

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



COMPARACION DE LA CALIDAD CULINARIA Y DEL ANALISIS  
BROMATOLOGICO PROXIMAL DE LA ESPECIE *Phaseolus vulgaris* L.  
(FRIJOL COMUN) VARIEDAD CHAPARRASTIQUE Y LA IMPORTADA DE  
CHINA

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA  
EN QUIMICA Y FARMACIA

PRESENTADO POR:  
FERNANDO ALBERTO HENRIQUEZ GUARDADO

MARZO DE 2014

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LIC. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO

**COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACION**

**COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS TRABAJOS DE GRADUACION**

Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**ASESORA DE AREA EN QUIMICA AGRICOLA**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

**ASESORA DE AREA EN GESTION AMBIENTAL; CALIDAD AMBIENTAL**

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

**DOCENTE DIRECTORA**

MSc. María Elisa Vivar de Figueroa

## INDICE

	Pág.
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 Introducción	20
CAPITULO II	
2.0 Objetivos	23
CAPITULO III	
3.0 Marco Teórico	25
3.1 Generalidades de la especie vegetal <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	25
3.1.1 Taxonomía	26
3.1.2 Origen y Domesticación	26
3.1.3 Descripción botánica	29
3.1.4 Condiciones edafoclimáticas	31
3.1.5 Propiedades alimentarias del frijol	
	33
3.2 Reseña del frijol CENTA Chaparrastique	34
3.3 Reseña del frijol importado de China	35
3.4 Calidad culinaria del frijol	36
3.4.1 Coeficiente de Hidratación	37
3.4.2 Dimenciones del grano	39

3.4.2.1 Tamaño y Forma del grano	39
3.4.3 Tiempo de cocción	40
3.4.4 Densidad del caldo	42
3.5 Análisis bromatológico proximal	43
CAPITULO IV	
4.0 Diseño metodológico	45
4.1 Tipo de estudio	45
4.2 Investigación bibliográfica	45
4.3 Investigación de campo	46
4.3.1 Universo	46
4.3.2 Muestra	46
4.4 Parte experimental	47
4.4.1 Calidad Culinaria	48
4.4.1.1 Coeficiente de Hidratación	48
4.4.2.2 Dimensiones del grano	49
4.4.2.3 Tiempo de Cocción	51
4.4.2.4 Densidad del Caldo	52
4.4.2 Análisis Bromatológico Proximal	55
4.4.2.1 Preparación de Muestra	53
4.4.2.2 Determinación de Humedad	53
4.4.2.3 Determinación de Proteínas	54
4.4.2.4 Determinación de Grasa	57
4.4.2.5 Determinación de Fibra cruda	60
4.4.2.6 Determinación de Ceniza	62
4.4.2.7 Determinacion de Extracto Libre de Nitrogeno	63

4.5 Análisis estadístico	64
4.6 Elaboración de tríptico	65
CAPÍTULO V	
5.0 Resultados	68
5.1 Calidad culinaria	68
5.2 Análisis bromatológico proximal	76
5.3 Resumen de resultados	88
CAPITULO VI	
6.0 Conclusiones	91
CAPITULO VII	
7.0 Recomendaciones	94

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N°	N° Pág.
1. Tamaño de grano en función de su masa	39
2. Forma del grano en función del índice longitud/anchura	40
3. Parámetros de referencia para calidad culinaria: Densidad del caldo del grano de frijol común <b>(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)</b>	42
4. Parámetros de referencia para el análisis bromatológico proximal del grano de frijol común <b>(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)</b>	43

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° Pág.
1. Especie vegetal <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	26
2. Comparación de Coeficientes de hidratación entre muestras de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	69
3. Características de la variedad CENTA Chaparrastique.	99
4. Mapa de ubicación del Ministerio de Agricultura y Ganadería.	100
5. .Venta del frijol importado de China a la población salvadoreña.	101
6 . Mapa de ubicación de la oficina central del Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).	102
7. Aparato de extracción de grasa Soxhlet.	103
8. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra1 frijol CENTA Chaparrastique.	105
9. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 2 frijol CENTA Chaparrastique.	105
10. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 3 frijol CENTA Chaparrastique.	106
11. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 4 frijol CENTA Chaparrastique.	106

12. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 5 frijol CENTA Chaparrastique.	107
13. Relación de promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol CENTA Chaparrastique.	107
14. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 1 frijol importado de China.	108
15. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 2 frijol importado de China.	108
16. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 3 frijol importado de china.	109
17. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 4 frijol importado de china.	109
18. Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 5 frijol importado de china.	110
19. Relación de promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol importado de China.	110

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° Pág.
1. Resultados de promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol CENTA Chaparrastique.	68
2. Resultados promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol importado de china.	68
3. Comparación de los promedios de Coeficientes de hidratación de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de china de acuerdo al tiempo de remojo.	69
4. Resultados de análisis estadístico prueba F para coeficiente de hidratación.	70
5. Resultados de tiempo de cocción en muestras de frijol CENTA Chaparrastique	71
6. Resultados de tiempo de cocción en muestras de frijol importado de China.	72
7. Comparación de tiempo de cocción de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	72
8. Comparación de los promedios de densidades de caldo de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	73
9. Resultados de análisis estadístico prueba F para densidad de caldo	74

10. Resultados de dimensiones en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	75
11. Resultados de dimensiones en muestras de variedad importada de China	75
12. Comparación de promedios de Porcentaje de humedad de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	76
13. Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de humedad	77
14. Comparación de promedios de porcentaje de proteína de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	78
15. Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de proteína.	79
16. Comparación de promedios de porcentaje de grasa de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	80
17. Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de grasa.	81
18. Comparación de promedios de porcentaje de fibra cruda en frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	82
19. Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de fibra cruda.	83

20. Comparación de promedios de porcentajes de ceniza de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	84
21. Resultados de análisis estadístico prueba F para el porcentaje de ceniza.	85
22. Resultados de porcentaje de carbohidrato de muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	85
23. Resultados de porcentajes de carbohidrato en muestras de frijol importado de China.	86
24. Comparación de promedios de porcentajes de carbohidrato en Frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.	86
25. Resultados de análisis estadístico prueba F para el porcentaje de carbohidratos.	87
26. Resumen de resultados de análisis de Calidad culinaria del frijol CENTA Chaparrastique y Frijol Importado de China.	88
27. Resumen de resultados del análisis bromatológico proximal del frijol CENTA Chaparrastique y frijol Importado de China.	89
28. Formato de recolección de resultados para el cálculo de coeficiente de Hidratación del grano de frijol común ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	112

29. Formato de recolección de resultados para el cálculo del tamaño y peso promedio del grano de frijol común ( <i><b>Phaseolus vulgaris</b></i> L.)	112
30. Formato de recolección de resultados para el calculo del tiempo de cocción del grano de frijol común ( <i><b>Phaseolus vulgaris</b></i> L.)	113
31. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 1 de frijol CENTA Chaparrastique.	115
32 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 2 de frijol CENTA Chaparrastique.	115
33. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 3 de frijol CENTA Chaparrastique.	116
34. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 4 de frijol CENTA Chaparrastique.	116
35. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 5 de frijol CENTA Chaparrastique.	117
36. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 1 de frijol importado de China.	117
37. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 2 de frijol importado de China.	118
38. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 3 de frijol importado de China.	118

39. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 4 de frijol importado de China.	119
40. Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 5 de frijol importado de China	119
41.. Resultados de densidad de caldo en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	121
42. Resultados de densidad de caldo en muestras de frijol Importado de China.	122
43. Resultados de dimensiones de grano de muestra 1 de Frijol CENTA Chaparrastique.	124
44. Resultados de dimensiones de grano de muestra 2 de Frijol CENTA Chaparrastique.	125
45. Resultados de frijol CENTA Chaparrastique.de dimensiones de grano de muestra 3	126
46. Resultados de dimensiones de grano de muestra 4 de frijol CENTA Chaparrastique.	127
47. Resultados de dimensiones de grano de muestra 5 de frijol CENTA Chaparrastique.	128
48. Resultados de dimensiones de grano de muestra 1 de frijol importado de china.	129

49. Resultados de dimensiones de grano de muestra 2 de frijol importado de China.	130
50. Resultados de dimensiones de grano de muestra 3 de frijol importado de China.	131
51. Resultados de dimensiones de grano de muestra 4 de frijol importado de China.	132
52. Resultados de dimensiones de grano de muestra 5 frijol importado de China	133
53. Resultados de determinación de humedad en frijol CENTA Chaparrastique.	135
54. Resultados de determinación de humedad en frijol importado de China.	136
55. Resultados de porcentaje de proteína en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	138
56. Resultados del porcentaje de proteína en muestras de frijol importado de China.	139
57. Resultados del porcentaje de grasa en frijol CENTA Chaparrastique.	141
58. Resultados de porcentaje de grasa en Frijol importado de China.	142

59. Resultados de porcentaje de fibra cruda en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	144
60. Resultados de porcentaje de fibra cruda en Frijol importado de China.	145
61. Resultados de porcentajes de ceniza en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.	146
62. Resultados de porcentaje de ceniza en muestras de frijol importado de China.	147

## RESUMEN

La población de El Salvador sufre muchos problemas de índole nutricional y ocasionada por el acceso que tiene alimentos con características nutricionales inadecuadas. Las políticas de los gobiernos anteriores a favor de incentivar la producción agrícola interna fue muy deficiente ocasionando que la producción *Phaseolus vulgaris* L (frijol común) que constituye uno de los granos más importantes en la dieta de los salvadoreños fuera impactada negativamente, debido a la escases de este alimento en el mercado interno. El Gobierno para satisfacer la demanda, importo frijol común de china para suplir las necesidades alimentarias de la población.

En el presente trabajo se compararon dos variedades de frijol común (frijol CENTA Chaparrastique y el Importado de China) para identificar si hay diferencia significativa entre las dos variedades, realizándose el Análisis Bromatológico Proximal que comprenden las determinación de: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza y carbohidrato, y el análisis de calidad culinaria: coeficiente de hidratación, dimensiones, tiempo de cocción y densidad del caldo. Los resultados de los análisis se tabularon y por medio de diseño estadístico empleando la Prueba Fisher se evaluó si existe diferencia significativa entre el frijol CENTA Chaparrastique y el frijol importado de china.

Este estudio concluye que los resultados obtenidos indican que las variedades de frijol común en estudio no tienen diferencia significativa en su calidad culinaria como nutricional (análisis bromatológico proximal) ya que los resultados se encuentran dentro o próximo a los parámetros de referencia del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), lo cual indica que las cantidades de nutrientes y propiedades culinarias no varían de una variedad de otra.

Para investigaciones futuras se recomienda que las instituciones competentes trabajen en conjunto para realizar proyectos que analicen la calidad de los

alimentos consumidos por la población salvadoreña y necesaria en su dieta diaria, al igual que estudios de almacenamiento de los productos importados a el país para que conserven su calidad nutricional y culinaria.

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## 1.0 INTRODUCCION

En El Salvador, *Phaseolus vulgaris* L (frijol común) es uno de los granos básicos más relevantes por su alto valor proteico, bajo costo y alta calidad; es un componente esencial de la canasta básica y de la dieta diaria de la población salvadoreña. Debido a lo anteriormente expuesto, una gran parte de la población salvadoreña lo consume, haciéndose necesaria la importación de este grano ya que no alcanza a suplir la demanda que presenta nuestro país.

El gobierno de El Salvador por medio del Ministerio de Agricultura y Ganadería importó en febrero del año 2011 desde China una variedad de *Phaseolus vulgaris* L frijol común con el fin de ayudar a sustentar la dieta diaria de la población, teniendo en cuenta el bajo costo que este presenta. Por otra parte, debido a los problemas ambientales de nuestro país, el CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) que a través de programas de fitomejoramiento al frijol común, llamando a la nueva variedad de frijol “CENTA Chaparrastique”; en dicha variedad se ha mejorado la calidad del grano para soportar los fenómenos climatológicos de nuestro país y así mejorar la producción de este grano básico en la región.

El presente trabajo se basa en la comparación de estas dos variedades de frijol común llevando a cabo dos metodologías de análisis para verificar la calidad nutricional y culinaria de dichas variedades.

Los análisis realizados en esta investigación fueron: la Determinación de la Calidad culinaria que comprende la determinación del coeficiente de hidratación, densidad del caldo, tiempo de cocción y las dimensiones del grano; estos análisis nos proporcionaron información importante que nos permitirá evaluar las características como el tiempo de cocción del grano y la cantidad de nutrientes en el caldo tanto en la especie de frijol común importado de China

y del frijol común variedad CENTA Chaparrastique. Por otra parte, también se llevará a cabo el Análisis Bromatológico Proximal que comprende las determinaciones: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas y carbohidratos, parámetros que nos permiten indicar la calidad nutricional de las variedades de frijol común evaluadas.

La parte experimental, anteriormente mencionada, se llevo a cabo durante el mes de septiembre del año 2012 en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para la posterior tabulación y discusión de resultados. La presente investigación se comenzó el año 2011 y se continuó en el año 2012.

Los resultados obtenidos de la investigación se evaluaron e interpretaron por medio de gráficas y del diseño estadístico “prueba de fisher” con lo cual se evaluó si existe diferencia significativa entre las medias de las dos variedades de *Phaseolus vulgaris* L (frijol común) en estudio para así poder recomendar si se continua importando la variedad de frijol traída de China y el cultivo de la variedad frijol CENTA Chaparrastique basándose además en los resultados obtenidos de la determinación de la calidad culinaria y nutricional (Análisis Bromatológico Proximal) de ambas variedades.

CAPITULO II  
OBJETIVOS

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la calidad culinaria y del análisis bromatológico proximal de la especie *Phaseolus vulgaris* L (frijol común) variedad Chaparrastique y la importada de china

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1. Realizar el análisis bromatológico proximal de la especie *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) variedad Chaparrastique con la importada de China.
- 2.2.2. Evaluar la calidad culinaria (tiempo de cocción, coeficiente de hidratación, densidad del caldo y dimensiones del grano) de las 2 variedades
- 2.2.3. Comparar los resultados del análisis bromatológico proximal de la especie de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) de las 2 variedades en estudio.
- 2.2.4. Comparar la calidad culinaria (coeficiente de hidratación, tiempo de cocción, densidad del caldo y dimensiones del grano) de las 2 variedades en estudios.
- 2.2.5. Elaborar un tríptico con la información de la calidad culinaria y análisis bromatológico proximal de la especie *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) de las dos variedades en estudio para la población de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El salvador.

CAPITULO III  
MARCO TEORICO

### 3.0. MARCO TEORICO

#### 3.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE VEGETAL *Phaseolus vulgaris* L<sup>(1)</sup>

Dentro del grupo de las leguminosas que poseen semillas comestibles, el frijol común corresponde a una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea, intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originaria de América y actualmente se encuentra distribuida en los cinco continentes siendo un componente esencial de la dieta, especialmente en Centroamérica y Sudamérica.

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta del salvadoreño y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta adecuada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frijol con cereales (arroz, maíz, otros).

Debido al interés del hombre por esta leguminosa, la selección hecha por las culturas precolombinas generó un gran número de diferentes variedades y en consecuencia también de diferentes nombres comunes. Fue hasta no hace más de medio siglo que se estableció una base sólida de la taxonomía del *Phaseolus*. Su género se ha diferenciado perfectamente de otros tales como *Vigna* y *Macroptilium*, con los cuales se había confundido anteriormente, por lo que ahora se reconoce como de origen Americano.

### 3.1.1 Taxonomía

Nombre científico: ***Phaseolus vulgaris*** L.<sup>(13)</sup>

Nombres comunes: Frijol, poroto, haricot, caraota, judía, alubia, habichuela, nuña, vainita, feijao, etc.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: ***Phaseolus***

Especie: ***vulgaris***



Figura N° 1 Especie vegetal ***Phaseolus vulgaris*** L

### 3.1.2 Origen y Domesticación <sup>(4)(6)</sup>

Las variedades de frijol común actualmente cultivadas son el resultado de un proceso de domesticación y evolución (mutación, selección, migración y deriva genética), a partir de una forma silvestre (***Phaseolus vulgaris*** var. ***aborigineus***) procedente del continente americano, desde donde se extendió a todo el mundo, y en la cual se han ido produciendo cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos como respuesta a las exigencias humanas o del medio ambiente. El conocimiento de su origen, evolución y vías de disseminación constituye una información de inestimable valor que permitirá al mejorador un manejo más adecuado de los recursos genéticos en los programas de mejora.

Hasta finales del siglo XIX se consideró que el frijol común tenía su centro de origen en Asia pero posteriormente, según datos arqueológicos, botánicos, históricos y lingüísticos, en estudios anteriores se concluyó que el frijol común

se originó en el área comprendida entre el norte de México y el noreste de Argentina. Existen multitud de restos arqueológicos principalmente de semillas, fragmentos de vainas e incluso plantas enteras, hallados en los Andes (Perú, Chile, Ecuador y Argentina), en Mesoamérica (México, América Central y sureste de Estados Unidos) y Norteamérica (Nueva York). En la actualidad los restos más antiguos datan de 10000-8000 años a. C. procedentes de los Andes y de 6000 años a. C. procedentes de Mesoamérica. Todos estos restos son de plantas ya domesticadas y fenotípicamente similares a los cultivares actuales de la zona.

Existe una laguna en cuanto a datos arqueológicos en la transición de formas silvestres a cultivadas, aunque actualmente si existen formas primitivas intermedias o de transición. Esto explica porque los hallazgos de frijol común empiezan a aparecer en épocas más recientes (1900-1300 años A.C.), coincidiendo con la aplicación de los métodos de mejora en la agricultura. Además de la información obtenida por los datos arqueológicos, existen datos botánicos como son las características morfológicas, la distribución geográfica y las relaciones genéticas entre formas silvestres y cultivadas que evidencian el origen americano del frijol común. También hay datos históricos y lingüísticos como son las múltiples menciones en los textos españoles del siglo XVI al frijol en América, además de la existencia de un término específico para designar al frijol en muchos dialectos indígenas.

Evans (1973) fue el primero en reconocer los dos grupos de germoplasma, tanto en frijoles silvestres como cultivados: Andino y Mesoamericano, lo que apunta que ha existido más de un centro de domesticación. Ambos grupos se pueden distinguir por marcadores morfológicos y agronómicos (tamaño de la semilla, forma de la bractéola y del foliolo, pilosidad del foliolo, etc.), bioquímicos (faseolina e isoenzimas) y moleculares (RFLPs, RAPD). Los

marcadores bioquímicos y moleculares presentan dos ventajas frente a los morfológicos y agronómicos: son un fiel reflejo del genotipo y su variación no se ve afectada por el ambiente. Además son caracteres más complejos y las variaciones observadas son en su mayoría únicas.

Comparando los frijoles silvestres y cultivados con un número elevado de caracteres, se establece una variabilidad genética entre ambas formas y se observa una variación geográfica paralela al tamaño de la semilla, tipo de faseolina (proteína de reserva de la semilla) y tamaño de la bractéola. Así, en Mesoamérica las variedades presentan semillas pequeñas, con faseolina "S" o "B" y bractéolas grandes y ovaladas, y en los Andes, semillas grandes, faseolina "T", "H", y "C" y bractéolas pequeñas y triangulares. Esta distribución paralela se puede atribuir a una domesticación múltiple y a cruces ocasionales entre formas silvestres y cultivadas.

Entre los cambios surgidos durante la domesticación se pueden citar: gigantismo, incremento del tamaño de la semilla, vaina e incluso hoja, eliminación de la dehiscencia de la vaina, evolución de las formas de crecimiento indeterminado a determinado, cambios de forma de vida perenne a anual, pérdida de latencia de la semilla, eliminación de las semillas de tegumento duro, pérdida de sensibilidad al fotoperíodo, disminución de la alogamia, etc.

Singh y otros (1991c) dividieron los dos grupos de germoplasma en seis razas, de acuerdo con los marcadores mencionados anteriormente: germoplasma Andino (razas Chile, Nueva Granada y Perú) y germoplasma Mesoamericano (razas Durango, Jalisco y Mesoamérica). Las variedades de las razas Durango, Mesoamérica y Nueva Granada son cultivadas en todo el mundo, sin embargo, la raza Jalisco sólo se cultiva en los valles de México, la raza Chile se distribuye

en las regiones secas y de bajas altitudes en el sur de los Andes y la raza Perú tiene una distribución limitada a los valles andinos. Las clases comerciales de mayor importancia económica pertenecen a las tres razas mencionadas anteriormente, Durango, Mesoamérica y Nueva Granada. Dentro de la raza Mesoamérica, y en el continente americano se pueden distinguir regiones en las que predomina más un tipo de grano. Así el grano blanco se cultiva principalmente en México, Venezuela o Cuba mientras que las variedades de grano negro son más apreciadas en Brasil. En cuanto a la raza Durango cabe destacar la variedad “Great Northern” importante en Estados Unidos y Canadá, y exportada a Europa. Las variedades más importantes dentro de la raza Nueva Granada son “Cranberry” y la alubia blanca, cultivadas sobre todo en Argentina y exportadas a Europa (España y Portugal).

### 3.1.3 Descripción botánica<sub>(12)</sub>

- **Raíz:** El sistema radical está formado por la raíz primaria o principal que se desarrolla a partir de la radícula del embrión. Sobre ésta y en disposición de corona se forman la secundaria y terciarias y otras subdivisiones. Los pelos absorbentes, órganos especializados en la absorción de agua y nutrimentos, se localizan en las partes jóvenes de las raíces laterales donde viven en simbiosis con la planta bacterias del género *Rhizobium* fijadoras del nitrógeno atmosférico. Aunque el sistema radical presenta variación se considera fibroso.
- **Tallo:** El tallo joven es herbáceo y semileñoso al final del ciclo; es una sucesión de nudos y entrenudos donde se insertan las hojas y los diversos complejos axilares, el tallo o eje principal es de mayor diámetro que las ramas laterales, de color verde, rosa o morado, glabro o pubescente, determinado si termina en inflorescencia o indeterminado si su yema apical

es vegetativa. Se indica en la inserción de las raíces y el primer nudo corresponde al de los cotiledones, esta primera parte del tallo se denomina hipocotilo, en el segundo nudo se presenta el primer par de hojas verdaderas, las cuales son simples y opuestas y reciben el nombre de epicotilo, en el tercer nudo emerge la primer hoja compuesta las cuales son trifoliadas y alternas.

- **Hojas:** Son de dos tipos: simples y compuestas. Los cotiledones constituyen el primer par de hojas, proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos, son de poca duración; el segundo par y primeras hojas verdaderas, se desarrollan en el segundo nudo, son simples, opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos, un peciolo y un raquis. Presentan variación en cuanto a tamaño, color y pilosidad, esta diversificación está relacionada, con la variedad y con las condiciones ambientales de luz y humedad.
- **Flor:** Las flores de frijol desarrollan en una inflorescencia de racimo, la cual puede ser terminal como sucede en las variedades de hábito determinado o lateral en las indeterminadas. La inflorescencia consta de pedúnculo, raquis, brácteas y botones florales. Los botones florales desarrollan en las axilas de las brácteas. Pueden ser blancas, rosada o de color púrpura.
- **Fruto y Semillas:** El fruto es el ovario desarrollado en forma de vaina con dos suturas que unen las dos valvas; Las semillas se unen a las valvas en forma alterna sobre la sutura. Las divergencias laterales están constituidas por los cotiledones y las dos hojas primarias verdaderas. Los cotiledones forman la parte voluminosa de la semilla, son hojas modificadas para el

almacén de carbohidratos y proteínas y constituyen la parte aprovechable de la semilla. El embrión se sitúa dentro de la semilla entre los cotiledones con la radícula orientada hacia el micropico y la plomula hacia el interior del grano.

### 3.1.4 Condiciones edafoclimáticas<sup>(1)(12)</sup>

La fecha de siembra tiene una influencia determinante en el rendimiento del cultivo, pues las condiciones climáticas favorecen o limitan las funciones fisiológicas de la planta, así como la incidencia de plagas o enfermedades.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Es planta de clima húmedo y suave, dando las mejores producciones en climas cálidos.

#### - **Temperatura**

Temperatura óptima del suelo	15-20 °C
Temperatura ambiente óptima de germinación	20-30 °C
Temperatura mínima de germinación	10 °C

Cuando la temperatura oscila entre 12-15 °C la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15 °C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30 °C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores.

#### - **Humedad**

La humedad relativa óptima del aire en el invernadero durante la primera fase de cultivo es del 60% al 65%, y posteriormente oscila entre el 65% y el 75%.

Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad.

- **Luminosidad**

Es una planta de día corto, aunque en las condiciones de invernadero no le afecta la duración del día. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada.

- **Suelo**

Aunque admite una amplia gama de suelos, los más indicados son los suelos ligeros, de textura silíceo-limosa, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. En suelos fuertemente arcillosos y demasiado salinos vegeta deficientemente, siendo muy sensible a los encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo, quedando la planta de color pajizo y achaparrada. En suelos calizos las plantas se vuelven cloróticas y achaparradas, así como un embastecimiento de los frutos (judías con hebra).

- **pH**

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7.5; aunque en suelo enarenado se desarrolla bien con valores de hasta 8.5.

- **Salinidad**

Es una de las especies hortícolas más sensibles a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, sufriendo importantes mermas en la cosecha. No obstante, el cultivo en enarenado y la aplicación del riego localizado,

pueden reducir bastante este problema, aunque con ciertas limitaciones. Actualmente se están llevando a cabo cultivos de judía con aguas de 2 a 2.4 mmhos.cm<sup>-1</sup> de CE, con concentraciones de sodio y cloruros de 8 meq.l<sup>-1</sup> y 9 meq.l<sup>-1</sup>, respectivamente, sin apreciarse disminución en las producciones. Para conseguir estos resultados es necesario un aporte de calcio y de magnesio más elevado de lo normal, así como mantener un nivel de humedad lo más constante posible.

### **3.1.5 Propiedades alimentarias del frijol <sup>(11)</sup>**

Las propiedades nutritivas que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas y minerales.

Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4-7.6 g/100 g de proteína) y la Fenilalanina más tirosina (5.3-8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. Sin embargo, de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%.

En relación a la aportación de carbohidratos, 100 g de frijol crudo aportan de 52 a 76 g dependiendo de la variedad, cuya fracción más importante la constituye el almidón. El almidón representa la principal fracción que energía en este tipo de alimentos, a pesar de que durante su cocinado, una parte de la mismo queda indisponible dado que se transforma en el denominado almidón resistente a la digestión.

Dentro de los macronutrientes del frijol, la fracción correspondiente a los lípidos es la más pequeña (1.5-6.2 g/100 g), constituida por una mezcla de acilglicéridos cuyos ácidos grasos predominantes son los mono y poliinsaturados.

El frijol también es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100 g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser de la forma soluble. Los principales componentes químicos de la fibra en el frijol son las pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina. Además, este alimento también es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico.

### **3.2 Reseña de frijol CENTA Chaparrastique <sup>(2)</sup>**

El frijol CENTA Chaparrastique (ver anexo N°1) fue introducida a El Salvador en el 2005 desarrollada por la Universidad Agrícola El Zamorano, proviene de la cruce simple SRC 1-12-1-47/ EAP 9510-77, experimentalmente fue denominada MER 2226-41. Bajo dicha denominación fue validada durante 2008/2009 en campo de agricultores donde demostró ser una variedad de grano rojo con buenas características agronómicas, alto potencial de rendimiento (35 qq/mz), resistente a enfermedades como el virus del Mosaico Dorado Amarillo y virus del Mosaico Común, las cuales son limitantes para la producción de grano de frijol; también tiene tolerancia a la Mancha Angular, Mustia Hilachosa y Roya, que son enfermedades que afectan el cultivo; otra característica es que tolera altas temperaturas y la humedad limitada, la madurez fisiológica la alcanza entre los 68 y 70 días.

En el 2005, producto de las evaluaciones realizadas, MER 2226-41 fue seleccionada Ensayos Centroamericanos de Adaptación y Rendimiento (ECAR 2005) donde sobresalió por su resistencia al virus del mosaico dorado amarillo y potencial de rendimiento, alcanzando rendimientos promedios de 1897 Kg/ha

(29.21 qq/mz). Durante el año 2006, esta línea de frijol fue evaluada en Ensayos Regionales a nivel nacional en nueve localidades de El Salvador, presentando buen potencial de rendimiento, superior al testigo mejorado CENTA San Andrés (ver anexo 4), obteniendo valores de 2200 Kg/ha (33.9 qq/mz). A partir del año 2008 pasa a la fase de validación en finca de agricultores, donde este material ratifica sus características respecto a las variedades locales y mejoradas con las que fue comparada. En ese año, el material genético alcanzó rendimientos promedios de 1523.2 Kg/ha (23.45 qq/mz) superando a las variedades testigo en un 20.1%; y en el 2009 se obtuvieron rendimientos de 1437.2 Kg/ha (22.13 qq/mz), superando en 412.9 Kg/ha a las variedades comparadoras utilizadas ese año.

Las evaluaciones participativas con productores y productoras indican la aceptación de esta nueva variedad por características de suavidad y menor dureza del grano para el consumo.

### **3.3 Reseña de frijol importado de China <sup>(4)</sup>**

A falta de frijoles salvadoreños, el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, ver anexo N° 2) vendió a partir de marzo de 2011, frijoles rojos importados desde China. El Salvador importó de China 90 mil quintales de frijol rojo para garantizar el suministro del mercado nacional, dijo el titular salvadoreño del MAG, Guillermo López Suárez en declaraciones difundidas el 04 de febrero de 2011 por la prensa salvadoreña.

Guillermo López Suárez dijo que el embarque del grano vino para el mes de febrero. El MAG lo procesó para embolsar y para de alguna manera armar la logística de distribución en marzo (ver anexo 3). El frijol rojo de China, indicó Guillermo López Suárez, es de buena calidad, se recibieron las muestras, se coció y se determinó que era similar al que se produce en el país. El frijol traído

desde China ya fue revisado, limpiado y pasa los controles de calidad, aseguraron las autoridades del MAG.

El gobierno salvadoreño invirtió 4.5 millones de dólares para concretar la importación del frijol chino, dijo el funcionario. Añadió que se ha previsto en el mercado nacional un precio por libra de 0.75 centavos de dólar para amortiguar el alto costo de la canasta básica salvadoreña (ver Anexo N° 3), donde el grano se expende hoy día en 1.25 dólares por libra. El consumo anual de frijol en El Salvador es de 2,4 millones de sacos y el producto forma parte de la dieta básica de los salvadoreños y de otros centroamericanos.

El Salvador sufrió los efectos de la tormenta "Agatha", que en mayo de 2010 dañó un 30 por ciento de los cultivos del país y el paso de las tormentas "Matthew" y "Nicole" en septiembre de 2010 causaron pérdidas agrícolas.

El MAG trató de introducir frijol en 2010 a bajo precio sin éxito debido a la pobre calidad del bien. La calidad del frijol que se vendió en los centros de distribución del MAG este año fue criticada, pues personas que compraron el grano aseguraron que este tardaba en cocerse, era ligoso y no tenía buen sabor. De hecho, el MAG tuvo que devolver 35 quintales de frijol que resultaron de mala calidad y demandar a la empresa que se los había proporcionado.

El funcionario aseguró que la empresa tuvo que devolverles el anticipo de lo que habían pagado por los quintales y el grano fue retirado de los puntos de venta de esa cartera de Estado.

### **3.4 Calidad culinaria del frijol <sup>(9)</sup>**

Un frijol de alta calidad de cocción puede definirse como aquel que posee un bajo tiempo de cocción, caldo espeso (es decir, alta concentración de sólidos solubles), facilidad de absorción de agua, adecuada concentración de materia inorgánica caracterizada por un bajo contenido de calcio.

Aunque estos factores de alguna manera están relacionados, para la evaluación de la calidad del Frijol cocido, no se ha podido establecer una metodología universal, debido a que las amas de casa, utilizan pruebas sensoriales que son muy subjetivas; por ejemplo, para determinar la cocción utilizan el método de oprimir un grano entre los dedos (basándose en la textura del grano) o bien entre los dientes, aunque esto no presenta uniformidad. Sin embargo, puede decirse que un frijol se evalúa de acuerdo a su textura suave.

### **3.4.1 Coeficiente de Hidratación <sup>(9)</sup>**

#### **- Proceso de endurecimiento**

Según Elías (1982) el fenómeno de endurecimiento del Frijol se traduce en un aumento en el tiempo requerido para la suavización del grano durante el proceso de cocción y en algunos casos en un deterioro de las características organolépticas del producto, tales como olor y sabor.

En estudios anteriores se han identificado dos problemas como los causantes de la pérdida de la propiedad de ablandamiento.

- a) Cáscara dura o impermeabilidad de la cáscara de los frijoles al agua: los granos afectados por este problema sufren una rehidratación lenta, lo que afecta las propiedades de cocimiento y de germinación de semillas.
- b) Esclerema: se considera como la impermeabilidad de los cotiledones al agua; debido a cambios enzimáticos que ocurren durante el almacenamiento, como consecuencia, el frijol pierde su propiedad de ablandamiento, requiriendo más tiempo de cocción.

Las causas que influyen en el endurecimiento del frijol son: Humedad del grano, Temperatura, Humedad relativa del ambiente y el Tiempo de almacenamiento. El endurecimiento del grano produce un aumento del tiempo de cocción, debido a la incapacidad de absorción de agua por parte de la semilla.

### - **Capacidad de absorción de agua**

Se refiere a dos aspectos: el primero, a la facilidad de penetración del agua a través de la testa o cáscara y el segundo a la capacidad de penetración y difusión uniforme de la misma a través del cotiledón. Se han mencionado como causas que inciden en la capacidad de absorción de agua:

- a) La cáscara: debido a que es la primera barrera que debe enfrentar el agua antes de penetrar en el interior de la semilla; un Frijol de “cáscara dura” da una indicación de mayor tiempo de cocción. Una cáscara menos gruesa favorece la absorción de agua.
- b) Una cáscara amorfa favorece una rápida absorción de agua, cáscara fina y brillante la reduce.
- c) El tamaño y forma de hiliun, es el responsable de la absorción de la mayoría del agua durante las primeras 12 horas del período de remojo.
- d) Otros factores como: contenido de proteína, tamaño de semilla, porcentaje de cáscara y taninos. Mayor contenido proteína y menor cantidad de carbohidratos, más rápida absorción de agua.

### - **Dureza de semilla**

Existe una correlación significativa entre la dureza del grano y el tiempo de cocción, subrayando la importancia entre el proceso de absorción de agua y textura de la semilla; se ha indicado también que existe una relación inversa entre el tiempo de remojo y la textura de la semilla.

La capacidad de absorción de agua por parte de la semilla no siempre está relacionada con el tiempo requerido para suavizar el grano durante el proceso de cocción; este tiempo de cocción está más relacionado a cambios adicionales en la micro estructura del cotiledón, provocado inicialmente por la presencia de agua durante el período de remojo y posteriormente por el

efecto del calor el cual es posible que catalice algunas reacciones que influyeran en la textura de la semilla.

Una semilla recién cosechada posee una mejor y mayor distribución de agua absorbida, durante el remojo, mientras que una semilla vieja, el agua absorbida se queda entre la cáscara y el cotiledón, por lo que no es posible encontrar la relación absorción de agua y textura y/o tiempo de cocción.

### 3.4.2 Tamaño del grano <sup>(4)</sup>

El tamaño del grano puede clasificarse como pequeño, mediano y grande, en función de la masa del mismo. Aquellas variedades que tienen una masa muy superior a los 40 mg se les puede considerar con un tamaño extra-grande.

Cuadro N° 1 Tamaño del grano en función de su masa

<b>Masa del grano</b>	<b>Tamaño</b>
< 0.193 g	Pequeño
0.193 g – 0.217 g	Mediano
> 0.217 g	Grande

#### 3.4.2.1 Dimensiones del grano <sup>(9)</sup>

- **Longitud del grano**

Media de la longitud de los diez granos expresada en milímetros. Se considera la longitud como la máxima dimensión del grano.

- **Anchura del grano**

Media de la anchura de los diez granos expresada en milímetros. Se considera la anchura como la dimensión tomada desde el hilum de la semilla hasta su parte opuesta.

- **Grosor del grano**

Media del grosor de los diez granos expresada en milímetros. Se considera el grosor como la dimensión tomada por la parte media de la semilla, con el hilum en posición frontal.

En función de las dimensiones del grano se calculara los siguientes índices, que sirven para determinar la forma de la semilla:

**Longitud/anchura del grano**

**Anchura/grosor del grano**

Se ha establecido la relación entre el índice longitud/anchura y la forma del grano, criterio seguido para la descripción de las variedades:

Cuadro N° 2 Forma del grano en función del índice longitud/anchura

<b>Forma del grano</b>	<b>Longitud/Anchura del grano</b>
Esférico	1.16 – 1.42mm
Elíptico	1.43 – 1.65mm
Oblongo o arriñonado corto	1.66 – 1.85mm
Oblongo o arriñonado medio	1.86 – 2.00mm
Oblongo o arriñonado largo	> 2.00mm

La forma de la semilla, por lo tanto, depende de la longitud, anchura y grosor del grano seco. Si las tres dimensiones son consideradas conjuntamente la forma puede ser: redonda, oval, romboédrica, riñón o cilíndrica.

### 3.4.3 Tiempo de cocción <sup>(9)</sup>

El fenómeno de endurecimiento del grano del frijol responde a varios factores entre los cuales podemos mencionar: Cáscara dura o impermeabilidad de la

cáscara de los frijoles al agua. Siendo las condiciones climáticas influyentes en este fenómeno, además del tiempo de almacenamiento. Se considera que un tiempo de cocción adecuado es de 40 minutos.

El problema del largo tiempo de cocción y las justificaciones para solucionarlo, se pueden abordar desde los siguientes puntos de vista: basándose en que es un problema actual, por lo que sería oportuno solucionarlo.

La idea es comprobar que los materiales genéticos de la especie vegetal *Phaseolus vulgaris* L., variedad Chaparrastique y variedad importada de China, presentan bajos tiempos de cocción que permiten reducir el gasto de energía tanto a nivel urbano como rural. Así mismo los largos tiempos de cocción afectan las cualidades organolépticas y nutricionales, lo cual no pasaría de contar con variedades o materiales genéticos con dichas características.

Para consumir el Frijol, debe ser cocinado. Un exceso de cocción puede provocar un deterioro en la calidad proteínica del producto, perdiendo una buena cantidad de su potencial como proteína suplementaria.

De acuerdo a estudios realizados, al someter el Frijol a cocción, se observaron dos tendencias claras: La primera muestra un mejoramiento en la calidad del producto, alcanzando su valor máximo entre los 30 y 40 minutos de cocción.

La segunda tendencia, es la descendente, que se presenta pasados los 40 minutos de cocción; en esta fase ocurre una serie de reacciones entre algunos aminoácidos esenciales, como la Lisina y los carbohidratos, de tal manera que el aminoácido no puede ser utilizado por el organismo animal, provocando un descenso en el valor proteico; también existe la probabilidad que los pigmentos del Frijol reaccionen con aminoácidos imposibilitando su liberación por el sistema enzimático gastrointestinal y reduciendo así la digestibilidad de su proteína. Este estudio advierte la necesidad de cocinar el Frijol por tiempos definidos.

Existe la posibilidad, que la aceptabilidad del Frijol por parte del consumidor, este relacionada a la estructura del grano que también determina su preparación para su consumo.

El problema es importante para la preparación a nivel de hogar pero también lo es para la industria de alimentos, quien presenta problemas de operaciones unitarias durante el proceso, por no contar con uniformidad en la calidad de cocción especialmente en lo referente a tiempos de cocción del Frijol, repercutiendo entre otros, costos de producción, tanto por el costo energético como también los que implica el no poder estandarizar el proceso para la elaboración del producto y la no uniformidad del producto final.

#### 3.4.4 Densidad del caldo <sup>(9)</sup>

La densidad del caldo cocido es determinada en el líquido obtenido del tiempo de cocción. La densidad es evaluada por el contenido de sólidos totales o por el uso de un viscosímetro.

La dureza de la semilla se mide en semillas crudas como en cocidas, siguiendo el método de cocimiento descrito arriba. Una muestra de por lo menos 20 granos se usa para la prueba de pinchado.

Cuadro N° 3 Parámetros de referencia para Calidad Culinaria: Densidad del caldo del grano de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tipo de Caldo	Densidad del caldo(g/ml)
Claro	< 0.9g/ml
Medio	0.9 g/ml – 1.2 g/ml
Espeso	>1.2 g/ml

### 3.5 ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL<sup>(7)</sup>

El sistema proximal, también llamado Wendee de Análisis Proximal, ha sido usado generalmente para la investigación nutricional de los alimentos.

Este análisis fracciona los alimentos en seis componentes, cada uno de ellos agrupa varios nutrientes que tienen propiedades comunes. Estos análisis son:

- Humedad
- Proteína Cruda
- Grasas
- Fibra Cruda
- Extracto Libre de Nitrógeno (Carbohidratos)
- Cenizas

Cuadro N° 4 Parámetros de referencia para el Análisis Bromatológico Proximal del grano de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

<b>% HUMEDAD</b>	<b>11.75%</b>
<b>% PROTEINA</b>	<b>16% - 30%</b>
<b>% GRASA</b>	<b>1% - 5 %</b>
<b>% FIBRA CRUDA</b>	<b>3% - 8%</b>
<b>% CENIZA</b>	<b>3% - 5%</b>
<b>% CARBOHIDRATOS</b>	<b>55% - 65%</b>

CAPITULO IV  
DISEÑO METODOLOGICO

## 4.0 .DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 TIPO DE ESTUDIO

- Bibliográfico: Esta investigación comparó la calidad culinaria y el análisis bromatológico proximal de la especie *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) variedad “CENTA Chaparrastique” con la importada de China; para ello, se recolectó la mayor cantidad de información teórica que permitió sustentar la investigación evaluando la calidad nutricional de cada variedad de frijol común analizada.
- Experimental: Se realizó el análisis bromatológico proximal y el análisis de la calidad culinaria de la variedad CENTA Chaparrastique y la importada de China, de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

### 4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó en:

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdoba (CENTA)
- Internet.

### 4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

Se recolectaron las muestras de frijol CENTA Chaparrastique en las bodegas del Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) ubicado en el km 33 ½, carretera a Santa Ana, municipio de Ciudad Arce, Departamento de La Libertad, El Salvador (ver anexo N° 4 ) y frijol importado de China en las bodegas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ubicado al Final de la 1a. Avenida Norte, 13 Calle Poniente y Avenida Manuel Gallardo, Santa Tecla, Departamento de La Libertad, El Salvador.

#### 4.3.1 Universo

Variedades de frijol común proporcionadas por el CENTA y el MAG respectivamente:

- *Phaseolus vulgaris* L.(Frijol común “CENTA Chaparrastique”)
- *Phaseolus vulgaris* L.(Frijol común importado de China)

#### 4.3.2 Muestra

Las muestras en estudio correspondieron a dos grupos:

- Frijol “CENTA Chaparrastique (dos bolsas de dos libras (4 libras) de las cuales se obtuvieron 5 muestras).
- Frijol importado de China (dos bolsas de cinco libras (10 libras) de las cuales se obtuvieron 5 muestras).

### 4.4 PARTE EXPERIMENTAL

Los análisis se realizaron en dos muestras de *Phaseolus vulgaris* L en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Se Realizaron los siguientes análisis:

- Determinación de la Calidad culinaria: Tiempo de cocción, Coeficiente de Hidratación, Densidad del caldo y dimensiones del grano. Cada análisis se realizaron con cinco muestras por quintuplicado en cada submuestra.
- Análisis Bromatológico Proximal o Método de Wendee: Determinación de Humedad, Proteína cruda, Fibra cruda, Grasa, Cenizas y carbohidratos. De cada análisis se realizaron con cinco muestras por quintuplicado en cada submuestra.

#### **4.4.1 Calidad culinaria** (4)(6)(7)(9)

Un frijol de alta calidad de cocción puede definirse como aquel que posee un bajo tiempo de cocción, caldo espeso, facilidad de absorción de agua, adecuada concentración de materia inorgánica.

##### **4.4.1.1 Coeficiente de Hidratación**

- Fundamento: El porcentaje del coeficiente de hidratación se determina por diferencia de pesos entre el peso de la muestra al inicio de la determinación y el peso de la muestra luego de haber permanecido en remojo en agua corriente por un período de tiempo específico; luego se divide entre el peso de muestra inicial y se multiplica por 100%
- Procedimiento:
  1. Pesar 100 g de granos de frijol en una balanza analítica. Anotar el peso de la tara y el peso de la muestra.
  2. Colocar la muestra pesada en un recipiente con agua a temperatura ambiente (Relación 3:10, por cada 30 g de muestra son 100 mL de agua).

3. Dejar en reposo para su ablandamiento por períodos de 4, 8, 12, 16, 18, 20, 22 y 24 horas.
4. Sacar los frijoles del agua, después de hidratarse en cada período de tiempo especificado anteriormente, y secar con papel toalla teniendo cuidado de no aplastar los granos de frijol y pesar en balanza analítica.
5. Anotar en una tabla como la siguiente los pesos de tara y muestra por cada tiempo especificado y calcular el porcentaje del coeficiente de Hidratación para cada caso.
6. Tabular los resultados. Y se colocaron en (ver anexo N°7, tabla N°1)
7. realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

Cálculos:

$$\% \text{ Coeficiente de Hidratación} = \frac{[(\text{Peso muestra} + \text{agua (g)}) - (\text{Peso muestra (g)})]}{(\text{Peso muestra (g)})} (100\%)$$

#### 4.4.1.2 Dimensiones

- Fundamento

Se basa en la clasificación del grano de frijol por su peso y por su forma del grano midiendo la longitud/anchura de el grano de frijol

Clasificación por variable de peso (6)(ver cuadro N°1)

1. Tomar una sub-muestra de 25 granos de frijol
2. Pesar cada uno de los granos de frijol en una balanza analítica digital de 3 decimales.
3. Registrar los pesos para posteriormente realizar el cálculo de peso promedio y se hizo el análisis respectivo.

4. El tamaño del grano puede clasificarse como pequeño, mediano y grande, en función del peso del mismo. De acuerdo a las dimensiones obtenidas clasificar el tamaño del grano según tabla del INCAP
5. Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

#### Clasificación por variable de tamaño (6)

1. Tomar la sub-muestra de 25 granos de frijol.
2. Medir con pie de rey la longitud y anchura graduada en milímetro de cada uno de los granos de frijol.
3. Registrar los valores de longitud y anchura para posteriormente realizar el cálculo de tamaño promedio del grano de frijol y hacer su respectivo análisis.
4. Anotar los resultados en la (ver anexo N°7, tabla N°2)
5. Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

Se ha establecido la relación entre el índice longitud/anchura y la forma del grano, para la descripción de las variedades (ver cuadro N°2)

Cálculos:

$$\text{Peso promedio} = \frac{\sum \text{pesos (g)}}{\text{N}^\circ \text{ de granos pesados (25)}}$$

$$\text{Índice longitud/anchura} = \frac{\text{Longitud (mm)}}{\text{Anchura (mm)}}$$

#### 4.4.1.3 Tiempo de cocción<sup>(6)</sup>

- Fundamento: el tiempo de cocción puede determinarse por medio de la evaluación sensorial, en la que el sentido del gusto nos permite establecer el tiempo que el grano de frijol requirió para alcanzar la condición de textura considerada como adecuada para ser consumido como alimento; y de acuerdo al parámetro de tiempo de cocción puede utilizarse clasificar el frijol muestreado como “duro” o “blando”.
  
- Procedimiento:
  1. Colocar 25 granos de frijol lavados en 75 mL de agua.
  2. Dejar los granos en remojo por 18 horas a temperatura ambiente. Luego separar los granos del agua de remojo.
  3. Agregar 300 mL de agua en un beaker de 600 mL. Colocar en un hot-plate y calentar hasta ebullición.
  4. Agregar los granos de frijol preparados anteriormente y dejar hervir.
  5. Remover los 25 granos de frijol cada cierto tiempo (10 minutos) para realizar la prueba de cocción mordiendo un grano de frijol con los dientes y oprimiéndolo entre la lengua y el paladar.
  6. Reportar como tiempo de cocción, el tiempo en el que los cotiledones de la muestra presentan una textura granular suave.
  7. Anotar los resultados en la (ver anexo N°7, tabla N°3)
  8. Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

#### 4.4.1.4 Densidad del caldo<sup>(9)</sup>

Fundamento: Haciendo uso de un balón volumétrico de 10.0 mL, se afora con el caldo obtenido de la cocción de la muestra de frijoles y se relaciona el peso del caldo dividido entre el volumen pesado para determinar la densidad.

- Procedimiento:

1. Hevir 1.5 litros de agua potable en una olla de peltre tipo estándar para cocina con capacidad de 2 L tipo estándar para cocina.
2. Pesar aproximadamente 100 gramos de frijol libre de impurezas y granos dañados.
3. Agregar los granos de frijol pesados anteriormente a la olla de peltre cuando el agua haya alcanzado el punto de ebullición.
4. Hervir agua potable en otro recipiente para sustituir el agua evaporada en la olla con la muestra, de manera que el nivel del líquido se mantenga entre 1.25 – 1.5 litros.
5. Suspender la prueba cuando se obtenga un 90% de cochura (se tomará como el 100%)\*  
\*Prueba de cochura: tomar 10 granos de frijol al azar cada 10 minutos) y oprimirlos entre el dedo índice y pulgar. Repetir esta operación 3 veces Como mínimo y obtener el promedio.
6. Tarar un balón volumétrico de 10.0 mL y anotar el peso (Peso <sub>inicial</sub>).
7. Aforar el balón volumétrico de 10.0 mL con el caldo caliente obtenido de la cocción de la muestra de frijoles.
8. Pesar en balanza analítica y anotamos el peso (Peso <sub>final</sub>).
9. Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

- Cálculos:

$$\text{Densidad del Caldo} = \frac{(\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)})}{10 \text{ mL}}$$

#### 4.4.2 Análisis Bromatológico Proximal<sup>(3,7)</sup>

El sistema proximal, también llamado Wendee de Análisis Proximal, ha sido usado generalmente para la investigación nutricional de los alimentos.

Este análisis fracciona los alimentos en seis componentes, cada uno de ellos agrupa varios nutrientes que tienen propiedades comunes. Estos análisis son:

- Humedad
- Proteína Cruda
- Grasas
- Fibra Cruda
- Extracto Libre de Nitrógeno (Carbohidratos)
- Cenizas

##### 4.4.2.1 Preparación de la muestra

Posteriormente a la recolección de las muestras se procedió a deshidratarlas a una temperatura de 35 °C y luego se pasaron a través de un tamiz de 0.25 mm para su análisis bromatológico proximal, obteniendo muestras homogéneas y con tamaño de partícula uniforme.

##### 4.4.2.2 Determinación de Humedad<sup>(3)</sup>

Fundamento: La cantidad de agua se elimina por calentamiento de la muestra en una estufa de vacío a temperatura de 105°C durante 5 horas y presión de 100 mm de Hg.

Procedimiento:

- Calentar a 105°C en una estufa corriente la caja de aluminio durante un período de 2 horas. Enfriar en desecador 30 minutos y pesar en balanza analítica (anotar el peso).
- Pesar, en la misma caja de aluminio, 2 g de muestra previamente pulverizada y homogenizada (anotar el peso).
- Colocar destapada la caja de aluminio con la muestra en la estufa de vacío, previamente calentada a 105°C, durante 5 horas. Ajustar a temperatura 27° la presión del vacío.
- Retirar la caja de la estufa, tapar, poner a enfriar durante 30 minutos y pesar en balanza analítica (anotar el peso).
- Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

Cálculo para porcentaje de Humedad:

Peso de muestra = (Peso caja con muestra antes de secar(g)) – (Peso caja vacía(g))

Pérdida de peso = (Peso caja con muestra antes de secar(g)) – (Peso caja con muestra después de secar(g))

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Pérdida de peso (g)}) (100\%)}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

#### 4.4.2.3 Determinación de Proteínas <sup>(3)</sup>

Fundamento:

El método consiste en determinar el nitrógeno proteico mediante cuatro pasos:

- Digestión: consiste en quemar o destruir toda la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado y caliente (actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola) en presencia de catalizadores que aceleran el proceso (aumentando el punto de ebullición del ácido), oxidando el grupo carbonilo y reduciendo el nitrógeno a amoníaco que queda fijado al ácido sulfúrico en forma de sulfato de amonio, estable en las condiciones de trabajo.
- Destilación: consiste en el desprendimiento del amoníaco por efecto de un álcali fuerte (NaOH al 40%) en corriente de vapor de agua.
- Fijación: el amoníaco que se desprende se fija en un volumen conocido de una solución de ácido bórico al 4% e indicador, formándose borato de amonio.
- Titulación: el borato de amonio se titula con ácido clorhídrico (HCl) o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Procedimiento:

Digestión

- Pesar 0.1 g de muestra pulverizada y homogenizada y colocarla en un balón para micro Kjeldahl; si la muestra es líquida, medir 1.0 mL con pipeta volumétrica.
- Agregar 6.0 mL de ácido sulfúrico concentrado y 3 g de la mezcla de catalizador al balón que contiene la muestra pesada o medida.
- Agitar durante 5 minutos esta mezcla y lo colocamos en el aparato de digestión Kjeldhal; al mismo tiempo, conectamos el sistema de extracción de vapores y condensación de gases. Movimos constantemente (por

medio de rotación) el balón y esperamos hasta que la solución sea transparente o de color azul o verde (según el catalizador utilizado).

#### Destilación

- Enfriar el balón agregándole agua destilada  $\pm$  80 mL, al tiempo que se transfiere haciendo lavados a un tubo tecedorde 250 mL. Esperamos que enfríe nuevamente y agregamos 60 mL de solución de NaOH al 40%.
- En un Erlenmeyer de 250 mL ,agregar 25.0mL de la solución de ácido bórico al 4% más solución indicadora de verde de bromocresol y rojo de metilo y se colocó en el aparato de destilación (solución de color rojo).
- Medir el destilado en el Erlenmeyer de 250 mL luego de 5 minutos de trabajo del aparato de destilación, se verá hasta cambio de color del indicador de rojo a verde.
- Dejar enfriar el destilado por 20-30 minutos.

#### Titulación

- Titular, después de dejar enfriar el destilado, con solución de ácido clorhídrico 0.1 N (o ácido sulfúrico 0.025N) hasta viraje de color del indicador de verde a rojo.
- Realizr el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

#### Cálculo:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Volumen HCl}) (\text{N HCl}) (\text{meq.de N}) (100\%)}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

$$\% \text{ Proteína Cruda} = (\% \text{ Nitrógeno}) (6.25)$$

Dónde:

Volumen Hcl = mililitros del ácido clorhídrico (Hcl) gastados en la titulación

N Hcl = Normalidad real del ácido clorhídrico (Hcl)

meq. de N= miliequivalentes de Nitrógeno = 0.014008 meq

6.25 = Factor Internacional de conversión para proteína, este factor se aplica a la mayoría de proteínas animales y vegetales ya que se asume que en su composición poseen entre 16 y 19% de Nitrógeno..

#### **4.4.2.4 Determinación de grasa** <sup>(3)</sup>

Esta determinación cumple un rol importante como medida de la proporción de grasa presente en una muestra, sin embargo, según la naturaleza de la muestra no sólo grasa es la que se extrae mediante el solvente orgánico, pues en el caso de las muestras de origen vegetal algunas vitaminas liposolubles y colorantes también son disueltos y cuantificados en el extracto etéreo.

Desde un punto de vista nutricional, la determinación de grasa sirve no sólo para identificar la grasa presente sino también para a partir de ésta, estimar el contenido calórico del material. El mantenimiento de una dieta bien balanceada que cumpla con los requerimientos nutricionales de una persona promedio es imprescindible para un óptimo funcionamiento del organismo, incluyendo la función inmunológica, y la prevención de trastornos metabólicos.

El método de Soxhlet se ha constituido en un excelente procedimiento para esta determinación, su principio sencillo basado en gravimetría permite un análisis simple y de resultados confiables. El Soxhlet es un extractor intermitente, muy eficaz, pero tiene la dificultad de usar cantidades considerables de disolvente. El equipo de extracción (ver figura N° 6) consiste en tres partes: el refrigerante, el extractor propiamente dicho (que posee un sifón que se acciona automática e intermitente) y el recipiente colector donde se recibe o deposita la grasa.

Fundamento: Al calentarse, el solvente que se encuentra en el recipiente colector se evapora; los vapores ascienden por el tubo lateral, se condensan en el refrigerante y caen sobre la muestra que se encuentra en la cámara de extracción en un dedal o paquetito. El disolvente se va acumulando hasta que su nivel sobrepase el tubo sifón, el cual se acciona y transfiere el solvente cargado de materia grasa al recipiente colector. Nuevamente el solvente se calienta, se evapora, se acumula en la cámara de extracción y al sobrepasar el tubo sifón vuelve a depositarse en el recipiente colector el extracto etéreo.

El proceso se repite durante el tiempo que dure la extracción en forma automática e intermitente y así la muestra es sometida constantemente a la acción del solvente. Cuando el proceso de extracción se completa, se recupera el éter destilándolo y recolectándolo en otro recipiente; la grasa cruda que queda en el recipiente colector se seca y se pesa.

Procedimiento:

- Pesar en papel filtro 2,0 g de muestra a la que se le ha determinado la Humedad a 105°C y anotamos el peso.
- Pesar y anotar el peso del recipiente vacío donde se coleccionará la grasa.
- Formar un paquete con la muestra y el papel filtro y lo colocamos en un dedal de extracción limpio y seco.
- Cubrir la muestra con un papel filtro de casi igual diámetro al interior del dedal o ponerle algodón, esto permite que el éter se distribuya en forma uniforme.
- Colocar el dedal con la muestra en el recipiente para muestras o cámara de extracción y lo fijamos bajo el condensador del aparato de extracción Soxhlet.
- Agregar 150 mL de éter al recipiente que contiene el dedal con la muestra y que está adaptado sobre el recipiente colector del éter.

- Abrir la llave del agua que enfría el condensador, subir las placas de la cocina hasta que se pongan en contacto con el recipiente colector y encender los calentadores.
  - Observar si hay escapes de éter después de que éste comienza a hervir y condensarse. Cuando el nivel del éter en el balón o recipiente colector de grasa baje a su nivel constante, debido a que en una porción siempre está volatilizándose y condensándose, el aparato puede dejarse solo y realizar observaciones periódicas. El periodo de extracción en el equipo de extracción Soxhlet (ver anexo 5) es de 8 horas.
  - Bajar los calentadores después de que la extracción se complete y permitir que el dedal drene completamente.
  - Se removió la muestra y la colocamos en su lugar el tubo de vidrio para recoger el éter.
  - Volver a colocar el balón o recipiente colector de grasa y destilamos el éter en el tubo receptor. Removimos el frasco colector de grasa poco antes de que se evapore hasta sequedad.
  - Vaciar el éter del tubo receptor en un recipiente especial para conservar el éter usado.
  - Completar la evaporación del éter que queda en el recipiente colector de grasa, dejándolo sobre la mesa de trabajo por un tiempo.
  - Secar el recipiente colector de grasa en una estufa a 100°C.
  - Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente, pesamos y anotamos el peso del recipiente colector con grasa.
  - Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.
- Nota: La muestra desengrasada que contiene el dedal de extracción se utiliza para el análisis de Fibra cruda.

Cálculo:

$$\text{Peso de muestra} = (\text{Peso papel filtro con muestra (g)}) - (\text{Peso papel filtro vacío(g)})$$

$$\text{Peso de Grasa} = (\text{Peso recipiente colector con grasa (g)}) - (\text{Peso recipiente colector vacío(g)})$$

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso de Grasa (g)}) (100\%)}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

#### 4.4.2.5 Determinación de Fibra Cruda <sup>(3)</sup>

Fundamento: Para determinar fibra se utiliza la muestra desengrasada que queda en el dedal de extracción posterior a la determinación de grasa. A este residuo se le hacen dos digestiones, la primera con ácido sulfúrico 1.25% (digestión ácida) y la segunda con hidróxido de sodio 1.25% (digestión básica), lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta la eliminación del ácido y luego del álcali del material.

Posteriormente, la muestra se lava con alcohol, se seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación.

Procedimiento:

- Colocar la muestra desengrasada (obtenida en la Determinación de grasa) en un beaker Berzelius de 600 mL que contenga 200 mL de solución de Ácido sulfúrico al 1.25%.
- Pesar en balanza analítica 0.5 g de fibra de asbesto preparada y agregar al beaker Berzelius.

- Colocar el beaker Berzelius en el aparato de digestión, dejar hervir exactamente 30 minutos rotando el beaker cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.
- Retirar el beaker del aparato de digestión al terminar los 30 minutos y filtrar a través de la tela especial puesta en un embudo y recibir las aguas del lavado en un beaker limpio.
- Lavar el residuo que queda sobre el filtro con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no den reacción ácida, lo que se comprueba con indicador de anaranjado de metilo.
- agregar 200 mL de solución de Hidróxido de sodio 1.25% al beaker Berzelius original, poner a hervir en el aparato de digestión y cuando esté hirviendo agregar el residuo que está sobre el filtro.
- Hervir durante 30 minutos rotando el beaker cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.
- Filtrar a través de la tela especial puesta en el embudo y recibir las aguas del lavado en un beaker limpio.
- Lavar el residuo que queda sobre el filtro con agua destilada hirviendo, como en pasos anteriores, hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina con indicador de fenolftaleína.
- Pasar el residuo cuantitativamente a un crisol de Gooch que contenga una capa uniforme de asbesto y colocarlo en un frasco Kitasato. Agregamos 15 mL de alcohol (etílico, metílico, propílico) y filtrar aplicando succión con la Bomba de vacío.
- Secar el crisol de Gooch con muestra en una estufa a 130°C durante 2 horas, enfriar poniéndolo en un desecador, pesar y anotar el peso.
- Calcinar el crisol de Gooch con muestra a 600°C durante 30 minutos, enfriamos poniéndolo en un desecador, pesamos y anotamos el peso.
- Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 submuestras.

Cálculos:

Pérdida de peso=(Peso crisol con muestra antes de calcinar(g))–(Pesocrisol con muestra después de calcinar(g))

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{(Pérdida de peso (g)) (100\%)}}{\text{Peso de muestra usada en determinación de Grasa (g)}}$$

#### 4.4.2.6 Determinación de Cenizas<sup>(3)</sup>

La mayor parte de los alimentos de los seres humanos no solo contienen compuestos orgánicos ya que en ellos existe una serie de elementos inorgánicos (metales y no metales). Algunos de estos elementos son indispensables para la vida, otros son tóxicos y también existen otros que se consideran indiferentes. En el caso particular del fósforo y del azufre, éstos pueden encontrarse en forma orgánica e inorgánica.

La fracción inorgánica de los alimentos tiene un gran valor nutritivo, se le denomina generalmente con el término “cenizas”. Las cenizas de los productos alimenticios están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original ya que pueden haber existido pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes. En las cenizas aparecen todos los minerales menos yodo y selenio porque se volatilizan.

Fundamento: La muestra se incinera o calcina a 550 °C en un horno de Mufla por un período de 2 horas para quemar todo el material orgánico, quedando sólo el material inorgánico (ceniza) que no se destruye a esta temperatura.

Procedimiento:

Nota: En todos estos pasos del análisis se debe tener la precaución de utilizar pinzas de metal para manipular los crisoles.

- Secar el crisol limpio e identificado en el horno de Mufla y calentar a 550°C por 1 hora.
- Secar el crisol del horno, enfriar durante 30 minutos en un desecador y pesar el crisol vacío (anotar el peso).
- Pesar directamente en el crisol de porcelana 2.0g de muestra.
- Colocar el crisol con muestra en la Mufla y calcinar a 550°C por 2 horas.
- Retirar el crisol del horno de Mufla, colocar en el desecador durante 30 minutos para enfriar a temperatura ambiente y se pesó (anotar el peso).
- Realizar el procedimiento para las 5 repeticiones de las 5 muestras.

Cálculos:

$$\text{Peso de muestra} = (\text{Peso crisol con muestra (g)}) - (\text{Peso crisol vacío (g)})$$

$$\text{Peso de la Ceniza} = (\text{Peso crisol con muestra después de incinerada (g)}) - (\text{Peso crisol vacío (g)})$$

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{Peso de la Ceniza (g)}) (100\%)}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

#### 4.4.2.7 Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)<sup>(3)</sup>

Llamado también Extracto no Nitrogenado o Carbohidratos. Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis bromatológico proximal.

Está constituido principalmente por carbohidratos digeribles (como almidones y azúcares principalmente, sin embargo, también incluye cierta proporción de celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice y pectina) así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados. Se determina por la diferencia después de que se han completado los análisis para Proteína cruda, Extracto etéreo, Fibra cruda y Cenizas.

El ELN es necesario para encontrar el Total de Nutrientes Digeribles (TND) de un alimento. Este método no necesita de equipo de laboratorio y se obtiene por medio de la suma de las determinaciones de Proteína, Grasa, Fibra cruda y Cenizas; el resultado de la suma se resta de 100% y se obtiene la cantidad de carbohidratos (debido a esto, los errores cometidos en la respectiva evaluación de cada uno de los nutrientes repercutirá en el cómputo final).

Cálculos:

$$\% \text{ ELN} = 100\% - (\% \text{PC} + \% \text{G} + \% \text{FC} + \% \text{C})$$

Dónde:

%PC = Porcentaje de Proteína Cruda

%G = Porcentaje de Grasas

%FC = Porcentaje de Fibra Cruda

%C = Porcentaje de Cenizas

#### **4.5 ANALISIS ESTADISTICO <sup>(5)</sup>**

Se compararon los promedios de las 5 repeticiones de cada una de las muestras de cada análisis. Las metodologías realizadas fueron: Análisis Bromatológico Proximal o de Wendee y Análisis de la calidad culinaria. El número total de análisis a realizar es de 550.

Para el análisis de los resultados obtenidos en el estudio se procedio a la utilización de la Prueba F para análisis de varianza a un nivel de confianza del 95% en plantilla de Excel que evaluo si existe diferencia significativa entre las medias de las muestras en estudio.

En el caso de presentarse diferencias significativas entre las medias, se procederá a la aplicación de la prueba de Duncan para determinar la que presenta mayor diferencia significativa

#### **4.6 ELABORACION DE TRIPTICO**

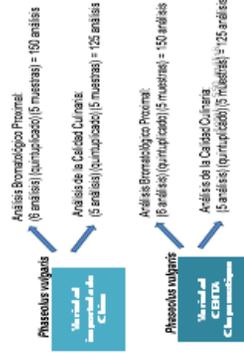
Se elaboro un tríptico con la información de toda la investigación realizada de las variedades en estudio, realizando un resumen de las determinaciones realizadas y los resultados obtenidos; estableciendo una comparación de los resultados entre si y en relación a los valores esperados dados por el INCAP. Y se dio a conocer a la población de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, presentándolos en exposiciones que se realizaran en el año 2014 por la sección de Química Agrícola Aplicada.

<p>PRESENTADO COMO CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA</p> <p>PRESENTADO POR: FERNANDO ALBERTO HENRIQUEZ GUARDADO</p> <p>2014</p>	<p>En conclusión se comparó el análisis bromatológico proximal y el análisis de calidad culinaria del frijol común <i>Phaseolus vulgaris</i> L. variedad CENTA Chaparrastique y variedad importada de China. Realizando diferentes determinaciones para el análisis bromatológico proximal como: % de humedad, % de proteína, % de grasa, % de fibra cruda, % de ceniza y % de carbohidratos. Y como parámetros de calidad culinaria: Coeficiente de hidratación, densidad del caldo, tiempo de cocción y dimensiones.</p> <p>Por medio del análisis estadístico (prueba F) para las determinaciones se confirmó que los resultados son equivalentes entre cada variedad.</p> <p>por lo tanto se determina que el frijol común variedad CENTA Chaparrastique y variedad importada de china</p>	<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p> <p>FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA</p>  <p>COMPARACION DE LA CALIDAD CULINARIA Y DEL ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL DE LA ESPECIE <i>Phaseolus vulgaris</i> L. (FRIJOL COMUN) VARIEDAD CHAPARRASTIQUE Y LA IMPORTADA DE CHINA</p>
--	--	--

**Análisis Bromatológico Proximal**  
(valores de referencia INCAP)

% HUMEDAD	11.75%
% PROTEINA	16% - 30%
% GRASA	1% - 5%
% FIBRA CRUDA	3% - 8%
% CENIZA	3% - 5%
% CARBOHIDRATOS	55% - 65%

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

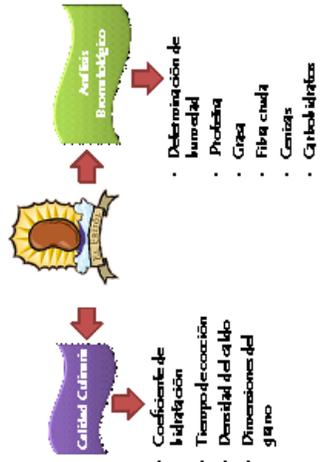


**ANÁLISIS DE CALIDAD CULINARIA**

Determinación	variedad CENTA Chaparrastique	variedad importada de China
eficiente de hidratación	0.995-0.996	0.995-0.996
Tiempo de cocción	1 hora con 30 minutos	1 hora con 50 minutos
Densidad del caldo	0.995-0.996 tipo de caldo medio	1.035-1.038 tipo de caldo medio
peso del grano	0.193g	0.217g
tipo de grano es:	mediano	grande
dimensiones del grano	longitud/anchura = 1.66 - 2.00mm	longitud/anchura = 1.66 - 2.00mm
grano se clasifica como:	Oblongo o arriñonado largo	Oblongo o arriñonado corto

**ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL**

Determinación	variedad CENTA Chaparrastique (valores promedio)	variedad importada de China (valores promedio)
% Humedad	10.56	11.8
% Proteína	23.32	27.05
% Grasa	3.19	3.27
% Fibra Cruda	5.15	6.20
% Cenizas	3.16	4.18
% Carbohidratos	65.17	63.87



**Calidad culinaria**  
(valores de referencia)

- Coeficiente de Hidratación ( 16- 22h)
- Tiempo de cocción ( 40 minutos)
- Densidad del caldo

Tipo de caldo	Densidad del caldo (g/ml)
Claro	< 0.9g/ml
Medio	0.9 g/ml – 1.2 g/ml
Espeso	> 1.2 g/ml

**Dimensiones**

Forma del grano	Longitud/Anchura del grano
Elíptico	1.66 – 1.85mm
Elíptico	1.8 – 1.85mm
Oblongo o arriñonado corto	1.66 – 1.85mm
Oblongo o arriñonado medio	1.85 – 2.00mm
Oblongo o arriñonado largo	1.85 – 2.00mm

Masa del grano	Tamaño
0.193g	Pequeño
0.193 g – 0.217 g	Mediano
0.217 g	Grande

CAPITULO V  
RESULTADOS

## 5.0 RESULTADOS

### Calidad Culinaria

#### - Coeficiente de Hidratación:

Después de pesar las porciones de 25 granos de frijol y mantener en los diferentes tiempos de reposo (4,8,12,16,18,20,22,24 h) y pesar los nuevamente se obtuvieron los siguientes resultados.(anexo 6,anexo 7)

Tabla N°1 Resultados de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol variedad Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	CH% MX CHA 1 %	CH% MX CHA 2 %	CH% MX CHA 3 %	CH% MX CHA 4 %	CH% MX CHA 5 %	PROMEDIO DE CH%/ %
4	53	55	58	55	62	56
8	82	82	83	82	85	83
12	97	96	97	97	96	97
16	100	99	100	99	100	99
18	100	99	100	99	99	100
20	100	99	100	100	100	100
22	100	100	99	99	100	100
24	98	99	100	100	99	99

MX = Muestra, CH% = Coeficiente de Hidratación, CHA = Chaparrastique

Tabla N°2 Resultados de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol variedad importada de china.

Tiempo de remojo (horas)	CH% MX CHI 1 %	CH% MX CHI 2 %	CH% MX CHI 3 %	CH% MX CHI 4 %	CH% MX CHI 5 %	PROMEDIO DE CH% %
4	67	66	64	66	66	66
8	85	89	89	88	89	88
12	99	98	97	99	99	98
16	101	101	101	101	101	101
18	101	100	101	101	101	101
20	101	101	102	100	100	101
22	101	101	101	101	101	101
24	100	101	101	101	101	101

MX = Muestra, CH% = Coeficiente de Hidratación, CHI = Chino

Tabla N°3 Comparación de los promedios de Coeficientes de hidratación (CH%) de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de china de acuerdo al tiempo de remojo.

Tiempo de remojo (horas)	Promedio de CH%/h frijol CENTA Chaparrastique	Promedio de CH%/h frijol importado de China
4	56	66
8	83	88
12	97	98
16	99	101
18	100	101
20	100	101
22	100	101
24	99	101

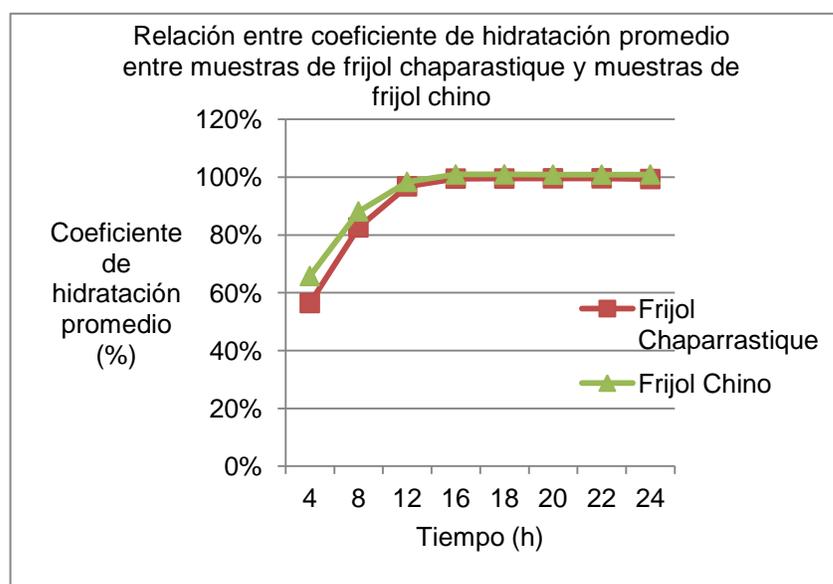


Figura N° 2: Comparación de Coeficientes de hidratación entre muestras de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Los resultados de este análisis nos indican que los promedios de coeficiente de hidratación tanto del frijol CENTA Chaparrastique como del frijol importado de china alcanzaron su máxima hidratación (100%) en 18 horas y a partir de las 18 horas el porcentaje de hidratación se mantiene constante.

### Análisis estadístico: prueba F para análisis de varianza <sup>(8)(14)(15)</sup>

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

Ho (nula): plantea igualdad, es decir que en promedio el coeficiente de hidratación de la variedad Chaparrastique es igual al coeficiente de hidratación de la variedad importada de china

H1(alternativa): plantea desigualdad es decir que los coeficientes de hidratación son diferentes entre las variedades

Tabla N° 4 Resultados de análisis estadístico prueba F para coeficiente de hidratación

Prueba F para varianzas de dos muestras		
Cálculos	Frijol variedad Chaparrastique	Frijol importado de China
Media	92%	95%
Varianza	0.023690468	0.015511936
Observaciones	8	8
Grados de libertad	7	7
F	1.527241247	
P(F<=f) una cola	0.29505533	
Valor crítico para F (una cola)	3.78704354	

Dado que el valor de F calculado es menos que F de tabla se acepta la hipótesis nula (Ho), es decir se confirma estadísticamente que los coeficientes de hidratación entre ambas variedades de frijol no tienen diferencia significativa

- **Tiempo de cocción**

Después de haber procedido con el tiempo de hidratación, posterior cocción y evaluación sensorial a los diferentes tiempos se obtuvieron los siguientes resultados para las 5 muestras efectuadas por quintuplicado de la variedad Chaparrastique

Tabla N°5 Resultados de tiempo de cocción en muestras de variedad Chaparrastique.

Cantidad de muestra	Cantidad de agua	Tiempo de cocción	Estado del grano
25 granos	300 mL	30 min	duro
		40 min	duro
		50 min	duro
		60 min	duro
		70 min	duro
		80 min	duro
		90 min	blando
		100 min	blando
		110 min	blando
		120 min	blando

Con los resultados se obtiene un tiempo de cocción de 90 minutos ó 1 hora con 30 minutos para esta variedad.

**Variedad importada de China**

Después de haber realizado el procedimiento para encontrar el tiempo de cocción se obtuvieron los siguientes resultados en las 5 muestras por quintuplicado de la variedad importada de China.

Tabla N°6 Resultados de tiempo de cocción en muestras de variedad importada de China.

Cantidad de muestra	Cantidad de agua	Tiempo de cocción (min)	Estado del grano
25 granos	300 mL	30	duro
		40	duro
		50	duro
		60	duro
		70	duro
		80	duro
		90	duro
		100	duro
		110	duro
		120	blando

Tabla N° 7 Comparación de Tiempo de Cocción entre muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.

Tiempo de cocción (min)	Estado del grano frijol "CENTA" Chaparrastique	Estado del grano frijol importado de China
30	Duro	Duro
40	Duro	Duro
50	Duro	Duro
60	Duro	Duro
70	Duro	Duro
80	Duro	Duro
90	Blando	Duro
100	Blando	Duro
110	Blando	Duro
120	blando	Blando

Con los resultados se obtiene un tiempo de cocción para el frijol CENTA Chaparrastique de 90 minutos y para el frijol importado de China de 110 minutos lo cual indica un mayor tiempo de cocción para el importado de china esto se puede deber por la diferencia de almacenamiento de cada frijol.

- **Densidad del caldo**

Resultados de densidad de caldo (ver anexo 9)

Tabla N°8 Comparación de los promedios de densidades de caldo de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importada de China.

Muestra de frijol	Prom. Densidad del caldo frijol chaparrastique (g/mL)	Prom. Densidad del caldo frijol chino (g/mL)
1	0.996	1.038
2	0.996	1.037
3	0.995	1.037
4	0.996	1.038
5	0.995	1.036

los resultados obtenidos anteriormente nos indican que tienen el mismo tipo de caldo para el frijol CENTA Chaparrastique como para el importado de China; que el rango fue de 0.9 g/ml – 1.2 g/ml, para un caldo medio proporcionado por la INCAP los que nos indica que no hay una diferencia significativa entre ellos.

### Análisis estadístico: prueba F para análisis de varianza <sup>(8)(14)(15)</sup>

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

Ho (nula): plantea igualdad, es decir  $\mu$  en promedio la densidad de caldo de la variedad Chaparrastique es igual a la densidad de caldo de la variedad importada de china

H1 (alternativa): plantea desigualdad, es decir que las densidades de caldo entre ambas variedades de frijol son diferentes.

Tabla N°9 Resultados de análisis estadístico prueba F para densidad de caldo.

Prueba F para varianzas de dos muestras		
Cálculos	Frijol importado de China.	Frijol CENTA Chaparrastique.
Media	1.0372	0.99562
Varianza	5.4E-07	3.32E-07
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	1.62650602409573	
P(F<=f) una cola	0.324493892	
Valor crítico para F (una cola)	6.38823290869587	

Dado que el valor de F calculado es menor que F de tabla se acepta la hipótesis nula (Ho), es decir se confirma estadísticamente que las densidades del los caldos entre el frijol CENTA Chaparrastique y el frijol importados de China no contienen diferencia significativa.

- **Dimensiones.**

Después de realizar las mediciones y las determinaciones de los pesos de las muestras de las variedades se obtuvieron los siguientes resultados

Resultados de dimensiones de frijol CENTA Chaparrastique

Resultados de dimensiones del grano (ver anexo 10)

Tabla N° 10 Resultados de dimensiones en las 5 muestras de frijol CENTA Chaparrastique.

<b>Dimensiones Frijol CENTA Chaparrastique</b>			
Peso (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
0.199	10.72	4.64	2.32
0.196	11.80	4.88	2.42
0.197	11.44	4.76	2.41
0.197	11.48	4.76	2.42
0.197	11.48	4.84	2.38

Según el promedio de pesos por grano de la variedad CENTA Chaparrastique se encuentra en el rango de  $> 0.217$  g, lo que indica que el tipo de grano es: grande (ver cuadro N°1). Según el índice de longitud/anchura obtenido en los promedios de las muestras que es en el rango  $1.66 - 1.85$ mm la forma del grano se clasifica como; Oblongo o arriñonado corto (ver cuadro N°2)

Tabla N° 11 Resultados de dimensiones en las 5 muestras de variedad importada de China.

<b>Dimensiones Frijol Importado de China</b>			
Peso (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
0.330	11.92	7.20	1.66
0.328	11.32	7.00	1.63
0.331	11.32	7.20	1.58
0.329	11.08	7.32	1.52
0.330	11.36	7.24	1.58

Según el promedio de pesos por grano el de esta variedad se encuentra en el rango de  $> 0.217$  g, lo que indica que el tipo de grano es: grande (ver cuadro N°1)

Según el índice de longitud/anchura obtenido en los promedios de las muestras que es en el rango  $1.66 - 1.85$ mm la forma del grano se clasifica como; Oblongo o arriñonado corto (ver cuadro N°2)

### 5.1 Análisis Bromatológico Proximal

#### - Determinación de Humedad

Después de realizar el proceso de secado en estufa y haber obtenido la diferencia de peso de la muestra humedad y seca se obtuvieron los siguientes resultados de porcentaje de humedad (ver anexo 11)

#### Relación de porcentaje de humedad entre ambas variedades de frijol.

Tabla N°12 Comparación de promedios de porcentaje humedad de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importada de china.

Repetición	Promedio % H frijol CENTA Chaparrastique	Promedio % H frijol importado de China
1	10.26	11.99
2	10.93	11.66
3	10.66	11.72
4	10.52	11.90
5	10.47	11.71
prom	10.57	11.80

Los valores de la tabla N° 1 nos indican que tanto el frijol CENTA Chaparrastique 10.57% como el Frijol Importado de China 11.80% se acerca al valor dado por el INCAP de 11.75% lo que indica que las dos variedades no tienen diferencia significativa.

**-Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de humedad de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique con frijol chino.** (5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): Plantea igualdad, es decir que los porcentajes de humedad del frijol CENTA Chaparrastique es igual al porcentaje de humedad del frijol chino.

H1(Hipótesis Alternativa): Plantea que los porcentajes de humedad son diferentes entre ambas variedades.

Tabla N°13 Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de Humedad

<b>Cálculos</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique</b>	<b>Frijol importado de China</b>
Media	0.105696984	0.117962047
Varianza	6.09817E-06	2.02995E-06
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	3.004091998	
P(F<=f) una cola	0.155962673	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta de los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula (Ho) ya que el valor de  $F$  calculado es menor que el  $F$  de tabla y se puede decir que la variabilidad del porcentaje de humedad del frijol CENTA Chaparrastique es igual al porcentaje de humedad del importado de China

**- Determinación de proteína.**

Para la determinación de proteína se recolectaron cinco muestras tanto de frijol de CENTA Chaparrastique como frijol Importado de China lo cual se hicieron por quintuplicado cada muestra para hacer dicho análisis.

Resultados de análisis de porcentaje de proteína (ver anexo 12)

### Promedios de frijol Chaparrastique y frijol importado de China

Tabla N°14 Comparación de promedios de porcentaje de proteína de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.

Repetición	Promedio % Proteína frijol CENTA Chaparrastique	Promedio % Proteína frijol importado de China
1	23.518	27.141
2	23.353	26.998
3	23.678	26.659
4	23.016	27.136
5	23.033	27.312
prom	23.320	27.049

Los resultados obtenidos tanto en la variedad frijol CENTA Chaparrastique 23.320% y frijol importado de China 27.049% se encuentran en el rango de 16-30% que las tablas del INCAP indica.

**Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de proteína de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique con frijol importado de China.**

(5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): Plantea igualdad entre los porcentajes de proteína entre ambas variedades de frijol.

H1(Hipótesis Alternativa): Plantea que los porcentajes de proteína entre ambas variables de frijol son diferentes.

Tabla N°15 Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de proteína.

Cálculos	Frijol CENTA Chaparrastique	Frijol importado de China
Media	23.320	27.049
Varianza	0.085795369	0.059955085
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	1.430994042	
P(F<=f) una cola	0.368424705	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que el valor de F calculado es menor que el F de tablas y se puede decir que los porcentajes de proteína de ambas variedades del frijol no tienen diferencia significativa entre ellos.

#### - Determinación de porcentaje de Grasa

Extracción de la materia grasa de la muestra por el método soxhlet mediante un disolvente; después de la recolección de la materia grasa se seca y se pesa para obtener el resultado.

Resultados de análisis de porcentaje de grasa (ver anexo 13)

**Promedios de porcentaje de grasas de frijol Chaparrastique y frijol Importado de china.**

Tabla N°16 Comparación de promedios de porcentaje de grasa de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.

Muestra	Promedio % grasa frijol variedad Chaparrastique	Promedio % grasa frijol variedad importada de china
1	3.157	3.187
2	3.197	3.366
3	3.156	3.315
4	3.207	3.246
5	3.227	3.256
prom	3.189	3.274

Los resultados obtenidos tanto en la variedad frijol CENTA Chaparrastique 3.189% y variedad importado de China 3.274% se encuentran en el rango de 1-5% que las tablas del INCAP indican.

**Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de grasa de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique con frijol importado de china.**

(5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): plantea que los porcentajes de grasa de ambas variedades de frijol son iguales.

H1(Hipótesis Alternativa): plantea que los porcentajes de grasa de ambas variedades son diferentes.

Tabla N°17 Resultados de análisis estadístico prueba F para el porcentaje de grasa.

Cálculo	Frijol importado de China	Frijol CENTA Chaparrastique.
Media	3.274014209	3.188873727
Varianza	0.004659257	0.000976471
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	4.771526207	
P(F<=f) una cola	0.079658667	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta de los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que el valor F calculado es menor que el F de tablas y se puede decir que los porcentajes de grasa entre ambas variedades de frijol no tienen diferencia significativa.

#### - Determinación de porcentaje de Fibra Cruda

La muestra desengrasada se le hacen dos digestiones la primera con ácido sulfúrico y la segunda digestión se trabaja con hidróxido de sodio, después de ella se lava con alcohol, se calcina y se calcula el resultado después de la calcinación.

Resultados de análisis de porcentaje de fibra cruda (ver anexo 14)

**Promedios porcentaje de fibra cruda de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.**

Tabla N°18 Comparación de promedios de porcentaje de fibra cruda en Frijol CENTA Chaparrastique y Frijol importado de China.

Repetición	Promedio % fibra cruda frijol variedad Chaparrastique	Promedio % fibra cruda frijol variedad importada de china
1	5.125	6.135
2	5.176	6.212
3	5.164	6.230
4	5.155	6.193
5	5.155	6.242
prom	5.155	6.202

Los resultados obtenidos tanto en la variedad frijol CENTA Chaparrastique 5.155% y variedad importado de China 6.202% se encuentran en el rango de 3-8% que las tablas del INCAP indican.

**Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de fibra cruda de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.**

(5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): plantea igualdad entre los porcentajes de fibra cruda de ambas variedades de frijol.

H1(Hipótesis Alternativa): plantea que los porcentajes de fibra cruda entre ambas variedades de frijol son diferentes.

Tabla N°19 Resultados de análisis estadístico prueba F para porcentaje de fibra cruda.

<b>Cálculos</b>	<b>Frijol importado de China</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique</b>
Media	6.202437829	5.154951026
Varianza	0.001757627	0.000347345
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	5.060172922	
P(F<=f) una cola	0.072700499	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta de los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que el valor de F calculado es menor que el F de tablas y se puede decir que el porcentaje de fibra cruda entre las variedades de frijol es igual.

**- Determinación de porcentaje de ceniza**

Se incinera la materia orgánica quedando solo el material inorgánico (ceniza)

Resultados de análisis de porcentaje de ceniza (ver anexo 15)

**Promedios de porcentaje de ceniza entre variedad de frijol Chaparrastique y frijol importado de China.**

Tabla N°20 Comparación de promedios de porcentajes de ceniza de Frijol CENTA Chaparrastique y Frijol importado de China.

Repetición	Promedio % cenizas frijol variedad Chaparrastique	Promedio % cenizas frijol variedad importada de china
1	3.175	4.186
2	3.157	4.152
3	3.198	4.204
4	3.187	4.176
5	3.206	4.195
prom	3.185	4.183

Los resultados obtenidos tanto en la variedad frijol CENTA Chaparrastique 3.185 y variedad importado de China 4.183% se encuentran en el rango de 3-5% que las tablas del INCAP indican.

**Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de ceniza de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de china.** (5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): plantea igualdad entre los porcentajes de cenizas entre ambas variedades de frijol.

H1(hipótesis Alternativa): Plantea que los porcentajes de cenizas para ambas muestras son diferentes.

Tabla N°21 Resultados de análisis estadístico prueba F para el porcentaje de ceniza

<b>Cálculos</b>	<b>Frijol importado de China</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique</b>
Media	4.182825494	3.184565873
Varianza	0.000394496	0.000375515
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	1.050545684	
P(F<=f) una cola	0.481516342	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta de los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que el valor de F calculado es menor que el F de tablas y se puede decir que el porcentaje de ceniza entre ambas variedades es igual.

**- Determinación de carbohidratos**

Se obtiene por medio de la suma de las determinaciones de Proteína, Grasa, Fibra cruda y Cenizas; el resultado de la suma se resta de 100%.

**Variedad Frijol CENTA Chaparrastique.**

Tabla N° 22 Resultados determinación de porcentajes de carbohidrato en Frijol CENTA Chaparrastique

<b>Repetición</b>	<b>% CHO</b>	<b>% PC</b>	<b>% Grasas</b>	<b>% FC</b>	<b>% Cenizas</b>
1	65.135	23.518	3.157	5.125	3.065
2	65.117	23.353	3.197	5.176	3.157
3	64.804	23.678	3.156	5.164	3.198
4	65.435	23.016	3.207	5.155	3.187
5	65.379	23.033	3.227	5.155	3.206
<b>PROM</b>	65.174				

### Variedad frijol importado de China

Tabla N°23 Resultados determinación de porcentajes de carbohidrato en Frijol importado de china

Repetición	% CHO	% PC	% Grasas	% FC	% Cenizas
1	63.537	27.141	3.187	6.135	4.186
2	63.424	26.998	3.366	6.212	4.152
3	63.796	26.659	3.315	6.230	4.204
4	63.425	27.136	3.246	6.193	4.176
5	63.200	27.312	3.256	6.242	4.195
<b>PROM</b>	63.474				

### Relación de promedios porcentaje de carbohidratos de frijol Chaparrastique y frijol importado de china

Tabla N°24 Comparación de promedios de porcentajes de carbohidrato en Frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China.

Repetición	Promedio % carbohidrato frijol variedad Chaparrastique	Promedio % carbohidrato frijol variedad importado de china
1	65.135	63.537
2	65.117	63.424
3	64.804	63.796
4	65.435	63.425
5	65.379	63.190
prom	65.152	63.474

Los resultados obtenidos tanto en la variedad frijol CENTA Chaparrastique 65.152% y variedad importado de China 63.474% se encuentran en el rango de 55-65% que las tablas del INCAP indica.

**Análisis estadístico: Prueba F de varianza de porcentaje de carbohidratos de las muestras de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de china.** (5,7,8)

Hipótesis planteadas:

Ho(Hipótesis Nula): plantea igualdad de los porcentajes de carbohidratos entre ambas variedades de frijol.

H1(hipótesis Alternativa): plantea que los porcentajes de carbohidratos entre ambas variedades son diferentes.

Tabla N°25 Resultados de análisis estadístico prueba F para el porcentaje de carbohidratos.

<b>Cálculo</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique</b>	<b>Frijol importado de China</b>
Media	65.174	63.4744
Varianza	0.062954	0.0483023
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	4
F	1.303333382	
P(F<=f) una cola	0.40180108	
Valor crítico para F (una cola)	6.388232909	

Tomando en cuenta los resultados de la tabla anterior se acepta la hipótesis nula (Ho) ya que el valor de F calculado es menor que el F de tabla y se puede decir que los porcentajes de carbohidratos del frijol variedad CENTA Chaparrastique es igual al porcentaje de carbohidratos de la variedad importada de china.

## 5.2 Resumen de resultados

A continuación se presenta los resultados obtenidos de cada una de las determinaciones realizadas a las muestra de frijol CENTA Chaparrastique y frijol importado de China; tanto en análisis bromatológico proximal y calidad culinaria, incorporando también los parámetros de referencia para efectuar así una comparación entre ellos.

Tabla N°26 Resumen de resultados de análisis de Calidad culinaria del frijol CENTA Chaparrastique y Frijol Importado de China.

<b>ANALISIS DE CALIDAD CULINARIA</b>			
<b>Determinación</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique</b>	<b>Frijol importado de China</b>	<b>INCAP</b>
Coeficiente de hidratación	18 h	18 h	16-22h
Tiempo de cocción	90 minutos	120 minutos	40 minutos
Densidad del caldo (g/ml)	0.995-0.996 tipo de caldo medio	1.036-1.038 tipo de caldo medio	< 0.9 : caldo claro 0.9 – 1.2: caldo medio > 1.2: caldo espeso
Dimensiones del grano	0.197g tipo de grano es: mediano	0.330 g el tipo de grano es: grande	peso del grano < 0.193: pequeño , 0.193g-0.217g: mediano , > 0.217 g: grande
	2.388mm: arriñonado largo	1.594mm: arriñonado corto	1.16-1.42mm: esférico 1.43-1.65mm: elíptico 1.66-1.85mm: arriñonado corto 1.86-2.00mm: arriñonado medio >2.00mm:arriñonado largo

Tabla N°27 Resumen de resultados del análisis bromatológico proximal del frijol CENTA Chaparrastique y frijol Importado de China.

<b>ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL</b>			
<b>Determinación</b>	<b>Frijol CENTA Chaparrastique (valores promedio %)</b>	<b>Frijol importado de China (valores promedio%)</b>	<b>INCAP (%)</b>
% Humedad	10.56	11.8	11.75
% Proteína	23.32	27.05	16-30
% Grasa	3.19	3.27	1-5
% Fibra Cruda	5.15	6.20	3-8
% Cenizas	3.16	4.18	3-5
% Carbohidratos	65.17	63.87	55-65

Al comparar los resultados obtenidos de las 2 variedades no hay diferencia significativa entre sí; cumpliendo con los parámetros de referencia del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, y a pesar de que el frijol importado de China tiene diferencias de forma y tiempo de cocción logra la aceptación a nivel culinario y nutricional para nuestro país para satisfacer la necesidad alimentaria de la población salvadoreña.

CAPITULO VI  
CONCLUSIONES

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis bromatológico proximal ( % de Humedad , % de Proteína, % de Grasas, % de Fibra Cruda, % de Ceniza, % de Carbohidratos) de la especie ***Phaseolus vulgaris*** L tanto en la variedad CENTA Chaparrastique como en la Variedad importada de China que estudiando los resultados nos indica que no existió diferencia significativa entre ellos.
2. Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico proximal como es el % de Humedad , % de Proteína, % de Grasas, % de Fibra Cruda, % de Ceniza, % de Carbohidratos de las dos variedades de frijol en estudio se mantienen en los parámetros establecidos por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
3. Se evaluó de la calidad culinaria: tiempo de cocción, coeficiente de hidratación, densidad del caldo y dimensiones del grano de la especie ***Phaseolus vulgaris*** L (frijol común) resultando que las dos variedades mantienen las mismas cualidades de calidad nutricional por tanto se evidencia que no hay diferencia significativa entre los granos de las dos variedades.
4. Los resultados obtenidos en la Determinación de Calidad Culinaria de las dos variedades de frijol en estudio se encontraron dentro de los parámetros del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Excepto el tiempo de cocción en el frijol importado de China

5. Se elaboró un tríptico donde se presenta los resultados de la determinación de la calidad culinaria y del análisis bromatológico proximal de las dos variedades de frijol en estudio demostrando los valores encontrados y comparados con los valores de referencia del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

CAPITULO VII  
RECOMENDACIONES

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Incentivar a las instituciones gubernamentales como el CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) y MAG (Ministerio de Agricultura Y Ganadería) continuar el cultivo de la especie de ***Phaseolus vulgaris*** L variedadl CENTA Chaparrastique para incrementar el abastecimiento nacional mejorando la calidad de la alimentación de la población.
2. Dar a conocer a la población salvadoreña las ventajas de hidratar por 18h los frijoles antes de su cocimiento con el objetivo de disminuir el tiempo de cocción y permitir reducir el gasto de energía.
3. Promover la integración de las instituciones relacionadas a través de ferias, talleres, ponencias, etc. para realizar proyectos de mejora con relación a la calidad de los alimentos consumidos por la población salvadoreña y necesaria en su dieta diaria.
4. Continuar haciendo investigaciones para determinar propuestas de mejoras en las variedades de ***Phaseolus vulgaris*** L (frijol común) capaces de resistir el eminente cambio climático, ser cultivadas en diferentes zonas del país y mantener la calidad nutricional.
5. Realizar estudios para determinar la influencia de las condiciones de almacenamiento (limpieza, tiempo, humedad relativa y temperatura) con respecto a características específicas como: tiempo de cocción y coeficiente de hidratación; ya que al no conocer dichas condiciones en la variedad importada de china no se puede concluir si esto influyo en los valores obtenidos para las características antes mencionadas que fueron

las únicas que tuvieron leves diferencias en comparación de la variedad CENTA Chaparrastique.

## 8.0 BIBLIOGRAFIA

1. Botanical structures [Internet]. Estados Unidos: Fundación Tripod; 2006 [actualizado 23 de agosto de 2011; acceso 15 de marzo de 2012]. Taxonomía de *Phaseolus vulgaris* L [1] <http://fflugsa.tripod.com/frijol.html>
2. (CENTA) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [Internet]. El Salvador: CENTA website; 2011 [actualizado 3 de enero de 2012; acceso 3 de abril de 2012]. CENTA-información de contacto,ubicación[[http://centa.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=103](http://centa.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=103)]
3. Facultad de Ciencias Agronómicas, Manual de laboratorio de análisis Bromatológicos, Análisis Bromatológico proximal, 2012(2-40)
4. Facultad de Química y Farmacia, Manual de Química Agrícola Aplicada III, Calidad Culinaria del Frijol, Método para determinar la Calidad del cocimiento, 2012 5(12-24).
5. Google maps [Internet]. El Salvador: Google Earth: 2012 [actualizado enero de 2012; acceso 8 de junio de 2012]. MAG Map – Satellite Images of MAG [1]. <https://maps.google.com.sv/maps?hl=es>
6. (INCAP) Instituto de nutrición de Centro América y Panamá. Tabla de composición de los alimentos Centroamérica :Guatemala; 2007

7. Menderos Y. Indicadores de la calidad en el grano del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Revista Redalyc. 2007; 27(3): 58-60.
8. Organismo Salvadoreño de Acreditación, Guía de validación de métodos analíticos fisicoquímicos; versión 01, revisión 0, aprobado 23/10/2010.
9. Oztoy M, Rodas R, Loarca E, Evaluación de nueve materiales de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris*L). en calidad de cocción y aceptabilidad, provenientes de la región suroccidental de Guatemala [proyecto de investigación] Universidad de San Carlos Guatemala, 2004.
10. Salvadoreños en el mundo, Gobierno de El Salvador importará frijol chino para bajar los precios, febrero 2011. [Actualizado enero 2012]
11. Ulloa J, Ulloa P, Ramírez J, Ulloa B. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista de la Universidad Autónoma de Nayarit. 2011; 3(8): 5-9.
12. Veracruz, Monografía del Frijol, Comisión Veracruzana de comercialización Agropecuaria, México
13. <http://www.infoagro.com/hortalizas/judia.htm>
14. [www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/200890/.../pruebat](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/200890/.../pruebat)
15. [www.dob.unam.mx/profesores/irene/notas/tablas/fisher.pdf](http://www.dob.unam.mx/profesores/irene/notas/tablas/fisher.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO N° 1

### CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA

Color de la testa:	Rojo claro brillante
Peso promedio de 100 semillas:	23 a 25 g
Forma de la semilla:	Ovoide
Número de semillas/vaina:	6 a 7



**CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE**

### CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Hábito de crecimiento:	II-B Guía intermedia
Días a flor:	36-38
Días a madurez fisiológica:	68-70
Reacción a virus del mosaico dorado amarillo:	Resistente
Reacción a virus del mosaico común:	Resistente
Reacción a mancha angular:	Tolerante
Reacción a mustia hilachosa:	Tolerante
Reacción a roya:	Tolerante
Altas temperaturas:	Tolerante
Humedad limitada:	Tolerante
Rendimiento potencial:	35 qq/mz.

Figura N° 3 Características de la variedad CENTA Chaparrastique

## ANEXO N°2

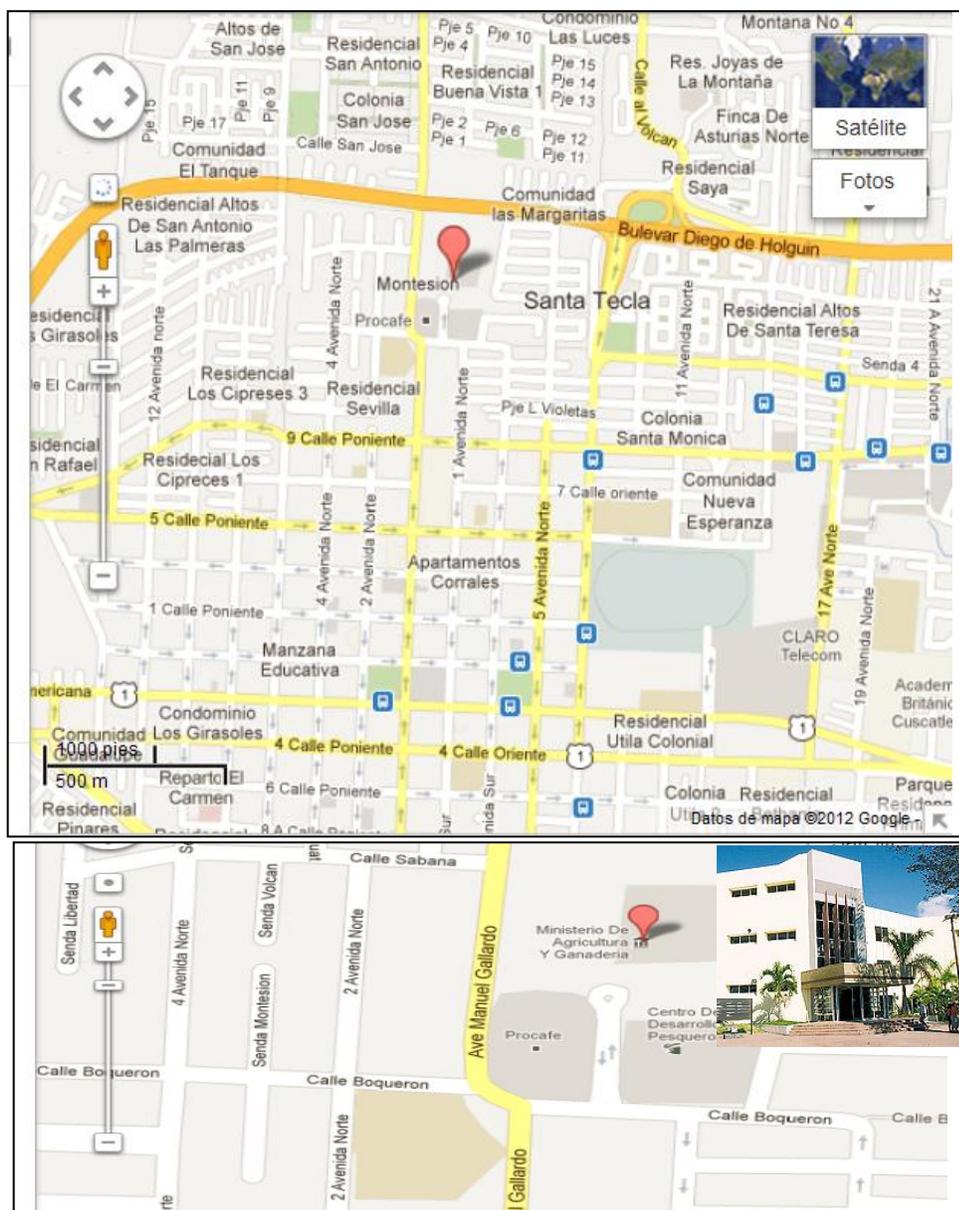


Figura N° 4 Mapa de ubicación del Ministerio de Agricultura y Ganadería el km 33 ½, carretera a Santa Ana, municipio de Ciudad Arce, Departamento de La Libertad, El Salvador

### ANEXO N°3



Figura N° 5 Venta del frijol importado de China a la población salvadoreña

**ANEXO N° 4**

Figura N° 6    CENTA ubicado al Final de la 1a. Avenida Norte, 13 Calle Poniente y Avenida Manuel Gallardo, Santa Tecla, Departamento de La Libertad, El Salvador.

## ANEXO 5

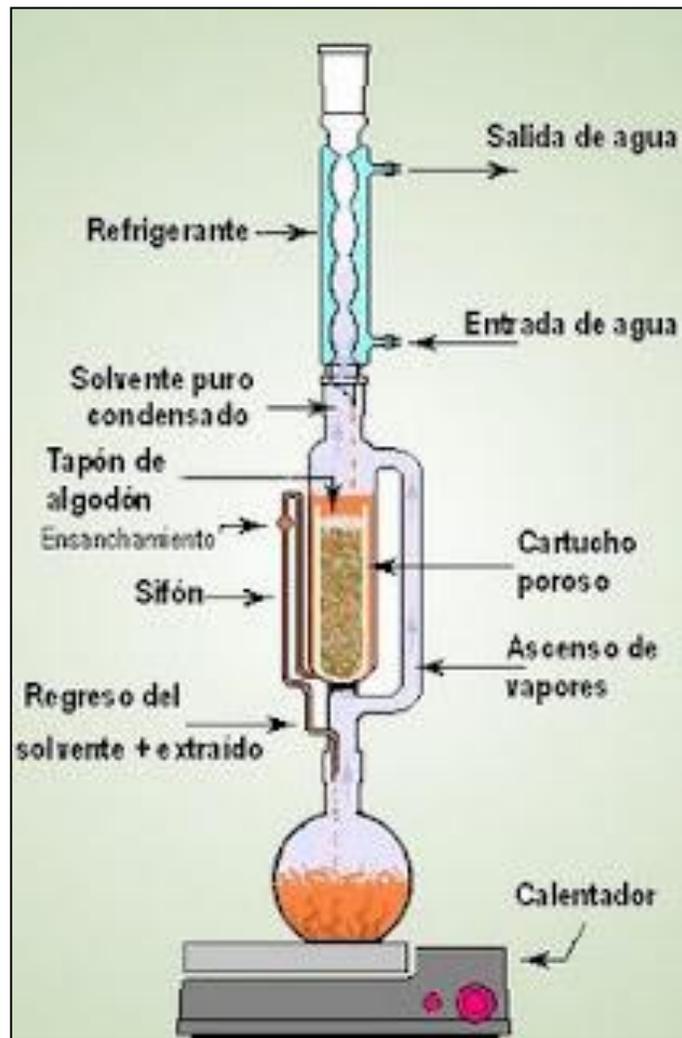


Figura N° 7 Esquema del Aparato de extracción de grasa Soxhlet.

**ANEXO 6.**  
**GRAFICAS DE RESULTADOS DE COEFICIENTE DE HIDRATACION**

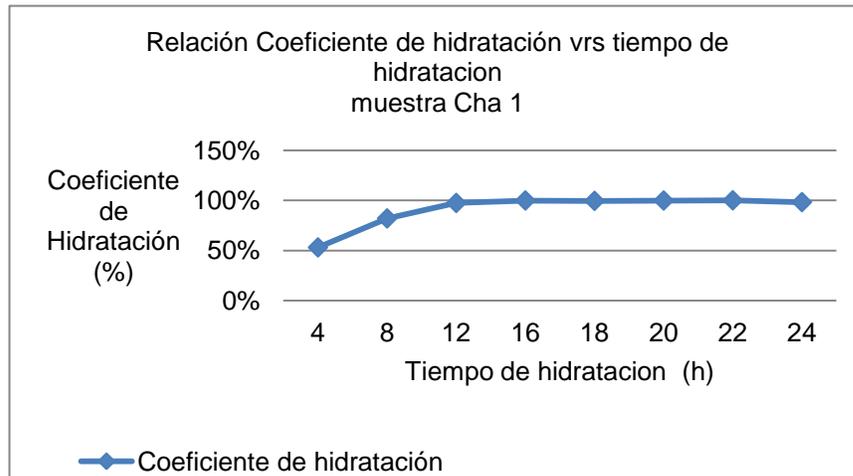


Figura N° 8 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra1 frijol CENTA Chaparrastique.

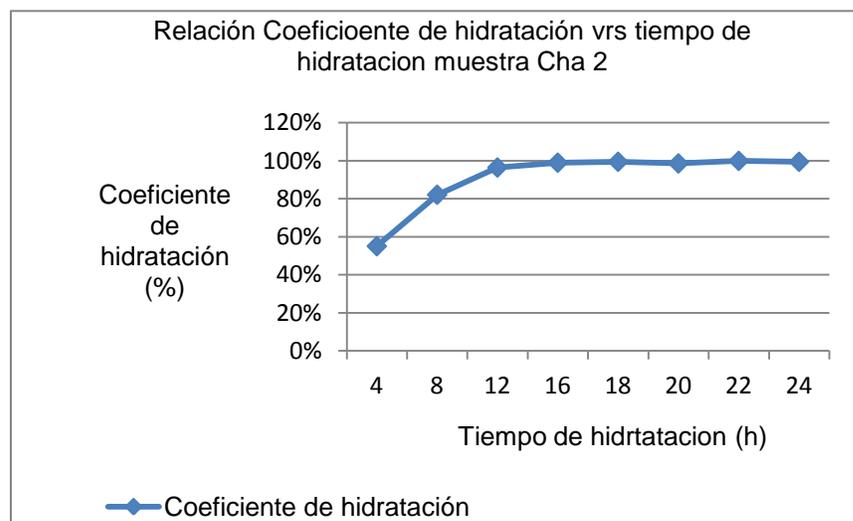


Figura N° 9 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 2 frijol CENTA Chaparrastique.

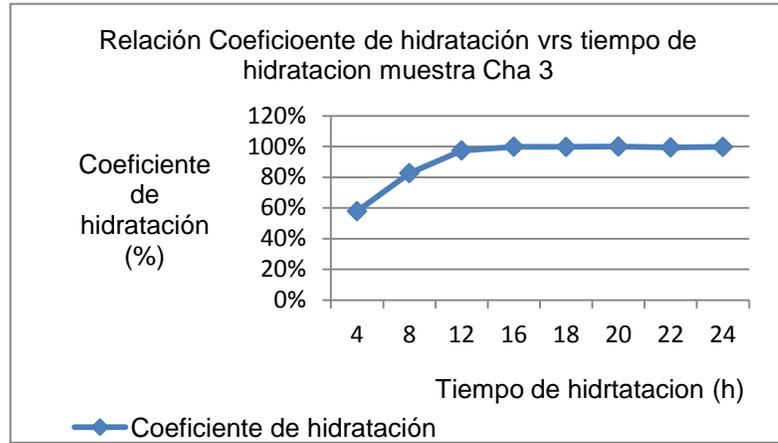


Figura N° 10 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 3 frijol CENTA Chaparrastique.

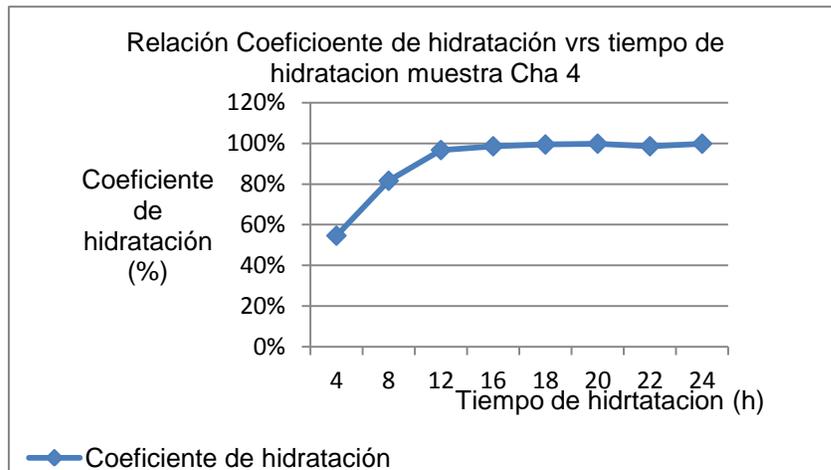


Figura N° 11 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 4 frijol CENTA Chaparrastique.

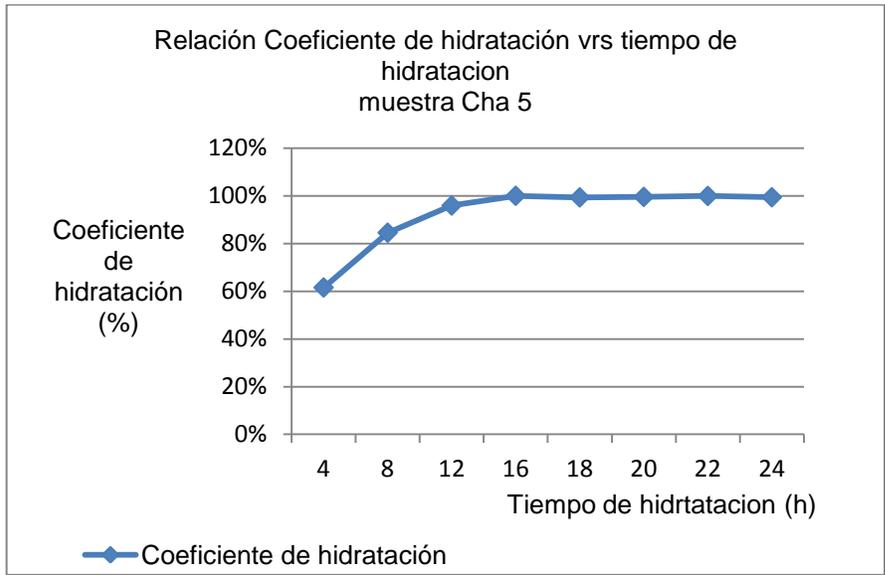


Figura N° 12 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 5 frijol CENTA Chaparrastique.

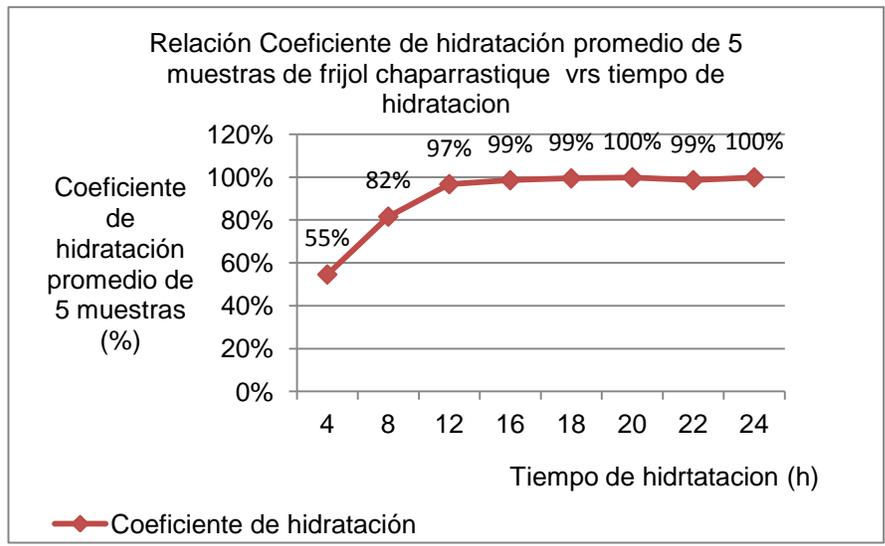


Figura N° 13 Relación de promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol CENTA Chaparrastique.

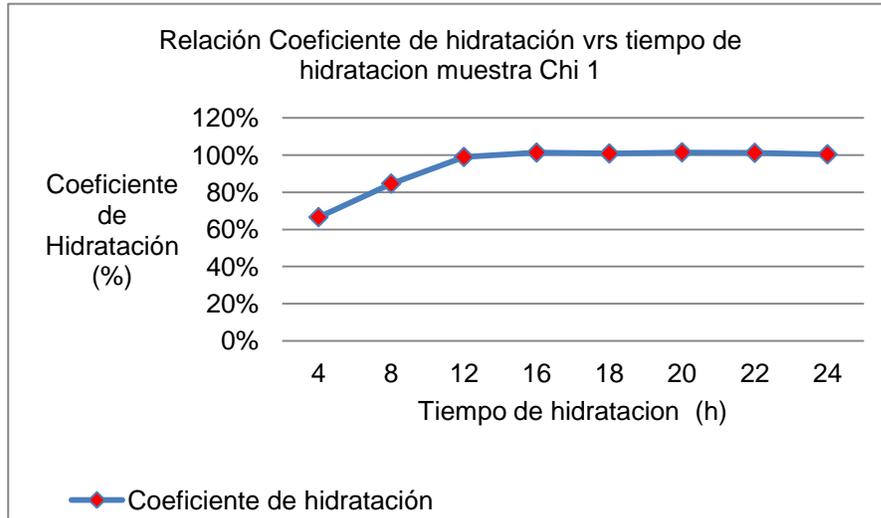


Figura N° 14 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 1 frijol importado de China.

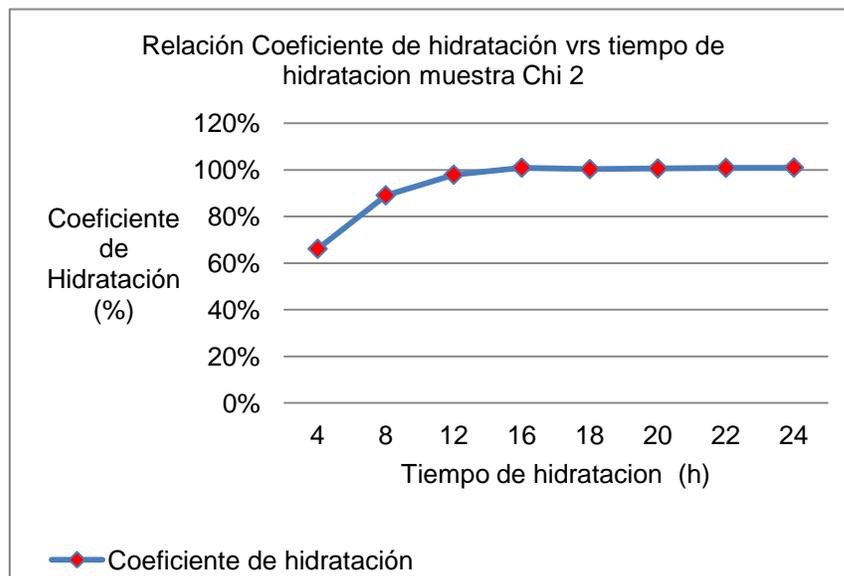


Figura N° 15 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 2 frijol importado de China.

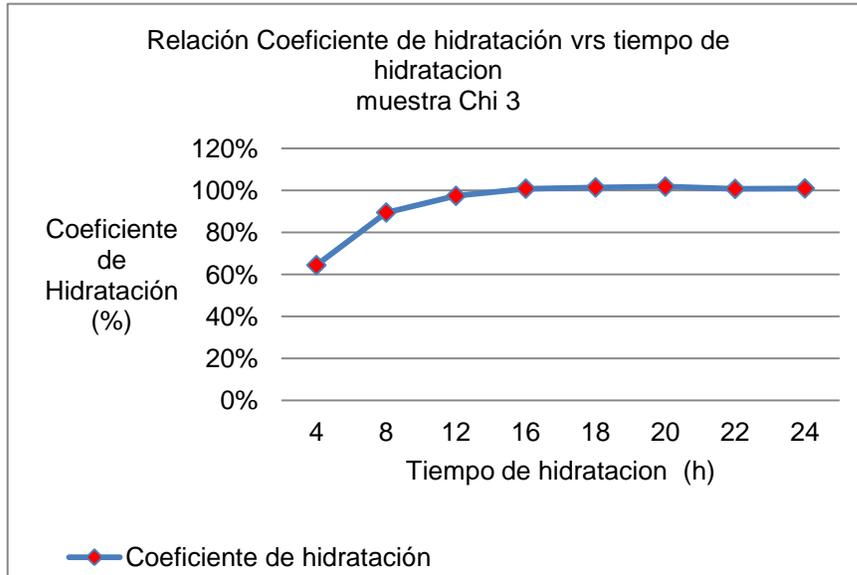


Figura N° 16 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 3 frijol importado de china.

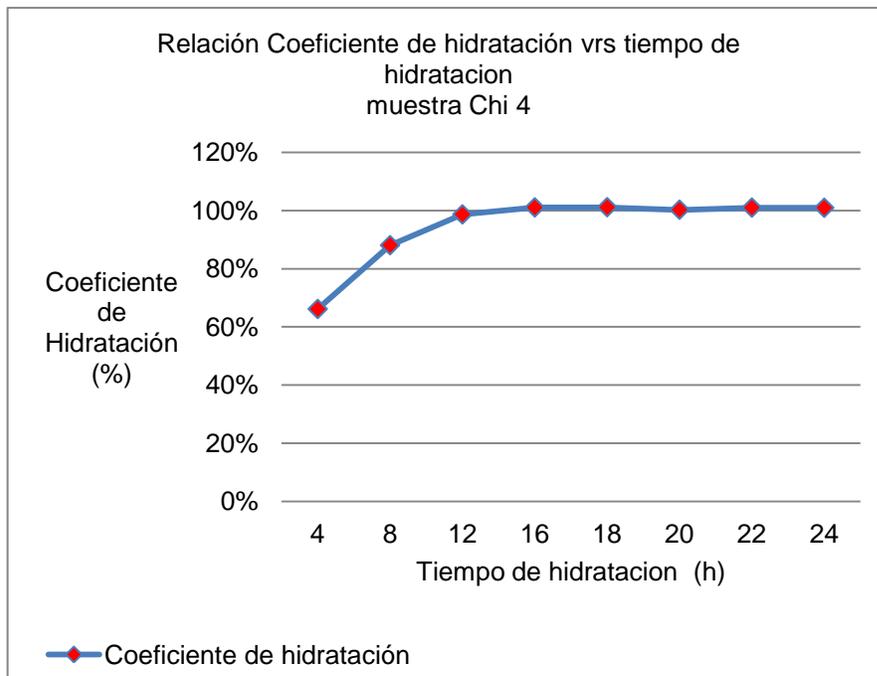


Figura N° 17 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 4 frijol importado de china

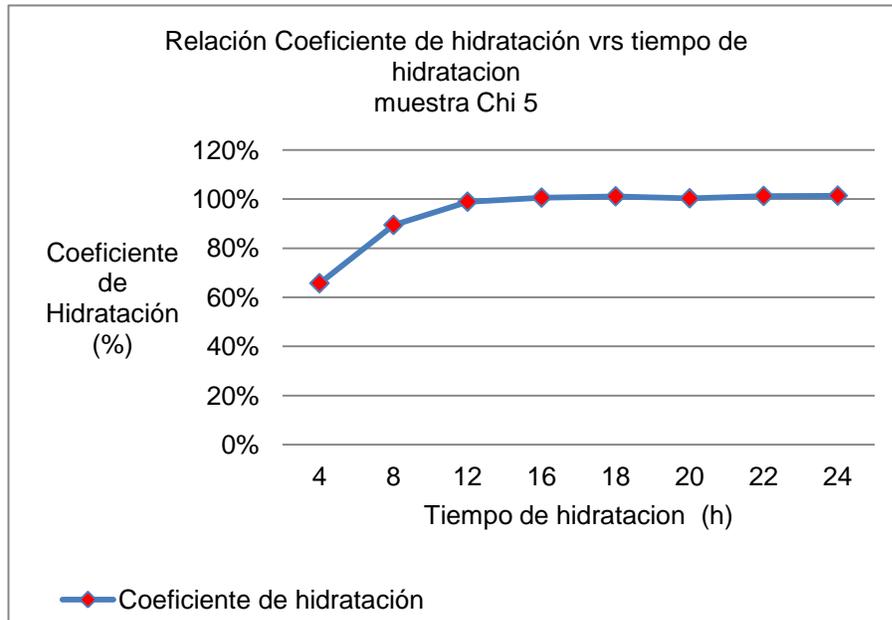


Figura N° 18 Relación Coeficiente de hidratación versus tiempo de hidratación en muestra 5 frijol importado de china.

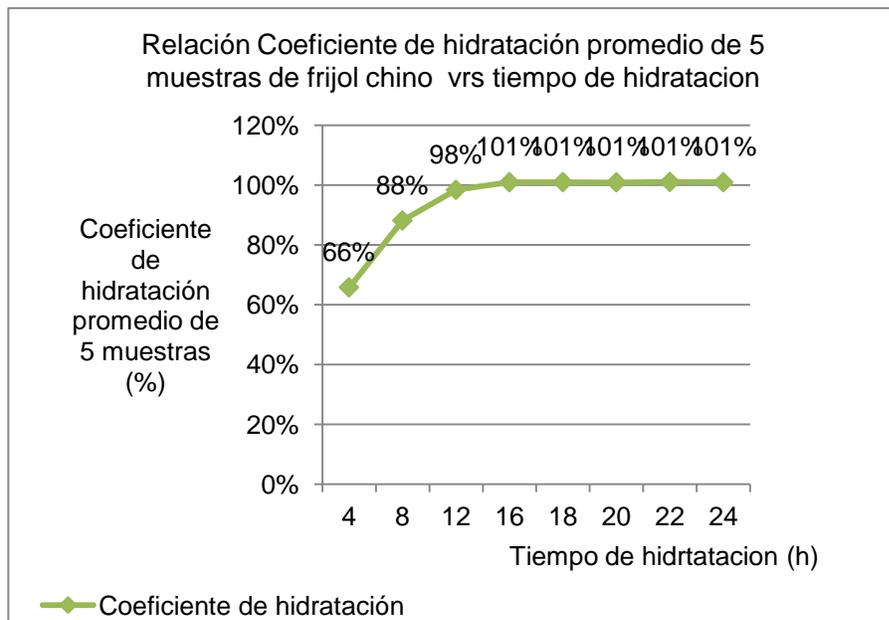


Figura N° 19 Relación de promedios de Coeficientes de hidratación de las 5 muestra de frijol importado de China.

**ANEXO N° 7**  
**FORMATO DE TABLAS PARA RECOLECCION DE DATOS**

Tabla N° 28 Formato de recolección de resultados para el cálculo de coeficiente de Hidratación del grano de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común)

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet.. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4								
8								
12								
16								
18								
20								
22								
24								

Tabla N° 29 Formato de recolección de resultados para el cálculo del tamaño y peso promedio del grano de *Phaseolus vulgaris* L (frijol común)

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso prom (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
2a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
3a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
4a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Tabla N°2 (continuación)

5a	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	Promedio				

Tabla N° 30 Formato de recolección de resultados para el cálculo del tiempo de cocción del grano de *Phaseolus vulgaris* L (frijol común.)

Cantidad de muestra	Cantidad de agua	Tiempo de cocción (min)	Estado del grano (duro-blando)
25 granos	300 ml	30	
		40	
		50	
		60	
		70	
		80	
		90	
		100	
		110	
		120	

**ANEXO N°8**  
**RESULTADOS DE COEFICIENTE DE HIDRATACION DE MUESTRAS DE**  
**FRIJOL CENTA CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°31 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 1 de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet.. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	46.9	45.5	47,1	45.0	46.2	45.9	53%
8	30	54.8	54.3	55.3	54.1	54.5	54.6	82%
12	30	59.3	59.8	59.1	58.9	59.1	59.2	97%
16	30	60.3	59.9	60.0	59.9	59.8	60.0	100%
18	30	59.7	59.8	59.4	60.5	59.9	59.9	100%
20	30	60.0	59.8	59.9	60.4	59.7	60.0	100%
22	30	59.9	59.6	60.3	60.4	59.9	60.0	100%
24	30	58.6	59.7	60.0	59.6	59.5	59.5	98%

Tabla N°32 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 2 de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	45.4	47.7	46.3	47.4	45.8	46.5	55%
8	30	54.6	54.4	55.9	53.7	54.6	54.6	82%
12	30	58.7	59.1	59.4	58.3	59.2	58.9	96%
16	30	59.8	59.9	58.9	59.6	60.3	59.7	99%
18	30	59.6	59.9	59.9	59.8	60.0	59.8	99%
20	30	57.9	59.5	60.1	60.6	59.8	59.6	99%
22	30	59.9	59.9	60.2	60.0	59.9	60.0	100%
24	30	59.7	59.8	59.5	60.3	59.9	59.8	99%

Tabla N°33 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 3 de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	49.0	46.2	47.3	48.3	46.0	47.4	58%
8	30	55.9	54.9	54.0	54.5	54.7	54.8	83%
12	30	59.6	59.1	59.3	58.4	59.7	59.2	97%
16	30	59.9	59.9	59.8	60.0	60.2	60.0	100%
18	30	59.9	59.5	60.0	60.3	59.9	59.9	100%
20	30	60.3	60.0	59.8	59.9	60.0	60.0	100%
22	30	59.9	59.8	59.7	59.9	59.8	59.8	99%
24	30	60.0	60.0	59.9	59.8	59.9	59.9	100%

Tabla N°34 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 4 de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	45.9	45.3	47.2	46.5	47.0	46.4	55%
8	30	55.0	54.3	54.1	54.3	54.7	54.5	82%
12	30	58.5	59.4	59.2	58.9	59.1	59.0	97%
16	30	59.7	58.9	59.6	60.1	59.6	59.6	99%
18	30	59.9	59.9	59.8	59.9	59.7	59.8	99%
20	30	59.9	59.9	59.8	60.0	60.2	60.0	100%
22	30	59.9	58.9	59.5	60.1	59.5	59.6	99%
24	30	59.8	60.1	59.9	60.0	60.0	60.0	100%

Tabla N°35 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 5 de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	45.6	47.3	54.6	47.4	47.5	48.5	62%
8	30	54.2	54.7	59.2	53.9	54.9	55.4	85%
12	30	59.3	57.8	59.2	58.7	59.0	58.8	96%
16	30	59.9	60.5	59.8	60.0	59.9	60.0	100%
18	30	59.7	59.5	59.9	60.2	59.8	59.8	99%
20	30	59.9	59.7	59.9	59.9	60.0	59.9	100%
22	30	59.8	59.9	59.9	60.0	60.4	60.0	100%
24	30	59.8	59.4	59.9	59.9	60.2	59.8	99%

Tabla N°36 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 1 de frijol  
importado de China.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	49.3	50.4	49.7	48,8	50.5	50.0	67%
8	30	55.3	55.0	55.6	55.7	55.4	55.4	85%
12	30	59.6	59.9	59.5	59.7	59.8	59.7	99%
16	30	60.6	60.1	60.4	60.8	60.1	60.4	101%
18	30	60.3	59.8	60.5	60.2	60.5	60.3	101%
20	30	60.6	60.8	59.9	60.7	60.2	60.4	101%
22	30	60.5	60.1	60.7	60.2	60.3	60.4	101%
24	30	59.6	60.2	60.5	59.9	60.4	60.1	100%

Tabla N°37 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 2 de frijol importado de China.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	50.3	48.9	49.5	49.8	50.7	49.8	66%
8	30	56.3	57.1	56.9	56.4	56.9	56.7	89%
12	30	59.1	59.3	59.5	59.4	59.6	59.4	98%
16	30	60.0	60.3	60.7	59.9	60.5	60.3	101%
18	30	60.0	60.4	59.7	60.1	60.3	60.1	100%
20	30	59.8	60.5	60.2	60.5	59.9	60.2	101%
22	30	61.0	59.6	60.3	60.5	59.9	60.3	101%
24	30	60.0	60.6	60.8	59.4	60.7	60.3	101%

Tabla N°38 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 3 de frijol importado de China.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	49.9	50.1	48.9	49.2	48.5	49.3	64%
8	30	56.9	56.3	56.7	57.4	56.9	56.8	89%
12	30	59.0	59.2	59.5	59.1	59.3	59.2	97%
16	30	60.1	60.3	60.7	60.2	59.9	60.2	101%
18	30	60.8	60.3	60.3	60.5	60.2	60.4	101%
20	30	60.5	60.1	60.4	61.1	60.6	60.5	102%
22	30	60.1	60.3	60.6	60.4	59.7	60.2	101%
24	30	60.0	60.5	60.5	60.3	60.1	60.3	101%

Tabla N°39 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 4 de frijol importado de China.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	50.4	50.1	49.6	49.3	49.8	49.8	66%
8	30	56.1	55.9	56.7	56.9	56.5	56.4	88%
12	30	59.9	59.6	59.5	59.6	59.4	59.6	99%
16	30	60.3	60.5	60.2	60.1	60.5	60.3	101%
18	30	60.4	60.5	60.2	60.5	60.1	60.3	101%
20	30	60.7	59.6	60.3	59.6	60.2	60.1	100%
22	30	60.5	59.9	60.4	60.6	60.1	60.3	101%
24	30	60.7	60.4	60.3	60.1	59.9	60.3	101%

Tabla N° 40 Resultados de Coeficiente de hidratación de muestra 5 de frijol importado de China.

Tiempo de remojo (horas)	Peso inicial (g)	Peso de muestra (g) repet. 1	Peso de muestra (g) repet. 2	Peso de muestra (g) repet. 3	Peso de muestra (g) repet. 4	Peso de muestra (g) repet. 5	Prom. (g)	Coef. de hidrat.
4	30	49.8	49.7	49.1	49.9	50.1	49.7	66%
8	30	57.4	56.7	56.9	57.0	56.2	56.8	89%
12	30	59.8	59.6	59.7	59.8	59.5	59.7	99%
16	30	60.2	60.5	59.9	60.7	59.6	60.2	101%
18	30	60.3	60.5	60.2	60.6	60.1	60.3	101%
20	30	60.7	59.8	60.3	59.6	60.1	60.1	100%
22	30	60.3	60.7	60.2	59.9	60.8	60.4	101%
24	30	60.3	60.3	60.5	60.3	60.7	60.4	101%

**ANEXO N°9**  
**RESULTADOS DE COEFICIENTE DE DENSIDAD DE CALDO DE**  
**MUESTRAS DE FRIJOL CENTA CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL**  
**IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°41 Resultados de densidad de caldo en muestras de frijol CENTA Chaparrastique.

Muestra	Repet.	Peso balón volumétrico de 10 mL (g) (P. inicial)	Peso balón vol. con caldo (g) (P.final)	peso final- peso inicial (g)	Densidad del caldo (g/mL)	Prom.
1	1	14.541	24.4811	9.940	0.994	0.996
	2	13.622	23.5716	9.950	0.995	
	3	9.257	19.2273	9.970	0.997	
	4	12.947	22.942	9.995	1.000	
	5	14.691	24.651	9.960	0.996	
2	1	14.541	24.5111	9.970	0.997	0.996
	2	13.622	23.5816	9.960	0.996	
	3	9.257	19.2173	9.960	0.996	
	4	12.947	22.897	9.950	0.995	
	5	14.691	24.651	9.960	0.996	
3	1	14.541	24.4811	9.940	0.994	0.995
	2	13.622	23.5616	9.940	0.994	
	3	9.257	19.2073	9.950	0.995	
	4	12.947	22.907	9.960	0.996	
	5	14.691	24.641	9.950	0.995	
4	1	14.541	24.5011	9.960	0.996	0.996
	2	13.622	23.5616	9.940	0.994	
	3	9.257	19.2073	9.950	0.995	
	4	12.947	22.917	9.970	0.997	
	5	14.691	24.651	9.960	0.996	
5	1	14.541	24.4811	9.940	0.994	0.995
	2	13.622	23.5816	9.960	0.996	
	3	9.257	19.2073	9.950	0.995	
	4	12.947	22.917	9.970	0.997	
	5	14.691	24.641	9.950	0.995	

Tabla N°42 Resultados de densidad de caldo en muestras de frijol Importado de China.

Muestra	Repet.	Peso balón volumétrico de 10 mL (g) (P. inicial)	Peso balón vol. con caldo (g) (P.final)	peso final- peso inicial (g)	Densidad del caldo (g/mL)	Prom.
1	1	14.541	24.911	10.370	1.037	1.038
	2	13.622	23.992	10.370	1.037	
	3	9.257	19.637	10.380	1.038	
	4	12.947	23.337	10.390	1.039	
	5	14.691	25.071	10.380	1.038	
2	1	14.541	24.911	10.370	1.037	1.037
	2	13.622	24.012	10.390	1.039	
	3	9.257	19.627	10.370	1.037	
	4	12.947	23.307	10.360	1.036	
	5	14.691	25.061	10.370	1.037	
3	1	14.541	24.921	10.380	1.038	1.037
	2	13.622	23.982	10.360	1.036	
	3	9.257	19.627	10.370	1.037	
	4	12.947	23.317	10.370	1.037	
	5	14.691	25.071	10.380	1.038	
4	1	14.541	24.911	10.370	1.037	1.038
	2	13.622	24.012	10.390	1.039	
	3	9.257	19.637	10.380	1.038	
	4	12.947	23.327	10.380	1.038	
	5	14.691	25.061	10.370	1.037	
5	1	14.541	24.901	10.360	1.036	1.036
	2	13.622	23.962	10.340	1.034	
	3	9.257	19.627	10.370	1.037	
	4	12.947	23.317	10.370	1.037	
	5	14.691	25.051	10.360	1.036	

**ANEXO 10**  
**RESULTADOS DE COEFICIENTE DIMENSIONES DEL GRANO DE**  
**MUESTRAS DE FRIJOL CENTA CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL**  
**IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N° 43 Resultados de dimensiones de grano de muestra 1 de Frijol  
CENTA Chaparrastique

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1a	1	0.198	11	5	2.2
	2	0.192	10	4	2.5
	3	0.193	12	5	2.4
	4	0.205	12	5	2.4
	5	0.199	10	4	2.5
2a	1	0.194	13	5	2.6
	2	0.207	10	5	2
	3	0.201	11	4	2.75
	4	0.198	9	5	1.8
	5	0.215	12	5	2.4
3a	1	0.209	11	5	2.2
	2	0.196	8	4	2
	3	0.194	13	5	2.6
	4	0.202	10	4	2.5
	5	0.175	11	5	2.2
4a	1	0.196	11	4	2.75
	2	0.199	9	5	1.8
	3	0.208	10	5	2
	4	0.194	11	5	2.2
	5	0.199	10	4	2.5
5a	1	0.201	11	5	2.2
	2	0.198	12	5	2.4
	3	0.205	10	4	2.5
	4	0.203	9	4	2.25
	5	0.191	12	5	2.4
	Promedio	0.19888	10.72	4.64	2.322

Tabla N° 44 Resultados de dimensiones de grano de muestra 2 de Frijol  
CENTA Chaparrastique.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1b	1	0.183	12	5	2.4
	2	0.196	13	5	2.6
	3	0.192	9	5	1.8
	4	0.203	14	5	2.8
	5	0.189	13	5	2.6
2b	1	0.196	10	5	2
	2	0.197	12	5	2.4
	3	0.199	14	5	2.8
	4	0.19	11	5	2.2
	5	0.196	12	5	2.4
3b	1	0.19	12	5	2.4
	2	0.199	13	5	2.6
	3	0.2	13	5	2.6
	4	0.195	11	4	2.75
	5	0.199	10	4	2.5
4b	1	0.194	9	4	2.25
	2	0.203	13	5	2.6
	3	0.197	12	5	2.4
	4	0.205	12	5	2.4
	5	0.192	13	5	2.6
5b	1	0.205	12	5	2.4
	2	0.195	10	5	2
	3	0.199	11	5	2.2
	4	0.199	11	5	2.2
	5	0.197	13	5	2.6
	Promedio	0.1964	11.8	4.88	2.42

Tabla N°45 Resultados de dimensiones de grano de muestra 3 de frijol CENTA Chaparrastique.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1c	1	0.19	10	4	2.5
	2	0.194	13	5	2.6
	3	0.197	12	5	2.4
	4	0.198	12	5	2.4
	5	0.197	13	5	2.6
2c	1	0.195	9	4	2.25
	2	0.197	11	5	2.2
	3	0.198	14	5	2.8
	4	0.204	12	5	2.4
	5	0.197	12	5	2.4
3c	1	0.198	11	5	2.2
	2	0.201	10	5	2
	3	0.195	12	5	2.4
	4	0.199	12	5	2.4
	5	0.197	13	5	2.6
4c	1	0.195	11	4	2.75
	2	0.203	9	4	2.25
	3	0.196	12	5	2.4
	4	0.197	12	5	2.4
	5	0.198	10	4	2.5
5c	1	0.196	10	4	2.5
	2	0.195	12	5	2.4
	3	0.198	13	5	2.6
	4	0.201	11	5	2.2
	5	0.195	10	5	2
	Promedio	0.19724	11.44	4.76	2.406

Tabla N° 46 Resultados de dimensiones de grano de muestra 4 de frijol CENTA Chaparrastique.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1d	1	0.197	13	5	2.6
	2	0.199	10	4	2.5
	3	0.196	12	5	2.4
	4	0.197	11	4	2.75
	5	0.201	10	4	2.5
2d	1	0.198	13	5	2.6
	2	0.199	12	5	2.4
	3	0.198	12	5	2.4
	4	0.199	12	5	2.4
	5	0.196	11	5	2.2
3d	1	0.197	10	4	2.5
	2	0.197	12	5	2.4
	3	0.199	13	5	2.6
	4	0.197	12	5	2.4
	5	0.195	9	4	2.2
4d	1	0.199	12	5	2.4
	2	0.197	11	5	2.2
	3	0.197	12	5	2.4
	4	0.204	13	5	2.6
	5	0.197	11	5	2.2
5d	1	0.196	12	5	2.4
	2	0.197	13	5	2.6
	3	0.19	10	4	2.5
	4	0.195	11	5	2.2
	5	0.198	10	5	2.0
	Promedio	0.1974	11.48	4.76	2.416

Tabla N°47 Resultados de dimensiones de grano de muestra 5 de frijol CENTA Chaparrastique.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1e	1	0.196	12	5	2.4
	2	0.197	11	5	2.2
	3	0.199	14	5	2.8
	4	0.199	12	5	2.4
	5	0.197	12	4	3
2e	1	0.198	11	5	2.2
	2	0.197	11	5	2.2
	3	0.204	12	5	2.4
	4	0.198	13	5	2.6
	5	0.199	12	5	2.4
3e	1	0.201	11	5	2.2
	2	0.196	9	4	2.25
	3	0.197	12	5	2.4
	4	0.194	13	5	2.6
	5	0.175	12	5	2.4
4e	1	0.196	13	5	2.6
	2	0.195	12	5	2.4
	3	0.208	12	5	2.4
	4	0.197	11	5	2.2
	5	0.199	11	5	2.2
5e	1	0.201	8	5	1.6
	2	0.198	12	5	2.4
	3	0.198	10	4	2.5
	4	0.2	9	4	2.25
	5	0.193	12	5	2.4
	Promedio	0.19728	11.48	4.84	2.376

Tabla N°48 Resultados de dimensiones de grano de muestra 1 de frijol importado de china.

<b>Dimensión</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Sub-muestra</b>	<b>Peso de grano (g)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Anchura (mm)</b>	<b>Índice Longitud/Anchura</b>
1a	1	0.302	13	7	1.9
	2	0.325	11	7	1.6
	3	0.343	12	8	1.5
	4	0.318	13	8	1.6
	5	0.313	12	7	1.7
2a	1	0.339	12	8	1.5
	2	0.342	13	8	1.6
	3	0.348	11	7	1.6
	4	0.336	11	7	1.6
	5	0.327	12	7	1.7
3a	1	0.304	11	7	1.6
	2	0.341	14	8	1.8
	3	0.328	14	6	2.3
	4	0.306	13	8	1.6
	5	0.401	11	6	1.8
4a	1	0.341	13	8	1.6
	2	0.335	11	7	1.6
	3	0.326	11	7	1.6
	4	0.309	11	7	1.6
	5	0.331	14	8	1.8
5a	1	0.305	11	7	1.6
	2	0.34	10	7	1.4
	3	0.335	10	6	1.7
	4	0.335	13	8	1.6
	5	0.322	11	6	1.8
	Promedio	0.33008	11.92	7.2	1.7

Tabla N°49 Resultados de dimensiones de grano de muestra 2 de frijol  
importado de China.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1b	1	0.347	11	7	1.6
	2	0.315	12	8	1.5
	3	0.334	12	8	1.5
	4	0.337	10	6	1.7
	5	0.339	11	5	2.2
2b	1	0.332	11	7	1.6
	2	0.315	11	7	1.6
	3	0.308	11	7	1.6
	4	0.336	11	7	1.6
	5	0.335	11	7	1.6
3b	1	0.327	11	7	1.6
	2	0.319	11	7	1.6
	3	0.34	13	7	1.9
	4	0.334	11	6	1.8
	5	0.336	11	7	1.6
4b	1	0.302	13	8	1.6
	2	0.334	11	7	1.6
	3	0.276	11	7	1.6
	4	0.328	10	7	1.4
	5	0.402	12	8	1.5
5b	1	0.331	10	7	1.4
	2	0.337	11	7	1.6
	3	0.328	12	7	1.7
	4	0.319	12	7	1.7
	5	0.3	13	7	1.9
	Promedio	0.32844	11.32	7	1.6

Tabla N°50 Resultados de dimensiones de grano de muestra 3 de frijol  
importado de China.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso por grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1c	1	0.341	11	7	1.6
	2	0.311	12	8	1.5
	3	0.337	12	6	2.0
	4	0.347	11	7	1.6
	5	0.345	13	7	1.9
2c	1	0.332	11	7	1.6
	2	0.345	12	8	1.5
	3	0.327	12	8	1.5
	4	0.336	11	7	1.6
	5	0.335	11	7	1.6
3c	1	0.338	10	7	1.4
	2	0.326	12	7	1.7
	3	0.331	10	7	1.4
	4	0.335	11	6	1.8
	5	0.324	12	8	1.5
4c	1	0.302	12	8	1.5
	2	0.295	10	7	1.4
	3	0.325	11	7	1.6
	4	0.334	10	7	1.4
	5	0.346	12	8	1.5
5c	1	0.332	11	8	1.4
	2	0.309	11	7	1.6
	3	0.346	12	6	2.0
	4	0.333	11	7	1.6
	5	0.338	12	8	1.5
	Promedio	0.331	11.32	7.2	1.6

Tabla N°51 Resultados de dimensiones de grano de muestra 4 de frijol importado de China.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1d	1	0.336	11	7	1.6
	2	0.332	11	7	1.6
	3	0.335	11	7	1.6
	4	0.327	10	7	1.4
	5	0.316	12	8	1.5
2d	1	0.332	10	7	1.4
	2	0.340	11	8	1.4
	3	0.333	10	7	1.4
	4	0.338	11	7	1.6
	5	0.309	11	7	1.6
3d	1	0.326	12	8	1.5
	2	0.337	11	7	1.6
	3	0.307	12	8	1.5
	4	0.319	10	7	1.4
	5	0.335	13	7	1.9
4d	1	0.304	11	7	1.6
	2	0.326	12	7	1.7
	3	0.335	10	7	1.4
	4	0.344	11	8	1.4
	5	0.321	12	8	1.5
5d	1	0.331	11	7	1.6
	2	0.342	10	8	1.3
	3	0.337	11	7	1.6
	4	0.335	11	7	1.6
	5	0.320	12	8	1.5
	Promedio	0.329	11.08	7.32	1.5

Tabla N°52 Resultados de dimensiones de grano de muestra 5 de frijol importado de China.

Dimensión					
Muestra	Sub-muestra	Peso de grano (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Índice Longitud/Anchura
1e	1	0.328	10	7	1.4
	2	0.336	11	7	1.6
	3	0.339	12	7	1.7
	4	0.326	11	7	1.6
	5	0.347	11	7	1.6
2e	1	0.333	11	8	1.4
	2	0.326	12	8	1.5
	3	0.334	11	7	1.6
	4	0.325	13	7	1.9
	5	0.337	11	7	1.6
3e	1	0.303	12	7	1.7
	2	0.338	11	8	1.4
	3	0.337	11	8	1.4
	4	0.329	11	7	1.6
	5	0.258	10	7	1.4
4e	1	0.335	12	8	1.5
	2	0.341	11	8	1.4
	3	0.333	13	6	2.2
	4	0.338	12	7	1.7
	5	0.331	11	7	1.6
5e	1	0.339	11	7	1.6
	2	0.327	11	7	1.6
	3	0.338	12	7	1.7
	4	0.332	11	8	1.4
	5	0.335	12	7	1.7
	Promedio	0.3298	11.36	7.24	1.6

**ANEXO 11**  
**RESULTADOS DE HUMEDAD DE MUESTRAS DE FRIJOL CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°53 Resultados de determinación de humedad en Frijol CENTA Chaparrastique

Mx	repet	Peso muestra húmeda (g)	Peso caja (g)	Peso caja + muestra húmeda (g)	Peso caja + muestra seca (g)	Pérdida de peso (g)	% Humedad	Prom % H
1	1	2.001	15.734	17.735	17.544	0.191	9.55	10.26 %
	2	2.001	16.275	18.276	18.068	0.208	10.39	
	3	2.002	13.962	15.964	15.77	0.194	9.69	
	4	2.001	16.139	18.140	17.912	0.228	11.39	
	5	2.000	14.827	16.827	16.621	0.206	10.30	
2	1	2.003	19.106	21.109	20.874	0.235	11.73	10.93 %
	2	2.001	15.853	17.854	17.642	0.212	10.59	
	3	2.001	17.014	19.015	18.795	0.220	10.99	
	4	2.002	18.667	20.669	20.446	0.223	11.14	
	5	2.002	14.297	16.299	16.095	0.204	10.19	
3	1	2.001	14.411	16.412	16.194	0.218	10.89	10.66 %
	2	2.002	20.080	22.082	21.858	0.224	11.19	
	3	2.001	17.163	19.164	18.93	0.234	11.69	
	4	2.000	12.691	14.691	14.493	0.198	9.90	
	5	2.002	15.751	17.753	17.560	0.193	9.64	
4	1	2.003	17.125	19.128	18.933	0.195	9.74	10.52 %
	2	2.003	16.351	18.354	18.137	0.217	10.83	
	3	2.001	18.816	20.817	20.615	0.202	10.09	
	4	2.002	23.545	25.547	25.318	0.229	11.44	
	5	2.001	15.706	17.707	17.497	0.210	10.49	
5	1	2.002	19.738	21.740	21.507	0.233	11.64	10.47 %
	2	2.002	13.298	15.300	15.099	0.201	10.04	
	3	2.001	21.312	23.313	23.122	0.191	9.55	
	4	2.003	17.115	19.118	18.903	0.215	10.73	
	5	2.001	15.193	17.194	16.986	0.208	10.39	

Tabla N° 54 Resultados de determinación de humedad en frijol importado de China.

MX	repet	Peso muestra húmeda (g)	Peso caja (g)	Peso caja + muestra húmeda (g)	Peso caja + muestra seca (g)	Pérdida de peso (g)	% Humedad	Prom % H
1	1	2.002	15.734	17.736	17.496	0.240	11.99	11.99 %
	2	2.001	16.275	18.276	18.042	0.234	11.69	
	3	2.001	13.962	15.963	15.717	0.246	12.29	
	4	2.002	16.139	18.141	17.904	0.237	11.84	
	5	2.001	14.827	16.828	16.585	0.243	12.14	
2	1	2.003	19.106	21.109	20.870	0.239	11.93	11.66 %
	2	2.001	15.853	17.854	17.630	0.224	11.19	
	3	2.000	17.014	19.014	18.775	0.239	11.95	
	4	2.001	18.667	20.668	20.439	0.229	11.44	
	5	2.001	14.297	16.298	16.062	0.236	11.79	
3	1	2.001	14.411	16.412	16.185	0.227	11.34	11.72 %
	2	2.002	20.080	22.082	21.847	0.235	11.74	
	3	2.001	17.163	19.164	18.921	0.243	12.14	
	4	2.002	12.691	14.693	14.455	0.238	11.89	
	5	2.003	15.751	17.754	17.524	0.230	11.48	
4	1	2.001	17.125	19.126	18.889	0.237	11.84	11.90 %
	2	2.001	16.351	18.352	18.119	0.233	11.64	
	3	2.002	18.816	20.818	20.574	0.244	12.19	
	4	2.002	23.545	25.547	25.306	0.241	12.04	
	5	2.001	15.706	17.707	17.471	0.236	11.79	
5	1	2.001	19.738	21.739	21.510	0.229	11.44	11.71 %
	2	2.001	13.298	15.299	15.058	0.241	12.04	
	3	2.000	21.312	23.312	23.078	0.234	11.70	
	4	2.001	17.115	19.116	18.886	0.230	11.49	
	5	2.001	15.193	17.194	16.957	0.237	11.84	

**ANEXO 12**  
**RESULTADOS DE PROTEINA DE MUESTRAS DE FRIJOL CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°55 Resultados de porcentaje de proteína en muestras de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Muestra	Repeticio nes	Peso mx (g)	mLHCl	% N	% PC	Prom
1	1	0.1005	2.9	3.805	23.785	23.518 %
	2	0.1002	2.8	3.685	23.033	
	3	0.1001	2.8	3.689	23.056	
	4	0.1002	3.1	4.080	25.501	
	5	0.1002	2.7	3.553	22.211	
2	1	0.1003	2.8	3.681	23.010	23.353 %
	2	0.1002	2.6	3.422	21.388	
	3	0.1002	2.9	3.817	23.856	
	4	0.1001	2.9	3.820	23.880	
	5	0.1004	3	3.940	24.629	
3	1	0.1001	2.9	3.820	23.880	23.678 %
	2	0.1004	2.7	3.546	22.166	
	3	0.1003	3.1	4.076	25.476	
	4	0.1003	2.9	3.813	23.832	
	5	0.1002	2.8	3.685	23.033	
4	1	0.1002	3	3.948	24.679	23.016 %
	2	0.1005	2.7	3.543	22.144	
	3	0.1003	2.8	3.681	23.010	
	4	0.1003	2.8	3.681	23.010	
	5	0.1001	2.7	3.557	22.233	
5	1	0.1002	2.9	3.817	23.856	23.033 %
	2	0.1002	2.8	3.685	23.033	
	3	0.1003	2.9	3.813	23.832	
	4	0.1001	2.5	3.293	20.586	
	5	0.1002	2.9	3.817	23.856	
<b>N HCl</b>		<b>meq. N</b>		<b>Factor</b>		
0.09415		0.014008		6.25		

Tabla N°56 Resultados del porcentaje de proteína en muestras de Frijol importado de China.

Muestra	Repeticiones	Peso mx (g)	mLHCl	% N	% PC	Prom
1	1	0.1003	3.4	4.471	27.942	27.141 %
	2	0.1002	3.3	4.343	27.147	
	3	0.1002	3.3	4.343	27.147	
	4	0.1002	3.2	4.212	26.324	
	5	0.1002	3.3	4.343	27.147	
2	1	0.1001	3.2	4.216	26.351	26.998 %
	2	0.1002	3.5	4.607	28.792	
	3	0.1002	3.3	4.343	27.147	
	4	0.1001	3.3	4.348	27.174	
	5	0.1001	3.1	4.084	25.527	
3	1	0.1002	3.3	4.343	27.147	26.659 %
	2	0.1001	3.2	4.216	26.351	
	3	0.1001	3.3	4.348	27.174	
	4	0.1003	3.1	4.076	25.476	
	5	0.1002	3.3	4.343	27.147	
4	1	0.1002	3.6	4.738	29.615	27.136 %
	2	0.1001	3.2	4.216	26.351	
	3	0.1004	3.3	4.335	27.093	
	4	0.1002	3.2	4.212	26.324	
	5	0.1003	3.2	4.208	26.298	
5	1	0.1003	3.3	4.339	27.120	27.312 %
	2	0.1001	3.4	4.480	27.998	
	3	0.1002	3.4	4.475	27.970	
	4	0.1002	3.2	4.212	26.324	
	5	0.1002	3.3	4.343	27.147	
<b>N HCl</b>		<b>meq. N</b>	<b>Factor</b>			
0.09415		0.014008	6.25			

**ANEXO 13**  
**RESULTADOS DE GRASA DE MUESTRAS DE FRIJOL CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N° 57 Resultados del porcentaje de grasa en frijol CENTA Chaparrastique.

Muestra	Repet.	Peso muestra (g)	Peso balón (g)	Peso balón + Grasa (g)	Peso de Grasa(g)	% Grasas	Prom
1	1	2.003	110.545	110.608	0.063	3.145	3.157 %
	2	2.002	134.842	134.907	0.065	3.247	
	3	2.001	145.045	145.107	0.062	3.098	
	4	2.001	135.079	135.142	0.063	3.148	
	5	2.002	186.452	186.515	0.063	3.147	
2	1	2.001	108.432	108.497	0.065	3.248	3.197 %
	2	2.002	174.057	174.12	0.063	3.147	
	3	2.001	143.875	143.936	0.061	3.048	
	4	2.002	152.465	152.528	0.063	3.147	
	5	2.002	128.824	128.892	0.068	3.397	
3	1	2.002	153.012	153.076	0.064	3.197	3.156 %
	2	2.001	164.243	164.304	0.061	3.048	
	3	2.004	175.028	175.091	0.063	3.144	
	4	2.003	140.207	140.271	0.064	3.195	
	5	2.002	139.757	139.821	0.064	3.197	
4	1	2.001	158.407	158.47	0.063	3.148	3.207 %
	2	2.004	137.724	137.786	0.062	3.094	
	3	2.003	129.004	129.072	0.068	3.395	
	4	2.001	100.821	100.888	0.067	3.348	
	5	2.001	156.782	156.843	0.061	3.048	
5	1	2.002	167.018	167.081	0.063	3.147	3.227 %
	2	2.003	153.453	153.516	0.063	3.145	
	3	2.001	124.726	124.793	0.067	3.348	
	4	2.002	129.251	129.32	0.069	3.447	
	5	2.002	133.405	133.466	0.061	3.047	

Tabla N°58 Resultados de porcentaje de grasa en Frijol importado de China.

Muestra	Repet.	Peso muestra (g)	Peso balón (g)	Peso balón + Grasa (g)	Peso de Grasa(g)	% Grasas	Prom
1	1	2.003	153.054	153.118	0.064	3.195	3.187 %
	2	2.001	121.723	121.787	0.064	3.198	
	3	2.001	102.465	102.532	0.067	3.348	
	4	2.002	135.085	135.147	0.062	3.097	
	5	2.001	143.873	143.935	0.062	3.098	
2	1	2.002	123.295	123.358	0.063	3.147	3.366 %
	2	2.001	153.875	153.944	0.069	3.448	
	3	2.005	145.754	145.821	0.067	3.342	
	4	2.003	100.782	100.853	0.071	3.545	
	5	2.002	105.834	105.901	0.067	3.347	
3	1	2.003	128.048	128.121	0.073	3.645	3.315 %
	2	2.006	149.872	149.934	0.062	3.091	
	3	2.003	105.735	105.799	0.064	3.195	
	4	2.002	153.896	153.96	0.064	3.197	
	5	2.002	137.574	137.643	0.069	3.447	
4	1	2.002	134.048	134.115	0.067	3.347	3.246 %
	2	2.004	151.832	151.896	0.064	3.194	
	3	2.001	167.835	167.898	0.063	3.148	
	4	2.001	179.002	179.07	0.068	3.398	
	5	2.003	163.276	163.339	0.063	3.145	
5	1	2.001	143.876	143.941	0.065	3.248	3.256 %
	2	2.002	123.832	123.896	0.064	3.197	
	3	2.004	108.752	108.815	0.063	3.144	
	4	2.003	132.056	132.124	0.068	3.395	
	5	2.003	165.342	165.408	0.066	3.295	

**ANEXO 14**  
**RESULTADOS DE FIBRA CRUDA DE MUESTRAS DE FRIJOL CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°59 Resultados de porcentaje de fibra cruda en muestras de frijol  
CENTA Chaparrastique.

Muestra	Repet.	Peso muestra inicial (g)	Peso crisol + muestra (g)	Peso crisol + muestra calcinada (g)	Pérdida de peso (g)	% FC	Prom
1	1	2.003	31.454	31.352	0.102	5.092	5.125%
	2	2.002	53.086	52.981	0.105	5.245	
	3	2.001	58.735	58.632	0.103	5.147	
	4	2.001	45.835	45.733	0.102	5.097	
	5	2.002	65.942	65.841	0.101	5.045	
2	1	2.001	56.068	55.964	0.104	5.197	5.176%
	2	2.002	42.687	42.584	0.103	5.145	
	3	2.001	48.752	48.649	0.103	5.147	
	4	2.002	45.746	45.641	0.105	5.245	
	5	2.002	38.013	37.91	0.103	5.145	
3	1	2.002	49.065	48.964	0.101	5.045	5.164%
	2	2.001	65.135	65.031	0.104	5.197	
	3	2.004	63.452	63.349	0.103	5.140	
	4	2.003	57.915	57.810	0.105	5.242	
	5	2.002	58.465	58.361	0.104	5.195	
4	1	2.001	64.832	64.729	0.103	5.147	5.155%
	2	2.004	39.258	39.154	0.104	5.190	
	3	2.003	56.054	55.952	0.102	5.092	
	4	2.001	56.201	56.099	0.102	5.097	
	5	2.001	49.055	48.950	0.105	5.247	
5	1	2.002	63.682	63.579	0.103	5.145	5.155%
	2	2.003	65.056	64.954	0.102	5.092	
	3	2.001	34.523	34.419	0.104	5.197	
	4	2.002	39.185	39.082	0.103	5.145	
	5	2.002	54.604	54.5	0.104	5.195	

Tabla N°60 Resultados de porcentaje de fibra cruda en Frijol importado de China.

Muestra	Repet.	Peso muestra inicial (g)	Peso crisol + muestra (g)	Peso crisol + muestra calcinada (g)	Pérdida de peso (g)	% FC	Prom.
1	1	2.003	58.703	58.582	0.121	6.041	6.135%
	2	2.001	67.401	67.278	0.123	6.147	
	3	2.001	66.073	65.952	0.121	6.047	
	4	2.002	64.219	64.094	0.125	6.244	
	5	2.001	67.846	67.722	0.124	6.197	
2	1	2.002	69.564	69.441	0.123	6.144	6.212%
	2	2.001	59.364	59.236	0.128	6.397	
	3	2.005	68.247	68.122	0.125	6.234	
	4	2.003	57.741	57.618	0.123	6.141	
	5	2.002	68.385	68.262	0.123	6.144	
3	1	2.003	67.974	67.849	0.125	6.241	6.230%
	2	2.006	67.414	67.291	0.123	6.132	
	3	2.003	49.554	49.429	0.125	6.241	
	4	2.002	57.672	57.545	0.127	6.344	
	5	2.002	69.145	69.021	0.124	6.194	
4	1	2.002	58.976	58.852	0.124	6.194	6.193%
	2	2.004	68.655	68.53	0.125	6.237	
	3	2.001	67.031	66.91	0.121	6.047	
	4	2.001	68.264	68.137	0.127	6.347	
	5	2.003	59.076	58.953	0.123	6.141	
5	1	2.001	69.646	69.522	0.124	6.197	6.242%
	2	2.002	69.024	68.896	0.128	6.394	
	3	2.004	67.287	67.162	0.125	6.237	
	4	2.003	69.367	69.244	0.123	6.141	
	5	2.003	68.514	68.389	0.125	6.241	

**ANEXO 15**  
**RESULTADOS DE CENIZA DE MUESTRAS DE FRIJOL CENTA**  
**CHAPARRASTIQUE Y FRIJOL IMPORTADO DE CHINA**

Tabla N°61 Resultados de porcentajes de ceniza en muestras de Frijol  
CENTA Chaparrastique

Mx	Repetición	Peso de muestra (g)	Peso crisol (g)	Peso crisol + cenizas (g)	Peso de la Ceniza (g)	% Cenizas	Prom.
1	1	2.006	29.986	30.047	0.061	3.041	3.175%
	2	2.003	28.271	28.341	0.070	3.494	
	3	2.002	33.541	33.603	0.062	3.097	
	4	2.002	31.023	31.085	0.062	3.097	
	5	2.002	17.725	17.788	0.063	3.147	
2	1	2.002	35.032	35.094	0.062	3.097	3.157%
	2	2.004	18.763	18.827	0.064	3.193	
	3	2.001	34.061	34.124	0.063	3.148	
	4	2.001	22.334	22.397	0.063	3.148	
	5	2.002	28.589	28.653	0.064	3.197	
3	1	2.002	29.623	29.686	0.063	3.147	3.198%
	2	2.001	24.175	24.238	0.063	3.148	
	3	2.001	21.517	21.584	0.067	3.348	
	4	2.002	19.064	19.13	0.066	3.296	
	5	2.001	21.752	21.813	0.061	3.048	
4	1	2.003	28.087	28.154	0.067	3.345	3.187%
	2	2.002	24.654	24.718	0.064	3.197	
	3	2.002	25.241	25.304	0.063	3.147	
	4	2.001	27.329	27.392	0.063	3.148	
	5	2.002	21.843	21.905	0.062	3.097	
5	1	2.004	18.095	18.159	0.064	3.194	3.206%
	2	2.004	20.131	20.193	0.062	3.094	
	3	2.001	21.889	21.95	0.061	3.048	
	4	2.001	33.751	33.82	0.069	3.448	
	5	2.002	26.807	26.872	0.065	3.247	

Tabla N°62 Resultados de porcentaje de ceniza en muestras de Frijol importado de China.

Mx	Repet.	Peso de muestra (g)	Peso crisol (g)	Peso crisol + cenizas (g)	Peso de la Ceniza (g)	% Cenizas	Prom.
1	1	2.003	23.765	23.849	0.084	4.194	4.186 %
	2	2.003	19.673	19.756	0.083	4.144	
	3	2.001	26.964	27.051	0.087	4.348	
	4	2.001	30.314	30.396	0.082	4.098	
	5	2.001	18.758	18.841	0.083	4.148	
2	1	2.005	12.446	12.529	0.083	4.140	4.152%
	2	2.006	16.883	16.967	0.084	4.187	
	3	2.003	24.335	24.418	0.083	4.144	
	4	2.001	16.781	16.862	0.081	4.048	
	5	2.003	21.465	21.55	0.085	4.244	
3	1	2.005	22.607	22.689	0.082	4.089	4.204%
	2	2.004	34.584	34.668	0.084	4.192	
	3	2.002	21.07	21.153	0.083	4.146	
	4	2.002	16.112	16.199	0.087	4.346	
	5	2.001	14.004	14.089	0.085	4.248	
4	1	2.003	19.458	19.541	0.083	4.144	4.176%
	2	2.002	16.706	16.793	0.087	4.096	
	3	2.002	21.354	21.436	0.082	4.098	
	4	2.001	32.445	32.527	0.082	4.198	
	5	2.001	22.089	22.173	0.084	4.092	
5	1	2.004	20.147	20.229	0.082	4.298	4.195%
	2	2.001	24.439	24.525	0.086	4.194	
	3	2.003	33.751	33.835	0.084	4.146	
	4	2.002	27.147	27.23	0.083	4.245	
	5	2.002	24.654	24.739	0.085	4.246	