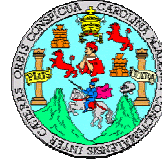




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE -CUNSUROC-
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION -DIGI-



PROYECTO DE INVESTIGACION:

“ EVALUACIÓN DE NUEVE MATERIALES DE FRIJOL DE VARA
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN CALIDAD DE COCCIÓN Y
ACEPTABILIDAD, PROVENIENTES DE LA REGIÓN
SUROCCIDENTAL DE GUATEMALA ”

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION
Y NUTRICION -PRUNIAN-

INFORME FINAL

AUTORES:

Ing. Agr. M Sc. Mynor Raúl Otzoy Rosales-----Coordinador del Proyecto
Ing. Agr. Roberto Carlos Rodas Rodríguez-----Investigador
Inga. Alm. Edna Patricia Loarca de España-----Investigadora

Mazatenango, Suchitepéquez

Año: 2004.



INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES	3
4. JUSTIFICACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS.....	5
6. REFERENTE TEORICO.....	6
1. El significado alimentario y nutricional del endurecimiento del Frijol	6
2. Procesamiento del Frijol.....	8
3. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento del frijol.....	9
4. Mecanismos del proceso de endurecimiento.....	10
5. Calidad de cocción del Frijol	12
6. Aceptabilidad del Frijol y tiempo de cocción	12
7. Duración y consecuencias del endurecimiento del Frijol.....	14
8. Importancia nutricional de los macrominerales: Calcio, Magnesio, Fósforo y Potasio; como constituyentes en los alimentos para el funcionamiento humano.....	15
9. Método para evaluar la calidad de cocción en Frijol	16
10. Metodologías para espesor de caldo de cocción	17
11. Evaluación sensorial, un método para la evaluación de alimentos	17
12. Pruebas orientadas al consumidor	18
13. Métodos utilizados en la preparación y cocción de frijoles	19
14. Alternativas para encontrar soluciones al problema de cocción	21
15. El consumo de leña	22
16. Antecedentes de investigaciones de Frijol de vara (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	23
7. METODOLOGIA	24
1. Determinar el material genético del Frijol que presente la mejor calidad de cocción	26
2. Determinar el material genético de frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas	28
3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores	29
Técnicas utilizadas	31
1. Determinar el material genético del Frijol que presente la mejor calidad de cocción	31
2. Determinar el material genético de frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas	32



CONTENIDO	PAGINA
3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores	32
8. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
1. Determinar el material genético de Frijol que presente la mejor calidad de cocción	33
2. Determinar el material genético de Frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas	49
3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores	55
9. CONCLUSIONES	59
10. RECOMENDACIONES	59
11. BIBLIOGRAFÍA.....	60
12. ANEXOS.....	62



INDICE DE CUADROS

NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
1	Identificación y lugares de origen de los cultivares de frijol de vara evaluados.....	25
2	Ubicación y coordenadas Geográficas de las cuatro parcelas demostrativas en el suroccidente de Guatemala.....	29
3	Análisis de Varianza y Tabla de Medias del Tiempo de Cocción de nueve cultivares de frijol de vara.....	33
4	Análisis de varianza y Tabla de Medias del contenido de Sólidos Solubles del caldo de frijol de nueve cultivares.....	36
5	Análisis de varianza del contenido de materia inorgánica (minerales) y cenizas en el caldo de cocción de nueve cultivares de frijol de vara	38
6	Tabla de medias del contenido de materia inorgánica (minerales) y Cenizas en el caldo de cocción de nueve cultivares de frijol de vara	39
7	Análisis de varianza y Tabla de medias del contenido de Humedad del grano de nueve cultivares de frijol de vara	45
8	Promedios y Desviaciones Estándar de las variables de la calidad de cocción del frijol de nueve cultivares.....	48
9	Grado de relación entre los minerales y el tiempo de cocción.....	48
10	Análisis de varianza de cuatro variables evaluadas en el panel sensorial	49
11	Tabla de medias de cuatro variables evaluadas en el panel sensorial	50
12	Rendimientos obtenidos por cada uno de los nueve cultivares de frijol de vara en las cuatro parcelas demostrativas del suroccidente de Guatemala	56
13	Tiempos de cocción en minutos por unidad experimental, de los materiales de frijol evaluados	62
14	Sólidos solubles en porcentaje por unidad experimental, de los materiales de frijol evaluados	62



NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
15	Datos de acuerdo a escala del sabor del caldo de frijol por unidad experimental	66
16	Datos de acuerdo a escala del sabor del grano de frijol por unidad experimental	67
17	Datos de acuerdo a escala del Color del caldo de frijol por unidad experimental	68
18	Datos de acuerdo a escala del Espesor del caldo de cocción del frijol por unidad experimental	69



INDICE DE FIGURAS

NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
1	Proceso de cocción de Frijol Negro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	20
2	Semilla de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados en la investigación.....	24
3	Vista de la parcela reproductiva, ubicada en granja Zahorí	25
4	Ubicación geográfica de las parcelas demostrativas en el suroccidente de Guatemala.....	30
5	Tiempos de cocción en minutos de los granos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	34
6	Proceso de trabajo para realizar las pruebas de cocción	35
7	Contenido de sólidos solubles en los caldos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	37
8	Porcentaje de ceniza en los caldos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	40
9	Contenido de Calcio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.....	41
10	Contenido de Magnesio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	42
11	Contenido de Potasio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	43
12	Contenido de Fósforo en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.....	44
13	Humedad absorbida por el frijol en el caldo de cocción de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	46
14	Proceso de trabajo para realizar las pruebas de porcentaje de humedad en el frijol	47
15	Resultados de aceptabilidad de la variable: Sabor del caldo de frijol de los nueve cultivares	51
16	Resultados de aceptabilidad de la variable: Sabor del grano de frijol de los nueve cultivares	52



NÚMERO	CONTENIDO	PAGINA
17	Resultados de aceptabilidad de la variable: Color del caldo de frijol de los nueve cultivares	53
18	Resultados de aceptabilidad de la variable: Espesor del caldo de frijol de los nueve cultivares.....	54
19	Vista del panel sensorial de los caldos de frijol de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados	55
20	Vistas del cultivo de las parcelas demostrativas de frijol de vara y algunas actividades agrícolas	57
21	Visita de agricultores a parcelas demostrativas.....	58



1. RESUMEN EJECUTIVO

La investigación tuvo como objetivo general seleccionar el o los material (es) genéticos de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) que presentase buena calidad de cocción y sea aceptable a la población, los cultivares con los que se trabajó son originarios del suroccidente de Guatemala (departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, región costera de Quetzaltenango y San Marcos) y han sido evaluados desde el año 1997; son cultivares que poseen un record de selección bastante fuerte, son resistentes al virus del mosaico dorado, no son tan exigentes en cuando al uso de pesticidas se refiere. Este proyecto ha sido ejecutado conjuntamente por DIGI y CUNSUROC en el año 2004 y es un proyecto que tiene como meta finalizar el proceso de generación de variedades de frijol de vara.

La investigación tuvo varias etapas como lo son: La reproducción de la semilla y/o grano de cada uno de los nueve cultivares, en una parcela de 660 metros cuadrados ubicada en la granja Zahorí, propiedad del CUNSUROC, lo cual se realizó en los meses de Febrero a Junio, luego se procedió en el mes de Julio a Octubre a realizar los trabajos de laboratorio: Prueba de tiempo de cocción, determinación del contenido de sólidos solubles, contenido de materia inorgánica y absorción de humedad durante la cocción, lo que constituye la calidad de cocción del caldo. Paralelamente en este período de tiempo se implementaron las parcelas demostrativas en los cuatro departamentos: Suchitepéquez, Retalhuleu, parte costera de Quetzaltenango y San Marcos. Y por último en el mes de Noviembre se realizó el panel sensorial o prueba de aceptabilidad de los caldos de frijol.

Los resultados mas importantes que generó esta investigación son: Tres cultivares: USAC-2, USAC-5 y USAC-10 fueron los que presentaron mejor calidad de cocción. El tiempo mínimo de cocción fue de 60 minutos correspondiente a los cultivares, USAC-2 y USAC-4. Los cultivares de frijol USAC-2, USAC-4 y USAC-9 son los que presentaron mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas detectados en el panel sensorial. Existe semilla disponible para agricultores de la región suroccidental del país.

Las recomendaciones generadas por la investigación son: Realización de la reproducción, publicidad y distribución de la semilla de los cultivares de frijol de vara USAC-2, USAC-4, USAC-5, USAC-9 y USAC-10 a cooperativas agrarias, parcelamientos, aldeas y demás comunidades de la región suroccidental que lo demanden a DIGI-CUNSUROC; y utilizar estos cultivares de frijol de vara como ingredientes en pruebas de mezclas para la elaboración de harinas para la nutrición humana.



2. INTRODUCCION

En la actualidad el conocimiento de las propiedades físicas y químicas de los alimentos es algo esencial para mejorar la calidad nutricional de la población mas necesitada de nuestro país. Es así como planteó la verificación del tiempo de cocción de los granos de frijol de los nueve cultivares de frijol de vara con que cuenta la DIGI-CUNSUROC, de tal forma que conociendo su contenido de materia inorgánica, el contenido de sólidos solubles y la absorción de humedad, que son características físicas y químicas que van de la mano para obtener una buena calidad de cocción de un grano básico.

Este proyecto se delimitó como objetivo general, finalizar el proceso de generación de variedades de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) iniciado desde 1997 planteándose como objetivos específicos: determinar el o los mejores materiales genéticos que presenten la mejor calidad de cocción y aceptabilidad; y finalmente propagar la semilla de los nueve materiales seleccionados. Mediante la propagación de los materiales se tendrá a disposición la semilla para los agricultores del suroccidente del país.

La fase de campo se llevó a cabo en la granja docente “Zahorí” propiedad del CUNSUROC- USAC, situada en Cuyotenango, Suchitepéquez, la fase de laboratorio, se llevó a cabo en las instalaciones del CUNSUROC, situadas en Mazatenango, Suchitepéquez y en el laboratorio agronómico de CENGICAÑA. La propagación de los materiales genéticos de Frijol se llevó a cabo en campos de agricultores de los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, y la parte costera de Quetzaltenango y San Marcos.

La investigación tuvo una duración de 11 meses (de febrero a diciembre del 2004) para su ejecución, con lo cual se obtuvieron los resultados que en el informe se detallan.



3. ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas en cultivares de frijol de vara se remonta al año 1997 cuando se realizó una colecta y caracterización de un total de 398 cultivares, luego en los años siguientes se realizaron investigaciones como la generación de paquetes tecnológicos, específicamente en lo que respecta a distanciamientos de siembra, dosis adecuadas de fertilización, técnica adecuada de tutores. También se investigó y se seleccionaron cultivares de frijoles con resistencia y/o tolerancia al ataque del virus del Mosaico Dorado, el cual constituye una amenaza constante para los productores de frijol en el área del oriente del país. También se evaluó la adaptabilidad genética de estos cultivares a la variación climática del suroccidente del país. De tal manera que esta investigación constituye la culminación de una serie de investigaciones y resultados muy productivos y satisfactorios de todo el equipo de investigación (IIDESO) del CUNSUROC que con el apoyo irrestricto de la DIGI, se ha podido culminar con la generación de estas variedades ó líneas nativas del suroccidente.

La calidad de cocción y aceptabilidad de estas variedades de frijol era una incógnita antes de realizar esta investigación, con lo cual se diagnostican las características químicas y físicas del grano del frijol en el proceso de cocción.



4. JUSTIFICACION

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 (según Bressani, 1986) 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.

1. Consumidor final

La idea es generar materiales genéticos de Frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) que presenten bajos tiempos de cocción y que permita reducir el gasto de energía tanto a nivel urbano como rural. Así mismo los largos tiempos de cocción afecta las cualidades organolépticas y nutricionales, lo cual no pasaría de contar con variedades o materiales genéticos con dichas características.

2. Ecológico y mejoramiento genético.

Se rescatan materiales genéticos de Frijol, a punto de extinguirse ya que por no conocerse no son utilizados en escala comercial. En mejoramiento genético es el de ofrecer variedades con genes nativos, que las hacen menos dependientes de tecnologías caras y de difícil acceso, para los cultivadores de Frijol. Por otro lado el uso de leña en el área rural será menor.

3. Institucional

La USAC, como institución académica, logra proyectarse a los agricultores del país, al ofrecer variedades en producción con tolerancia al Virus Mosaico Dorado del Frijol (V.M.D.) y con menor tiempo de cocción.

4. Económico

Sin duda alguna, el ahorro de energía como leña, carbón, Kerosene, o gas en el área rural o urbana, usado para el cocimiento durante la semana de frijoles, se verá reflejado en el ahorro económico de las familias Guatemaltecas.



5. OBJETIVOS

1. General:

Seleccionar al menos un cultivar de Frijol de Vara (*Phaseolus vulgaris*) en base a su Calidad de Cocción (tiempo de cocción, contenido de sólidos solubles, contenido de materia inorgánica y absorción de humedad durante la cocción) y Aceptabilidad, de acuerdo con las características organolépticas de estos.

2. Específicos:

- 2.1 Determinar el cultivar de Frijol de vara que presente la mejor calidad de cocción.
- 2.2 Determinar el material genético de Frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas.
- 2.3 Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores.



6. REFERENTE TEORICO

Desde 1997, los proyectos sobre Frijol, financiados por CUNSUROC-DIGI han versado resumidamente en el rescate de los cultivares nativos de la región sur occidental (Otzoy, 1997) caracterizarlos (Otzoy, 1997), seleccionarlos en base a producción y tolerancia al Virus Mosaico Dorado del Frijol (Otzoy, 1998), determinar su Agronomía (Otzoy, 1999) y su estabilidad genética (Otzoy, 2001)

Estos pasos de mejoramiento en cultivares nativos de Frijol, le pueden permitir a la USAC, brindar a los agricultores del país, especialmente de la región sur occidental, variedades adaptadas y mejoradas.

Sin embargo, el problema de la cocción no se ha investigado desde el punto de vista genético en el CUNSUROC, por lo que al contar con nueve materiales genéticos de Frijol se pretende solucionar dicho problema

1. El significado alimentario y nutricional del endurecimiento del Frijol

La producción agrícola tropieza con muchos problemas entre los más serios se cuentan los recursos energéticos que cada día son más limitados y , por consiguiente, más costos, menor cantidad de tierra cultivable, pocos incentivos de las políticas agropecuarias, el incremento de la población. (Bressani, 1982)

Bressani (1982) propone una ecuación con miras a contar con las bases necesarias para responder a los aspectos nutricionales y de aceptabilidad que se necesita para la producción de alimentos, así como para integrar las actividades entre el sector agrícola, los de tecnología y nutrición.

La ecuación propuesta es:

Productividad = Producción x Valor energético x Valor nutritivo.

Donde:

Producción:	Kg/Ha
Valor Tecnológico:	Características aceptables de conservación Procesamiento y aceptabilidad.
Valor nutritivo:	Utilización máxima de nutrientes del alimento sólo o combinado con dietas.

Esta ecuación define productividad a partir de la cantidad de materia seca por hectárea, en base a la estabilidad y eficiencia en transformar el alimento para su consumo a partir de su valor nutritivo.



Cuando un alimento se produce, su limitación en la utilización en la cadena alimentaria, debe ser analizada desde el punto de vista de si ésta depende de la estructura genética de la planta, o si es inducida por manejos de post cosecha. A su vez, debe establecerse si existe alguna incompatibilidad entre el cambio genético y el aspecto de procesamiento así como en lo referente a producción (Bressani. 1982)

Bressani (1982) hace mención del interés en la reducción de pérdidas post cosecha de los alimentos, indicando que esto mejoraría la disponibilidad al consumidor. A la vez hace mención de que las pérdidas de granos como el Frijol, ocasionadas por endurecimiento, no han sido consideradas, ya que el grano duro de Frijol es normal en apariencia y no está contaminado necesariamente con agentes biológicos o químicos, sin embargo constituye una pérdida porque en primer lugar no se puede cocinar con facilidad y economía y, en segundo lugar, pierde su aceptabilidad por parte del consumidor; finalmente representa una pérdida debido a que si llega a cocinarse, el proceso térmico destruye su valor nutritivo.

Según Bressani (1982) hay aspectos básicos a considerar:

a) Significado alimentario del Frijol:

En América Latina es bien conocido el alto consumo de Frijol. En Guatemala, en el medio rural, el consumo de Frijol varía de 54 a 72 g por persona diariamente y en el área urbana de 47 a 52 g. lo que indica que es un alimento de alta aceptabilidad.

Como consecuencia de la baja disponibilidad de este grano, su precio aumenta; los grupos de nivel económico alto, mantienen su nivel de consumo, mientras que los grupos socioeconómicos bajos, quienes tienen las peores dietas, tienden a disminuir el nivel de consumo.

La tasa de crecimiento de América Latina, ha aumentado, no así la producción de Frijol, por lo que la demanda de este grano aumenta al igual que su precio, esta situación motiva programas de producción, sin embargo es necesario reconocer la importancia del manejo y almacenamiento de la producción, para preservar el producto con la calidad adecuada para consumo de la población, más aún si es deficitaria.

Las pérdidas post cosecha pueden originarse por dos causas las endógenas y las exógenas. Las endógenas son el resultado del proceso biológico natural de maduración; las exógenas se originan por influencias externas que incluyen alteraciones físicas, ataque de animales e insectos, contaminación bacteriana o química y malos sistemas de almacenamiento, el endurecimiento del Frijol está incluido en este segundo grupo, y es el responsable de la baja disponibilidad y alto costo del Frijol.



b) Significado nutricional del Frijol.

La importancia nutricional del Frijol esta en el aporte proteínico que en países de Centro América es de 19 a 27% en el área rural y de 15 a 17 en el área urbana.

Además de proteína el Frijol, contribuye con cantidades significativas de otros nutrientes, como Hierro y Tiamina, así como Calcio y Niacina en menor grado. La importancia nutricional del Frijol, se incrementa por el aporte de aminoácidos esenciales al organismo animal, suplementando el proporcionado por los cereales, en especial el Maíz, de manera que el Frijol es de gran importancia como aportador de proteína tanto en cantidad como en calidad.

2. Procesamiento de Frijol:

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 (Bressani, 1982), 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. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento del Frijol.

3.1 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.

Gloyer citado por Moscoso (1982) identificó 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, que 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.

De acuerdo a Elías (1982) y Moscoso (1982), 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.

La “capacidad de absorción de agua” se refiere a dos aspectos (Elías 1982): 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.

Charley (1987), Bressani (1982) y Elías (1982) mencionan 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) Elías (1982) y Charley (1987) indican que 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: Este es un factor que incide en el endurecimiento del grano y que Elías (1982) informa que de acuerdo a estudios realizados, existe una correlación significativa entre la dureza del grano y el tiempo de cocción, subrayando importancia entre el proceso de absorción de agua y textura de la semilla; indicando también que existe una relación inversa entre el tiempo de remojo y la textura de la semilla.

El mismo autor, hace mención que 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 influyen 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

4. Mecanismos del proceso de endurecimiento.

4.1 Papel de los polifenoles

Elías (1982), sugiere la posible relación entre el contenido de polifenoles y el proceso de desarrollo de la dureza del frijol durante el almacenamiento. De acuerdo con un estudio realizado los polifenoles disminuyeron durante el almacenamiento observándose un aumento de actividad del polifenol-oxidasa dureza y tiempo de cocción.

Según los resultados del estudio mencionado, muestran, que a los dos meses de almacenamiento, el factor que más afectó la dureza fue la capacidad de absorción de agua, a los cuatro meses, el contenido de proteína, para este mismo tiempo, los taninos ocupaban el segundo lugar para luego pasar al primero, a los seis meses de almacenamiento. Siendo que los polifenoles se encuentran en la cáscara, es de comprender el porqué el decremento a la capacidad de absorción de agua durante el remojo, que es la primera fase del método de cocción.

Otra posibilidad con respecto al papel de los polifenoles y el problema del endurecimiento del Frijol es a la probable formación de complejos proteínicos con compuestos fenólicos (Elías, 1982).

Elías (1982), explica la posible relación entre los polifenoles con la dureza de la semilla y el tiempo de cocción mediante dos mecanismos: El primero el de la polimerización activa, principalmente en la cáscara obstaculizando la penetración del agua y el segundo debido a la lignificación de la proteína en el cotiledón limitando la capacidad inhibitoria; afectando ambos la capacidad de hidratación de la semilla.



La reducción en el contenido de polifenoles durante el almacenamiento podría también estar relacionada a la pérdida de sabor y de color que causa el agua de cocción, en Frijol más almacenado. (Elías, 1982)

4.2 Papel de otras sustancias

El proceso de endurecimiento del Frijol debido a un almacenamiento inadecuado es atribuido a mecanismos que involucran cambios físicos y químicos de otras sustancias, las cuales pueden incidir en la ACRO y micro estructura del cotiledón (Elías 1982)

Los cambios son efectuados en los constituyentes del cotiledón: Almidón, proteína, lípidos y constituyentes de la estructura como: pared celular y la lámina media. La pared celular esta formada en su mayoría de celulosa, impregnado de una matriz formada principalmente de hemicelulosa y sustancias pécticas. La lámina media, consiste en su mayor parte en sales de calcio de polímeros de ácido galacturónico (Elias, 1982)

Conforme a estudios referidos por Elías (1982), durante las primeras fases del proceso de cocción, la lámina media es el principal constituyente que se suaviza y, posteriormente se observa una gelatinización de los gránulos de almidón, dependiendo del tiempo y la temperatura. Uno de estos estudios revela que la temperatura de gelatinización del almidón con agua se encuentra en el rango de 71-79C; sin embargo no se observan cambios en la microestructura de la semilla, debido a que la pared celular permanece intacta a medida que el grano se suaviza, este hecho indica que existen otros factores que contribuyen a la suavización del grano durante el proceso de cocción.

La reacción de fitatos con pectatos insolubles de calcio y Magnesio, que poseen las paredes celulares, convirtiéndose en pectatos solubles de Sodio y Potasio, durante el proceso de cocción, pueden contribuir al ablandamiento de la semilla.

Según Moscoso (1982), el contenido de Fósforo de ácido Fítico de los frijoles remojados, tiene una alta correlación, con la razón de ablandamiento de los frijoles, con la razón constante para la disolución de las sustancias pécticas en las cáscaras y con los cotiledones, también explica que, un alto contenido de Fósforo de ácido fítico en los frijoles favorece una razón rápida de ablandamiento y disolución de las sustancias pécticas, haciendo los frijoles de más fácil cocción.

Elías (1982) concluye que, los mecanismos que producen el endurecimiento del Frijol están afectados por factores de orden físico, químico y estructural y que los cambios producidos tanto físicos, químicos y bioquímicos afectan la estructura del grano tanto en la cáscara como en el cotiledón repercutiendo en la semilla por perjudicar la respuesta al proceso de remojo y de cocción.



5. Calidad de cocción del Frijol

Según Ríos (1985), la calidad de cocción está determinada por los factores:

- Tiempo de cocción.
- Espesor de caldo.
- Contenido de Materia inorgánica.
- Capacidad de absorción de agua.

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 caracterizado 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, esto no presenta uniformidad. Pese a esto, se puede decir que un Frijol se evalúa de acuerdo a su textura suave.

En cuanto al caldo de cocción, se evalúan características de espesor y color, indicando como de mala calidad un caldo claro y ralo (Ríos 1985)

Para investigaciones sobre problemas de Frijol Ríos (1985) sugiere que se tomen en cuenta los criterios usados por las amas de casa a fin de ser más objetivos en la presentación de resultados.

Una de las características de aceptabilidad más importantes que determinan “la calidad de cocción” de las leguminosas, es el tiempo que se necesita para suavizarse durante el proceso de cocción (Elías 1982).

Desde el punto de vista industrial, los procesos unitarios para el proceso de los alimentos necesitan uniformidad en las características de la materia prima a usar (Elías, 1982)

Con respecto a las características de cocción del Frijol, según Elías (1982) y Bressani (1982) consideran que hay que diferenciar dos aspectos distintos de este fenómeno: Uno se refiere a los cultivares recién cosechados, donde las diferencias en el tiempo de cocción se deben probablemente a factores inherentes a la semilla, debido a aspectos de orden genético o agronómicos (de acuerdo al medio donde se cultiva); el otro se relaciona al proceso de endurecimiento debido a las malas condiciones de almacenamiento.



6. Aceptabilidad del Frijol y tiempo de cocción.

Se define como aceptabilidad, a la actitud hacia un producto, expresada por un consumidor, frecuentemente indica el uso real del producto.

De antemano se conoce la importancia de los frijoles (*Phaseolus spp.*) en la nutrición de los diferentes grupos humanos.

Mora (1985), indica que los factores que condicionan su consumo, aparte de la cantidad disponible y que son fundamentales para el mejor o peor aprovechamiento de este alimento son:

- 6.1 Tamaño, color y forma de grano.
- 6.2 Apariencia (sanidad).
- 6.3 Calidad culinaria.
- 6.4 Tiempo de cocción.

6.1 Tamaño y color del grano.

El tamaño y forma del grano tienen influencia en la aceptabilidad de los frijoles, sin embargo la primera característica que considera el consumidor es el color de la cáscara, que en nuestro medio es negro (Bressani, 1985); en otros países Centro Americanos, prefieren el color Rojo, tal es el caso de Salvador y Nicaragua (Tapia, 1985 y Ríos 1985)

6.2 Apariencia (Sanidad)

Entre los aspectos que se consideran para juzgar la apariencia física están: granos manchados, chupados, quebrados, con los cotiledones separados y (dañados por insectos)

Esta apariencia física es parte de la calidad comercial, la otra parte la forma la evaluación del tiempo de cocción (Mora, 1985).

6.3 Calidad culinaria

Esta calidad culinaria, consiste en la evaluación de las características del Frijol cocido, como: color, espesor del caldo, textura del grano y sabor, aunque el sabor se determina subjetivamente, esta delimitado en una población dada (Mora, 1985; Ríos, 1985)

6.4 Tiempo de cocción:

Los frijoles deben cocinarse para que puedan ser consumidos por los humanos. El principio del proceso de cocción es mantener los frijoles en agua hirviendo durante el tiempo necesario, para que adquieran consistencia aceptable al consumidor.



El tiempo de cocción varía dependiendo de si los frijoles son recién cosechados o nuevos, que es relativamente corto, o bien prolongarse de acuerdo al manejo o condiciones de almacenamiento.

Varios investigadores (Quenzer et. al. 1978; Procter y Watts. 1987, Paredes et. al, 1989), han informado que la localidad de cultivo influye sobre el tiempo de cocción más que la composición genética del Frijol. Paredes-López (1989) indicó que posiblemente los efectos en el tiempo de cocción en Frijol fueron debidos al contenido de Calcio y Magnesio en el suelo.

Debido a la opinión de varios autores, no se ha podido establecer una única definición de tiempo de cocción, entre ellas Mora (1985), menciona:

- a) El tiempo necesario para que los frijoles estén listos para consumo.
- b) El momento aquel en el que el grano se rompe solo, o bajo una presión medida con alguna presión determinada en forma subjetiva (entre los dedos)

El aumento en el tiempo de cocción del Frijol, trae como consecuencia aspectos negativos, entre los que se encuentran:

- Mayor consumo de energía
- Mayor gasto de tiempo en preparación.
- Menor calidad comercial.
- Pérdida del valor nutritivo.

Aunque estos aspectos ya han sido tratados, la menos evaluada es el mayor consumo de energía; por los hábitos de consumo de Frijol, su industrialización es baja. Según Mora (1985), esto hace más ineficiente la utilización de energía e incrementa el efecto del aumento del tiempo de cocción sobre el uso de energía.

7. Duración y consecuencias del endurecimiento del Frijol.

Como se mencionó antes el endurecimiento del Frijol tiene implicaciones tanto desde el punto de vista económico como nutricional; el endurecimiento del grano provoca una resistencia a la cocción.

Bressani (1982), muestra un corte transversal de dos frijoles, uno recién cosechado y el otro que había sido almacenado en silos del gobierno durante algún tiempo, haciendo notar que hay diferencias en el corte; el grano recién cosechado se ve completamente hidratado e hinchado; no así el Frijol almacenado. También resalta la diferencia en cuanto a tiempo y la cantidad de leña o energía necesarias para cocinarlos, esto es el doble de tiempo para el grano almacenado y más del 250% en consumo de leña. Esta enorme diferencia en cuanto al consumo de leña, constituye un gasto económico, que es de gran significancia para el consumidor rural, quien usa leña para estos propósitos.



Como se mencionó antes, el largo período de cocción disminuye su capacidad suplementaria, con esto se aprecia que el tiempo de almacenamiento está inversamente relacionado con el valor proteínico, también existe una relación inversa entre el valor proteínico y el tiempo de cocción en cada tiempo de almacenamiento.

Además de los inconvenientes mencionados, también se agrega un cambio de sabor el cual es rechazado por el consumidor, incrementado la pérdida económica del producto.

8. Importancia nutricional de los macro minerales: Calcio, Magnesio, Fósforo y Potasio; como constituyentes en los alimentos para el funcionamiento humano.

El metabolismo del Sodio, Potasio, y Cloro, es importante para el balance del agua y presión osmótica en las células y torrente sanguíneo, otras de sus funciones es de actuar como estabilizantes ácido-base en los líquidos extracelulares de los seres vivos; además influyen en la irritabilidad y excitación de los músculos nerviosos.

El Sodio y el Potasio, son prácticamente absorbidos totalmente por el tracto gastrointestinal, eliminándose por las heces u orina menos del 2% y 10% respectivamente. (Cantarow; Shepartz, 1962).

En lo que respecta al Magnesio, es un constituyente esencial en los fluidos de la sangre, los requerimientos mínimos del Magnesio son de 300 a 350 mg. Al día en personas adultas; sirve como activador de enzimas que intervienen en el metabolismo intermedio, incluyendo la fosforilasa, fosfoglucomutasa y enolasa. También participa en la irritabilidad del sistema nervioso y en altos niveles produce anestesia. (Cantarow; Shepartz, 1962; Desrosier. 1994).

En lo que respecta al Calcio; es bien conocida la necesidad en el cuerpo para la formación de todo el tejido óseo, otras de de las funciones de los iones de Calcio es disminuir la capilaridad y la permeabilidad de la membrana celular, disminuir la excitabilidad muscular y es necesario para la contracción del músculo, la transmisión de los impulso nerviosos y la coagulación de la sangre. (Cantarow; Shepartz, 1962).

Los iones de Calcio también activan las enzimas tales como: lipasa, succinic-deshidrogenasa, adenosí-trifosfatas y algunas proteasas.

El requerimiento diario de Calcio es de 800 a 1200 mg para adultos (Desrosier, 1994).

La función del Fósforo, esta bien conocida en reacciones energéticas, en las cuales actúa como reserva, liberación y transferencia en forma de Fosfato. Ejemplo, ATP fosfocreatina, que actúan en el metabolismo intermedio de los Carbohidratos y en la formación de fosfolípidos, como en los ácidos nucleicos. (Cantarow; Shepartz, 1962).

Al igual que el Calcio, el Fósforo, tiene los mismos requerimientos diarios y es absorbido en el intestino delgado. Entre los factores que influyen en esta absorción están: la



concentración de Fósforo en el intestino, los requerimientos del organismo, el pH del intestino, la presencia de Magnesio y vitamina D. (Cantarow; Shepartz, 1962; Desrosier. 1994).

9. Método para evaluar la calidad de cocción en Frijol

Como se mencionó antes, la metodología del ama de casa, para evaluar la cocción es muy subjetiva, a nivel de laboratorio no es posible utilizar la metodología del ama de casa porque deben ser rápidas exactas y reproducibles (García 1985)

Entre las metodologías para evaluar a nivel de laboratorio la calidad de cocción del Frijol tenemos.

9.1 Para tiempo de cocción

9.1.1 Durincap.

Este método se basa en la medición de cambios de textura del grano durante la cocción, estos cambios se miden por medio de una aguja que a través de un tornillo sin fin ejerce una presión ascendente sobre un grano de Frijol tratando de atravesarlo. El aparato de lecturas de respuesta en gramos fuerza. El criterio que determina el tiempo de cocción en este método es cuando el promedio de una muestra de 25 g. de Frijol es menor de 100 gramos fuerza.

9.1.2 Cocinador Mattson

Este es un instrumento que determina tiempo de cocción también considerando la textura del grano, está basado en la resistencia que opone el grano de Frijol a ser atravesado por una aguja de un peso constante. El criterio para establecer el tiempo de cocción en este método es cuando el 50% de granos sometidos a cocción ha sido atravesado por una aguja.

9.1.3 Índice de Cocción.

Esta es una metodología que sirve como un indicador del tiempo de cocción de frijoles, se basa en determinar el grado de cocción a través del rompimiento del grano en el área cercana al hiliun, después de ser sometidos los granos a cocción en un determinado tiempo (120 minutos). El criterio para establecer el índice de cocción es de acuerdo al número de grano rotos expresado esto como un porcentaje; a mayor porcentaje de granos rotos mayor facilidad de cocción.



9.1.4 Tiempo de cocción por evaluación sensorial.

Bressani. Et. al. (1986) presenta el método de evaluación Tiempo de cocción por evaluación sensorial. El cual se define como la evaluación del tiempo requerido para llevar el grano de Frijol a condiciones de textura capaz de ser consumido como alimento.

Este método es aplicable en la caracterización de materiales avanzados o variedades de Frijol. Este método esta basado en la metodología que aplica el ama de casa en la evaluación del Frijol cocido, por lo que se considera, de acuerdo a lo recomendado por Ríos (1985), más objetivo en la presentación de resultados.

10. Metodologías para espesor de caldo de Cocción:

10.1 Contenido de sólidos

Consiste en el secamiento de una muestra de caldo y considerar el residuo como sólidos, expresando esto como porcentaje.

10.2 Viscosidad

Este método utiliza un viscosímetro que trabaja midiendo el tiempo de paso de una muestra de caldo de Frijol por un orificio determinado, o bien por la resistencia que el caldo presenta al movimiento de las aspas de un rotor.

De acuerdo a García (1985), al establecer correlación entre los métodos de evaluación, existe correlación significativa entre el cocinador Mattson y el índice de cocción.

Al comparar la metodología del ama de casa con los resultados del Durincap, se estableció que los granos cocidos “ tal como le gusta al ama de casa” tiene un promedio de 94.1 gramos –fuerza y que el caldo de cocción debe poseer un 13.4% de sólidos. (García 1985)

11. Evaluación sensorial, un método para la evaluación de alimentos.

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria, en la que los seres humanos utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimentaciones. (watts, 1992; Wittig, 1997).

Existen dos métodos empleados para la evaluación de los alimentos: Una que esta orientada al producto y la otra orientada al consumidor. (Watts, 1992)

“La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados. (Watts, 1992)



Se utilizan paneles con evaluadores entrenados cuando, la evaluación sensorial está orientada al producto, por ejemplo, cuando se quiere mantener las normas de calidad, la identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, etc.

La evaluación sensorial usa técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción. (Wittig, 1997)

La percepción es el resultado del estímulo de un objeto a la sensación del observador. (Wittig, 1997)

El estímulo consiste en una emisión de energía emitida por el objeto, que es captada por el receptor. La cantidad mínima de energía requerida para producir una respuesta sensorial se define como Umbral sensorial y a partir de esta percepción, puede ser determinada la eficiencia de los detectores. (Wittig, 1997)

Los sentidos son las principales herramientas que utilizamos para la evaluación de los alimentos, así, la vista, nos informa de la apariencia del alimento y estimula a otros órganos, para que se preparen para sus propias percepciones. El sentido del tacto y los receptores táctiles, nos entregan información sobre la textura, forma, peso, temperatura y consistencia del alimento; estos receptores táctiles se ubican en manos y boca (Desrosier, 1994; Wittig, 1997)

El sentido de la audición, complementa la percepción de la textura de un alimento, así por ejemplo las manzanas deben ser jugosas el apio tierno, etc. El sentido del olfato al igual que el sentido del gusto, son estimulados químicamente.

“La sensibilidad depende de la temperatura: un ambiente frío la disminuye”. (Wittig, 1997), Desrosier (1994), por lo que se recomienda que en paneles de evaluación sensorial, las muestras se sirvan a temperaturas a las que generalmente se consumen.

Para obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico. Debe realizarse en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados.

12. Pruebas orientadas al consumidor.

Para pruebas orientadas al consumidor, deben de seleccionarse una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios. En estas pruebas, no se emplean panelistas entrenados, ni selecciones por su agudeza sensorial, pero si usuarios del producto. (Watts, 1992)

Por lo general, se entrevistan de 100 a 500 personas, representantes de la población objetivo. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en lugares centrales como: mercados, escuelas o centros comunitarios; pero debido a que estas pruebas son caras y requieren de mucho tiempo, frecuentemente se utilizan paneles internos de consumidores en la etapa inicial de los estudios de aceptabilidad del producto. Estos paneles están integrados por personal no



especializado de la organización o institución donde se lleva a cabo el estudio, en un grupo de 30 a 50 evaluadores. (Watts, 1992)

12.1 Métodos

Existen diferentes métodos entre los que se pueden mencionar: Comparaciones pareadas, pruebas de triángulo, prueba dúo-trío, prueba de ordenamiento, comparaciones múltiples, calificación (Pruebas hedónicas), análisis sensorial descriptivo. (Desrosier, 1994; Wittig, 1997)

La prueba hedónica o de calificación, es la más recomendada para determinar el grado de aceptabilidad de diferentes variedades de Frijol. (Watts, 1992)

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrade un producto. Se utilizan escalas categorizadas, que van desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo” (Watts, 1992)

Generalmente las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados. El orden de presentación de las mismas puede ser aleatorizado para cada panelista.

12.2 Análisis estadístico

Los resultados sensoriales se analizan estadísticamente para que el experimentador pueda hacer conclusiones sobre los alimentos. El análisis estadístico persigue los siguientes objetivos:

- ⊖ Comprobar la hipótesis.
- ⊖ Determinar si existen diferencias entre las muestras y si estas diferencias dependen a su vez de otras variables o parámetros. (Watts, 1992)

El análisis estadístico dependerá del diseño experimental, que se ha seleccionado, el cual para comparación de cuatro a cinco muestras (Wittig, 1997 y Watts, 1992) recomiendan el diseño de Bloques al Azar, bloqueando por panelistas.

Para este diseño experimental, la prueba estadística recomendada es el análisis de Varianza Univariado (ANDEVA) y comparación de medias, una prueba de Tukey (Watts, 1992).



13. Métodos utilizados en la preparación y cocción de frijoles.

Según estudio realizado por INCAP y referido por Ríos (1985), la práctica de cocinar los alimentos en nuestro medio se resume en el siguiente diagrama:

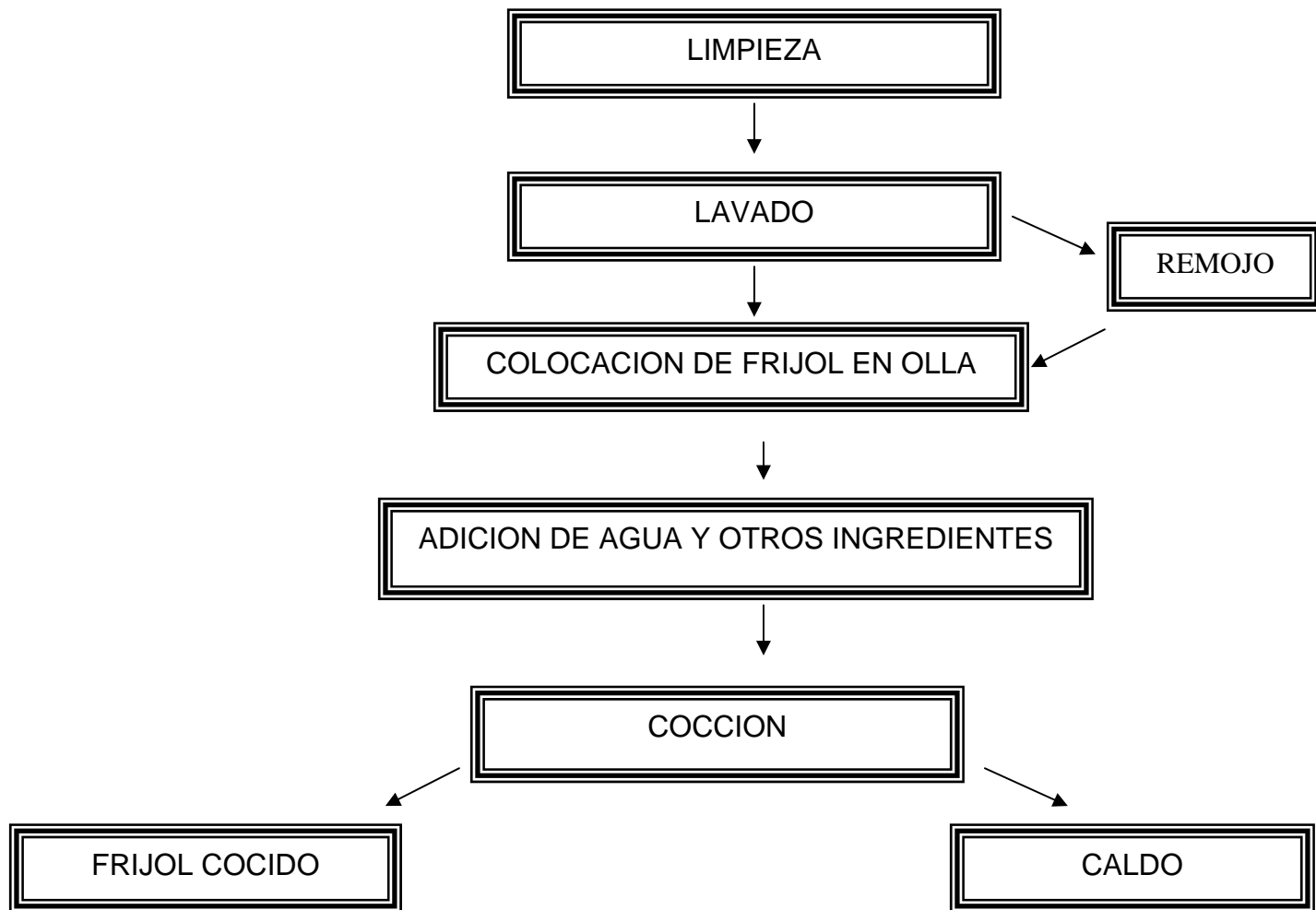


Figura 1. Proceso de cocción de Frijol Negro (*Phaseolus vulgaris* L.)
Fuente: Ríos (1985)

Ríos (1985) indica que el estudio realizado, revela que el remojo es una práctica que se realiza con más frecuencia en la ciudad capital de Guatemala, mientras que en las otras regiones sólo se usa cuando el Frijol es muy duro.

Algunas personas utilizan sal común (Cloruro de Sodio) o Bicarbonato de Sodio para facilitar la absorción de agua (Tapia, 1985)

De acuerdo a Charley (1987) los frijoles secos, se cuecen más rápido si previamente se les remoja en agua, además indica que poner los frijoles en agua hirviendo durante dos minutos y luego dejarlos remojar por una hora antes de su cocimiento, proporciona un



producto tan bueno como los remojados durante toda la noche en agua fría, también recomienda que cuando se opta por remojar los frijoles en agua caliente por tiempo breve, éste debe cocinarse con el agua de remojo a fin de no perder las vitaminas y otros nutrientes solubles en agua.

Ríos (1985), indica que los tiempos de cocción también dependen del tipo de recipiente en que se cocinen, combustible como leña o gas propano, tipo de cocina y tiempo de cocción de los frijoles. Charley (1987) menciona que el tiempo de cocción puede acortarse mediante el uso de olla de presión, indicando que el tiempo de cocción bajo estas circunstancias es de tres a diez minutos además de los 25 minutos para llevar la olla de presión lentamente hasta una presión operante de 15 libras y regresar la presión hasta cero.

En el estudio de los métodos para la reducción del tiempo de cocción en Frijol común, Tapia et. al. (1985), presenta uno en el cual los frijoles previamente remojados (16 horas), se ponen a cocinar en una olla tapada con el agua de remojo, cuando ésta, se encuentra en ebullición.

Los resultados revelados por los autores, indican que al comparar con el método convencional, el tiempo se redujo en 34 minutos, constituyendo una economía de 69.90 gramos/día/familia, en el gasto de gas propano.

Los frijoles comunes con cáscara de lustre opaco reaccionan más favorablemente con este tratamiento, en relación con los que presentan cáscara brillante. Los frijoles evaluados poseían tres meses de almacenamiento, sin control de humedad y temperatura ambiental.

Charley, (1987) recomienda la adición de una cucharada de grasa por taza de Frijol para reducir la formación de espuma, tanto en olla de presión como en las normales.

Otros ingredientes utilizados en la cocción del Frijol son: Ajo, Cebolla, Chile Pimiento, Cilantro, y otras hierbas; esto con el fin de mejorar el sabor. (Charley, 1987)

14. Alternativas para encontrar soluciones al problema de cocción.

Hasta la fecha se han hecho varios estudios, de los cuales no todos han obtenido buenos resultados, algunos han tratado el problema buscando la naturaleza física o química del fenómeno, sin embargo los resultados son poco predecibles.

Mora (1985) también hace mención de una segunda posibilidad de atacar el problema, por medio de tratamientos y manejo de grano; esto consiste en tratar el grano antes de almacenarlo, evitando que el tiempo de cocción aumente. Con respecto a esto se han logrado resultados positivos por medio de dos procedimientos: uno con tratamiento de calor y otro con sales.

El tratamiento con calor consiste en elevar la temperatura del grano utilizando vapor de agua o bien en seco. Deben considerarse la humedad inicial del Frijol, temperatura que alcancen y tiempo de exposición



Con respecto al tratamiento con sales, se ha utilizado una solución del 15% de Cloruro de Sodio (NaCl).

Otros, han atacado el problema como una tercera alternativa que es buscando el mejoramiento genético, considerando aspectos como: color de semilla, grosos de cáscara, contenido de taninos, prácticas de almacenamiento, etc. (Mora, 1985).

Loarca (1999), afirmó que el tiempo de cocción, no dependía del lugar de origen de los cultivares, sino más bien de las características genéticas de la semilla.

Este proyecto, después de considerar los estudios fotoquímicos, trata de fundamentarse en las aseveraciones de Mora (1985) y Loarca (1999) de estudiar el problema desde el punto de vista genético, al evaluar nueve materiales genéticos provenientes de la zona sur occidental de Guatemala.

15. El consumo de leña:

Al hacer un estudio superficial sobre la relación Frijol-leña, se encontró, por reportes del CATIE (Monterroso, 1989) que Guatemala es uno de los países con mayor consumo de leña puesto que en el balance energético nacional, se estima un 62% proporcionado por leña.

Según Martínez (1982), en las áreas urbanas en 1980, el 55% de los hogares cocinaban con leña y el 4% lo hacían con Carbón, el 12% con Kerosene y un 28% con gas propano, mientras que sólo el 1% lo hacía con electricidad.

El poco desarrollo de las áreas rurales y semirurales, la ausencia de energía eléctrica, el alto costo y no disponibilidad de los energéticos derivados del petróleo, (Kerosene y gas propano), indican que la proporción e intensidad de uso de la leña permanecerá casi constante. (Monterroso, 1989).

En estimaciones realizadas en encuestas a nivel nacional por el Proyecto Leña en Guatemala (Monterroso, 1989), señalan pocos cambios en estas proporciones de uso; sin embargo se indica que un promedio aproximado derivado de estudios locales en el consumo de leña es de 1.80 m³/persona por año.

En la mayoría de los parcelamientos y comunidades del Sur occidente de Guatemala, reportaron que el tiempo de cocción del Frijol fue en promedio de cuatro a cinco horas, reportándose dos horas en algunos casos y utilizando olla de barro y leña (boletas de campo: Proyecto Frijol DIGI-CUNSURO, 1997) pero llega en algunos casos extremos hasta 12 horas, cuando se prepara Frijol comercial.

Esta variabilidad en el tiempo de cocción, repercute directamente sobre el consumo de energía, proviniendo de la leña, en el área rural, aumenta el problema de deforestación y su incidencia en el desequilibrio ecológico. Esta por demás recalcar que, en la industria



alimentaria, además de afectar los costos de producción, también afecta la uniformidad en la calidad del producto final.

16. Antecedentes de investigaciones de Frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.)

La investigación que se presenta en este caso, es la última fase de los programas “Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de Frijol nativo de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región sur occidental de Guatemala” iniciado en 1997.

El proyecto en mención se presentó en su informe final en Octubre de 1999, en donde se concluyó que en la región sur occidental de Guatemala, se habían encontrado 398 cultivares de Frijol, con un gran potencial para generar variedades.

En el año 2000, de los 398 cultivares, se hizo primeramente una selección a mejorar el rendimiento nacional (458.4 Kg/Ha) y mejorar la resistencia contra el Virus Mosaico Dorado (V.M.D.) obteniéndose nueve cultivares seleccionados. Ese mismo año, se investigó la forma de cómo poderlos sembrar de una forma comercial, se investigó la relacionado a: distanciamos (0.75 m. al cuadro) un programa de fertilización (327.47 kilos/Ha de 20-20-0 a los 15 días después de la germinación, 327.47 kilos/Ha de 15-15-15 a los 45 días después de la germinación y 2.0 litros por hectárea de fertilizante foliar a los 60 días de la germinación) el tutor debía inclinarse aproximadamente 60°.

En el 2001, se probó la estabilidad genética de los nueve cultivares en la región sur occidental, concluyéndose que cultivares presentan dicha estabilidad.

De los nueve materiales, se pretende producir semilla básica, que presente las mejores características organolépticas y producción que se ubique por encima de la media nacional



7. METODOLOGÍA

A continuación se presenta la metodología de la investigación en orden a los objetivos planteados.

- Los materiales genéticos utilizados fueron: USAC 1, USAC 2, USAC 3, USAC 4, USAC 5, USAC 6, USAC 7, USAC 9 y USAC 10. A continuación se presenta la siguiente fotografía con los nueve materiales de frijol evaluados.



Figura 2. Semilla de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados en la investigación.
Fuente: Proyecto de frijol, (2004).

El lugar de origen de cada cultivar evaluado en esta investigación se presenta en el cuadro uno, a continuación.



Cuadro 1. Identificación y lugares de origen de los cultivares de frijol de vara evaluados.

IDENTIFICACIÓN	ORIGEN
USAC-1	Finca Platanar, Acatenango, Such.
USAC-2	Aldea Morazán, Río Bravo, Such.
USAC-3	Microparcelamiento "Lolita", Muluá, Reu
USAC-4	Aldea El Espino, San Lorenzo Such.
USAC-5	Aldea "Xab", El Asintal, Reu
USAC-6	San Antonio, Such.
USAC-7	Aldea la Unión, Coatepeque, Quetzaltenango
USAC-9	Aldea "Sibaná", El Asintal, Reu
USAC-10	Aldea San Miguelito Génova Costa Cuca, Quetzaltenango

Fuente: Proyecto de frijol, (2004).

- Se sembró cada uno de los nueve cultivares de frijol de vara en una parcela de 660 m² (0.07 ha) realizando una siembra de 0.90 metros por 0.90 metros en la Granja Docente Zahorí, propiedad del CUNSUROC ubicada en el municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez.



Figura 3. Vista de la parcela reproductiva, ubicada en granja Zahorí.

Fuente: Proyecto de frijol, (2004).

- Para esta etapa del proyecto se hizo necesario la utilización de riego para el cultivo del frijol de vara ya que la siembra se cultivó en los meses de Febrero a Junio, realizándole las labores agronómicas para la obtención de una adecuada producción.



- De dicha parcela se obtuvo un total de 18 libras de semilla y/o grano de cada cultivar de frijol de vara. La semilla obtenida de cada parcela se utilizó la mitad para material de propagación para las parcelas demostrativas y la otra mitad para el análisis del tiempo de cocción y pruebas de laboratorio.

1. Determinar el material genético del Frijol que presente la mejor calidad de cocción.

1.1 La Metodología para el tiempo de cocción fue la siguiente y se utilizó el método sensorial.

- ▶ Se colocaron 100 granos de Frijol en 300 ml. de agua en estado de ebullición, observando el volumen total.
- ▶ Cada 15 minutos al principio (60 minutos) y luego cada cinco minutos se tomaron 10 granos de frijol, oprimiendo el grano entre el dedo índice y el pulgar, se evaluó la consistencia, tratando de encontrar una sensación suave granular.
- ▶ Cuando el 80% de los granos (8-10 frijoles) tenían la consistencia mencionada anteriormente (sensación suave granular) este fue el tiempo de cocción.
- ▶ Durante el período de cocción fue necesario agregar agua caliente, debido a la evaporación.

1.2 Establecido el tiempo de cocción, se colocaron 100 granos de frijol previamente pesados en un beaker de 600 ml. cociéndose por el tiempo antes determinado el material genético de frijol.

1.3 Luego se drenó el agua, empleando un colador.

1.4 A los granos cocidos se les determinó el porcentaje de humedad absorbida, utilizando el método gravimétrico (Egan, Kira, Sawyer, 1987) que consistió en:

- a) Se pesó la cápsula de secamiento (w_1).
- b) Se colocaron 10 g. de muestra en la cápsula de secamiento y se pesaron (w_2).
- c) Se colocó en el horno a 60°C y se dejó reposar por 24 horas.
- d) Se removió la cápsula de secamiento al horno, dejándose enfriar y luego se pesó (W_3).
- e) Se anotó el peso final (W_3) cuando este fue constante.
- f) La fórmula para obtener el porcentaje de humedad fue.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$



1.5 El caldo de cocción, se utilizó para evaluar el contenido de sólidos solubles tomándose una alícuota de 10 ml de caldo, y se siguió la siguiente metodología (Bressani 1986).

- a) Se pesó la cápsula de secamiento (W1)
- b) La alícuota del caldo (10 ml) se vertió en la cápsula y se pesó (W2)
- c) Se colocó la cápsula con la alícuota en el horno y se dejó secando durante 18 horas.
- d) Se removió la cápsula de secamiento del horno y se dejó enfriar y se pesó (W3).
- e) La fórmula para calcular el porcentaje de sólidos solubles fue:

$$\% \text{ de Sólidos} = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100$$

f) Los valores de referencia fue (Bressani, R. 1986)

- o Caldo ralo: menos de 9.0% de sólidos.
- o Caldo intermedio: de 9.0% a 12.0% de sólidos.
- o Caldo espeso: Más de 12.0% de sólidos.

1.6 Establecido el porcentaje de sólidos solubles, presentes en el caldo de cocción se determinó el porcentaje de materia inorgánica (cenizas) presentes en el caldo de cocción, utilizando la metodología reportada por (CENGICANA, 2004). Para lo cual se enviaron muestras de caldo de cada material de frijol.

Procedimiento:

- a) Pesar el crisol y anotar su peso
- b) Estando el crisol tarado adicionar 0.5 g de muestra
- c) Dejarlos en la mufla durante 16 horas
- d) Al siguiente día sacar de la mufla e introducirlo en la desecadora, se enfrían para luego volver a pesarlos
- e) Anotar el nuevo peso
- f) Agregarle 5 ml de HCL 6N y estos se filtran
- g) Agregar 20 ml de agua y filtrar
- h) Se filtra en un frasco plástico para posteriormente leerlos en absorción atómica
- i) Preparar una muestra como blanco, la cual lleva únicamente HCl y agua destilada y una muestra de un control foliar conocido.

NOTA:

- Esta solución es la que se utiliza para la determinación de calcio, magnesio, potasio, fósforo, cobre, cinc, hierro, manganeso y Micronutrientes en tejidos foliares, etc.



$$\% \text{ de Cenizas totales} = \frac{[\text{Peso Crisol} + \text{Ceniza (g)}] - [\text{Peso Crisol g}]}{\text{Peso Muestra g}}$$

1.7 A las cenizas obtenidas en el caldo de cocción, se les determinó la concentración de Calcio, Potasio, Fósforo y Magnesio, a través de espectrofotometría (Análisis que se realizó en el Laboratorio Agronómico de CENGICANA).

2. Determinar el material genético de frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas.

2.1 El grano de frijol evaluado en éste objetivo contaba con tres meses de almacenamiento.

Para la preparación del caldo de frijol se utilizó lo siguiente:

- 0.23 kg. de frijol de cada uno de los nueve cultivares
- 10 gr. de sal
- 200 gr. de frijol (para cocción)
- 1 litro de agua pura
- Estufas de cuatro hornillas de mesa con su respectiva instalación (cilindro con gas propano, manguera y regulador)
- 9 ollas para realizar la cocción.

2.2 Los nueve materiales se cocinaron, utilizando el tiempo de cocción óptimo de cada cultivar (que se calculó en la calidad de cocción, explicado anteriormente).

2.3 Las muestras de cada material genético, se sirvieron en vasos desechables, que se codificaron previamente.

2.4 Se invitaron a 30 panelistas, no entrenados, ajenos al estudio.

2.5 La evaluación se llevó a cabo en dos días, el primer día (18 Nov/2004) se evaluaron cuatro materiales por los 30 panelistas y el segundo día (19 Nov/2004) fueron evaluados los restantes cinco cultivares. A continuación se muestra el listado de los códigos de los materiales de frijol. La boleta utilizada se muestra en Anexos.

2.6 A cada panelista se le presentaron 4 y/o 5 muestras diferentes, en forma aleatoria, las instrucciones fueron de forma oral, previo a la evaluación



2.7 Las variables y escalas evaluadas por los panelistas fueron las siguientes:

Muestra.

Sabor del caldo	Muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo.
Sabor de grano	Muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo.
Color del caldo	Muy agradable, agradable, poco agradable, desagradable, muy desagradable.
Espesor del caldo	Espeso, normal, ligeramente ralo, ralo, muy ralo.

Dichas pruebas, se llevaron a cabo en la planta piloto del CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez.

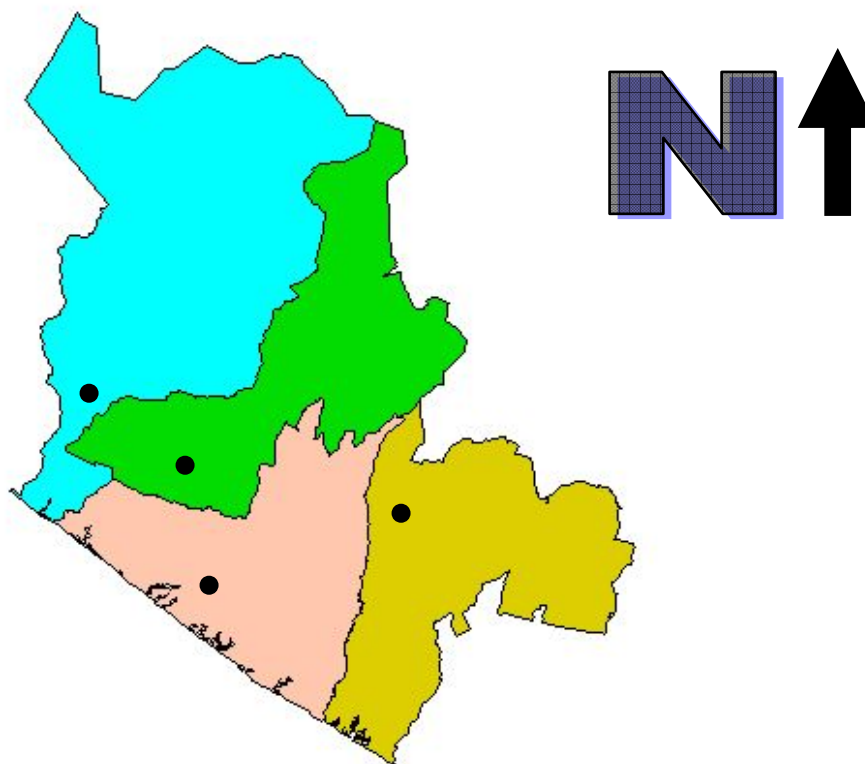
3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores.

3.1 Se escogieron agricultores interesados en poseer una parcela de 400 m² de extensión como mínimo, ubicadas en los cuatro departamentos (Suchitepéquez, Retalhuleu y la parte costera de San Marcos y Quetzaltenango) que en 1997 se trabajaron en la búsqueda y colecta. A continuación se muestra la localización de las parcelas demostrativas en el suroccidente del país.

Cuadro 2. Ubicación y coordenadas geográficas de las cuatro parcelas demostrativas en el suroccidente de Guatemala.

No. DE PARCELA	DEPTO.	UBICACIÓN	ALTITUD (msnm)	LONG OESTE	LAT NORTE
1	Suchitepéquez	Granja Zahorí, Cuyotenango, Suchitepéquez	320	14°34'20''	91°34'20''
2	Retalhuleu	Centro Urbano, Microparcela número 25, Sección Ocosito, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu	99	14°30'0.02''	91°51'09.9''
3	Quetzaltenango	Aldea Sequivillá, Flores Costa Cuca, Quetzaltenango	137	14°34'8.8''	91°52'31.9''
4	San Marcos	Caserío Pueblo Nuevo, Ocos, San Marcos	37	14°34'12.7''	92°8'25.2''

Fuente: Proyecto de frijol, (2004).



Referencias:

- Ubicación de parcela demostrativa

Figura 4. Ubicación geográfica de las parcelas demostrativas en el suroccidente de Guatemala.
Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

- 3.2 La tecnología usada en la agronomía del cultivo, fue la que ha sido generada para los cultivares de Frijol de Vara.
- 3.3 Distanciamientos, tutores, control de plagas y enfermedades, fertilizaciones y cosecha, se realizaron de acuerdo al paquete tecnológico generado para su cultivo por DIGI-CUNSUROC.
- 3.4 Se hicieron visitas de agricultores a las parcelas demostrativas para que observaron el comportamiento de los materiales seleccionados.



Técnicas utilizadas:

1. Determinar el material genético de frijol, que presente la mejor calidad de cocción, las técnicas fueron.

1. Primeramente se definieron las variables a estudiar: Factores de calidad.

- Tiempo de cocción: minutos.
- Contenido de sólidos solubles en el caldo de cocción: Porcentajes
- Concentración de materia inorgánica: Porcentajes.
- Humedad absorbida durante la cocción: Porcentaje.

Luego de la tabulación de los datos numéricos de cada unidad experimental se procedió a realizar los análisis de varianza del diseño Bloques al Azar.

1.1 El diseño experimental fueron en Bloques al Azar, cuyo modelo fue.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Valor del carácter estudiado en la prueba con la i -ésima variedad en la j -ésima repetición.

μ = Media general alrededor de la cual oscilan los valores de todas las observaciones.

α_i = Efecto del tratamiento i .

β_j = Efecto del bloque j .

ε_{ij} = Error experimental, variación debida al azar o variación de muestreo (causas no pertinentes) y es considerado σ^2 (varianza)

1.2 El número de tratamientos fue de 9.

1.3 El número de bloques o repeticiones fue de 3.

1.4 Finalmente los parámetros para determinar el material genético con mayor calidad de cocción fue:

- a) El menor tiempo de cocción
- b) Mayor cantidad de sólidos solubles
- c) Mayor cantidad de materia inorgánica.
- d) Mayor absorción de agua durante la cocción.



2. Determinar el material genético de frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas.

2.1 Por sus variables cualitativas, se trasladaron a una escala numérica Ej. sabor de caldo.

Escala cualitativa	Escala numérica
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

2.2 Los análisis de varianza fueron realizados con la transformación numérica de cada variable cualitativa estudiada, como se muestra en los cuadros del 15 al 18 en Anexos.

2.3 Para cada factor (sabor del caldo, sabor del grano, color del caldo, espesor del caldo) se utilizó un diseño de Bloques al azar. (modelo desarrollado anteriormente)

2.4 El número de tratamientos fue 9

2.5 El número de repeticiones fue de 30, correspondiente al número de panelistas

2.6 Se aplicó la prueba de Tukey (prueba de medias) únicamente a las variables: Sabor del caldo y Espesor del caldo.

3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores.

La variable de respuesta fue, el rendimiento (expresado en kilogramos por hectárea) la cual fue analizada a través de estadística descriptiva.



8. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados para esta investigación, a continuación se presentan los resultados obtenidos.

1. Determinar el material genético de Frijol que presente la mejor calidad de cocción.

Para obtener este objetivo, se evaluaron cuatro factores de calidad siendo estos: Tiempo de cocción (minutos), contenido de sólidos solubles en el caldo de cocción (%), concentración de materia inorgánica (%) y humedad absorbida durante la cocción (%).

1.2 Tiempo de cocción:

Los resultados obtenidos al evaluar esta variable se presentan en el cuadro 13 en Anexos, en dicho cuadro se puede observar que los tiempos de cocción oscilaron entre 55 minutos a 73 minutos para las unidades experimentales USAC4-B1 (cultivar USAC4, bloque No. 1) y USAC1-B1 (cultivar USAC1, bloque No. 1).

A continuación en el cuadro 3, se presenta el andeva y la tabla de medias de la variable tiempo de cocción en minutos de los nueve cultivares de frijol de vara, en este análisis se determinó que estadísticamente no existieron diferencias significativas (5%) entre los tratamientos.

Cuadro 3. Análisis de Varianza y Tabla de Medias del Tiempo de Cocción de nueve cultivares de frijol de vara.

				CULTIVAR	TRAT	MEDIA (minutos)
FV	GL	P>F		USAC-1	1	66
TRAT	8	0.61	NS*	USAC-2	2	60
BLOQUES	2	0.38		USAC-3	3	63.33
ERROR	16			USAC-4	4	60
TOTAL	26			USAC-5	5	61.67
C.V. = 7.09 %				USAC-6	6	66
* No Significancia				USAC-7	7	64.33
				USAC-9	8	65
				USAC-10	9	64

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

De acuerdo al cuadro tres, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos observando que los que presentan menor tiempo de cocción son los cultivares USAC-2, USAC-4 y USAC-5 con 60 minutos para los dos primeros y 62 minutos para el último.



Tomando en consideración que el tiempo de cocción Standard ó adecuado para un frijol es de 40 minutos (cocinado con gas propano) para que no exista destrucción de la lisina en la estructura del grano, a criterio del investigador los tiempos de cocción resultantes de los nueve cultivares de frijol de vara investigados se encuentran en un rango de 60 a 66 minutos estando de 20 a 26 minutos por encima del estándar requerido, por lo tanto no los considero frijoles con dureza para el proceso e cocción.

Cabe mencionar que estos frijoles de vara tienen la característica de poseer una cáscara gruesa, que a criterio del investigador es un factor que influye en el tiempo de cocción.

A continuación se presenta una grafica de barras que esquematiza los tiempos de cocción en minutos de los nueve cultivares de frijol de vara.

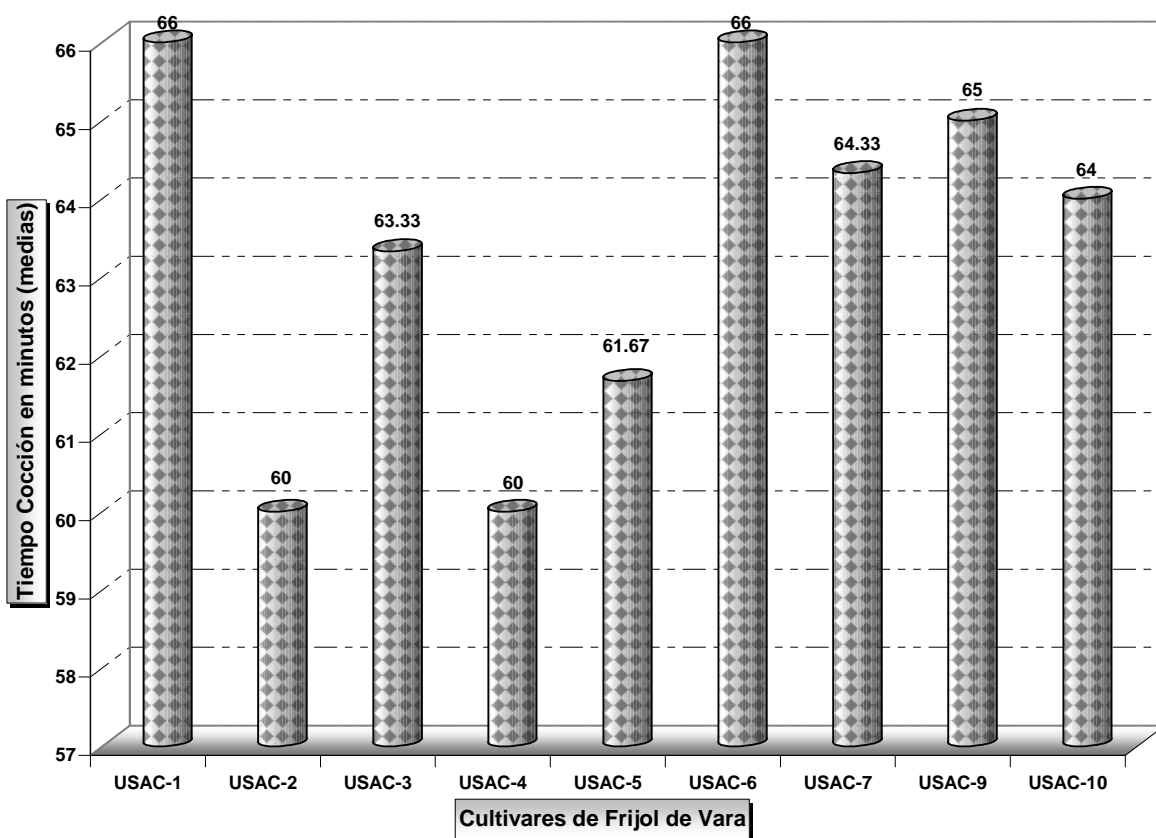


Figura 5. Tiempos de cocción en minutos de los granos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Debido a que los tiempos de cocción del frijol en el país (tanto frijol de suelo como frijol de vara) oscilan entre 1 a 2 horas con extremos de hasta 5 horas* utilizando leña como energía, puedo decir que los tiempos de cocción del grano de frijol de los nueve cultivares de Frijol de

* Dato obtenido de un diagnóstico realizado por el autor en el área rural y urbana de la región del sur-occidente del país previo a la ejecución del proyecto.



Vara evaluados se encuentran en el rango mínimo de 1 hora a 1 hora con 6 minutos de tiempo de cocción, lo cual indica que el proceso de ablandamiento de la cáscara o testa del grano no es tardado (> de dos horas de cocción).

El testigo utilizado fue el cultivar USAC-1 el cual presentó mayor tiempo de cocción en pruebas preliminares. No se tomó como testigo el frijol común que se comercializa en los mercados de las localidades cercanas, puesto que estos son frijoles de suelo.

A continuación en la figura seis se muestran algunas fotografías del proceso de trabajo para realizar las pruebas de cocción.

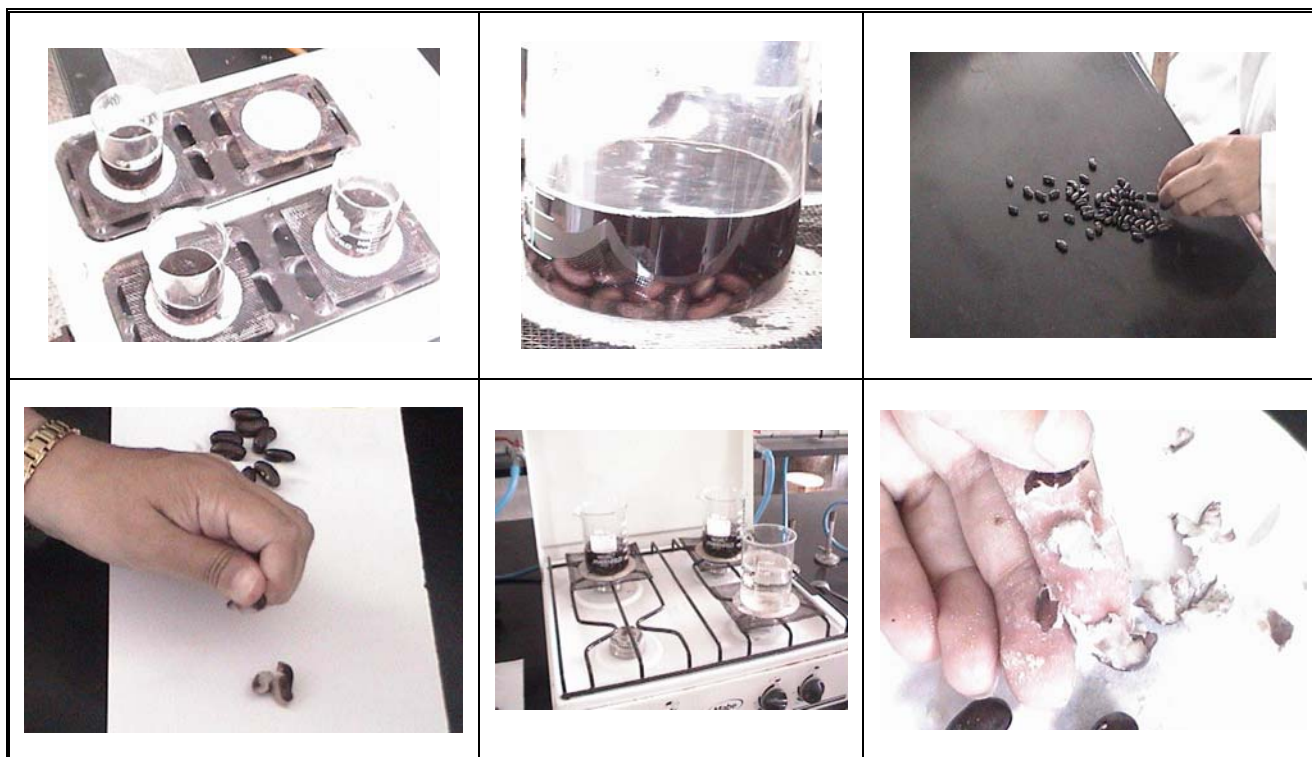


Figura 6. Proceso de trabajo para realizar las pruebas de cocción.

Fuente: Elaborado por el autor, (2004).

De acuerdo a la figura seis, se pueden observar las etapas del conteo de 100 granos de frijol, luego el proceso de cocción en la estufa utilizando beaker, y el control del punto de cocción que se realizaba a través del tacto.

1.3 Contenido de sólidos solubles en el Caldo de Cocción:

En el cuadro 14, en Anexos se presentan los datos en bruto obtenidos para esta variable, sólidos solubles (% sólidos, gr/ml.) en el cual se puede observar que los valores oscilaron de 0.046 gr/ml. Para la unidad experimental USAC-5 B3 hasta 3.02 gr/ml. Para la unidad experimental USAC-10 B3.



A continuación en el cuadro cuatro, se presenta el andeva y tabla de medias respectivos.

Cuadro 4. Análisis de varianza y Tabla de Medias del contenido de Sólidos Solubles del caldo de frijol de nueve cultivares.

FV	GL	P>F		CULTIVAR	TRAT	MEDIA (%)
TRAT	8	0.53	NS*	USAC-1	1	2.09
BLOQUES	2	0.57		USAC-2	2	2.35
ERROR	16			USAC-3	3	2.07
TOTAL	26			USAC-4	4	1.99
C.V. = 24.84 %				USAC-5	5	1.54
* No Significancia				USAC-6	6	2.05
				USAC-7	7	2.12
				USAC-9	8	1.86
				USAC-10	9	2.55

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Observando los resultados del cuadro cuatro, se determina que estadísticamente No Existieron diferencias significativas (%) entre cada uno de los tratamientos o cultivares evaluados, por lo que no hubo necesidad de realizar una prueba de medias de Tukey, sin embargo en el mismo cuadro cuatro, se presenta la tabla de medias. La gráfica para los nueve cultivares de frijol de vara se presenta en la figura siguiente. Tomando en cuenta los valores de referencia de Bressani podemos decir que los nueve caldos de frijol son Caldos Ralos, ya que se encuentran los valores del porcentaje de sólidos solubles por debajo de 9%.

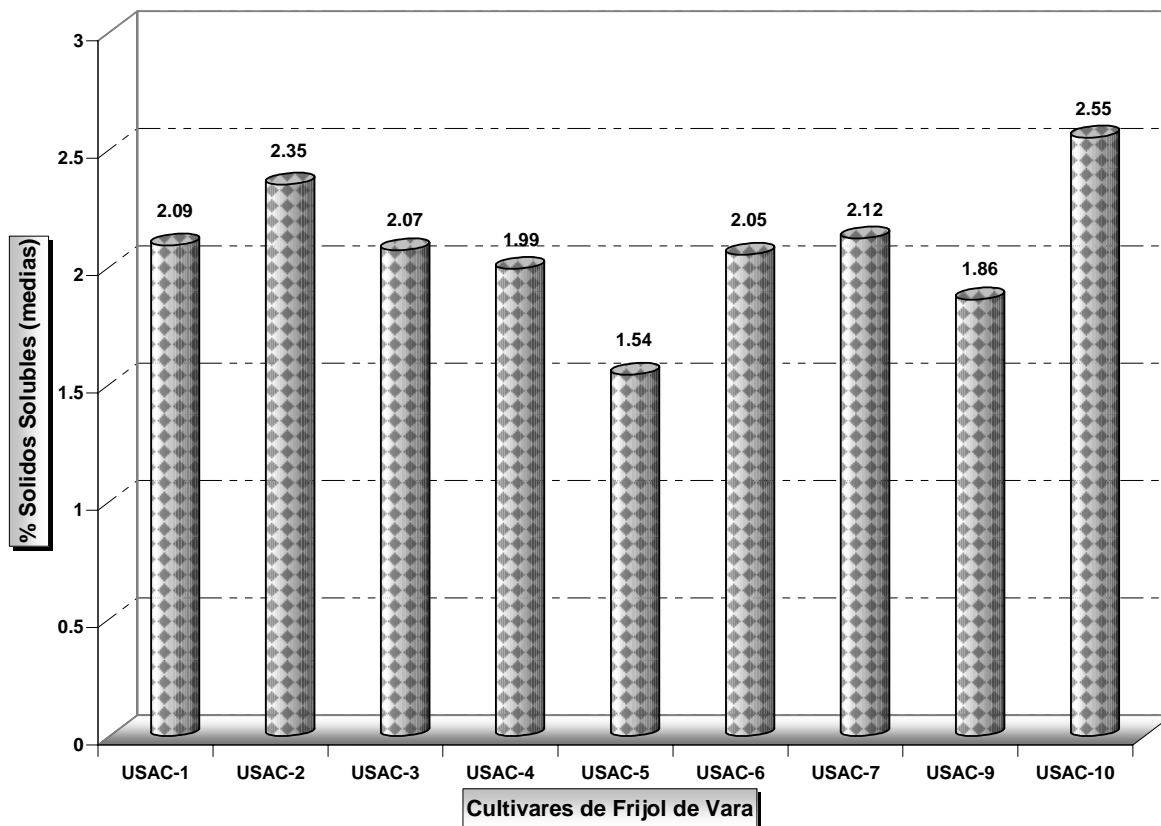


Figura 7. Contenido de sólidos solubles en los caldos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

En la Figura siete, se observa el comportamiento de los cultivares con respecto a esta variable, siendo los cultivares USAC-10 y USAC-2 con 2.55% y 2.35% respectivamente los que presentaron mayor concentración de sólidos solubles nos referimos a que un caldo espeso de frijol es sinónimo de poseer una alta concentración de sólidos solubles.

1.4 Concentración de Materia Inorgánica y Cenizas en el Caldo de Cocción.

En Anexos se presentan los datos en bruto obtenidos del Laboratorio Agronómico de CENGICAÑA para esta variable, contenido de minerales (%), así como el peso de las muestras utilizadas en el laboratorio. En el cuadro cinco, se muestran los análisis de varianza realizado para cada uno de los minerales: Calcio, magnesio, potasio y fósforo.



Cuadro 5. Análisis de varianza del contenido de materia inorgánica (minerales) y Cenizas en el caldo de cocción de nueve cultivares de frijol de vara.

CENIZAS				CALCIO				MAGNESIO			
FV	GL	P>F		FV	GL	P>F		FV	GL	P>F	
TRAT	8	0.19	NS*	TRAT	8	0.42	NS*	TRAT	8	0.93	NS*
BLOQUES	2	0.07		BLOQUES	2	0.55		BLOQUES	2	0.55	
ERROR	16			ERROR	16			ERROR	16		
TOTAL	26			TOTAL	26			TOTAL	26		
C.V. = 20.78 %				C.V. = 44.88%				C.V. = 11.96 %			
* No Significancia.				* No Significancia				* No Significancia.			
POTASIO				FOSFORO							
FV	GL	P>F		FV	GL	P>F					
TRAT	8	0.72	NS*	TRAT	8	0.82	NS*				
BLOQUES	2	0.55		BLOQUES	2	0.04					
ERROR	16			ERROR	16						
TOTAL	26			TOTAL	26						
C.V. = 8.22 %				C.V. = 13.62 %							
* No Significancia.				* No Significancia							

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

De acuerdo al cuadro cinco, el contenido de minerales (Calcio, Magnesio, Potasio y Fósforo) no presentan variabilidad, es decir; que el contenido de cada uno de estos minerales en los caldos de cocción no presenta un repunte (% elevado ó bajo de algún mineral) si no mas bien se mantienen constantes estadísticamente hablando (5% de significancia).

Los coeficientes de variación a excepción del elemento calcio reflejan que no existió mucho margen de error en la ejecución de la investigación.



Cuadro 6. Tabla de medias del contenido de materia inorgánica (minerales) y Cenizas en el caldo de cocción de nueve cultivares de frijol de vara.

CULTIVAR	TRAT	CENIZA	Ca	Mg	K	P
		MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
USAC-1	1	0.21	0.08	0.64	7.79	1.38
USAC-2	2	0.15	0.08	0.66	7.99	1.3
USAC-3	3	0.2	0.15	0.68	7.98	1.38
USAC-4	4	0.23	0.17	0.68	7.86	1.35
USAC-5	5	0.18	0.14	0.62	8.27	1.39
USAC-6	6	0.21	0.16	0.67	8.29	1.41
USAC-7	7	0.26	0.09	0.63	8.61	1.28
USAC-9	8	0.23	0.16	0.68	8.346	1.43
USAC-10	9	0.22	0.13	0.7	8.68	1.55
MEDIAS			0.13	0.66	8.20	1.39
DESVIACIÓN STANDAR			0.04	0.03	0.32	0.08

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

De acuerdo al cuadro seis, el contenido de materia inorgánica (minerales) en los caldos de cada uno de los nueve cultivares de frijol de vara no presentan variaciones significativas, lo que indica que no existe uno o varios cultivares que sobresalgan por un alto contenido mineral.

Pese a que están todos en las mismas condiciones se observa claramente diferencia en el contenido de Calcio (Ca), lo cual se ve reflejado en el alto coeficiente de variación de 44.8% visto en el cuadro cinco.

Los datos están dados en porcentaje peso-peso, en relación al soluto y solución, siendo el peso de la muestra sin procesar de 0.5 gr. (± 0.11 gr.).

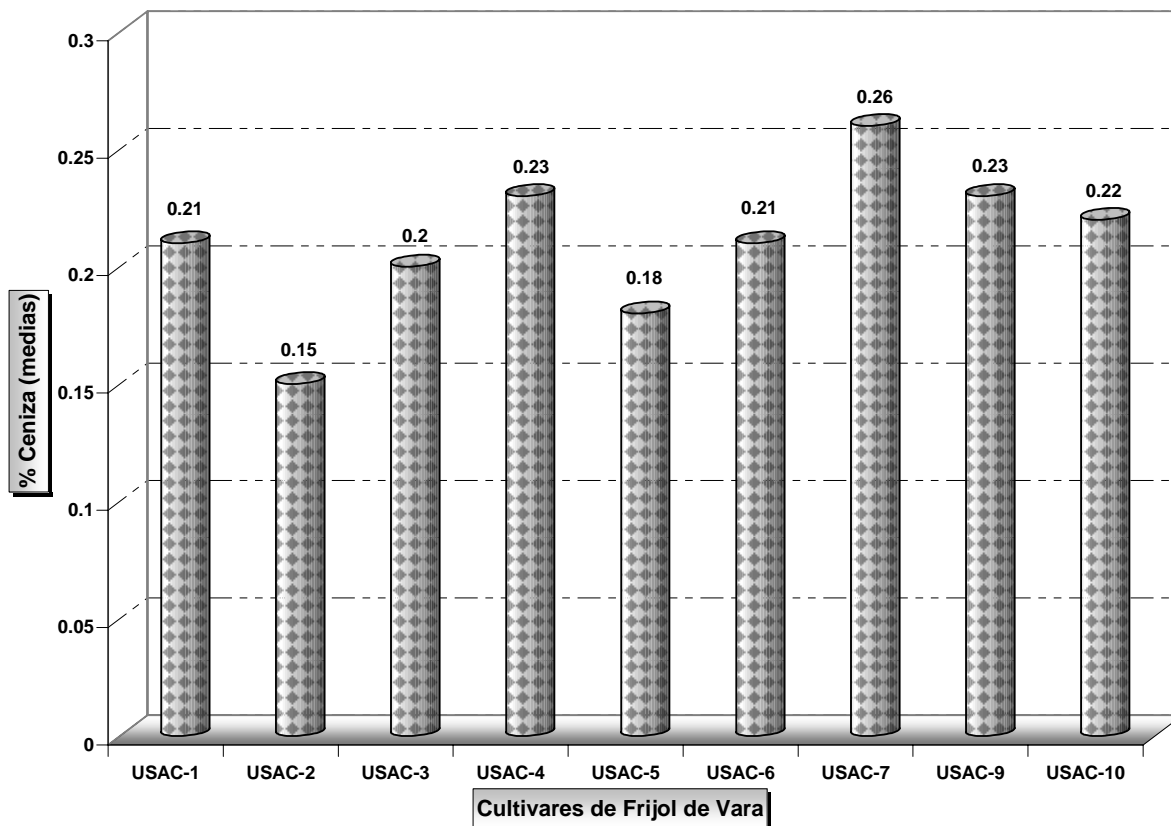


Figura 8. Porcentaje de ceniza en los caldos de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.
Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Como se mencionó en el párrafo anterior el peso de la muestra utilizada para realizar las pruebas de laboratorio para determinar el contenido de minerales en los caldos de frijol, fue de 0.5 gr. (con una variación en cada muestra de ± 0.11 gr.). De cada una de dicha muestra de caldo de cocción, al procesarla se obtenían las cenizas cuyos valores en % son presentados en la figura ocho. Estos porcentajes representan el peso de ceniza, por ejemplo, para el valor mas alto: USAC-7: 0.26% de ceniza esta contenido en 0.5411 gr. de muestra que equivale al 100%.

Los caldos que presentaron mayor % de ceniza fueron los de los cultivares USAC-7, USAC-4 y USAC-9 con 0.26%, 0.23% y 0.23% respectivamente.

Es necesario hacer mención que las cenizas obtenidas primeramente de las muestras, son utilizadas para la obtención del contenido de minerales.

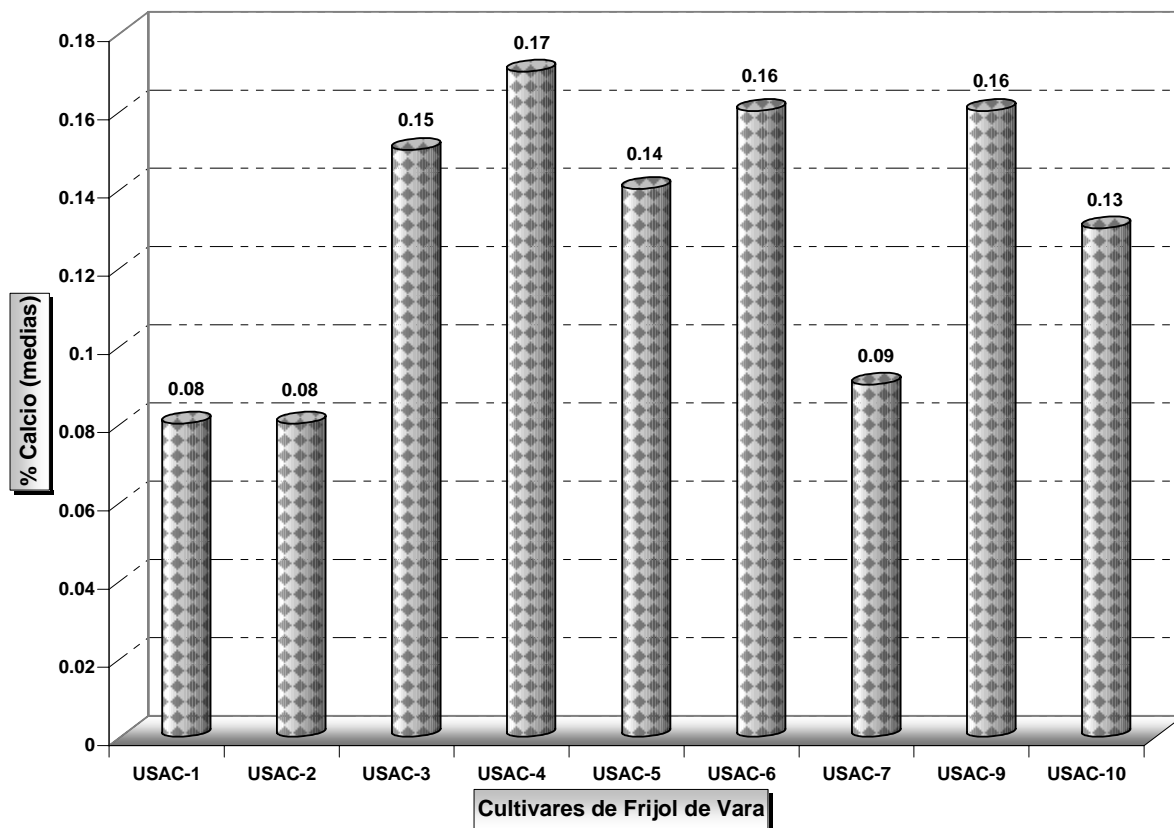


Figura 9. Contenido de Calcio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.
Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Con la explicación dada anteriormente, podemos observar en la figura nueve, que el porcentaje de calcio en los nueve caldos de cocción oscilaron entre 0.08 a 0.17%, siendo el caldo del cultivar USAC-4 el que > contenido de calcio obtuvo con 0.17% en peso en 0.53 gr. de muestra analizada. Los cultivares USAC-6 y USAC-9 fueron los que ocuparon los lugares segundo y tercero con 0.16% de calcio ambas.

De los cuatro minerales que se están analizando el contenido de calcio (Ca.) en los caldos es el que mayor variación presenta en sus porcentajes, siendo el dato < de 0.08% y el dato > de 0.17%.

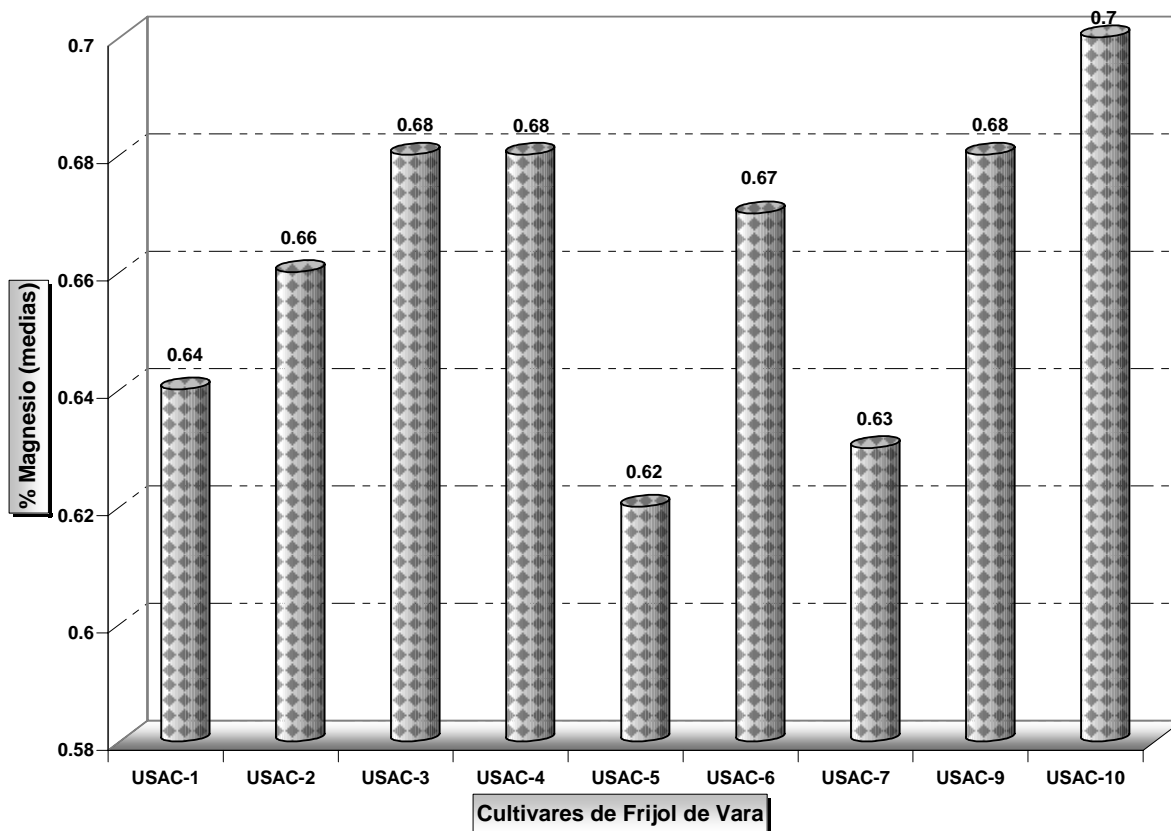


Figura 10. Contenido de Magnesio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.
Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Para el mineral Magnesio (Mg), según la figura 10, el caldo del cultivar USAC-10 obtuvo el > contenido de Magnesio (Mg) con 0.7% en una muestra de 0.57 gr. En peso. Los cultivares USAC-3, USAC-4 y USAC-9 ocuparon los lugares segundo, tercero y cuarto con 0.68% de Mg. Para los tres cultivares.

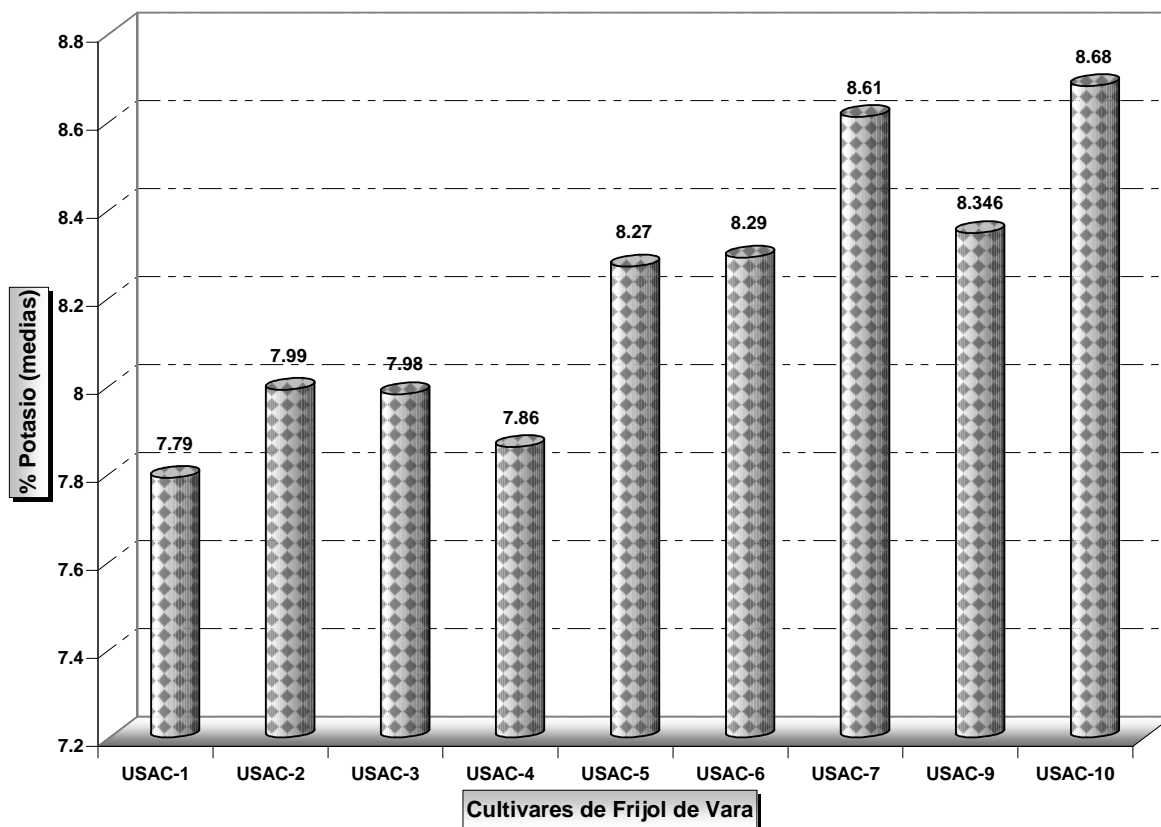


Figura 11. Contenido de Potasio en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.
Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Para el caso del mineral Potasio (K), según se observa en la figura 11, el caldo del cultivar USAC-10 fue el que obtuvo > contenido de este mineral con 8.68% de una muestra de 0.57 gr., el segundo lugar lo ocupó el caldo del cultivar USAC-7 con 8.61%.

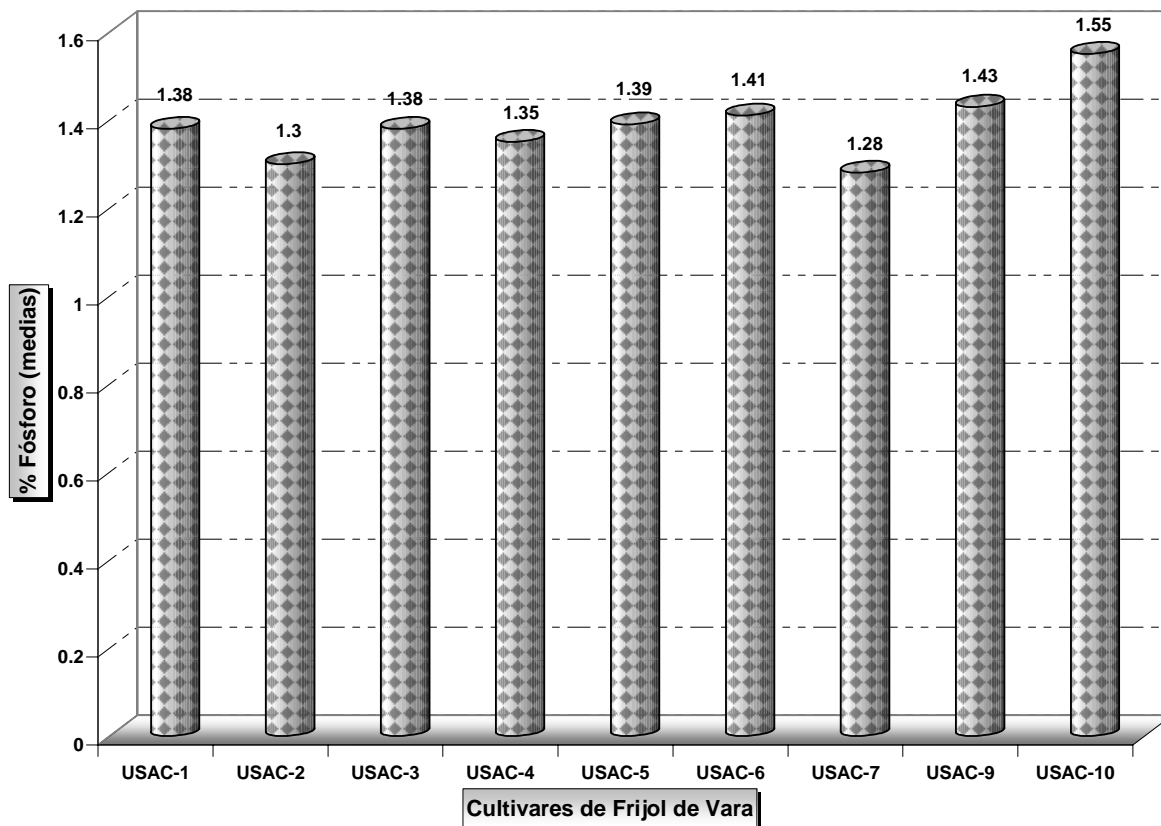


Figura 12. Contenido de Fósforo en el caldo de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.
Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

El mineral Fósforo (P), según la figura 12, se obtuvo en mayores concentraciones en el cultivar USAC-10 con 1.55% en peso de una muestra de 0.57 gr. El segundo lugar lo ocupó el caldo del cultivar USAC-9 con 1.43%

NOTA: Los resultados obtenidos del Laboratorio Agronómico del Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar se muestran en Anexos.



1.5 Humedad absorbida durante la cocción.

Cuadro 7. Análisis de varianza y Tabla de medias del contenido de Humedad del grano de nueve cultivares de frijol de vara.

				CULTIVAR	TRAT	MEDIA
						(%)
FV	GL	P>F		USAC-1	1	56.77
TRAT	8	0.47	NS*	USAC-2	2	54.98
BLOQUES	2	0.74		USAC-3	3	56.47
ERROR	16			USAC-4	4	55.45
TOTAL	26			USAC-5	5	57.26
C.V. = 2.10 %				USAC-6	6	55.9
* No Significancia				USAC-7	7	55.93
				USAC-9	8	56.08
				USAC-10	9	56.32

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

Como se observa en el cuadro siete, la variable humedad absorbida durante la cocción, no presenta un cultivar que sobresalga sobre las demás, debido a que no existió diferencia significativa. El coeficiente de variación (2.10%) refleja que no intervino un margen de error significativo durante la ejecución de la investigación.

Además también se muestran las medias en % de la humedad absorbida durante la cocción. El cultivar USAC-5 presentó la > humedad absorbida durante la cocción con 57.26% seguido del cultivar USAC1 con 56.77%. La diferencia entre cada una de las medias no es significativa, siendo de 2.28%.

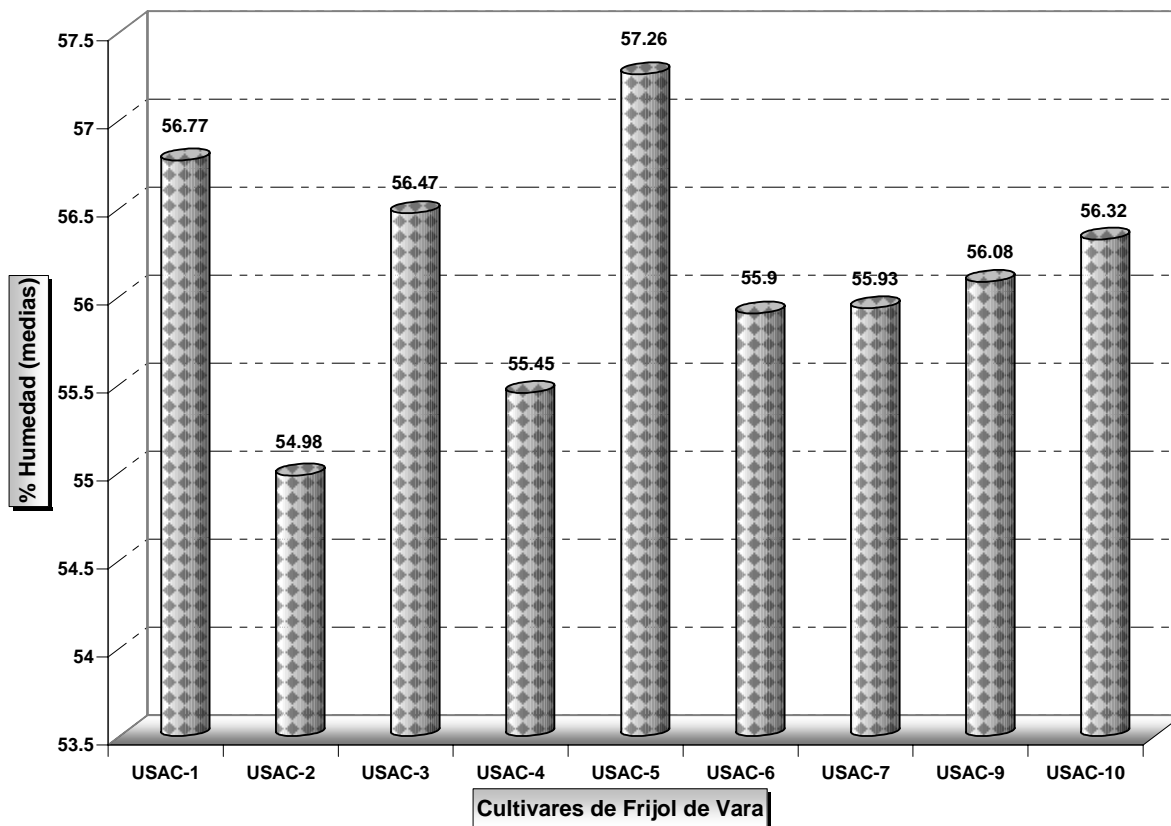


Figura 13. Humedad absorbida por el frijol en el caldo de cocción de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.

Fuente: Proyecto Frijol de Vara, (2004).

En la figura 13, se muestra la representación del valor del % de humedad absorbida durante la cocción del caldo de cada cultivar, siendo como se mencionó en el cuadro anterior el cultivar USAC-5 el que obtuvo el > %.



Figura 14. Proceso de trabajo para realizar las pruebas de porcentaje de humedad en el frijol.
Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

En la figura 14, se muestran las diferentes etapas del trabajo de laboratorio para determinar la humedad absorbida durante la cocción, dichas pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en los laboratorios del CUNSUROC.

De acuerdo al autor podemos decir que los cultivares USAC-10, USAC-2 y USAC-5 son los que presentan mejor calidad de cocción, aunque esto no se ve reflejado estadísticamente. Estos cultivares presentan tiempo de cocción de 60 minutos y 65 minutos y altos índices (comparados con el resto de cultivares) en las variables de sólidos solubles, contenido de materia inorgánica y humedad absorbida durante la cocción.

Es importante aclarar que la calidad de cocción proviene de interrelacionar las cuatro variables: tiempo de cocción, contenido de sólidos solubles en el caldo de cocción, concentración de materia inorgánica y humedad absorbida durante la cocción, por lo tanto analizando los resultados de cada una de estas variables y verificando que cultivares se mantuvieron con los valores mínimos en el caso del tiempo de cocción y mayores en las demás variables de esta manera se obtuvieron los tres cultivares con mejor calidad de cocción.



A continuación se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables que componen la calidad de cocción.

Cuadro 8. Promedios y Desviaciones Estándar de las variables de la calidad de cocción del frijol de nueve cultivares.

	minutos	%						
	T. COCCION	SOL. SOL	Ca	Mg	K	P	CENIZA	CONT. HUM
Promedio	63.37	2.07	0.13	0.66	8.2	1.39	0.21	56.13
Desv. Stand.	2.33	0.28	0.04	0.03	0.32	0.08	0.03	0.68

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

De acuerdo al cuadro ocho, podemos mencionar que en base a las desviaciones estándar se deduce que no existe variación los resultados obtenidos en cada una de las variables.

1.6 Relación entre los minerales contenidos en el caldo de cocción y el tiempo de cocción de frijol de vara.

Cuadro 9. Grado de relación entre los minerales y el tiempo de cocción.

No.	VARIABLE "X"	VARIABLE "Y"	COEF. DE CORREL.
1	Contenido de Calcio	Tiempo de cocción	-0.077
2	Contenido de Magnesio	Tiempo de cocción	-0.008
3	Contenido de Potasio	Tiempo de cocción	0.306
4	Contenido de Fósforo	Tiempo de cocción	0.358
9	Contenido de Ceniza	Tiempo de cocción	0.438
10	Absorción de Humedad	Tiempo de cocción	0.404
11	Sólidos Solubles	Tiempo de cocción	0.044

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

Debido a en esta investigación se pretende examinar también las causas de la dureza del grano de frijol reflejado en el tiempo de cocción se realizó un análisis de correlación para determinar si el contenido de materia inorgánica en el grano de frijol influye (exista relación) sobre la variable tiempo de cocción.

En el cuadro nueve, se observa que no existió alguna relación significativa entre el contenido de cada mineral, absorción de humedad y sólidos solubles y el tiempo de cocción. Lo anterior quiere decir que el contenido de materia inorgánica (contenido mineral) en el caldo de cocción es independiente o no influye en el tiempo de duración de cocimiento del frijol de vara de cada cultivar estudiado, de la misma forma la absorción de humedad y sólidos solubles no influyen sobre el tiempo de cocción de los frijoles de vara.



2. Determinar el material genético de Frijol que presente mejor aceptabilidad de acuerdo a características organolépticas.

Los cuadros de resumen de las boletas, la boleta y los datos en bruto del Panel Sensorial se muestran en los cuadros 15 al 18 en Anexos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de cuatro variables evaluadas en el panel sensorial

ESPESOR DEL CALDO				COLOR DEL CALDO				SABOR DEL GRANO			
FV	GL	P>F		FV	GL	P>F		FV	GL	P>F	
TRAT	8	0.01	*	TRAT	8	0.17	NS*	TRAT	8	0.21	NS*
BLOQUES	28	0.01		BLOQUES	27	0		BLOQUES	26	0.07	
ERROR	224			ERROR	216			ERROR	208		
TOTAL	260			TOTAL	251			TOTAL	242		
C.V. = 25.52 %				C.V. = 15.87 %				C.V. = 21.52 %			
* Significancia.				* No Significancia				* No Significancia.			

SABOR DEL CALDO			
FV	GL	P>F	
TRAT	8	0.02	*
BLOQUES	28	0	
ERROR	224		
TOTAL	260		
C.V. = 19.85 %			
* Significancia.			

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

De acuerdo al cuadro 10, las variables: Espesor del caldo, color del caldo, sabor del grano y sabor del caldo fueron analizados a través de un Análisis de varianza, dicho análisis brindó los siguientes resultados: Para la variable: Espesor del caldo existió alta diferencia significativa al 5% de significancia lo que indica que los nueve caldos de frijol presentaron variabilidad. Para la variable color del caldo el ANDEVA reflejó No Significancia (al 5% de significancia) lo que indica que el color fue similar (negro) estadísticamente para los nueve caldos de frijol de vara analizados. En cuanto al sabor del grano el ANDEVA reflejó No Significancia al 5% lo que indica que el sabor del grano es similar estadísticamente para los nueve caldos de frijol y por último el sabor del caldo, cuyo ANDEVA reflejo significancia al 5% indica que los panelistas degustaron un sabor diferente en los nueve caldos evaluados. Los coeficientes de variación reflejan que no existió un alto margen de error durante la ejecución de la investigación.

Como se mencionó en la metodología cada variable evaluada se analizaron cuatro escalas, por ejemplo para la variable espesor del caldo: Las escalas fueron: 1= Muy Ralo 2= Ralo 3= Ligeramente Ralo 4= Normal y 5= Espeso.



Para la variable espesor del caldo el cultivar USAC-9 fue el que presentó un mayor espesor de caldo con un valor de 3.62 (aproximado 4) que corresponde a la escala NORMAL, sin embargo; este cultivar ocupó el octavo lugar en % de sólidos solubles.

Cuadro 11. Tabla de medias de cuatro variables evaluadas en el panel sensorial.

ESPESOR DEL CALDO					COLOR DEL CALDO				SABOR DEL GRANO
CODIGO MUESTRA	CULTIVAR	T	MEDIA	NIVEL	CODIGO MUESTRA	CULTIVAR	T	MEDIA	MEDIA
937	USAC-9	8	3.62	A	619	USAC-1	1	3.96	3.81
252	USAC-4	4	3.59	AB	548	USAC-2	2	3.86	4.04
171	USAC-7	7	3.45	AB	893	USAC-3	3	3.75	3.96
619	USAC-1	1	3.41	AB	252	USAC-4	4	4.11	3.96
181	USAC-5	5	3.41	AB	181	USAC-5	5	3.86	3.59
399	USAC-6	6	3.24	AB	399	USAC-6	6	3.86	3.74
893	USAC-3	3	3.03	AB	171	USAC-7	7	3.89	3.63
548	USAC-2	2	3.03	AB	937	USAC-9	8	3.96	3.89
552	USAC-10	9	2.93	B	552	USAC-10	9	3.61	3.52
Significancia: 0.05									
SABOR DEL CALDO									
CODIGO MUESTRA	CULTIVAR	T	MEDIA	NIVEL					
548	USAC-2	2	4	A					
181	USAC-5	5	3.97	A					
937	USAC-9	8	3.93	A					
252	USAC-4	4	3.9	AB					
171	USAC-7	7	3.86	AB					
619	USAC-1	1	3.83	AB					
893	USAC-3	3	3.79	AB					
399	USAC-6	6	3.66	AB					
552	USAC-10	9	3.31	B					
Significancia: 0.05									

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

REFERENCIAS:

Sabor del Caldo	Sabor de Grano	Color del Caldo	Espesor del Caldo
5 = Muy Bueno	5 = Muy Bueno	5 = Muy Agradable	5 = Espeso
4 = Bueno	4 = Bueno	4 = Agradable	4 = Normal
3 = Regular	3 = Regular	3 = Poco Agradable	3 = Ligeramente Ralo
2 = Malo	2 = Malo	2 = Desagradable	2 = Ralo
1 = Muy Malo	1 = Muy Malo	1 = Muy Desagradable	1 = Muy Ralo



La variable color del caldo muestra al cultivar USAC-4 con un valor de 4.11 (aproximadamente 4) con la escala Agradable ubicándolo en el primer lugar de preferencia en cuanto a la apariencia del color del caldo en esta variable se formaran 3 grupos.

La variable sabor del grano ubica al cultivar USAC-2 con un valor de 4.04 (aproximadamente 4) como el cultivar cuyo sabor del grano le pareció a los panelistas como Bueno, según la escala. Y por último la variable sabor del caldo ubica al cultivar USAC-2 con un valor de 4 fue juzgado con un calificativo bueno por los panelistas.

En esta variable se formaron tres grupos siendo los cultivares USAC-2, USAC-5 y USAC-9 los caldos con sabor mas agradable a los panelistas presentando el sabor Bueno.

De acuerdo al análisis anterior el panel sensorial refleja la preferencia de los 30 panelistas por 3 caldos y granos de frijol: USAC-2, USAC-4 y USCA-9.

2.1 Sabor del Caldo de Frijol.

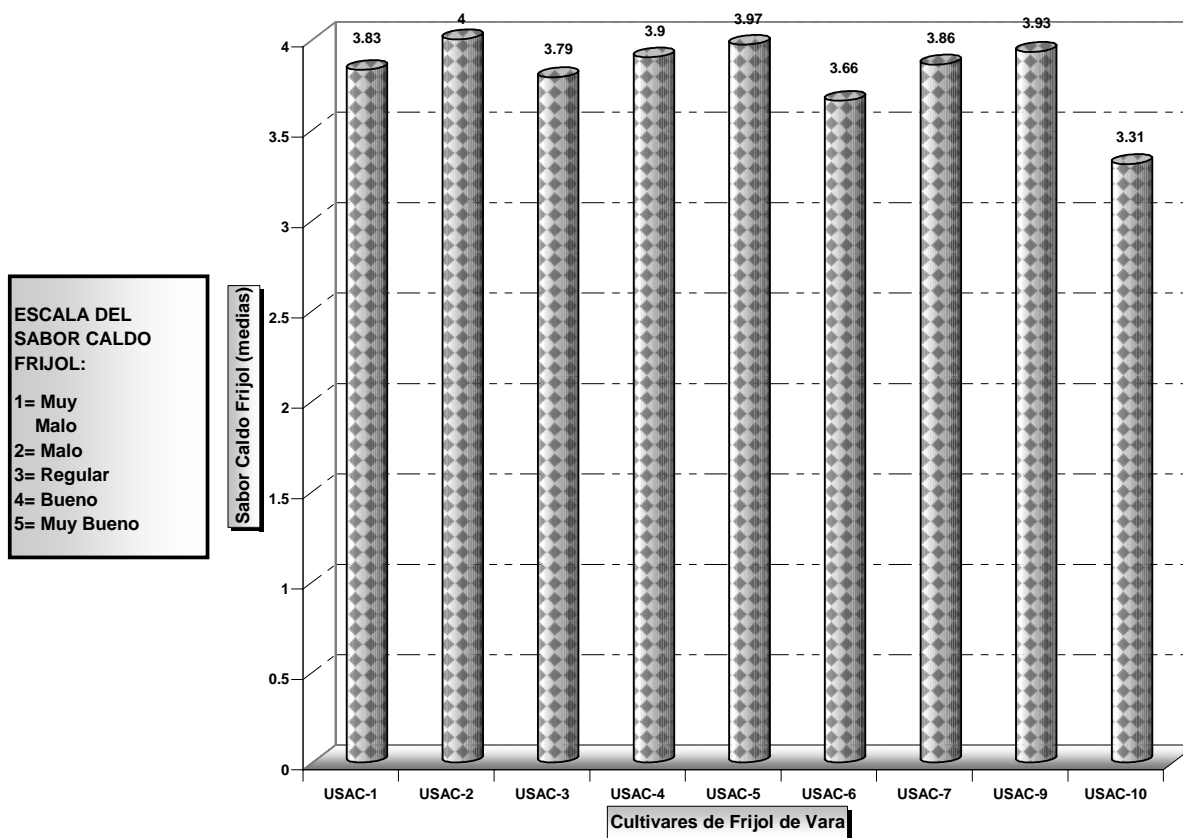


Figura 15. Resultados de aceptabilidad de la variable: Sabor del caldo de frijol de los nueve cultivares.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).



De acuerdo a la figura 15, para el sabor del caldo los cultivares USAC-2, USAC-5 y USAC-9 fueron elegidos por los panelistas como los de mejor sabor ubicándose en la escala Buena.

2.2 Sabor del grano de frijol.

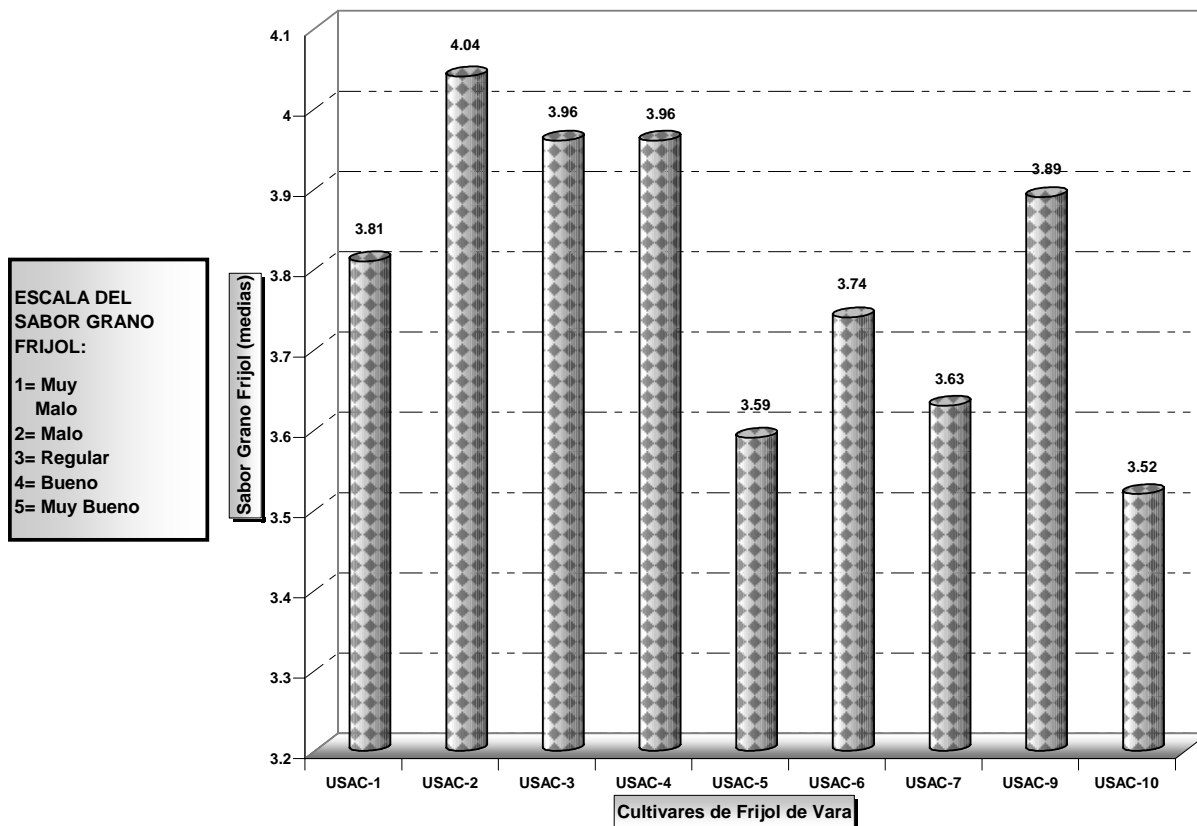


Figura 16. Resultados de aceptabilidad de la variable: Sabor del grano de frijol de los nueve cultivares.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

De acuerdo a la figura 16, para el sabor del grano el cultivar USAC-2 presentó un sabor Bueno de acuerdo a los panelistas.



2.3 Color del caldo.

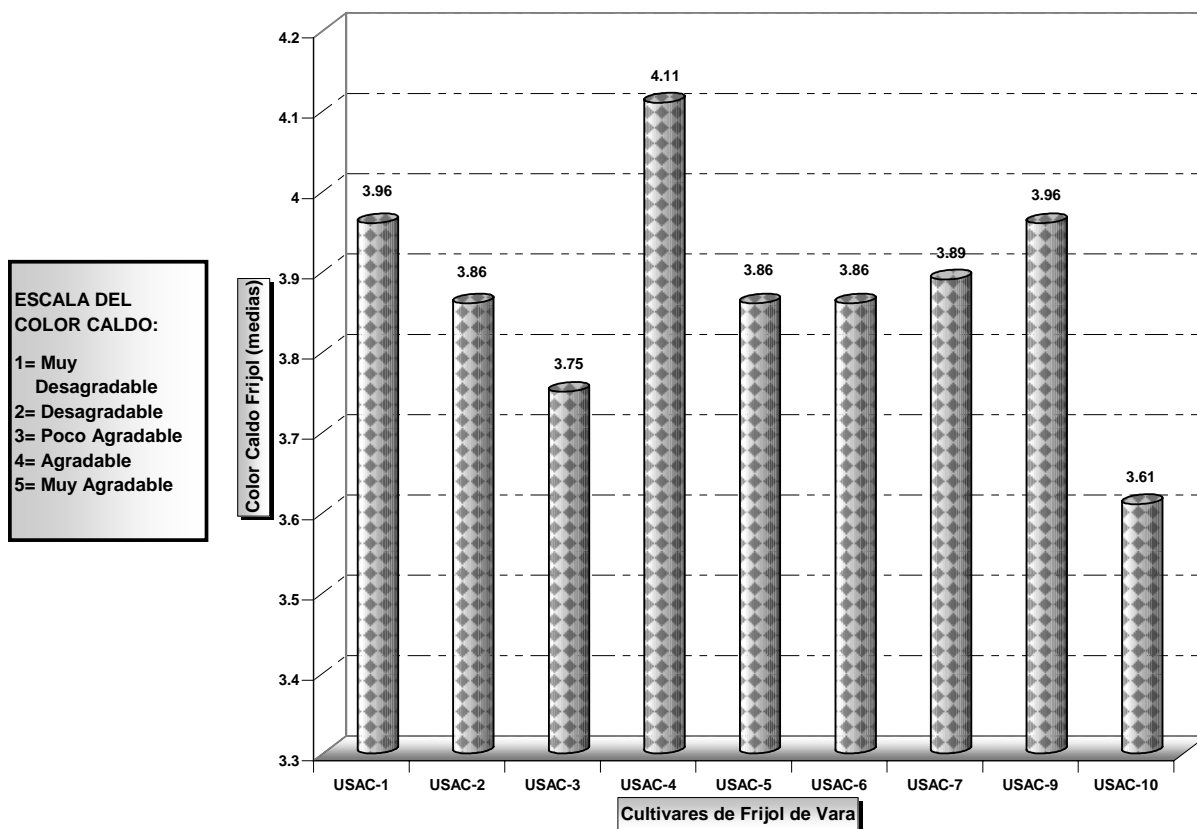


Figura 17. Resultados de aceptabilidad de la variable: Color del caldo de frijol de los nueve cultivares.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

De acuerdo a la figura 17, sobre la variable color del caldo, los panelistas eligieron al cultivar USAC-4 como el de un color de caldo Agradable. El color del caldo de los nueve cultivares fue NEGRO, con pequeñas variaciones debidas al espesor, y otras características percibidas por los panelistas.



2.4 Espesor del caldo de frijol.

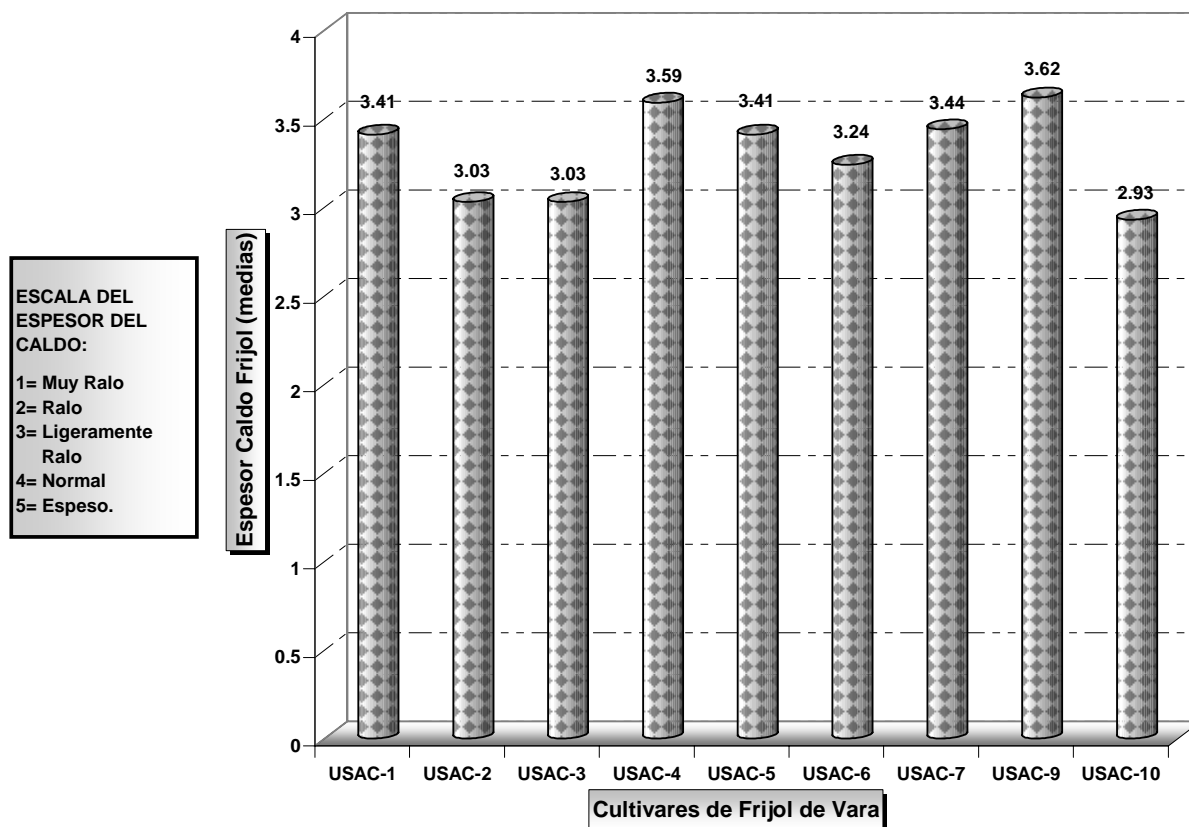


Figura 18. Resultados de aceptabilidad de la variable: Espesor del caldo de frijol de los nueve cultivares.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

De acuerdo a la figura 18, sobre la variable espesor del caldo, los caldos de los cultivares USAC-9 y USAC-4 presentaron caldos mas espesos ubicándose en las escalas NORMAL (aproximando a valores enteros) de acuerdo a la escala analizada.

El cultivar USAC-9, en la calidad de cocción fue el cultivar que tuvo buen contenido de materia inorgánica, la cual es respaldado por una buena aceptabilidad de su espesor de caldo por los panelistas.

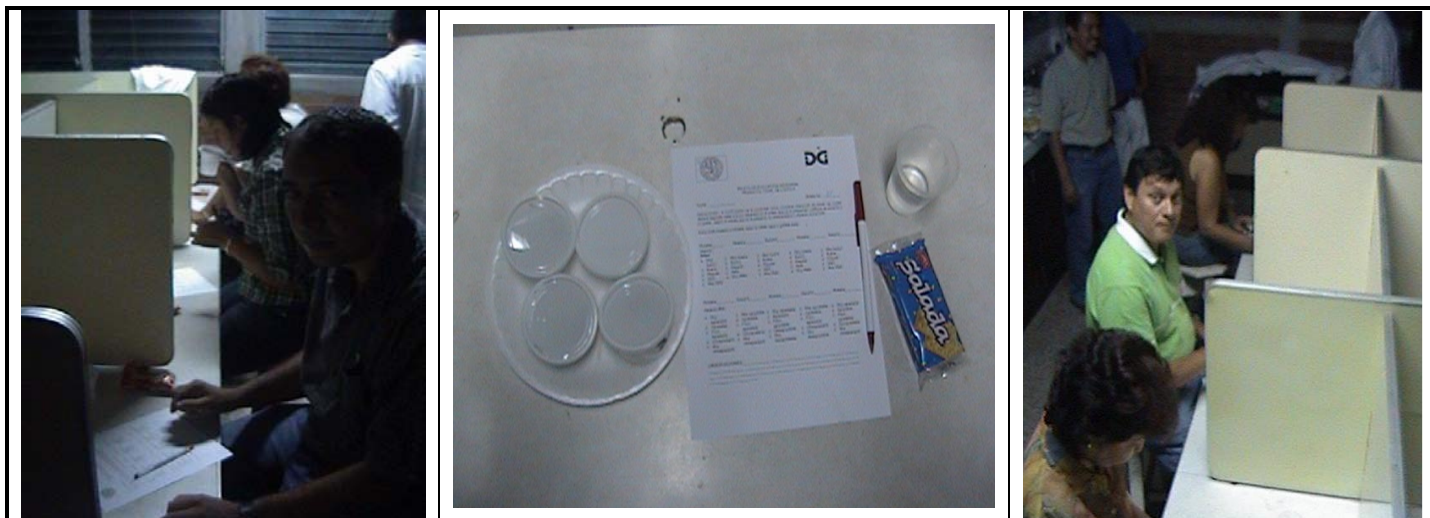


Figura 19. Vista del panel sensorial de los caldos de frijol de los nueve cultivares de frijol de vara evaluados.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

En la figura 19, se muestran varias fotografías del panel sensorial realizado en las instalaciones de la planta piloto, del Centro Universitario de Suroccidente.

En base a los cuadros y gráficas anteriores referentes al panel sensorial podemos decir que los caldos de frijol de los cultivares USAC-2, USAC-4 y USAC-9 son los que poseen mejor Aceptabilidad que los restantes cultivares evaluados. Aunque en el caso de las variables o aspectos: Color del caldo y sabor del grano los resultados no presentan significancia estadística.

3. Propagar los materiales seleccionados en campos de agricultores.

Para obtener este objetivo se cultivaron cuatro parcelas con los nueve cultivares de frijol de vara una en cada departamento del suroccidente (departamentos de Suchitepèquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos). En la etapa de desarrollo del cultivo se realizaron charlas técnicas con agricultores para darles a conocer los avances de la presente investigación y lo más relevante de las investigaciones realizadas en estos cultivares desde 1997. A continuación se presenta el cuadro de rendimiento (kg/ha) obtenido por cada material en cada una de las parcelas demostrativas.



Cuadro 12. Rendimientos obtenidos por cada uno de los nueve cultivares de frijol de vara en las cuatro parcelas demostrativas del suroccidente de Guatemala.

T	REND. EN KG/HA				PROMEDIO REND
	SUCH	REU	XELA	SN.MCOS.	
10	544.50	663.91	580.50	684.00	618.23
9	443.70	439.71	340.20	510.75	433.59
7	290.25	330.02	326.25	369.00	328.88
1	425.25	300.09	591.30	565.20	470.46
3	236.25	213.94	517.50	630.00	399.42
6	387.00	181.23	509.40	505.35	395.75
4	190.35	173.96	371.25	330.75	266.58
5	274.50	169.63	460.80	295.20	300.03
2	130.50	151.67	245.25	475.20	250.66
PROMEDIO	324.70	291.57	438.05	485.05	385

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

Como puede observarse en el cuadro 12, el cultivar que resultó mas rendidor fue el cultivar USAC-10 con 618.23 kg/ha y la parcela mas productiva fue la ubicada en San Marcos con 485.05 kg/ha.

A continuación se presentan algunas fotografías del manejo agronómico del cultivo así como de las charlas técnicas impartidas a los agricultores.



Figura 20. Vistas del cultivo de las parcelas demostrativas de frijol de vara y algunas actividades agrícolas.

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

En la figura 20, se observa las diferentes etapas del cultivo del frijol de vara en las parcelas demostrativas. Se puede observar el desarrollo del cultivo, la etapa de maduración de la vaina así como la etapa de cosecha de las vainas secas.



Figura 21. Visita de agricultores a parcelas demostrativas
Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

En la figura 21 se puede observar la actividad de las visitas de los agricultores a las parcelas demostrativas, en las cuales se impartieron pláticas sobre: la tecnología en el cultivo del frijol de vara generada por DIGI-CUNSUROC.

También se hizo entrega de semilla de frijol de vara de cada cultivar a agricultores que estaban interesados.



9. CONCLUSIONES

1. Los cultivares de frijol de vara USAC-2, USAC-5 y USAC-10 son los que presentan mejor calidad de cocción.
2. Estadísticamente no se definió un cultivar con mejor aceptabilidad, de acuerdo al nivel de significancia del 5% pero si existe una diferenciación mínima detectada sensorialmente para definirlos como los mejores a los cultivares de frijol de vara USAC-2, USAC-4 y USAC-9.
3. La propagación de los nueve cultivares de frijol de vara se llevó a cabo en cuatro parcelas demostrativas en el sur occidente de Guatemala, siendo la producción promedio de 385 kilogramos por hectárea.
4. Las características organolépticas de los nueve caldos de cocción fueron bien percibidas por los 30 panelistas debido a que existió diferencia significativa en las variables sabor del caldo y espesor del caldo.
5. No existió relación entre las variables Tiempo de cocción con % sólidos solubles, contenido de materia inorgánica y humedad absorbida durante la cocción puesto que los coeficientes de correlación estuvieron por debajo de 0.80 que es un valor que se toma como aceptable, siendo el valor mas alto de 0.44 entre el contenido de ceniza y tiempo de cocción.
6. El cultivar USAC-10 superó el rendimiento promedio nacional de 648 kg/ha, con 684 kg/ha, cuya producción corresponde a la de este cultivar en la parcela ubicada en Ocos, San Marcos.

10. RECOMENDACIONES

1. Realizar una reproducción, promoción y distribución de la semilla de los cultivares de frijol de vara USAC-2, USAC-4, USAC-5, USAC-9 y USAC-10 a cooperativas agrarias, parcelamientos, aldeas y demás comunidades de la región suroccidental que lo demanden a DIGI-CUNSUROC.
2. Utilizar estos cultivares de frijol de vara como ingredientes en pruebas de mezclas para la elaboración de harinas alimenticias.



11. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Bressani, R. 1986. Métodos para establecer calidad tecnológica y nutricional de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. INCAP. 41 p.
- Bressani, R. 1982. El significado alimentario y nutricional del endurecimiento del Frijol. Simposio sobre el problema del endurecimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. INCAP. P. 308-325.
- Cano, W.; Paz, H. 2004. Laboratorio Agronómico, Cengicaña. Guatemala.
- Cantarow, A.; Shepartz, R. 1962. Biochemistry 3th ed. USA, W. B. Saunder company p 635-638, 643-653.
- Charley, H. 1987. Tecnología de alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. México. Limusa. 767p.
- Desrosier, N. W. 1994. Elementos de tecnología de alimentos. México CECSA. 783 p.
- Egan, H.; R.S; Sawyer, R. 1987. Análisis químico de los alimentos de personas. México. CECSA. 204 p.
- Elías, L. 1982. Conocimientos actuales sobre el proceso de endurecimiento del Frijol. En: Simposio sobre el problema del endurecimiento del Frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.). Guatemala Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P. 321-254
- García, A. 1985. Revisión de métodos para evaluar la calidad de cocción en Frijol. En: simposio sobre necesidades actuales y futuras de alimentos básicos en Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P. 249-255.
- Loarca, E. P. 1999. Determinación de la calidad de cocción y aceptabilidad de los cultivares nativos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), de la región sur-occidental de Guatemala. Tesis Ingeniera en Alimentos. Centro Universitario de Sur occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 109 p.
- Martínez, H. A. 1982. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Costa Rica, Turrialba, Centro Agronómico de Investigación y enseñanza. Serie Técnica. Informe técnico No. 27. 64 p.
- Monterroso, L. E. 1989. Evaluación de la acción del proyecto Leña de Guatemala y su efecto en dos localidades. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 90 p.



Mora, M. Aceptabilidad del Frijol- Tiempo de cocción. En: simposio sobre necesidades actuales y futuras de alimentos básicos en Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P. 205-217.

Moscoso, W. 1982. Efecto del almacenamiento a temperatura y humedad altas sobre algunas características físicas y químicas del Frijol. En: Simposio sobre el endurecimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P-342-365.

Otzoy, M. 1997. Búsqueda, colecta, y caracterización de cultivares nativos de Frijol (*Phaseolus* spp.) en la zona suroccidental de Guatemala.

Otzoy, M. 1998. Determinación de cultivares de Frijol nativo (*Phaseolus vulgaris* .), resistentes al Virus Mosaico Dorado (V.M.D.) en la zona suroccidental de Guatemala.

Otzoy, M. 1999. Elaboración de paquetes tecnológicos para el cultivo de cultivares de Frijol nativo (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona suroccidental de Guatemala.

Otzoy, M. 2001. Estabilidad genética en el rendimiento de 10 cultivares de Frijol de Vara (*Phaseolus vulgaris* L.), en la zona suroccidental de Guatemala.

Quenzer, N. M. 1978. Burns some affecting pinto bean queality. Usa, J. Food Sce. 43. 1059

Ríos, B. 1985. Criterios y métodos que determinan la selección, la calidad de cocción, las características de consumo y métodos de preparación de Frijol negro en Guatemala. En: simposio sobre necesidades actuales y futuras de alimentos básicos en Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P. 219.238.

Tapia, H. 1985. Evaluación de un método para reducir el tiempo de cocción en Frijol común En: simposio sobre necesidades actuales y futuras de alimentos básicos en Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. P. 239-272.

Watts, B. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Canada, Internacional Development Research Center. 245 p.

Wittin de penna, E. 1997. Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile, Universidad Católica de Chile, 134 p.



12. ANEXOS

Cuadro 13. Tiempos de cocción en minutos por unidad experimental, de los materiales de frijol evaluados.

T	BLOQUES		
	1	2	3
1	73	60	65
2	60	60	60
3	60	65	65
4	55	60	65
5	60	60	65
6	60	73	65
7	68	60	65
8	65	60	70
9	67	60	65

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).

Cuadro 14. Solidos solubles en porcentaje por unidad experimental, de los materiales de frijol evaluados.

T	BLOQUES		
	1	2	3
1	2.12	2.24	1.9
2	2.53	2.27	2.25
3	2.25	2.05	1.9
4	1.79	2.42	1.75
5	2.48	2.1	0.046
6	2.19	1.65	2.32
7	2.07	1.96	2.33
8	1.92	1.83	1.84
9	2.36	2.28	3.02

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004).



CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION DE LA
CAÑA DE AZUCAR

Laboratorio Agronómico
Reporte
Análisis de Tejido Foliar

FECHA	IDENTIFICACION	TIPO MUESTRA	FINCA	INGENIO	# LAB.	% Nitrogeno	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Fe	Mn	Peso Císciol	Peso Muestra	Peso Císciol	Peso Císciol		
																	g	g	g	g
01/10/04	P-3	Caldo de Frijol		Cunsuroc	169	0.06	0.76	8.37	1.87	9.11	23.97	128.02	4.79	38.35	49	0.5214	38.51	38.51		
01/10/04	P-6	Caldo de Frijol		Cunsuroc	170	0.19	0.74	8.57	1.58	23.35	30.27	225.31	5.82	38.60	07	0.5781	38.76	38.76		
01/10/04	P-8	Caldo de Frijol		Cunsuroc	171	0.25	0.76	8.58	1.70	33.44	22.46	356.36	16.47	40.50	37	0.5009	40.66	40.66		
01/10/04	P-2	Caldo de Frijol		Cunsuroc	172	0.06	0.61	7.51	1.54	5.79	24.15	56.98	5.79	38.20	72	0.5177	38.34	38.34		
01/10/04	P-1	Caldo de Frijol		Cunsuroc	173	0.06	0.69	8.14	1.42	12.98	19.97	158.78	5.49	37.39	20	0.5007	37.52	37.52		
01/10/04	P-10	Caldo de Frijol		Cunsuroc	174	0.05	0.67	8.35	1.66	7.29	22.77	86.48	4.55	37.94	06	0.5490	38.08	38.08		
01/10/04	P-9	Caldo de Frijol		Cunsuroc	175	0.06	0.61	8.01	1.51	8.15	24.91	82.90	5.44	37.44	98	0.5275	37.58	37.58		
01/10/04	P-7	Caldo de Frijol		Cunsuroc	176	0.16	0.74	8.77	1.81	23.22	28.44	126.07	8.06	21.61	45	0.5275	21.75	21.75		
01/10/04	P-4	Caldo de Frijol		Cunsuroc	177	0.05	0.66	9.30	1.12	8.22	30.29	64.56	5.19	40.63	48	0.5777	40.78	40.78		
01/10/04	P-5	Caldo de Frijol		Cunsuroc	178	0.04	0.65	9.04	1.46	8.48	24.94	159.59	6.48	39.88	00	0.5013	40.01	40.01		
01/10/04	P-12	Caldo de Frijol		Cunsuroc	179	0.19	0.57	7.49	1.27	24.35	32.16	107.50	8.27	21.28	57	0.5442	21.43	21.43		
01/10/04	P-11	Caldo de Frijol		Cunsuroc	180	0.13	0.61	7.96	1.60	21.63	30.56	116.14	6.58	22.20	80	0.5317	22.33	22.33		

Reporte Foliar 2004

Lic Wendy de Ca
Hugo P.

Datos de laboratorio reportados por el laboratorio agronómicos de CENGICAÑA sobre el contenido de materia inorgánica en las muestras de caldo de frijol.

Fuente: Laboratorio de Cengicaña, (2004).



CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION DE LA
CAÑA DE AZUCAR

Laboratorio Agronómico
Reporte
Análisis de Tejido Foliar

FECHA	IDENTIFICACION	TIPO MUESTRA	Finca	INGENIO	# LAB.	% Nitrogeno	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Fe	Mn	Peso Criba	Peso Muestra	Peso C
												ppm			g	g	Centina
19/10/04	P-16	Caldo de Frijol		Cunsuroc	266	0.15	0.70	7.38	1.32	12.39	34.69	96.15	3.97	40.5046	0.5044	40.5	
19/10/04	P-14	Caldo de Frijol		Cunsuroc	267	0.12	0.67	7.81	1.26	17.34	34.22	88.96	5.02	38.6012	0.5480	38.1	
19/10/04	P-29	Caldo de Frijol		Cunsuroc	268	0.07	0.64	7.50	1.22	13.80	35.62	138.02	5.34	38.2084	0.5615	38.3	
19/10/04	P-23	Caldo de Frijol		Cunsuroc	269	0.10	0.63	7.62	1.04	13.76	30.11	92.05	3.87	38.3962	0.5812	38.4	
19/10/04	P-22	Caldo de Frijol		Cunsuroc	270	0.12	0.61	8.11	1.28	18.88	34.83	106.93	5.19	37.3924	0.5775	37.1	
19/10/04	P-27	Caldo de Frijol		Cunsuroc	271	0.19	0.84	10.10	1.77	19.10	47.76	90.31	9.12	37.9407	0.5758	37.1	
19/10/04	P-13	Caldo de Frijol		Cunsuroc	272	0.14	0.59	7.72	1.28	11.88	36.86	62.65	4.50	37.4503	0.6105	37.1	
19/10/04	P-15	Caldo de Frijol		Cunsuroc	273	0.14	0.64	8.42	1.42	12.16	39.76	75.32	7.02	21.8147	0.5344	40.	
19/10/04	P-20	Caldo de Frijol		Cunsuroc	274	0.06	0.59	7.20	1.22	17.10	39.09	84.54	6.35	40.6352	0.5291	39.1	
19/10/04	P-25	Caldo de Frijol		Cunsuroc	275	0.12	0.66	8.33	1.25	13.70	33.08	69.15	5.67	39.8805	0.5827	39.1	
19/10/04	P-26	Caldo de Frijol		Cunsuroc	276	0.17	0.65	8.00	1.32	15.87	32.18	42.05	4.29	21.2858	0.5548	22.	
19/10/04	P-19	Caldo de Frijol		Cunsuroc	277	0.14	0.60	8.16	1.32	13.70	33.08	60.38	4.51	22.2081	0.5548	21.	
19/10/04	P-17	Caldo de Frijol		Cunsuroc	278	0.15	0.64	8.42	1.35	9.55	31.16	51.07	5.40	40.1870	0.6018	40.	
19/10/04	P-24	Caldo de Frijol		Cunsuroc	279	0.14	0.63	8.09	1.09	8.55	68.95	60.30	6.65	37.8660	0.5265	37.	
19/10/04	P-21	Caldo de Frijol		Cunsuroc	280	0.15	0.61	8.23	1.42	15.96	46.96	66.51	8.42	39.3727	0.5638	39.	
19/10/04	P-18	Caldo de Frijol		Cunsuroc	281	0.24	0.63	8.22	1.36	12.62	37.96	81.19	7.57		0.5943		

Reporte Foliar 2004

Lic. Wendy de
Hugo

Datos de laboratorio reportados por el laboratorio agronómicos de CENGICAÑA sobre el contenido de materia inorgánica en las muestras de caldo de frijol.

Fuente: Laboratorio de Cengicaña, (2004).



**BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
PRODUCTO: FRIJOL**

Fecha: _____

Boleta No. _____

Instrucciones: A continuación se le presentan cuatro muestras diferentes de frijol, las cuales deberá degustar cada una por separado en el orden que se le presentan, califique de acuerdo a su gusto, según la escala que se le presenta, la característica o aspecto remarcado.

Entre cada muestra evaluada, debe de beber agua y galleta soda.

Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____

Aspecto Sabor de Caldo

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno |
| <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno |
| <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular |
| <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo |
| <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo |

Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____

Aspecto Sabor de grano

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno | <input type="checkbox"/> Muy bueno |
| <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno |
| <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Regular |
| <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Malo |
| <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo | <input type="checkbox"/> Muy Malo |

Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____

Aspecto Color del caldo

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muy agradable | <input type="checkbox"/> Muy agradable | <input type="checkbox"/> Muy agradable | <input type="checkbox"/> Muy agradable |
| <input type="checkbox"/> Agradable | <input type="checkbox"/> Agradable | <input type="checkbox"/> Agradable | <input type="checkbox"/> Agradable |
| <input type="checkbox"/> Poco agradable | <input type="checkbox"/> Poco agradable | <input type="checkbox"/> Poco agradable | <input type="checkbox"/> Poco agradable |
| <input type="checkbox"/> Desagradable | <input type="checkbox"/> Desagradable | <input type="checkbox"/> Desagradable | <input type="checkbox"/> Desagradable |
| <input type="checkbox"/> Muy desagradable | <input type="checkbox"/> Muy desagradable | <input type="checkbox"/> Muy desagradable | <input type="checkbox"/> Muy desagradable |

Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____ Muestra _____

Aspecto Espesor del caldo

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Espeso | <input type="checkbox"/> Espeso | <input type="checkbox"/> Espeso | <input type="checkbox"/> Espeso |
| <input type="checkbox"/> Normal | <input type="checkbox"/> Normal | <input type="checkbox"/> Normal | <input type="checkbox"/> Normal |
| <input type="checkbox"/> Ligeramente ralo | <input type="checkbox"/> Ligeramente ralo | <input type="checkbox"/> Ligeramente ralo | <input type="checkbox"/> Ligeramente ralo |
| <input type="checkbox"/> Ralo | <input type="checkbox"/> Ralo | <input type="checkbox"/> Ralo | <input type="checkbox"/> Ralo |
| <input type="checkbox"/> Muy Ralo | <input type="checkbox"/> Muy Ralo | <input type="checkbox"/> Muy Ralo | <input type="checkbox"/> Muy Ralo |

OBSERVACIONES: _____





Cuadro 15. Datos de acuerdo a escala del sabor del caldo de frijol por unidad experimental.

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE: Sabor Caldo de Frijol

TRATA.	B L O Q U E S					
	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	
1	4.0000	5.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000
	5.0000	3.0000	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	2.0000	4.0000	3.0000	5.0000
	4.0000	3.0000	5.0000	5.0000	4.0000	
2	4.0000	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	1.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	5.0000	5.0000	4.0000	4.0000	5.0000
	3.0000	3.0000	5.0000	4.0000	5.0000	4.0000
	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000	5.0000	
3	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	3.0000	5.0000	1.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000
	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000	3.0000	5.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000	
4	4.0000	5.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
	5.0000	5.0000	3.0000	4.0000	4.0000	5.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000	
5	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000	4.0000	
6	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	
7	2.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000
	4.0000	4.0000	5.0000	3.0000	4.0000	5.0000
	3.0000	5.0000	3.0000	4.0000	5.0000	5.0000
	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	2.0000	3.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	
8	3.0000	4.0000	3.0000	5.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	
9	3.0000	4.0000	3.0000	2.0000	2.0000	4.0000
	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	2.0000
	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004)



Cuadro 16. Datos de acuerdo a escala del sabor del grano de frijol por unidad experimental.

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE: Sabor del Grano de Frijol

TRATA.	B L O Q U E S					
	1 7 13 19 25	2 8 14 20 26	3 9 15 21 27	4 10 16 22	5 11 17 23	6 12 18 24
1	4.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	3.0000
	3.0000	3.0000	5.0000	3.0000	3.0000	3.0000
	5.0000	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	2.0000	4.0000	4.0000	5.0000
2	3.0000	3.0000	5.0000			
	4.0000	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000
	5.0000	5.0000	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000
3	5.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000	2.0000
	4.0000	5.0000	3.0000			
	4.0000	4.0000	5.0000	3.0000	3.0000	5.0000
	5.0000	4.0000	2.0000	5.0000	4.0000	5.0000
4	4.0000	4.0000	2.0000	4.0000	5.0000	5.0000
	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	5.0000	3.0000
	4.0000	3.0000	3.0000			
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	5.0000	4.0000
5	5.0000	5.0000	1.0000	4.0000	3.0000	5.0000
	2.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	5.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	3.0000			
6	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	2.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
7	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	2.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
8	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	4.0000	4.0000	2.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000
9	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	3.0000			
	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000	4.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	2.0000	5.0000
	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	5.0000
	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000
	3.0000	3.0000	3.0000			
	3.0000	4.0000	4.0000			

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004)



Cuadro 17. Datos de acuerdo a escala del Color del caldo de frijol por unidad experimental.

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE: Color del Caldo

TRATA.	B L O Q U E S					
	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28		
1	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	4.0000
	1.0000	3.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000		
2	4.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	5.0000	1.0000	5.0000	3.0000	3.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	3.0000	4.0000		
3	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	1.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000	4.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000		
4	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000		
5	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	5.0000	3.0000
	3.0000	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	5.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000		
6	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000		
7	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	5.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000		
8	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	3.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000
	5.0000	5.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000		
9	4.0000	4.0000	2.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	2.0000	4.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000		

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004)



Cuadro 18. Datos de acuerdo a escala del Espesor del caldo de cocción del frijol por unidad experimental.

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE: Espesor del Caldo de Coccion

TRATA.	B L O Q U E S					
	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	
1	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
	3.0000	5.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	2.0000	3.0000	2.0000	3.0000	4.0000
	3.0000	1.0000	2.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	2.0000	4.0000	5.0000	3.0000	5.0000	
2	3.0000	4.0000	2.0000	5.0000	2.0000	3.0000
	2.0000	2.0000	4.0000	1.0000	4.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	4.0000	3.0000	2.0000	2.0000	4.0000	2.0000
	2.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	
3	3.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	3.0000	2.0000	5.0000	1.0000	4.0000	2.0000
	3.0000	2.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
	3.0000	2.0000	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	4.0000	3.0000	3.0000	
4	3.0000	4.0000	2.0000	4.0000	5.0000	3.0000
	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	5.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	
5	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	5.0000
	2.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000
	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	
6	3.0000	4.0000	5.0000	2.0000	3.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000
	3.0000	3.0000	4.0000	2.0000	4.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	2.0000	3.0000	4.0000	
7	4.0000	3.0000	4.0000	1.0000	2.0000	4.0000
	4.0000	2.0000	3.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	5.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000
	2.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	5.0000	4.0000	
8	3.0000	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000	2.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	5.0000	4.0000	4.0000	3.0000
	4.0000	4.0000	4.0000	3.0000	4.0000	
9	4.0000	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000
	2.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	1.0000
	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	4.0000	4.0000
	4.0000	3.0000	3.0000	2.0000	2.0000	3.0000
	2.0000	4.0000	3.0000	4.0000	4.0000	

Fuente: Proyecto Frijol de vara, (2004)