

## Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

<b>Fecha de presentación</b>	Julio del 2010
<b>Estación Experimental</b>	Santa Catalina
<b>Programa/Departamento</b>	Nutrición y Calidad
<b>Proyecto</b>	Código: Título: “Combinación de métodos de mejoramiento convencional, molecular y participativo para mejorar fréjol andino para resistencia a estrés biótico y abiótico en Ecuador y Ruanda”
<b>Actividad</b>	Número: 1
<b>Título:</b>	“Evaluación de la aptitud de doce líneas y variedades mejoradas de frejol arbustivo ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) para el proceso de enlatado”
<b>Ubicación</b>	Provincia: Pichincha Cantón: Mejía Parroquia: Cutuglagua Lugar: Estación Experimental Santa Catalina
<b>Autor</b>	Provincia: Pichincha Cantón: Quito Parroquia: Eloy Alfaro Lugar: Laboratorio de Bioprocesos Escuela Politécnica Nacional Egda. Daniela Villacís
<b>Co-Autores</b>	Ing. Elena Villacrés (DCN, INIAP) Ing. Bolívar Izurieta (EPN) Ing. Eduardo Peralta (PRONALEG/GA, INIAP) Ing. Angel Murillo (PRONALEG/GA, INIAP)
<b>Colaboradores</b>	Programa de Leguminosas y Granos Andinos
<b>Fecha Inicio</b>	Julio del 2010
<b>Fecha terminación</b>	Julio 2011
<b>Presupuesto</b>	\$ 10020.78
<b>Fuente de financiamiento</b>	Proyecto Michigan (61 %) Tesista (39 %)

## 1.- ANTECEDENTES

El frijol ha sido históricamente un cultivo asociado al desarrollo de las culturas prehispánicas y en la actualidad juega un papel primordial en la alimentación de gran parte de la población mundial, de manera muy especial de aquella que se encuentra en países poco industrializados (Serrano, 2004). Es una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, vitaminas del complejo B como son la niacina, la riboflavina, el ácido fólico y la tiamina. Igualmente proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio, calcio y tiene un alto contenido de fibra (Silva, 2010).

La producción de fréjol en el país comprende 121 mil hectáreas anuales, en promedio; además es un cultivo de bajo riesgo que aporta entre el 40% y 70% del ingreso familiar para el agricultor. Las provincias que más producen fréjol seco son Imbabura y Azuay, la primera unas 17 mil hectáreas, lo cual representa un 18.5% de la producción nacional; mientras que la segunda unas 15 mil hectáreas, que representan el 16.3% de la producción nacional, (SICA, 2007). En Ecuador, el fréjol se consume como grano seco y fresco, éste último cosechado antes de la madurez fisiológica. En los valles de los ríos Chota y Mira, se consume en promedio cinco veces por semana un plato conteniendo fréjol, totalizando un volumen de 38,1±6,68 kg por persona por año. El fréjol es una parte importante en la dieta de los productores de esta área, y tiene un gran valor ya sea como cultivo de subsistencia o para la venta (MAGAP-IICA, 2006).

Actualmente, la búsqueda de mejoras en los productos de consumo, ha impulsado el desarrollo del sector agroindustrial dentro de la economía nacional; su contribución al producto interno bruto, representa el 11.5% en los últimos siete años. Por otra parte, en conjunto el sector contribuye aproximadamente con el 50% de las exportaciones totales e involucra al 23% de la población económicamente activa, (MAGAP- IICA, 2006).

La conservación de alimentos en los países del mundo occidental ha alcanzado un gran índice de desarrollo, (Bello, 2000). La posibilidad de tener alimentos a mano, aún fuera de temporada y la de poder utilizar a futuro alimentos en épocas de abundante cosecha o captura, han sido motivo de interés y preocupación por el hombre, en todos los tiempos y para ello ha intentado la utilización de envases de vidrio, cerámica, hierro, estaño y otros materiales, (Lamas, 2008).

Sin embargo, el enlatado ha sido desde hace mucho tiempo, el método de conservación de alimentos más utilizado mundialmente, debido al amplio margen de vida útil que ofrece a los alimentos, (Marín, 1999). La tecnología del enlatado permite conservar frutas, verduras, carnes y pescados, que de otro modo se estropearían, o no serían consumidos. Esta tecnología ha permitido que los países exporten e importen productos según sus necesidades, (FAO, 1989; Lamas, 2008)

En el Ecuador existen empresas privadas como La Pradera, Facundo, Snob, que demandan fréjol de características apropiadas para la industria de enlatado, sin embargo no existen estadísticas o información sobre las variedades que usan y volúmenes que demandan. Por ejemplo Alimentos Snob, se dedica a la producción de frutas y verduras en conserva y en lata, desde hace 28 años. Esta industria ha crecido en ventas, en promedio un 15% anual desde el 2004. Los vegetales que enlata en Ecuador son: palmito, fréjol, arveja, lenteja, champiñones, entre otros (Silva, 2010).

## **2.- JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la agroindustria busca mejorar los ingresos de los pequeños productores, así como también afianzar la seguridad alimentaria, por medio de la implementación de nuevos procesos de transformación que permitan dar un valor agregado a los productos primarios así como también aumentar su tiempo de vida útil, debido a la creciente tendencia de los consumidores por los productos listos o preparados y el cambio del rol de la mujer, quien actualmente no dispone de mucho tiempo para la preparación laboriosa de alimentos.

La presente actividad como parte de las innovaciones para emprendimientos en fréjol, busca evaluar su utilización en la industria de enlatados, como una tecnología apropiada para evitar el deterioro de la calidad como lesiones de tipo físico, reacciones de oxidación, actividades enzimáticas y proliferación microbiana, garantizando un producto inocuo para el consumidor.

Dentro de los procesos de conservación térmica de alimentos, el enlatado es el más utilizado mundialmente debido a que ofrece las siguientes ventajas: hermeticidad del recipiente, lo que impide el paso de los microorganismos, resiste las altas temperaturas necesarias para la esterilización y resiste el maltrato en el transporte; además protege las vitaminas, minerales y el sabor de los alimentos, gracias a los últimos adelantos tecnológicos logrados en conservación térmica.

Los resultados de este estudio son de gran importancia para los productores, industriales e investigadores interesados en potenciar la aplicabilidad de los diversos genotipos de fréjol, innovando y ampliando las posibilidades de utilización, acceso a medianos y grandes mercados.

Finalmente, existe interés de los gobiernos locales del país, convenios y proyectos que apoyan el desarrollo del cultivo de fréjol en la zona norte (Carchi) e iniciativas para emprender en la agroindustria del fréjol de producción local. De otra parte, el Programa de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP, ha receptado de la empresa privada su interés en variedades mejoradas de fréjol para la industria del enlatado<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Peralta, E. 2010. Motivo de la investigación. Quito, INIAP. Comunicación personal

## **3.-OBJETIVOS**

### **3.1.- General**

Identificar los genotipos de fréjol arbustivo con aptitud para el proceso de enlatado, generadas o manejadas en el Programa de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP

### **3.2.-Específicos**

1. Determinar las características físico-químicas de 12 genotipos de fréjol arbustivo en estado natural (sin procesamiento).
2. Determinar los parámetros tecnológicos apropiados para el proceso de enlatado.
3. Determinar el efecto del procesamiento térmico sobre las características físico-químicas de 12 genotipos de fréjol arbustivo.
4. Seleccionar los genotipos de fréjol arbustivo aptos para la industria de enlatado.
5. Realizar un análisis sensorial del producto procesado

6. Determinar los costos de producción del fréjol enlatado.

**Hipótesis nula:** Ningún genotipo de fréjol es apto para el proceso de enlatado.

#### 4.- MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1.-Materiales e ingredientes

- Grano de 12 genotipos de fréjol arbustivo de líneas y variedades del INIAP

<b>Genotipos</b>	<b>Color del Grano</b>
ICA Quimbaya	<b>Rojos sólidos</b>
INIAP 402	
BRB – 194	
BRB – 195	
DRK – 105	
G21 – 212	<b>Negros</b>
L88 – 63	
INIAP 482	
Cóndor	
Negro San Luis	
INIAP 420 Chota	<b>Canarios</b>
INIAP 480 Rocha	

- Sal
- Cloruro de calcio
- Azúcar
- Agua

##### 4.2.-Reactivos

- Ácido sulfúrico (grado técnico)
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio
- Ácido bórico
- Rojo de metilo
- Verde de bromocresol
- Alcohol de 95%
- Sulfato de potasio o sodio
- Sulfato cúprico pentahidratado
- Dióxido de selenio.
- Zinc en gránulos
- Agua desmineralizada
- Alcohol n-amílico

#### 4.2.1.-Equipos de Laboratorio

- Balanza analítica
- Colorímetro expectro color
- Determinador de humedad
- Penetrómetro de precisión junior penetrometer K-195-10P
- Paquímetro digital MITUTOYO
- Polarímetro
- Viscosímetro rotacional Brookfield Modelo RDV-II+
- Equipo Kjeldahl
- pHmetro
- Mufla

## 5.- METODOLOGÍA

### Características del Sitio Experimental

- Laboratorio de Nutrición y Calidad, INIAP, Estación Santa Catalina

#### Ubicación

Provincia	Pichincha.
Cantón:	Mejía.
Parroquia:	Cutuglagua.

#### Situación Geográfica

Altitud:	3058 m
Latitud:	00°22'S.
Longitud:	78°23'O

Fuente: INIAP, (2010)

- Laboratorio de Bioprocesos de la Escuela Politécnica Nacional

#### Ubicación

Provincia:	Pichincha.
Cantón:	Quito.
Parroquia:	Eloy Alfaro

#### Situación Geográfica

Altitud:	2800 m
----------	--------

Fuente: EPN, (2010)

### 5.1.- • Determinar las características físico-químicas de 12 genotipos de fréjol arbustivo

Factor en estudio: Genotipos de fréjol arbustivo

**Cuadro # 1. Determinación de las características físico-químicas de los genotipos rojos de fréjol arbustivo.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Genotipos fréjol</b>
<b>T1</b>	ICA Quimbaya
<b>T2</b>	INIAP 402
<b>T3</b>	BRB – 194
<b>T4</b>	BRB – 195
<b>T5</b>	DRK – 105

**Cuadro # 2. Determinación de las características físico-químicas de los genotipos negros de fréjol arbustivo.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Genotipos fréjol</b>
<b>T1</b>	G21 – 212
<b>T2</b>	L88 – 63
<b>T3</b>	INIAP 482
<b>T4</b>	Cóndor
<b>T5</b>	Negro San Luis

**Cuadro # 3. Determinación de las características físico-químicas de los genotipos canarios de fréjol arbustivo.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Genotipos fréjol</b>
<b>T1</b>	INIAP 420 Chota
<b>T2</b>	INIAP 480 Rocha

#### **Unidad experimental**

Estará constituida por 1,5 kg de cada genotipo

#### **Tipo de Diseño**

Se aplicará un diseño completamente al azar, con 3 observaciones

#### **Análisis estadístico**

**Cuadro # 4. Esquema del análisis de varianza para grupo de genotipos rojos y negros**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Total</b>	14
<b>Tratamientos</b>	4
<b>Error</b>	10

## Cuadro # 5. Esquema del análisis de varianza para grupo de genotipo canario

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	1
Error	4

### Variables y métodos de evaluación

#### Características Físicas

Se evaluarán las siguientes características físicas:

- Color: Método colorímetro
- Textura: Método penetrómetro
- Tamaño: Método paquímetro

La descripción detallada de los métodos de análisis consta en el Anexo 1.

#### Composición química:

- Análisis proximal: Proteína y humedad según métodos AOAC
- Almidón: Método polarimétrico
- Antocianinas: Método espectrofotométrico
- Taninos: Método espectrofotométrico
- Minerales: Fe y Zn por método espectrofotométrico de absorción atómica

Los métodos detallados constan en el Anexo 2.

#### Manejo específico del experimento

En el laboratorio las muestras serán clasificadas a un tamaño uniforme, luego serán preparadas de acuerdo a los requerimientos específicos de cada análisis.

### 5.2.- Determinación de los parámetros apropiados para el proceso de enlatado

#### 5.2.1. Determinación de la capacidad de hidratación

Factor A: Ecotipos de fréjol

**Cuadro # 6. Codificación de los genotipos de fréjol arbustivo**

Identificación	Genotipos de fréjol
<b>a<sub>0</sub></b>	ICA Quimbaya
<b>a<sub>1</sub></b>	INIAP 402
<b>a<sub>2</sub></b>	BRB – 194
<b>a<sub>3</sub></b>	BRB – 195
<b>a<sub>4</sub></b>	DRK – 105
<b>a<sub>5</sub></b>	G21 – 212
<b>a<sub>6</sub></b>	L88 – 63
<b>a<sub>7</sub></b>	INIAP 482
<b>a<sub>8</sub></b>	Cóndor
<b>a<sub>9</sub></b>	Negro San Luis
<b>a<sub>10</sub></b>	INIAP 420 Chota
<b>a<sub>11</sub></b>	INIAP 480 Rocha

Factor B: Tiempo de remojo

**Cuadro # 7. Codificación de los tiempos de remojo**

Código	Tiempo
<b>b<sub>0</sub></b>	5 horas
<b>b<sub>1</sub></b>	10 horas
<b>b<sub>2</sub></b>	15 horas
<b>b<sub>3</sub></b>	20 horas

**Cuadro # 8. Tratamientos para la determinación de la capacidad de hidratación de los genotipos de fréjol arbustivo**

Tratamiento	Descripción
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	ICA Quimbaya durante 5 horas.
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	ICA Quimbaya durante 10 horas.
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	ICA Quimbaya durante 15 horas.
a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	ICA Quimbaya durante 20 horas.
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	INIAP – 402 durante 5 horas.
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	INIAP – 402 durante 10 horas.
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	INIAP – 402 durante 15 horas.
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	INIAP – 402 durante 20 horas.
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	BRB – 194 durante 5 horas.
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	BRB – 194 durante 10 horas.
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	BRB – 194 durante 15 horas.
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	BRB – 194 durante 20 horas.
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	BRB – 195 durante 5 horas.



a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	BRB – 195 durante 10 horas.
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	BRB – 195 durante 15 horas.
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	BRB – 195 durante 20 horas.
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	DRK – 105 durante 5 horas.
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	DRK – 105 durante 10 horas.
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	DRK – 105 durante 15 horas.
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	DRK – 105 durante 20 horas.
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	G21 – 212 durante 5 horas.
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	G21 – 212 durante 10 horas.
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	G21 – 212 durante 15 horas.
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	G21 – 212 durante 20 horas.
a <sub>6</sub> b <sub>0</sub>	L88 – 63 durante 5 horas.
a <sub>6</sub> b <sub>1</sub>	L88 – 63 durante 10 horas.
a <sub>6</sub> b <sub>2</sub>	L88 – 63 durante 15 horas.
a <sub>6</sub> b <sub>3</sub>	L88 – 63 durante 20 horas.
a <sub>7</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 482 durante 5 horas.
a <sub>7</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 482 durante 10 horas.
a <sub>7</sub> b <sub>2</sub>	INIAP 482 durante 15 horas.
a <sub>7</sub> b <sub>3</sub>	INIAP 482 durante 20 horas.
a <sub>8</sub> b <sub>0</sub>	Cóndor durante 5 horas.
a <sub>8</sub> b <sub>1</sub>	Cóndor durante 10 horas.
a <sub>8</sub> b <sub>2</sub>	Cóndor durante 15 horas.
a <sub>8</sub> b <sub>3</sub>	Cóndor durante 20 horas.
a <sub>9</sub> b <sub>0</sub>	Negro San Luis durante 5 horas.
a <sub>9</sub> b <sub>1</sub>	Negro San Luis durante 10 horas.
a <sub>9</sub> b <sub>2</sub>	Negro San Luis durante 15 horas.
a <sub>9</sub> b <sub>3</sub>	Negro San Luis durante 20 horas.
a <sub>10</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 420 Chota durante 5 horas.
a <sub>10</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 420 Chota durante 10 horas.
a <sub>10</sub> b <sub>2</sub>	INIAP 420 Chota durante 15 horas.
a <sub>10</sub> b <sub>3</sub>	INIAP 420 Chota durante 20 horas.
a <sub>11</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 480 Rocha durante 5 horas.
a <sub>11</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 480 Rocha durante 10 horas.
a <sub>11</sub> b <sub>2</sub>	INIAP 480 Rocha durante 15 horas.
a <sub>11</sub> b <sub>3</sub>	INIAP 480 Rocha durante 20 horas.

### Unidad experimental

Estará constituida por 100 semillas de cada genotipo.

### Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar, en arreglo factorial (12x4), con 3 repeticiones.

### Análisis estadístico

**Cuadro # 9. Esquema del análisis de varianza para las pruebas de remojo a 20°C**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Total</b>	143
<b>Repeticiones</b>	2
<b>Factor A (genotipos frejol)</b>	11
<b>Factor B (tiempo remojo)</b>	3
<b>AxB</b>	33
<b>Error</b>	94

### **Análisis funcional**

Para los tratamientos significativos se aplicará la prueba de Tukey al 5 %.

### **Variables y métodos de evaluación**

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- Coeficiente de hidratación
- Velocidad de hidratación

La descripción detallada de los métodos de análisis consta en el Anexo 3.

### **Manejo específico del experimento**

Empleando los resultados del contenido de humedad (determinado en los análisis químicos), se establecerá el peso de muestra (en base seca) que será sometida a remojo, en el cual los genotipos de fréjol serán dispuestos en recipientes conteniendo agua a 20°C. Se extraerán muestras cada 5 horas, procediéndose a la determinación de humedad, velocidad y coeficiente de hidratación. Las muestras se mantendrán en remojo hasta alcanzar un coeficiente de hidratación mayor o igual a 1,8, ya que este nos indica que está listo para pasar al proceso de enlatado.

### **5.3.- Determinación del efecto del procesamiento térmico sobre las características físicas y químicas de los genotipos de fréjol**

#### **5.3.1. Efecto del líquido de gobierno**

Factor A: Genotipos de Fréjol

**Cuadro # 10. Codificación de los genotipos de fréjol**

<b>Código</b>	<b>Genotipo de Fréjol</b>
<b>a<sub>0</sub></b>	ICA Quimbaya
<b>a<sub>1</sub></b>	INIAP – 402
<b>a<sub>2</sub></b>	BRB – 194
<b>a<sub>3</sub></b>	BRB – 195
<b>a<sub>4</sub></b>	DRK – 105
<b>a<sub>5</sub></b>	G21 – 212

<b>a<sub>6</sub></b>	L88 – 63
<b>a<sub>7</sub></b>	INIAP 482
<b>a<sub>8</sub></b>	Cóndor
<b>a<sub>9</sub></b>	Negro San Luis
<b>a<sub>10</sub></b>	INIAP – 420 – Chota
<b>a<sub>11</sub></b>	INIAP – 480 – Rocha

Factor B: Líquido de Gobierno

**Cuadro # 11.** Composición del líquido de gobierno

<b>Código</b>	<b>Líquido de gobierno</b>
<b>b<sub>0</sub></b>	Sal (1.25 %) + azúcar (1.56 %)
<b>b<sub>1</sub></b>	Sal (1.25 %) + azúcar (1.56 %) + cloruro de calcio (0.1 %)

**Cuadro # 12.** Tratamientos para la determinación del efecto del procesamiento térmico sobre las características físico-químicas de los genotipos de fréjol

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	ICA Quimbaya en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	ICA Quimbaya en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	INIAP – 402 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	INIAP – 402 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	BRB – 194 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	BRB – 194 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	BRB – 195 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	BRB – 195 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	DRK – 105 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	DRK – 105 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	G21 – 212 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	G21 – 212 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>6</sub> b <sub>0</sub>	L88 – 63 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>6</sub> b <sub>1</sub>	L88 – 63 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>7</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 482 en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>7</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 482 en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>8</sub> b <sub>0</sub>	Cóndor en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>8</sub> b <sub>1</sub>	Cóndor en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>9</sub> b <sub>0</sub>	Negro San Luis en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>9</sub> b <sub>1</sub>	Negro San Luis en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>10</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 420 Chota en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>10</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 420 Chota en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>
a <sub>11</sub> b <sub>0</sub>	INIAP 480 Rocha en líquido de cobertura de sal + azúcar
a <sub>11</sub> b <sub>1</sub>	INIAP 480 Rocha en líquido de cobertura de sal + azúcar + CaCl <sub>2</sub>

**Unidad experimental**

Estará constituida por 230 g de cada genotipo por lata

### Tipo de diseño

Se aplicará un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 12 con 3 repeticiones

### Análisis estadístico

**Cuadro # 13. Esquema del análisis de varianza**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	71
Repeticiones	2
Factor A	11
Factor B	1
AxB	11
Error	46

### Análisis funcional

Para los tratamientos significativos se aplicará la prueba de Tukey al 5 % y coeficiente de variación.

### Variables y métodos de evaluación

#### Características Físicas

Se evaluarán los siguientes parámetros:

- Grado de aglomeración
- Grado de rotura
- Textura del grano
- Peso drenado
- Color
- Contenido de sólidos en el caldo de cocción
- Viscosidad del caldo de cocción
- Índice de calidad para enlatado

La descripción detallada de los métodos de análisis consta en el Anexo 4.

#### Composición química:

- Análisis proximal: Proteína y humedad según métodos A.O.A.C., (1998)
- Almidón: por polarimetría
- Antocianinas: método espectrofotométrico
- Taninos: método espectrofotométrico
- Minerales: Fe y Zn por método espectrofotométrico de absorción atómica

Los métodos detallados constan en el Anexo 2.

### Manejo específico del experimento

(Se realizará en las instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional)

Después del remojo, los diferentes genotipos de fréjol serán escurridos durante 10 a 15 minutos. Se procederá al llenado de grano en latas esmaltadas de 211 x 300, que serán cubiertas para evitar la pérdida de humedad, y se cubrirán con los líquidos de gobierno a ensayarse. Las latas serán ahogadas en el evacuador a una temperatura de 98.9 a 100 °C, para luego ser selladas herméticamente y sometidas a un tratamiento térmico hasta alcanzar el valor de esterilidad comercial ( $F_0$ ). Al término de este proceso, las latas y sus contenidos se someterán a un ciclo de enfriamiento con agua a 35 °C.

Después del proceso, las latas serán almacenadas durante dos semanas a condiciones aceleradas (35°C y 90%HR), para luego proceder a la extracción de muestras para la caracterización del producto y evaluación del proceso.

### 5.4.- Evaluación sensorial de los genotipos con aptitud para el proceso de enlatado

Factor en estudio: Genotipos de fréjol, que alcanzan el índice de calidad para enlatado

**Cuadro # 14. Identificación para la realización del análisis sensorial del producto**

Tratamiento	Ecotipo de Fréjol
T001	X <sub>1</sub>
T002	X <sub>2</sub>
...	X <sub>3</sub>
...	X <sub>4</sub>
T00n	X <sub>n</sub>

### Unidad experimental

Estará constituida por 10g de cada genotipo de fréjol procesado y seleccionado

### Tipo de diseño

Se aplicará un Diseño de Bloques Completamente al Azar; donde la variable a evaluar será la aceptabilidad

### Análisis estadístico

**Cuadro # 15. Esquema del análisis de varianza**

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	$(t*r)-1$
Repeticiones	$r-1$
Tratamientos	$t-1$
Error	$\{ [(t*r)-1] - (r-1) - (t-1) \}$

### **Análisis funcional**

Para los tratamientos significativos se aplicará la prueba de Tukey al 5 %.

### **Variables y métodos de evaluación**

Se realizará un ensayo descriptivo del producto:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

### **Manejo específico del experimento**

Se realizará el análisis con los genotipos de fréjol que cumplieron con los parámetros establecidos en el punto 5.3, se codificarán las muestras de los genotipos de fréjol procesados seleccionados, las muestras serán presentadas a los 11 panelistas entrenados de manera simultánea y ellos las ordenarán de acuerdo con la intensidad de una característica específica.

### **5.5.- Determinación de los costos de producción del fréjol enlatado**

Después de la elaboración del enlatado y su análisis sensorial, se realizará un análisis de costos de producción del genotipo que mejores características físicas, químicas y organolépticas presentó para el proceso de enlatado, tomando en cuenta los costos fijos y variables del proceso.

## 6.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	2010						2011					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Revisión bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	X			
2. Determinar las características físico-químicas de 12 genotipos de fréjol en estado natural (no procesado)	x	x										
3. Determinar los parámetros tecnológicos apropiados para el proceso de enlatado		x	x									
4. Elaborar los enlatados				x								
5. Determinar el efecto del procesamiento térmico sobre las características físico-químicas de los 12 genotipos de fréjol					x	x						
6. Identificar los genotipos de fréjol arbustivo aptos para la industria de enlatado.						x	x					
7. Realizar un análisis sensorial del producto procesado							x					
8. Determinar los costos de producción del fréjol enlatado								x	x			
9. Tabulación y análisis de resultados		x	x	X	x	x	x	x	x	x		
10. Escritura y publicación de resultados				x	x	x	x	x	x	x	x	x

## 7.-PRESUPUESTO

	Cantidad	Unidad	Costo unit.\$	Costo total \$
<b>Aporte Personal</b>				
Tesista	12	meses	323,8	3885,6
<b>Análisis</b>				
Análisis Proximal (Proteína y Humedad)	36	und.	15	540
Análisis de Almidón	36	und.	15	540
Análisis de Antocianinas	36	und.	15	540
Análisis de Taninos	36	und.	15	540
Análisis de Minerales (Fe y Zn)	36	und.	4,5	162
Determinación del color	36	und.	5	180
Análisis de Textura	36	und.	5	180
Contenido de Sólidos suspendidos	24	und.	10	240
Peso Drenado	24	und.	5	120
Grado de aglomeración	24	und.	5	120
Grado de rotura	24	und.	5	120
Viscosidad	24	und.	7	168
Determinación del Tamaño	12	und.	5	60
Determinación de la capacidad de hidratación	12	und.	5	60
<b>Materiales</b>				
Variedades de fréjol	36	kg	0,5	18
Azúcar	100	g	0,02	2
Sal	250	g	0,02	5
Latas	72	und.	1,5	108
Vasos plásticos	100	und.	0,2	20
Cucharas plásticas	50	und.	0,1	5
<b>Materiales de oficina</b>				
Cartucho para Impresora	4	und.	35	140
CD – RW	4	und.	2,5	10
Papel	2000	und.	0,04	80
<b>Publicación (Proyecto)</b>				
Tesis	8	und.	50	400
<b>Otros Gastos</b>				
Alquiler Evacuadora	1	und.	400	400
Alquiler Selladora	1	und.	400	400
Alquiler de autoclave	1	und.	500	500
<b>SUBTOTAL</b>				9543,6
Imprevistos 5%				477,18
<b>TOTAL</b>				10020,78
Fuente de financiamiento	Porcentaje		Aporte	
Tesista	39%		3885,6	
Proyecto Michigan	61%		6135,18	



## 8.-BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemist). 1998. Métodos de la A.O.A.C. Peer Verifed Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A. Adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.
- -----, 1964. Determinación taninos. Peer Verifed Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A.
- -----, 1984. Determinación de proteínas. Peer Verifed Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A.
- -----, 2000. Determinación de humedad. Peer Verifed Methods. Manual on policies and procedures. Arlington, U.S.A.
- Alvarado, J., Aguilera, J. 2001. Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos. España. Editorial Acribia, S. A. pp. 157, 329.
- Bello, J. 2000. Ciencia Bromatológica: Principios generales de los alimentos. Madrid, España, Ediciones Diaz de Santos S.A. 570 p.
- Benavides, A. 2006. Evaluación de las condiciones de hidratación y Precaentamiento del grano para la producción de bebida de soya (*Glycine max L. Merril.*) (en línea). ICTA. Consultado el 26 mar. 2010. Disponible en: <http://www.unal.edu.co/viceinvestigacion/nuevo/paginas/semanainvestigacion/icta/j.pdf>.
- COVENIN. s.f. Normas Obligatorias COVENIN (en línea). Venezuela. Consultado 24 de mar. 2010. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find>
- Elías LG, A García-Soto y R Bressani. 1986. Métodos para establecer la calidad tecnológica y nutricional del frijol *Phaseolus vulgaris*. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Guatemala, C.A. 42 p.
- EPN (Escuela Politécnica Nacional). Ubicación de la Escuela Politécnica Nacional (en línea). Consultado el 3 jul. 2010. Disponible en: <http://www.epn.edu.ec>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1989. Manuales para el Control de la calidad de los alimentos 9. Introducción a la toma de muestras de alimentos. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 88 p.
- Fick, K.; McDowell, L.; Miles, P.; Wilkinson, N.; Funk, J.; Conrad, J. 1979. Manual de Métodos de Análisis de Minerales para tejidos de planta y animales. Departamento de Ciencia Animal, 2da Edición. EE.UU. Universidad de Florida. Adaptado en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina-INIAP. p 301-4.
- Guzmán-Maldonado H, C Jacinto H y JZ Castellanos. Manual de métodos para determinar características de calidad en frijol Común (*Phaseolus vulgaris L.*). SAGAR, INIFAP, Campo Experimental del Bajío. México. 1995;77 p.
- INIAP. 2010. Tecnologías agropecuarias para la competitividad. Quito-Ecuador, pag 29. Publicación miscelánea 108.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996. Descriptores del café (*Coffea spp.* y *Psilanthus spp.*). Roma, IT. 36 p.

- Jiménez, A. Gutiérrez, G. 2001. En Métodos para medir propiedades físicas e industriales de alimentos. 2ed. España, Acribia. Cap. 4, p, 330-332.
- Lamas, J. 2008. Alimentos Enlatados. (en línea). México. ANTAD (asociación Nacional de tiendas de Autoservicio y Departamentales, A.C.). Consultado el 3 jul. 2010. Disponible en <http://www.antad.org.mx/articulos/enlatados.pdf>
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca)/IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. La Agroindustria en el Ecuador: Un Diagnóstico Integral. (en línea). Ecuador. Consultado el 3 de jul. 2010. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/agroindustria/Documentos%20Agroindustria%20Rural/La%20agroindustria%20en%20el%20Ecuador.%20Un%20diagn%C3%B3stico%20integral.pdf>
- Marín, Z. 1999. Elementos de Nutrición Humana. Costa Rica, San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 411 p.
- Rapisarda, P; Fanella, F; Macccarone, E. 2000. Reability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood orange Juices. Journal of Agricultural Food Chemistry. pp. 2.249 – 2.251.
- Ruales, J.; Carpio, C.; Santacruz, S.; Santacruz, P.; Bravo, J. 2000. Métodos de caracterización de carbohidratos. Gráficas GUIMAR. Quito-Ecuador. 113 p.
- Serrano, L. 2004. Análisis del caso frijol. (en línea). Chapingo-México. México, Universidad Autónoma de Chapingo. Consultado el 10 mayo. 2010. disponible en <http://www.agrochiapas.gob.mx/tmp/SP/archivos/SP-Frijol.pdf>
- SICA. 2007. El frejol. (en línea). Ecuador. Consultado 3 de Marzo de 2010. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/frejol/index.html>
- Silva, J. 2010. El enlatado se abre en más hogares de Ecuador. (en línea). Quito-Ecuador. LIDERES. Consultado el 3 mar. 2010. Disponible en <http://www.revistalideres.ec/2010-01-18/Mercados/Noticia-Principal/LD100118P16MERCADOS.aspx>.
- Torricela, R.; Zamora, E.; Pulido, H. 1989. Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de calidad en la industria alimentaria. Ciudad de la Habana. P. 11, 33, 95.

## ANEXO 1

### VARIABLES Y METODOS DE EVALUACIÓN

#### CARACTERISTICAS FISICAS

##### COLOR

(Jiménez y Gutierrez, 2001)

##### Principio

El color superficial de las muestras es medido usando un colorímetro EXPECTRO COLOR, el medidor de diferencia de color registra los valores: L (0=negro, 100= blanco), aL (+ valores= rojo, - valores= verde), y bL (+ valores= amarillo, - valores= azul). La diferencia de color total ( $\Delta E$ ) es calculada previamente desde los parámetros Hunter.

##### Materiales y Equipo

- Colorímetro expectro color
- Superficie de color blanco o negro

##### Procedimiento

- Seleccionar y limpiar los frejoles a medirse.
- Colocar los frejoles sobre una superficie blanca o negra (baldosa).
- Colocar el prisma del ColorTec-EXPECTRO COLOR sobre la piel del frejol, tratando cubrir toda su superficie.
- Tomar las lecturas en diferentes zonas del fréjol.
- Anotar los parámetros: L, a, b (X, Y, Z), las lecturas dividir para 100, reportar con dos decimales.

##### Cálculo

Para determinar el ángulo Hue (H), se parte de los parámetros medidos de a y b, mediante la siguiente ecuación:

$$H = \arctang\left(\frac{b}{a}\right)$$
$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Donde:

Tono = H = Angulo Hue

Cromaticidad = C

Claridad = L = Valor de lectura directa

## **TEXTURA**

(Torricela *et al*, 1989)

### **Principio**

Las propiedades de textura de un alimento corresponden al grupo de características físicas que son percibidas por el sentido del tacto y están relacionadas con la deformación, desintegración y flujo del alimento bajo la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente por funciones de fuerza, tiempo y distancia de penetración de un vástago cilíndrico, aguja, cono o bola en el alimento.

Los altos valores revelan una mayor dureza es decir que la muestra ofrece resistencia a la ruptura o compresión, los valores bajos revelan una menor dureza, es decir, necesitan menor fuerza para su rotura o compresión.

### **Materiales y Métodos**

Se utilizó un penetrómetro de precisión Junior Penetrometer K-195-10P.

### **Procedimiento**

- Calibrar el aparato, colocando en la división cero el fiel, que indica el grado de penetración.
- Colocar la muestra en la parte inferior de la plataforma del penetrómetro y acercar la aguja hasta hacer contacto; ajustado con un tornillo micrométrico.
- Tomar la medida de la longitud hasta ese punto.
- Se deja caer la aguja durante cinco segundos y se lee la longitud que penetra después de ese tiempo, la misma q se expresa inmediatamente en décimas de milímetros.

### **Cálculos**

Se empleará la siguiente fórmula de cálculo:

$$\%P = \frac{(Lf - Li)}{Lf} * 100$$

Donde:

%P= Porcentaje de penetración

Lf= Longitud final

Li= Longitud inicial

## TAMAÑO

(IPGRI, 1996)

### Principio

Con el empleo del paquímetro, se tomará en cuenta tres descriptores cuantitativos (largo, ancho y espesor)

### Equipo

- Paquímetro digital MITUTOYO modelo CD8'' C-B

### Procedimiento

- Se tomará una muestra representativa, en la cual se procederá a medir:
  - a. Largo: se mide en milímetros en la parte más alarga del fruto.
  - b. Ancho: se mide en milímetros en la parte más ancha del fruto
  - c. Espesor: se mide en milímetros a lo largo del tabique que separa a las dos semillas

### Cálculos

Se realizará un promedio de las mediciones tomadas; por medio de la siguiente fórmula:

$$Lp = \frac{\sum(L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n)}{n}$$

$$Ap = \frac{\sum(A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n)}{n}$$

$$Ep = \frac{\sum(E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n)}{n}$$

Donde:

Lp, Ap, Ep= Largo, ancho, espesor promedio

L, A, E= largo. Ancho, espesor de cada medición

n= Número total del muestreo

## ANEXO 2

### VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

##### ANÁLISIS PROXIMAL

###### Principio

Este no determina sustancias químicamente definibles, sino que asocia combinaciones orgánicas que responden a determinadas reacciones analíticas, es decir, analiza la composición básica que se hace en una materia prima o en un producto:

- Humedad
- Proteína

###### a. HUMEDAD

(A.O.A.C., 2000)

###### Principio

Este método de medición es realizado colocándose una cantidad conocida de granos para secar en la estufa, determinando la humedad mediante el peso antes y después del secado. El tiempo y la temperatura necesarios para el proceso de secado dependen del tipo de grano y si éstos están enteros o molidos.

La muestra es calentada bajo condiciones especificadas, y la pérdida de peso se usa para calcular el contenido de humedad de la muestra. El valor del contenido de humedad de la muestra es altamente dependiente del tipo de estufa usada y del tiempo y temperatura de secado.

###### Materiales y Equipos

- Balanza analítica
- Estufa de corriente de aire
- Desecadores con agente desecante
- Cajas petri
- Pinzas.
- Frascos plásticos con tapa

## Procedimiento

- Colocar las cajas destapadas, en la estufa de corriente de aire que tiene un termómetro calibrado en una de las bandejas internas con el objeto de controlar la temperatura.
- Encender la estufa y colocar la perilla de control en el sitio indicado para llegar a 130°C.
- Una vez que ha llegado a 130°C tomar el tiempo de 1 hora para tarar las cajas.
- Sacar las cajas con una pinza y colocarlas en un desecador. Tapar el desecador y enfriarlas por 1 hora.
- Preparar las muestras moliendo y colocarlas en frascos plásticos provistos de tapa.
- En una caja enfriada y pesada (provista con tapa), previamente calentada a  $130 \pm 3$  °C, pesar exactamente cerca de 2 g. de una porción de prueba bien mezclada en la balanza analítica con 4 cifras decimales.
- Destapar la porción de prueba y secar caja, tapa, y contenido por 1 hora en estufa provista de abertura para ventilación y mantenida a  $130 \pm 3$  °C (El período de secado de 1 hora comienza cuando la temperatura de la estufa está a 130° C). Tapar la caja mientras está todavía dentro de la estufa, transferir a un desecador, y pesarla tan pronto alcanza la temperatura ambiente.
- Se recomienda enfriar exactamente 1 hora y pesar.
- Reportar el residuo de la harina como sólidos totales y la pérdida en peso como humedad (método indirecto).

## Cálculos

Se empleará la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1}$$

Donde:

P<sub>1</sub> = Peso de la caja petri vacía.

P<sub>2</sub> = Peso de la caja petri + la muestra.

P<sub>3</sub> = Peso de la caja petri + residuo.

## **b. PROTEÍNA**

(A.O.A.C., 1984)

### **Principio**

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio.

El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico, que luego se titula con ácido sulfúrico estandarizado.

### **Materiales y Equipo**

- Balanza analítica
- Aparato de digestión y destilación micro kjeldahl
- Balones kjeldahl de 50 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Titulador automático
- Agitadores magnéticos

### **Reactivos**

- Ácido sulfúrico (grado técnico)
- Ácido clorhídrico 0.02 N estandarizado
- Hidróxido de sodio al 50% (grado técnico)
- Ácido bórico al 4%
- Indicador mixto: rojo de metilo al 0,1% y verde de bromocresol al 0,2% en alcohol de 95%
- Mezcla catalizadora: 800g de sulfato de potasio o sodio, 50g de sulfato cúprico pentahidratado y 50g de dióxido de selenio.
- Zinc en gránulos
- Agua desmineralizada

### **Procedimiento**

#### **1. digestión**

- Pesar alrededor de 0,04g de muestra, colocar dentro de un balón de digestión y añadir 0,5g de catalizador y 2ml de ácido sulfúrico al 92% (grado técnico)
- Colocar los balones en el digestor kjeldahl con los calentadores a 500°C hasta que la solución adquiriera una coloración verde. Esto es indicativo de haberse eliminado toda la materia orgánica.
- Retirar los balones del digestor y enfriar.



## 2. destilación

- Colocar la muestra en el destilador y añadir 10ml de hidróxido de sodio al 50%, destilar recogiendo el destilado en 6ml de ácido bórico al 4% hasta obtener 50ml de volumen.

## 3. Titulación

- Al destilado se agrega 2 gotas del indicador mixto y se titula con ácido clorhídrico 0,02N, hasta que la solución cambie de color.
- Se realiza también la titulación con un blanco.

## Cálculos

$$\%P = \frac{(Ma - Mb) * N * 0,014001 * 6,25}{Pm} * 100$$

Donde:

%P: porcentaje de proteína

N= normalidad del ácido titulante

Ma= mililitros de ácido gastado en la muestra

Mb= mililitros de ácido gastado en el blanco

Pm= Peso de la muestra en gramos

6,25= factor proteico del nitrógeno.

## ALMIDÓN

(Ruales *et al.*, 2000)

### Principio

El almidón es tratado con una solución diluida de ácido clorhídrico en baño maría y luego se determina el ángulo de rotación de la luz de una solución clara en el polarímetro.

### Materiales y Equipo

- Balones de 50ml
- Embudos plásticos
- Pipetas graduadas
- Piceta
- Portaembudos
- Tubos plásticos de 50ml
- Gradilla
- Centrífuga
- Balanza analítica

- Baño maría
- Polarímetro
- Tubo polarimétrico de 200ml
- Papel filtro cualitativo

### Reactivos

- Ácido clorhídrico 0,31N.
- Solución I: ferrocianuro de potasio trihidratado al 15% en agua destilada
- Solución II: sulfato de zinc heptahidratado al 30% en agua destilada

### Procedimiento

- La muestra se seca a 65°C y posteriormente se muele, de la misma se pesaron 2,5g en un balón aforado de 50ml.
- Se agrega 25 ml de ácido clorhídrico 0,31N y se agita por 15 minutos.
- Se somete la muestra a baño maría en agua hirviente por 15 minutos, con agitación continua. Transcurrido este tiempo se la dejo enfriar al ambiente.
- Se adiciona 0,5ml de solución I y 0,5ml de solución II, agitar para homogenizar la muestra.
- Se repite el paso anterior cuantas veces sea necesario hasta que se obtenga una solución transparente y cristalina.
- Se afora el balón con agua destilada
- Se centrifuga la muestra y se filtra (los primeros ml del filtrado fueron eliminados)
- El tubo de 200 mm se llena con el filtrado y este contenido fue leído en el polarímetro.

### Para el blanco

- Se pesaron 5g de muestra molida e un balón de 50ml
- Se agregaron 40ml de agua destilada y se mantuvo en agitación por 15 minutos
- A la muestra se le adiciona 1ml de la solución I y 1ml de la solución II, se agita.
- Se afora el balón con agua destilada, para posteriormente centrifugar y filtrar.
- Se toma 25 ml de filtrado en un balón de 50ml, se añade 1 ml de ácido clorhídrico al 25%, esta mezcla se lleva a baño maría en agua hirviente por 15 minutos con agitación continua. Se enfría la muestra a temperatura ambiente se afora con agua destilada (Si la solución esta turbia centrifuga y filtra)
- El tubo de 200mm se llena con el filtrado y se lee en el polarímetro.

### Cálculos

El contenido en porcentaje de almidón se calcula con la siguiente fórmula:

$$\%Almidón = (a - b)f$$

Donde:

a= Ángulo de rotación de la muestra en grados  
b= Ángulo derogación del blanco, en grados  
f= factor del almidón

Factor del almidón:

Trigo	5,635
Maíz	5,635
Arroz	5,661
Papas	5,501
Yuca	5,551
Amaranto	5,528
Garbanzo	5,652
Fréjol blanco	5,662
Arveja amarilla	5,652

## ANTOCIANINAS

(Rapisarda, P.; Fanella, F.; Macccarone, E., 2000)

### Principio

Los métodos espectrofotométricos se basan sobre la medida de la absorbancia a una longitud máxima de una dilución del extracto de los materiales, con un disolvente ácido. La determinación de los pigmentos (antocianinas) se hace con un extracto de alcohol n-amílico acidificado. La lectura se hace a 544nm, que corresponde al espectro de máxima absorción de los pigmentos.

### Materiales y Equipo

- Ecotipos de fréjol que presenten pigmentación
- Bureta de 50ml
- Tubos centrifuga de 50ml
- Centrifuga 3000-4000 rpm
- Pipetas volumétricas de 10ml
- Balón de 25ml con tapa esmerilada
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica

### Reactivos

- Ácido clorhídrico fumante concentración 36.5-38 %, densidad 1.19
- Ácido clorhídrico 0.1N. Tomar 8.06 ml de ácido 36.5-38 % de pureza, en un balón aforado de 1 litro y llevar a volumen con agua destilada, homogenizar bien.

- Alcohol n-amílico saturado con HCl 0.1N (mezclar 50 % alcohol n-amílico y 50 % ácido clorhídrico 0.1N)

### **Procedimiento**

- Pesar 1 gramo de muestra (cáscara)
- Añadir 20 ml de HCl 0.1N, mezclar bien. Dejar en reposo durante una hora, mezclando ocasionalmente.
- Transferir el contenido a un tubo de centrifugación sin enjuagar.
- Centrifugar por 20 minutos a 3000 – 4000 rpm.
- Tomar 10 ml de sobrenadante ácido extraído con una pipeta y transferir a un cilindro graduado
- Añadir 10 ml de alcohol n- amílico saturado con HCl 0,1 N
- Agitar durante un minuto, transferir a un tubo de centrifuga y separar a las dos fases a 3000 – 4000 rpm durante 5 minutos

### **Medida espectrofotométrica**

Para el reconocimiento de las antocianinas, tomar con una pipeta una cantidad suficiente de la capa superior y transferirla a la celda. Medir la densidad óptica de las muestras a 544 nm, usando alcohol n- amílico saturado con HCl 0.1 N como blanco.

### **Expresión de resultados**

Los resultados obtenidos se expresan en valores de absorbancia obtenidos a 544nm.

## **TANINOS**

(A.O.A.C., 1964)

### **Principio**

La determinación de taninos se realiza en una muestra libre de grasas y pigmentos, utilizándose un extracto acuoso el cual reacciona con el reactivo Folin-Denis en medio alcalino. Se utiliza ácido tánico como estándar y se realizan las lecturas en un espectrofotómetro UV VIS a 680 nm.

### **Reactivos**

- Solución de Folin-Denis: Disolver 100g de wolframato de sodio deshidratado, 20g de ácido fosfomolibdico, 50 ml de ácido fosfórico, en 750 ml de agua destilada. Se calienta dos horas a reflujo, se enfría y se afora a un litro.
- Solución de carbonato de sodio saturado: En 100ml de agua destilada añadir 35g de carbonato de sodio anhidro, se disuelve en caliente a 70-80°C, se enfría una y se deja precipitar 12 horas, se coloca en la solución algunos

cristales de carbonato de sodio decahidratado y luego que cristaliza se filtra a través de lana de vidrio.

- Solución estándar de ácido tánico: Preparar una solución madre de 100 ppm de ácido tánico, cada vez que se va a realizar esta determinación.

### Procedimiento

- Se pesa 1 g de muestra y se extrae durante 8 horas con hexano.
- Se coloca en ebullición el residuo durante 2 horas con 300ml de agua destilada.
- Se enfría, se filtra y se diluye a 500 ml.
- Se toma alícuotas del filtrado en balones de 50 ml, se añade 2,5ml de reactivo Folin-Denis, 5 ml de solución de carbonato de sodio y se afora a 50ml con agua destilada.
- Se lee en un espectrofotómetro a 680nm, después de 30 minutos que ocurre la reacción.
- Se prepara una curva patrón de ácido tánico de 0-5 ppm, proceder desde la adición del reactivo Folin-Denis.

### Cálculos

Se debe tener en consideración para los cálculos las diluciones realizadas y el peso de la muestra. Los taninos vienen expresados como Ac. Tánico y los resultados se expresan como siguen:

$$mg \text{ taninos} / g \text{ muestra} = \left( \frac{LR(\mu g / ml) \times V(ml) \times FD \times 10^{-3} (mg / \mu g)}{Pm(g)} \right)$$

Donde:

LR = lectura de regresión.

V = volumen final.

FD = Factor de dilución.

Pm = peso de la muestra.

### MINERALES

(Fick *et al.*, 1979)

#### Principio

Las cenizas de la muestra son sometidas a una digestión ácida, luego se aforan a un volumen determinado. Se realiza un análisis de macro y micro elementos por absorción atómica.

#### Materiales y Equipo

- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Dilutor automático
- Plancha calentadora
- Tubos (celda) de lectura
- Balones aforados de 50, 100, 500, 1000 ml.
- Pipetas volumétricas 0,1; 0,5; 1, 2, 3, 4, 5 ml
- Pipetas graduadas de 5, 10, 25 ml
- Papel filtro Whatman
- Embudos y porta embudos
- Tubos de ensayo con gradilla

### Reactivos

- Agua destilada
- Solución estándar de: hierro y zinc de 1000 ppm
- **Solución de lantano 1%:** Pesar 17.65 g de cloruro de lantano, disolver con 400 ml de agua y aforar a 1000 ml.

### Procedimiento

- Se coloca los crisoles que contienen las cenizas en la Sorbona, se adiciona 10ml de agua destilada y 5 ml de ácido clorhídrico concentrado, se digiere a baja temperatura hasta que el volumen se reduzca a la tercera parte.
- Se retiran los crisoles de la plancha y se enfría, se filtra usando papel cuantitativo y se recibe el filtrado en un balón de 100ml.

### Determinación de Hierro

- Preparar la curva estándar de hierro de 0 a 5 ppm:
- Colocar en tubos de ensayo la solución estándar de hierro 0, 1, 2, 3, 4, 5 ml, adicionar agua bidestilada hasta 9 ml y adicionar 1 ml de la solución de lantano al 1%.
- Tomar 5 ml de la muestra y leer en el espectrofotómetro de absorción atómica de llama.

**Nota:** En caso de ser lecturas altas, realizar diluciones de 1/10.

### Cálculos

$$Fe(\%) = \frac{C * Fd}{Pm}$$

Donde:

C	=	Concentración (ppm)
Fd	=	Factor de dilución
Pm	=	Peso de la muestra (g)

### Determinación de Zinc

- Tomar 10 ml de la solución madre, agitar y leer
- Preparar la curva estándar de zinc de 5 y 0.5 ppm
- Colocar en tubos de ensayo la solución estándar de calcio y manganeso 0, 1,2, 3, 4, 5 ml, y adicionar agua bidestilada hasta 9 ml y adicionar 1 ml de la solución de lantano al 1%.
- Leer en el espectrofotómetro de absorción atómica de llama, primero los estándares luego las muestras.

### Cálculos

$$Zn(ppm) = \frac{LR * Fd}{Pm}$$

Donde:

LR	=	Lectura de Regresión
Fd	=	Factor de dilución
Pm	=	Peso de la muestra

**ANEXO 3**  
**VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN**  
**CAPACIDAD DE HIDRATACIÓN**

(Elías, 1986, Guzmán, 1995, Benavides, 2006)

**COEFICIENTE DE HIDRATACIÓN**

**Principio**

Este coeficiente refleja el incremento de peso de los granos luego del remojo con respecto al peso fresco inicial. El coeficiente de hidratación es un indicador rápido de que tan bien un grano es hidratado antes del proceso térmico. Un coeficiente de hidratación de 1,8 es considerado óptimo para la industria procesadora.

**Materiales y método**

- Cronómetro
- Agua
- Ecotipos de fréjol

**Procedimiento**

- Se contarán 100 granos de fréjol de tamaño similar, los cuales serán pesados y posteriormente remojados en agua del grifo (ajustada a 100ppm de Ca<sup>+2</sup>), a temperatura ambiente por periodos de 5, 10, 15 o 20 horas a una relación fréjol-agua 3:10.
- Después del tiempo especificado para el remojo, los granos son inmediatamente removidos del agua, escurridos, y pesados.

**Cálculos**

Se calculará con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{Pf}{Pi}$$

Donde:



CH= Coeficiente de Hidratación  
Pi= Peso inicial de los granos  
Pf=Peso de los granos luego del remojo

## VELOCIDAD DE HIDRATACIÓN

### Principio

Este parámetro refleja la velocidad promedio de la absorción de agua en los tiempos determinados.

En la etapa inicial del remojo, la absorción de agua es rápida, y va disminuyendo conforme transcurre el tiempo, por lo cual no sigue un patrón lineal.

### Materiales y método

- Cronómetro
- Agua
- Ecotipos de fréjol

### Procedimiento

- Se contarán 100 granos de fréjol de tamaño similar, los cuales serán pesados y posteriormente remojados en agua del grifo (ajustada a 100ppm de  $\text{Ca}^{+2}$ ), a temperatura ambiente por periodos de 5, 10, 15 o 20 horas a una relación fréjol-agua 3:10.
- Después del tiempo especificado para el remojo, los granos son inmediatamente removidos del agua, escurridos, y pesados.

### Cálculos

Se empleará la siguiente ecuación:

$$V_t = \frac{\Delta P_t}{\Delta t}$$

Donde:

$V_t$ =Velocidad de hidratación en el tiempo

$\Delta P_t$ = Cambio en el peso del grano hidratado en el tiempo t

$\Delta t$ = Cambio en el tiempo t

## ANEXO 4

### VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

##### GRADO DE AGLOMERACIÓN

(COVENIN, s.f.)

###### Principio

El grado de aglomeración de los frijoles envasados, se manifiesta cuando los frijoles individuales se adhieren unos a otros en lugar de encontrarse individualmente.

###### Materiales y método

- Utensillos para abrir los envases
- Instrumental de laboratorio

###### Procedimiento

- El envase se deja en reposo
- Se abre y deposita en otro envase
- Se visualiza la presentación

###### Cálculos

Se valorara en una escala de 7 puntos. Donde:

- 1= severo; los fréjoles están sólidamente empaquetados en la lata y una pesada agregación de los mismos es notoria.
- 7= sin aglomeración, los fréjoles caen libremente de la lata y no presenta una agregación aparente de los mismos

##### GRADO DE ROTURA

(COVENIN, s.f.)

###### Principio

Mide el grado de división transversal y tangencial de los frijoles.

## **Materiales y método**

- Utensillos para abrir los envases
- Instrumental de laboratorio

## **Procedimiento**

- El envase se deja en reposo
- Se abre y se toma una muestra de los fréjoles
- Se coloca la muestra en otro recipiente y se determina por visualización.

## **Cálculos**

Las muestras son visualmente valoradas en una escala de 7 puntos. Donde:

- 1 = Muy grave escisión, con la mayoría de los frijoles de la muestra rotos
- 7 = La mayoría de los granos en la muestra no se presenta divididos (pequeñas grietas transversales, de 2 mm, en las semillas es admisible)

## **VISCOCIDAD**

(Alvarado y Aguilera, 2001)

### **Principio**

Los fluidos tienen diferentes características reológicas que se pueden describir por la medida de la viscosidad, por lo que al medir la viscosidad en un viscosímetro rotacional Brookfield Modelo RVDV-II+, nos va a permitir determinar los parámetros reológicos como son: índice de consistencia  $K$  ( $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ ) y el índice de comportamiento al flujo  $n$  (adimensional) para poder determinar el tipo de comportamiento y tipo de flujo que presentan las pulpas.

### **Materiales y Equipos**

- Viscosímetro rotacional Brookfield Modelo RVDV-II+
- Placa agitadora
- Vasos de precipitación
- Tubos falcon
- Pipetas ependorf
- Baño maría
- Gradillas
- Balanza
- Centrífuga
- Cronómetro
- Termómetro

### **Procedimiento**

- Pesar 25 g de caldo de cocción en un vaso de precipitación de 50 ml
- Colocar sobre una placa agitadora sumergida en un baño a temperatura establecida (45 °C) con agitación lenta (100 rpm)
- Acondicionar los vasos por cinco a diez minutos hasta que el caldo alcance la temperatura determinada.
- Adicionar la concentración de enzima seleccionada, tapar con parafilm y papel aluminio los vasos para que los granos mantengan la temperatura fijada.
- Incubar durante un tiempo determinado
- Sacar los vasos y colocarlos en baño maria a 80 °C por dos minutos, sacar y poner en un baño de agua de hielo por cinco minutos para inactivar las enzimas.
- Colocar la muestra (no enzimada y enzimada) en la cámara acoplada al adaptador para muestras pequeñas, acondicionado a 25 °C.
- Colocar el spindle de acuerdo al tipo de muestra (S 14)
- Leer la viscosidad (cps), torque (%), SS y SR, en un rango de 0 a 200 rpm

### Cálculos

Para determinar los parámetros reológicos:  $\eta$  índice de comportamiento al flujo y  $K$  índice de consistencia, se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\log \mu_F = (n - 1) \log(4\pi N) + \log K$$

Realizar un gráfico de  $\text{Log}(4\pi N/60)$  ( $s^{-1}$ ) vs.  $\text{Log} \mu_F$  (Pa.s), donde  $\eta$  es la pendiente y  $K$  es el valor del punto de corte.

### COLOR

(Jiménez y Gutiérrez, 2001)

#### Principio

El color superficial de las muestras es medido usando un colorímetro EXPECTRO COLOR, el medidor de diferencia de color registra los valores: L (0=negro, 100= blanco), aL (+ valores= rojo, - valores= verde), y bL (+ valores= amarillo, - valores= azul). La diferencia de color total ( $\Delta E$ ) es calculada previamente desde los parámetros Hunter.

#### Materiales y Equipo

- Colorímetro expectro color
- Superficie de color blanco o negro

#### Procedimiento

- Seleccionar y limpiar los frejoles a medirse.
- Colocar los frejoles sobre una superficie blanca o negra (baldosa).
- Colocar el prisma del EXPECTRO COLOR sobre la piel del fréjol, tratando cubrir toda su superficie.
- Tomar las lecturas en diferentes zonas del fréjol.

- Anotar los parámetros: L, a, b (X, Y, Z), las lecturas dividir para 100, reportar con dos decimales.

### **Cálculo**

Para determinar el ángulo Hue (H), se parte de los parámetros medidos de a y b, mediante la siguiente ecuación:

$$H = \arctang\left(\frac{b}{a}\right)$$

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

*Donde:*

Tono = H = Ángulo Hue  
 Cromaticidad = C  
 Claridad = L = Valor de lectura directa

### **TEXTURA**

(Torricela *et al*, 1989)

#### **Principio**

Las propiedades de textura de un alimento corresponden al grupo de características físicas que son percibidas por el sentido del tacto y están relacionadas con la deformación, desintegración y flujo del alimento bajo la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente por funciones de fuerza, tiempo y distancia de penetración de un vástago cilíndrico, aguja, cono o bola en el alimento.

Los altos valores revelan una mayor dureza es decir que la muestra ofrece resistencia a la ruptura o compresión, los valores bajos revelan una menor dureza, es decir, necesitan menor fuerza para su rotura o compresión.

#### **Materiales y Métodos**

Se utilizó un penetrómetro de precisión Junior Penetrometer K-195-10P.

#### **Procedimiento**

- Calibrar el aparato, colocando en la división cero el fiel, que indica el grado de penetración.
- Colocar la muestra en la parte inferior de la plataforma del penetrómetro y acercar la aguja hasta hacer contacto; ajustado con un tornillo micrométrico.
- Tomar la medida de la longitud hasta ese punto.

- Se deja caer la aguja durante cinco segundos y se lee la longitud que penetra después de ese tiempo, la misma q se expresa inmediatamente en décimas de milímetros.

### **Cálculos**

Se empleará la siguiente fórmula de cálculo:

$$\%P = \frac{(L_f - L_i)}{L_f} * 100$$

Donde:

%P= Porcentaje de penetración

Lf= Longitud final

Li= Longitud inicial

## **CONTENIDO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN EL CALDO DE COCCIÓN**

(COVENIN, s.f.)

### **Principio**

### **Materiales y Equipos**

- Centrífuga
- Tubos de centrifuga cónicos de 50ml de capacidad y con graduación impresa

### **Procedimiento**

- Se mide directamente 50ml del producto en el tubo de centrifuga
- Se coloca el tubo en la centrifuga, se equilibra el peso colocando en el soporte opuesto otro tubo con agua, y se centrifuga durante 10 minutos después de ajustar las revoluciones por minuto correspondientes al diámetro de giro de la cabeza de la centrifuga.
- Después de centrifugado se realiza la lectura correspondiente.

### **Cálculos**

El valor obtenido en la lectura se multiplica por 2 para obtener el porcentaje de sólidos en suspensión.

Los resultados se expresan en porcentaje por volumen ( $v/v$ )

## **PESO ESCURRIDO O DRENADO**

(COVENIN, s.f.)

### **Principio**

Es el peso del contenido del envase al cual se ha eliminado el medio de relleno o líquido de gobierno, según las condiciones establecidas para cada producto.

Los valores debe encontrarse entre 1,4 y 1,6; valores menores a 1,4 indican una baja absorción de agua. Valores mayores a 1,6 indican que tienen un peso escurrido atípico, así como también una alta absorción de agua.

### **Equipos**

Balanza analítica  
Tamíz N° 8  
Utensillos para abrir los envases  
Instrumental de laboratorio

### **Procedimiento**

- El envase se deja en reposo.
- Se abre y se vierte el contenido sobre el tamiz.
- Se deja escurrir y se coloca en otro recipiente previamente pesado.
- Se procede a tomar el peso.

### **Cálculos**

El peso escurrido del alimento, expresado en porcentaje, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\%PE = \frac{P_2 - P_1}{P_3} * 100$$

Donde:

PE= peso escurrido del alimento, en porcentaje  
P<sub>1</sub>= peso del tamiz limpio y seco, en gramos  
P<sub>2</sub>= peso del tamiz con el producto retenido, en gramos  
P<sub>3</sub>= Peso neto declarado en gramos

## **INDICE DE CALIDAD PARA ENLATADO (COVENIN, s.f.)**

### **Principio**

El índice de calidad de procesamiento (ICP) es un resumen de los diversos descriptores subjetivos de procesamiento de calidad como un solo valor (índice) para describir la calidad de procesamiento en seco de frijol y que es útil para los mejoradores de plantas como un índice de selección. El ICP se construye como una función lineal de los

siguientes descriptores: la cantidad de agrupación, división, y la apariencia general de una muestra de frijol en lata, características del caldo de cocción de viscosidad, color y cantidad de fécula de extrusión en el líquido, y características de las semillas cocidas color de, tamaño y forma para la clase de mercado.

### **Procedimiento**

Cada uno de los ecotipos de fréjol será evaluado por los siete descriptores mencionados anteriormente empleando una escala hedónica.

### **Cálculos**

Los siete descriptores antes mencionados de los cuales el PQI comprende cada uno son evaluados por varios jueces en una escala hedónica de 7 puntos y se ponderan como tal:

<b>Descriptores</b>	<b>Peso Puntuación</b>
Aglomeración	1x
Rotura	1x
Apariencia	2x
Viscosidad	1x
Color	1x
Almidón libre	1,5x
Características de las semillas*	1,5x

\*incluye color y tamaño de la semilla