.763438</b>	<b>1</b>	<b>7.763438</b>	<b>97.65842</b>	<b>0.000000</b>
(3) Tiempo	0.110704	1	0.110704	1.39258	0.251816
Error	1.589917	20	0.079496		
Total SS	9.663896	23			

#### Apéndice 3.2: Análisis de Varianza para Hierro

ANOVA; Variedad: Hierro mg/100; R-sqr=.8529; Adj:.83083 (datos.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0095992					
DV: Hierro mg/100					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.021004	1	0.021004	2.1881	0.154658
(2) Haba: agua	<b>1.079504</b>	<b>1</b>	<b>1.079504</b>	<b>112.4581</b>	<b>0.000000</b>
(3) Tiempo	0.012604	1	0.012604	1.3130	0.265370
Error	0.191983	20	0.009599		
Total SS	1.305096	23			

**Apéndice 3.3: Análisis de Varianza para Fósforo**

ANOVA; Variedad:Fósforo mg/100; R-sqr=.98171; Adj:.97896 (datos.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=4.757182					
DV: Fósforo mg/100					
Factor	SS	df	MS	F	p
<b>(1) Bloque</b>	14.727	1	14.727	3.096	0.093790
<b>(2) Haba: agua</b>	<b>4984.707</b>	<b>1</b>	<b>4984.707</b>	<b>1047.828</b>	<b>0.000000</b>
<b>(3) Tiempo</b>	<b>106.935</b>	<b>1</b>	<b>106.935</b>	<b>22.479</b>	<b>0.000125</b>
<b>Error</b>	95.144	20	4.757		
<b>Total SS</b>	5201.512	23			

**Apéndice 3.4: Análisis de Varianza para el atributo acido**

ANOVA; Variedad:Acido; R-sqr=.08711; Adj:0. (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0828603					
DV: Acido					
Factor	SS	df	MS	F	p
<b>(1) Bloque</b>	0.019135	1	0.019135	0.230927	0.636052
<b>(2) Haba: agua</b>	0.135150	1	0.135150	1.631058	0.216185
<b>(3) Tiempo</b>	0.003851	1	0.003851	0.046472	0.831504
<b>Error</b>	1.657207	20	0.082860		
<b>Total SS</b>	1.815342	23			

**Apéndice 3.5: Análisis de Varianza para el atributo sabor a haba**

ANOVA; Variedad:Haba; R-sqr=.58484; Adj:.52257 (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.118847					
DV: Haba					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.027733	1	0.027733	0.23335	0.634298
(2) Haba: agua	<b>3.302271</b>	<b>1</b>	<b>3.302271</b>	<b>27.78591</b>	<b>0.000037</b>
(3) Tiempo	0.018472	1	0.018472	0.15543	0.697573
Error	2.376939	20	0.118847		
Total SS	5.725415	23			

**Apéndice 3.6: Análisis de Varianza para el atributo astringente**

ANOVA; Variedad:Astringente; R-sqr=.0928; Adj:0. (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0355869					
DV: Astringente					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.022642	1	0.022642	0.636253	0.434440
(2) Haba: agua	0.020660	1	0.020660	0.580563	0.454984
(3) Tiempo	0.029505	1	0.029505	0.829100	0.373377
Error	0.711738	20	0.035587		
Total SS	0.784546	23			

**Apéndice 3.7: Análisis de Varianza para el atributo fluidez**

ANOVA; Variedad:Fluidez; R-sqr=.40947; Adj.:.3209 (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0853309					
DV: Fluidez					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.053519	1	0.053519	0.62719	0.437682
(2) Haba: agua	1.126667	1	1.126667	13.20350	0.001654
(3) Tiempo	0.003197	1	0.003197	0.03747	0.848471
Error	1.706618	20	0.085331		
Total SS	2.890000	23			

**Apéndice 3.8: Análisis de Varianza para el atributo maracuyá**

ANOVA; Variedad:Maracuyá; R-sqr=.24415; Adj.:.13077 (datos.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.2306076					
DV: Maracuyá					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.846878	1	0.846878	3.672376	0.069724
(2) Haba: agua	0.217551	1	0.217551	0.943382	0.343011
(3) Tiempo	0.425334	1	0.425334	1.844407	0.189560
Error	4.612152	20	0.230608		
Total SS	6.101916	23			

**Apéndice 3.9: Análisis de Varianza para el atributo dulce**

ANOVA; Variedad:Dulce; R-sqr=.02068; Adj:0. (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.1370247					
DV: Dulce					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.042224	1	0.042224	0.308149	0.584974
(2) Haba: agua	0.001067	1	0.001067	0.007784	0.930572
(3) Tiempo	0.014586	1	0.014586	0.106450	0.747612
Error	2.740494	20	0.137025		
Total SS	2.798371	23			

**Apéndice 3.10: Análisis de Varianza para el atributo regusto o gusto residual**

ANOVA; Variedad:Regusto; R-sqr=.75013; Adj:.71265 (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.0161363					
DV: Regusto					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.029400	1	0.029400	1.82197	0.192159
(2) Haba: agua	0.932204	1	0.932204	57.77047	0.000000
(3) Tiempo	0.007234	1	0.007234	0.44829	0.510804
Error	0.322727	20	0.016136		
Total SS	1.291565	23			

**Apéndice 3.11: Análisis de Varianza para el atributo color**

ANOVA; Variedad:Color, R-sqr=.13371; Adj:.00376 (GGGG.sta)					
3 Factor Screening Design; MS Residual=.1371737					
DV: Color					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1) Bloque	0.064931	1	0.064931	0.473346	0.499354
(2) Haba: agua	0.349169	1	0.349169	2.545452	0.126293
(3) Tiempo	0.009335	1	0.009335	0.068054	0.796859
Error	2.743475	20	0.137174		
Total SS	3.166910	23			

**Apéndice 4: fotografías del proceso de obtención de la bebida**

Apéndice 4.1. Fotografía del germinador utilizado para la obtención de germinado de haba



**Apéndice 4.2: fotografía de las semillas de haba germinada**



**Haba germinada variedad Quelcao**



**Haba germinada variedad Peruanita**

**Apéndice 4.3: fotografía del proceso de elaboración de la bebida**

