



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS INDÍGENAS

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, CULINARIAS Y CONTENIDO DE
TANINOS DE SEMILLAS DE FRIJOL CRIOLLO (*Phaseolus vulgaris* L.)
CULTIVADO EN COMUNIDADES DE LA REGIÓN MONTAÑA DE GUERRERO**

ORQUIDEA DE DIOS ESPINOBARROS

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA TECNÓLOGA

Puebla, Puebla
2012



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUE-43-2-03 ANEXO

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Orquídea de Dios Espinobarros**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Ramón Díaz Ruiz** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Características morfológicas, culinarias y contenido de taninos de semillas de frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en comunidades de la Región Montaña de Guerrero** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Pue., 31 de octubre 2012

Orquídea de Dios Espinobarros

Vo. Bo. Profesor consejero o Director de tesis

Dr. Ramón Díaz Ruiz

La presente tesis, titulada: **Características morfológicas, culinarias y contenido de taninos de semillas de frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en comunidades de la Región Montaña de Guerrero**, realizada por la alumna: **Orquídea de Dios Espinobarros**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA TECNÓLOGA

DESARROLLO SOSTENIBLE DE ZONAS INDÍGENAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. RAMÓN DÍAZ RUIZ

ASESORA:



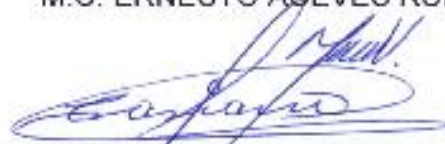
DRA. CARMEN JACINTO HERNÁNDEZ

ASESOR:



M.C. ERNESTO ACEVES RUIZ

ASESOR:



DR. MIGUEL ÁNGEL CASIANO VENTURA

Puebla, Pue., octubre 2012

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, CULINARIAS Y CONTENIDO DE TANINOS
DE SEMILLAS DE FRIJOL CRIOLLO (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVADO EN
COMUNIDADES DE LA REGIÓN MONTAÑA DE GUERRERO

Orquídea de Dios Espinobarros, M.T.

Colegio de Postgraduados, 2012

Un total de 31 variedades de frijol de mata cultivadas en diferentes comunidades de la Región Montaña de Guerrero fueron colectadas con la finalidad de conocer la variabilidad presente en las características morfológicas, culinarias y contenido de taninos en las semillas. Se aplicó un cuestionario a los productores que aportaron sus variedades para obtener información relacionada con los sistemas de siembra utilizados en frijol, modalidad de siembra, destino de la producción y formas de consumo. Los sistemas de cultivos de frijol practicados son en monocultivo e intercalado, la siembra es bajo riego y temporal, la mayoría de los colores de frijol son sembrados en julio. La producción es destinada al autoconsumo y a la venta. El frijol se consume en diferentes preparaciones. Los colores de las semillas encontrados fueron negros (54%), blancos (22%), anaranjados (12%), rojos (6%) y lila de baja intensidad (3%). La forma del grano predominante fue la ovalada (68%). El peso máximo de 100 semillas fue 37.4g y el promedio 19.3g. Los tamaños registrados fueron pequeños y medianos, donde el tamaño predominante fue grano pequeño (94%). El promedio de longitud, ancho y espesor de la semilla fue igual a 9.40 mm, 6.08 mm y 4.72 mm respectivamente. Los colores del grano cocido fueron crema y café claro a oscuro. La variación en la capacidad de absorción de agua fluctuó entre 16.08 y 127.6% con un promedio igual a 97.52%. El tiempo de cocción estuvo en el rango de 40 a 133 minutos. La cantidad de sólidos se registró en el rango de 0.10 a 0.46%. En promedio el contenido de taninos fue 225 Meq de catequina/100g y la variabilidad fue de 2.34 a 395.61 Meq de catequina/100g.

Palabras clave: características culinarias, características morfológicas, *Phaseolus vulgaris* L., taninos, variedades nativas.

MORPHOLOGICAL AND CULINARY CHARACTERISTICS, AND TANNIN CONTENT
OF SEEDS OF NATIVE BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVATED IN
COMMUNITIES FROM THE REGION GUERRERO MOUNTAIN

Orquídea de Dios Espinobarros, M.T.

Colegio de Postgraduados, 2012

A total of 31 varieties of bush beans grown in different communities from the Guerrero Mountain Region were collected with the purpose of knowing the present variability in the morphologic, culinary characteristics and content of tannins in the seeds of bean. A questionnaire was applied to the producers, who contributed with their seeds, to obtain information related to the systems of sowing used in bean, sowing modality, destination of the production and ways of consumption. The bean sowing systems practiced are in monoculture and alternated growing, the sowing types are in irrigation and seasonal, most of the bean varieties are sowed in July. The production is destined for the self-consumption and for selling. The beans are consumed in different dishes. The found colors in the seeds were black (54 %), whites (22 %), orange (12 %), red (6 %) and lilac of low intensity (3 %). The oval form of seed was predominant (68 %). The maximum weight of 100 seeds was 37.4g and the average 19.3g. The registered sizes were small and medium, where the predominant size was a small grain (94 %). The average of length, width and thickness of the seed was equal to 9.40 mm, 6.08 mm and 4.72 mm respectively. The colors of the cooked grain were cream and light brown and dark. The variation in the capacity of water absorption fluctuated between 16.08 and 127.6 % with an equal average to 97.52 %. The time of boiling was in the range from 40 to 133 minutes. The quantity of solid matter registered in the range from 0.10 to 0.46 %. The average of tannin content was 225 Meq of catechin/100g and the variability was from 2.34 to 395.61 Meq of catechin/100g.

Key words: culinary characteristics, morphological characteristics, *Phaseolus vulgaris* L., tannins, native varieties.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente al Dr. Ramón Díaz Ruiz por la disponibilidad de dirigir la presente tesis, por estar siempre pendiente de la revisión, por las sugerencias, el tiempo dedicado, paciencia y ánimos brindados, muchas gracias.

A la Dra. Carmen Jacinto Hernández por el asesoramiento y la gran ayuda que me brindó en el laboratorio para realizar los análisis y hacer posible la culminación de la presente tesis, gracias.

Al Maestro en Ciencias, Ernesto Aceves Ruiz por las buenas sugerencias y el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Miguel Ángel Casiano Ventura por su colaboración en las observaciones y comentarios aportados para finalizar la presente investigación.

Al Lic. Jorge Rugerio Alvarado por la revisión del resumen en inglés de la tesis.

Al Dr. Samuel Vargas López coordinador de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas del Colegio de Postgraduados-Campus Puebla y al grupo de profesores por compartir sus experiencias y formar parte de una buena vivencia durante este trayecto.

A María de Lourdes Rivas Romero bibliotecaria del Colegio de Postgraduados Campus-Puebla, por su amabilidad y asesoría para realizar la búsqueda de información de la presente tesis.

A los productores de frijol de la Montaña de Guerrero por su aportación de semillas para poder realizar el presente trabajo.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con mucha alegría y cariño a mis padres Fidel y Agapita que con su gran apoyo económico y moral he podido llegar a cumplir con una meta más en mi vida, gracias por darme la oportunidad de salir adelante, los quiero mucho.

A mi gran amor, mi hija Yoltzin por ser la niña mas cariñosa del mundo, que a su corta edad entendió mi ausencia durante el tiempo que dedique al presente trabajo, te quiero mucho mi pequeño corazón.

A mis queridos hermanos Wilfrido, Yazmin y Tonatiu por estar apoyándonos compartiendo momentos difíciles y momentos de felicidad y por la tolerancia que me tuvieron durante la realización de la presente.

A mi tía Juanita, Abadesa y a mi tío Berna que de alguna manera fueron participes en esta investigación.

A mis amigos y amigas que estuvieron a mi lado acompañándome y dándome ánimos durante este tiempo, en especial a Lalo, Ady, Roberto, David, Fercho, Nato son personas que me apoyaron para poder realizar el presente trabajo.

A mis compañeros de clase por la convivencia durante esta travesía de la maestría y en especial a Diana, Elia, Ioana y Sandra por su amistad.

Y por la gran felicidad que siento al ver por fin concluir con una meta más, dedico la presente tesis a mí y a la vida.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS	4
3.1. Hipótesis general.....	4
3.2. Hipótesis específicas.....	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
4.1. Leguminosas.....	5
4.2. Clasificación taxonómica y descripción botánica del frijol común.....	6
4.3. Hábitos de crecimiento del frijol común.....	8
4.4. El frijol como alimento.....	12
4.5. Conservación genética del frijol.....	12
4.6. Características morfológicas del grano de frijol.....	13
4.7. Parámetros de la calidad culinaria del grano de frijol.....	15
4.8. Componentes nutricionales y propiedades nutraceuticas del frijol.....	16
4.9. Componentes antinutricionales de la semilla de frijol.....	17
V. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1. Zona de estudio.....	20
5.2. Trabajo de campo.....	22
5.3. Trabajo de laboratorio.....	22
5.3.1. Características morfológicas del grano de frijol.....	22
5.3.1.1. Color del grano.....	22

5.3.1.2. Forma del grano.....	24
5.3.1.3. Peso del grano.....	24
5.3.1.4. Tamaño del grano.....	24
5.3.1.5. Dimensiones del grano.....	25
5.3.1.6. Volumen del grano.....	25
5.3.2. Características culinarias del grano de frijol.....	25
5.3.2.1. Capacidad de absorción de agua.....	25
5.3.2.2. Tiempo de cocción del grano.....	26
5.3.2.3. Contenido de sólidos en el caldo de cocción.....	27
5.3.2.4. Color del grano cocido.....	28
5.3.3. Determinación del contenido de taninos.....	28
5.3.4. Análisis estadístico.....	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
6.1. Características del cultivo de frijol.....	30
6.1.1. Sistemas de siembra del cultivo.....	30
6.1.2. Modalidad de siembra del cultivo.....	31
6.1.3. Destino de la producción de frijol.....	31
6.1.4. Formas de consumo del frijol.....	32
6.1.5. Meses de siembra relacionados con el color de grano.....	35
6.3. Características morfológicas del grano de frijol.....	36
6.3.1. Color del grano.....	36
6.3.2. Forma del grano.....	39
6.3.3. Peso y tamaño del grano.....	40
6.3.4. Dimensiones del grano.....	41
6.3.5. Volumen del grano	43
6.4. Características culinarias del grano de frijol.....	44
6.4.1. Capacidad de absorción de agua.....	44
6.4.2. Tiempo de cocción del grano.....	46

6.4.3. Contenido de sólidos en el caldo de cocción.....	48
6.4.4. Color del grano cocido.....	50
6.5. Contenido de taninos.....	53
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	56
IX. ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Coordenadas geográficas de las comunidades donde se colectaron las variedades de frijol.....	21
Cuadro 2. Relación del peso y tamaño de grano de frijol.....	25
Cuadro 3. Clasificación de los frijoles y dureza de la testa basado en la capacidad de absorción de agua	26
Cuadro 4. Intervalos de tiempos de cocción en frijol.....	27
Cuadro 5. Valores de referencia para determinar el espesor del caldo frijol.....	27
Cuadro 6. Propiedades colorimétricas de la semilla perteneciente a distintas variedades de frijol de mata.....	37
Cuadro 7. Peso de 100 granos y tamaño de grano de frijol de mata encontrados en variedades cultivadas en la Región de la Montaña de Guerrero.....	40
Cuadro 8. Dimensiones del grano de frijol registradas en las variedades colectadas en la Región Montaña de Guerrero.....	42
Cuadro 9. Propiedades colorimétricas del grano de frijol cocido perteneciente a variedades de frijol de mata.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Partes externas de la semilla de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	8
Figura 2. Esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento de la planta de frijol.....	10
Figura 3. Esquema de subclasificaciones de la planta de frijol con hábito de crecimiento III y IV.....	11
Figura 4. Ubicación geográfica de las comunidades y municipios de la Región Montaña de Guerrero, donde se obtuvieron las variedades de frijol.....	20
Figura 5. Representación de los parámetros colorimétricos del sistema CIE $L^*a^*b^*$	23
Figura 6. Patrones para describir la forma del grano de frijol.....	24
Figura 7. Sistemas de siembra practicados en frijol de mata.....	30
Figura 8. Modalidad de siembra del cultivo de frijol de mata definidos en la Región de la Montaña de Guerrero.....	31
Figura 9. Destino de la producción del frijol de mata producido en la Región Montaña de Guerrero.....	32
Figura 10a. Diferentes platillos preparados a base de frijol.....	33
Figura 10b. Principales platillos preparados con frijol en la Región de la Montaña de Guerrero.....	34
Figura 11. Meses de siembra de los colores de grano de frijol.....	35
Figura 12. Colores del grano frijol de mata registrados en la Región Montaña de Guerrero.....	38
Figura 13. Formas del grano de frijol de mata cultivados en la Región Montaña de Guerrero.....	39
Figura 14. Porcentaje de la capacidad de absorción de agua de las variedades de frijol de mata colectadas en la Región Montaña de Guerrero.....	45

Figura 15.	Porcentaje de los frijoles de mata sin problemas y con problemas de absorción de agua.....	45
Figura 16.	Tiempo de cocción de las variedades de frijol expresado en minutos.....	47
Figura 17.	Porcentaje de frijoles que presentan suavidad a la cocción, cocción intermedia y dureza a la cocción.....	47
Figura 18.	Contenido de sólidos en el caldo de cocción de las variedades de frijol de mata.....	49
Figura 19.	Contenido de sólidos por color de grano de frijol de mata.....	50
Figura 20.	Colores del grano de frijol cocido de las variedades estudiadas....	52
Figura 21.	Contenido de taninos de las variedades de frijol de mata colectadas en la Región Montaña de Guerrero.....	53
Figura 22.	Contenido de taninos en los diferentes colores de frijol de mata cultivados en la Región Montaña de Guerrero.....	54

I. INTRODUCCIÓN

La diversidad de plantas en una especie representa el acervo más importante para satisfacer las demandas alimenticias, de bienestar y de respuesta a los factores adversos del clima. Asimismo, la diversidad se incrementó al difundirse la agricultura en las diferentes regiones del planeta a través de mutaciones, cruzamientos espontáneos y selecciones de plantas en forma consciente e inconsciente (Cubero *et al.*, 2006). Estos procesos y otros se siguen dando en los tiempos actuales lo que ha mantenido la adaptación de las plantas a los cambios climáticos.

En las diferentes especies, cultivadas y no cultivadas, se aplican dichos fenómenos que provocan una gran variabilidad dentro de cada especie. Así, el frijol que tiene dos centros de origen; uno en la región Andina y otro en la región Mesoamericana, definidos por estudios arqueológicos, morfológicos, agronómicos y moleculares (Kaplan, 1965 y 1994; Singh *et al.*, 1991a y 1991b), presenta una riqueza diversa en diferentes aspectos como son a nivel morfológico, bioquímico y de ADN.

En México, se ha encontrado diversidad en los frijoles a los niveles mencionados y en las distintas regiones del país se observan expresiones específicas de los genotipos que contribuyen a una adaptación local. Sin embargo, los estudios realizados en estos aspectos no son suficientes para tener estudiada la diversidad de la especie, por lo que es necesario continuar explorando la diversidad del cultivo en regiones específicas del país.

Teniendo como base información del SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera) (2011), en el ciclo agrícola Otoño-Invierno y Primavera-Verano en la modalidad de riego y temporal, a nivel nacional el cultivo de frijol se ubicó en tercer lugar estimándose una cantidad de 1, 506,033.82 ha de superficie sembrada, una producción de 567,779.15 Ton y un valor de producción de 6, 889,765.84 miles de pesos. En el estado de Guerrero fue sembrada una superficie de 14,926.00 ha y se obtuvo una producción de 10,569.73 Ton, con un valor de la producción de 101,033.53

miles de pesos. El frijol forma parte de la alimentación de la población y es una fuente de ingresos para muchos productores del estado. Por tal motivo, es de suma importancia partir de la generación de conocimiento en relación a la diversidad morfológica, agronómica y nutricional para destacar las características de calidad que presentan los frijoles en la Región Montaña. A partir de tales aportaciones, se podrán tomar decisiones y proponer estrategias de manejo y aprovechamiento del cultivo en la región.

Aunado a lo anterior, el germoplasma local de la especie formado y mantenido *ex situ* por los productores de la región durante años y distintas generaciones, será un banco natural con aportaciones a la dieta alimenticia, tolerancia a plagas, enfermedades, posibilidad de aumentar el rendimiento de grano, decoraciones artesanales y opciones de adaptación al cambio climático mediante el conocimiento de los ciclos biológicos y hábitos de crecimiento de las variedades locales. Además, será posible detectar variedades que se encuentren en peligro de extinción. Estas opciones de uso de la especie, permitirán al productor no solo pensar en el rendimiento de grano sino también en otras alternativas importantes de aprovechamiento que puede poner a disposición del mercado local, estatal y nacional. Se podrá evitar la pérdida de materiales locales al conocer la gama de características importantes que tienen, de esta manera los productores y demás interesados en el cultivo de frijol tendrán más argumentos para proteger las variantes genéticas que tiene la especie en la Región Montaña de Guerrero.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Conocer los sistemas de cultivos, destino de la producción, la diversidad morfológica, atributos culinarios y contenido de taninos de las variedades criollas de frijol de mata cultivadas en diferentes comunidades de la Región Montaña de Guerrero.

2.2. Objetivos específicos

Describir los sistemas de cultivos de frijol de mata practicados, la temporada de siembra de los distintos colores de semilla y el destino de la producción en la Región Montaña de Guerrero.

Describir las características morfológicas del grano de frijol de mata cultivado por productores en distintas comunidades de la Región Montaña de Guerrero.

Conocer la variabilidad culinaria de las semillas de frijol de mata en la Región Montaña de Guerrero y los platillos más frecuentes que se preparan a base de frijol.

Determinar la variación en el contenido de taninos de las semillas de frijol de mata cultivado en la Región Montaña de Guerrero.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Los frijoles de mata cultivados en la Región Montaña de Guerrero se cultivan bajo diferentes sistemas, la producción se destina principalmente al autoconsumo, son diferentes en la morfología del grano, atributos culinarios, contenido de taninos y se utilizan en la preparación de distintos platillos.

3.2. Hipótesis específicas

El frijol de mata cultivado en la Región Montaña de Guerrero se siembra bajo diferentes sistemas, donde cada color tiene fechas específicas de siembra y el principal destino de la producción es el autoconsumo.

Los frijoles de mata cultivados en las distintas comunidades de la Región Montaña de Guerrero presentan diversidad en los caracteres color, forma, peso, tamaño, dimensiones y volumen de la semilla.

Los frijoles de mata cultivados en las comunidades de la Región Montaña de Guerrero expresan variabilidad en las características culinarias, capacidad de absorción de agua, tiempo de cocción y contenido de sólidos.

La variación en el contenido de taninos de las semillas de frijol de mata cultivado en la Región Montaña de Guerrero es contrastante con tendencia a un menor contenido en un color específico.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Leguminosas

Las leguminosas constituyen una de las familias más amplias del reino vegetal, la cual está formada por unos 678 géneros y alrededor de 18000 especies repartidas por las regiones templadas, tropicales y subtropicales de casi todo el Globo, algo escasas en las zonas frías. Hay dos subfamilias, *Mimosoideae* y *Caesalpinioideae*, que son predominantemente tropicales o subtropicales. La tercera subfamilia, *Papilionoideae*, es la mejor representada en los países templados y fríos. Su importancia económica es extraordinaria, ya que incluye especies esenciales en la alimentación humana como son el garbanzo, *Cicer arietinum* L., el guisante, *Pisum sativum* L., las judías o frijoles, *Phaseolus vulgaris* L., el haba, *Vicia faba* L., y las lentejas, *Lens culinaris* Medik (López, 2008).

Nadal *et al.* (2004) mencionan que en algunas especies existen variedades en las que es utilizable la legumbre y que también las leguminosas grano son de utilidad secundaria al ser utilizadas como forraje, abono verde, ensilado, henificado o paja. Las leguminosas cultivadas, por su importancia económica y agronómica, así como su gran diversidad botánica, genética y ecológica, presentan diversidad de objetivos para la mejora; que de acuerdo a Mateo (2008) los objetivos podrían ser:

a) Cuantitativos. Incremento de rendimientos y producción primaria (grano seco o tierno, vainas secas o tiernas, forraje, pasto); incremento de los rendimientos industriales (extracción de aceite, proteína, fibra) y estabilización de los rendimientos y de la producción.

b) Cualitativos. Incremento del contenido de proteínas totales y de aminoácidos limitantes; estabilización de la calidad en todos sus aspectos nutricionales, industriales y agronómicos así como eliminación de productos tóxicos o indeseables.

c) Agronómicos. Incremento y estabilidad de la resistencia a enfermedades, plagas y malas hierbas, frío, sequía, altas temperaturas, salinidad del suelo y del agua; respuesta al fotoperiodo y termoperiodo; control de la fijación biológica del nitrógeno por elevación y estabilización del contenido de microorganismos nitrofixadores; control de la dehiscencia de la legumbre y del ciclo en general.

4.2. Clasificación taxonómica y descripción botánica del frijol común

México es el principal centro de origen y domesticación del frijol común. Se tienen frijoles silvestres y criollos desde el norte del país, en Chihuahua, hasta el sur, en Chiapas. Esto hace de México el reservorio genético y la fuente de diversidad más importante del mundo (Paredes *et al.*, 2006).

El nombre científico del frijol común es: *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Linneo en 1753 (CIAT, 1984) y su clasificación taxonómica es la siguiente:

REINO: Vegetal

DIVISIÓN: *Traqueofita*

CLASE: *Angiospermeae*

SUBCLASE: *Dicotyledoneae*

ORDEN: *Rosales*

FAMILIA: *Leguminosae*

SUBFAMILIA: *Papilionoideae*

TRIBU: *Phaseolae*

SUBTRIBU: *Phaseolinae*

GENERO: *Phaseolus*

ESPECIE: *Phaseolus vulgaris* L.

Los frijoles son plantas anuales, de crecimiento rápido, formadas de una raíz principal con muchas y muy ramificadas raíces secundarias situadas en la parte cercana a la

superficie. Los tallos son delgados y débiles, angulosos, de sección cuadrangular, a veces rayados de púrpura y de altura muy variable.

Las hojas presentan crecimiento alterno, están compuestas de tres folíolos: dos laterales y uno terminal o central; los laterales son más o menos asimétricos, y el central simétrico; de forma aproximadamente oval, con la extremidad acuminada, de textura lisa o reticulada (más visible en el haz) y con la superficie más o menos abullonada; el color de las hojas varía del verde normal al verde amarillento, pasando por el verde oscuro y el verde violáceo.

Las inflorescencias se presentan en racimos terminales o axilares, con pedúnculos erguidos, algo vellosos; cada pedúnculo del racimo lleva numerosas flores laterales. En las formas de tallos volubles o trepadores, las inflorescencias se encuentran en situación lateral; el número de flores por inflorescencia es muy variable y constituye un carácter varietal, pudiendo ser de unas pocas hasta 30 ó más.

Las vainas o frutos son más o menos comprimidos, aunque a veces es de sección circular, polisperma, dehiscente, de color verde, color que puede mantener hasta la maduración o bien se vuelven amarillentas, violáceas o jaspeadas. En su tamaño definitivo las vainas pueden tener dimensiones muy variables (de 60 a 220 mm de longitud y de 8 a 25 mm de anchura). La textura de las vainas (carácter agronómico muy importante) es diversa, dependiendo de la presencia o ausencia de ciertos tejidos fibrosos que reciben los nombres de pergamino y hebra.

Las semillas tienen formas reniformes, oblongas, ovals o subglobulosas de pesos y colores muy variados. El tegumento de las semillas es de espesor variable, según variedades y tipos (Mateo, 2008).

Las partes externas más importantes de la semilla de frijol se presentan en la Figura 1 y son las siguientes:

La testa o cubierta externa de la semilla, que corresponde a la capa secundina del ovulo.

El micrópilo es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza principalmente la absorción de agua.

El hilum o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.

La rafe, lóbulo proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del ovulo (CIAT, 1984).

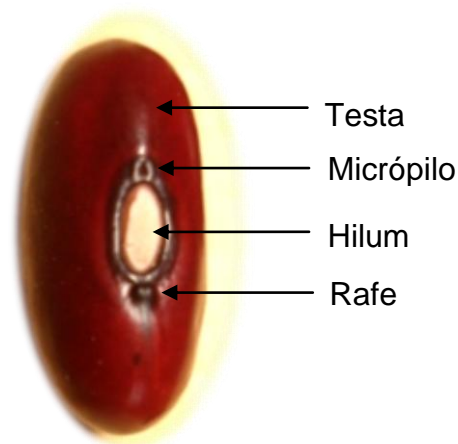


Figura 1. Partes externas de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

4.3. Hábitos de crecimiento del frijol común

Las plantas de frijol pueden ser de hábito de crecimiento determinado o indeterminado, lo cual está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas. Si al empezar la fase reproductiva el tallo y las ramas terminan en un racimo, la planta es de hábito determinado y si terminan en un meristemo vegetativo, la planta es de hábito indeterminado (CIAT, 1983).

Según estudios hechos en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1984) se considera que los hábitos de crecimiento podrían ser agrupados en cuatro tipos principales (Figura 2), los cuales se describen a continuación:

Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas generalmente se detiene. En general el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de 5 a 10, comúnmente cortos. La altura puede variar entre 30 y 50 cm. Sin embargo hay casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo

Presentan un tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías. Pocas ramas pero en un número superior al tipo I y generalmente cortas con respecto al tallo. El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I; generalmente más de 12. Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado

Son plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada. La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I (generalmente mayor de 80 cm). Lo anterior se debe a que el número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo, la longitud de los entrenudos es superior respecto a los hábitos anteriormente descritos, por lo cual, tanto el tallo como las ramas terminan en guías.

Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa. Otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Dentro de estas variaciones se puede presentar aptitud trepadora especialmente si las plantas cuentan con algún soporte en cuyo caso suelen llamarse semitrepadoras.

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador

Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico frijol trepador. Este es el tipo de hábito de crecimiento que se encuentra generalmente en la asociación maíz-frijol. Se caracteriza porque a partir de la primera hoja trifoliada el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora. Ramas muy poco desarrolladas (exceptuando algunas), a consecuencia de la dominancia apical. El tallo puede tener de 20 a 30 nudos y alcanzar más de dos metros de altura con un soporte adecuado. La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos de tal manera que en la planta se presentan a un mismo tiempo las etapas de floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

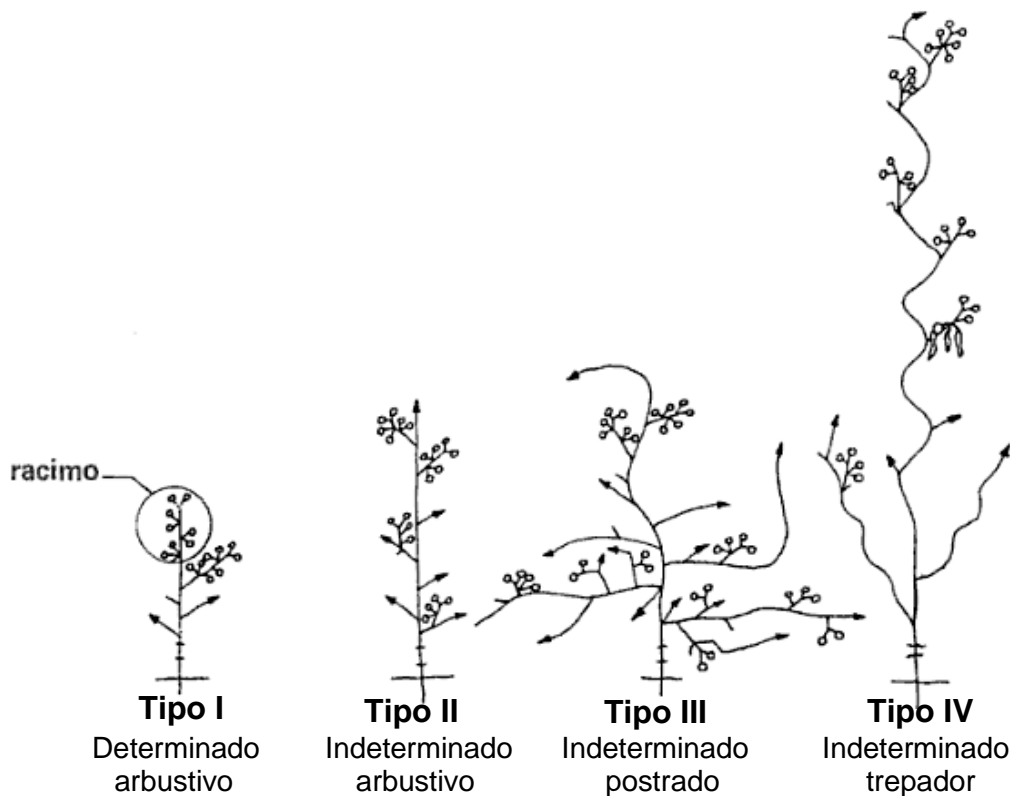


Figura 2. Esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento de la planta de frijol.

Finalmente es importante señalar que hay variedades que tienen hábitos de crecimiento que no se pueden incluir en ninguno de estos cuatro tipos, pues son hábitos intermedios entre cualquiera de los descritos anteriormente. Además, algunos de los parámetros componentes del hábito de crecimiento han evolucionado, por ejemplo el tipo de ramificación, debido a la selección de fenotipos adecuados a necesidades locales o regionales. Esto ha dado origen a subclasificaciones de gran utilidad en el proceso de mejoramiento.

Por ejemplo entre los tipos III existen aquellos totalmente postrados denominados IIIa, mientras que otros tienen el tallo y las ramas con aptitud trepadora, aunque no muy desarrollada y se denomina IIIb (Figura 3). En los tipos IV se hacen subdivisiones según la distribución de las vainas en la planta; por ejemplo, cuando las vainas se distribuyen uniformemente a lo largo de la planta se denomina IVa y si las vainas se concentran en la parte superior de la planta se denomina IVb (Figura 3).

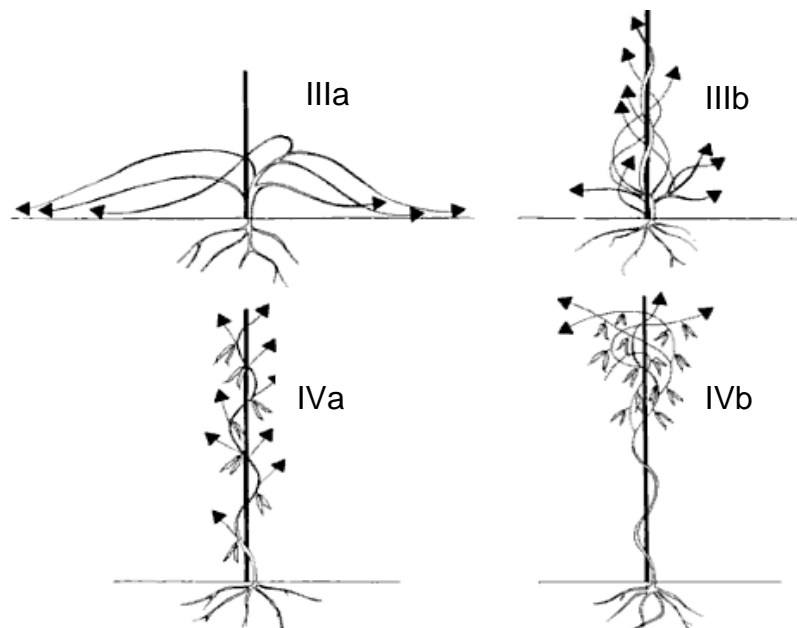


Figura 3. Esquema de subclasificaciones de la planta de frijol con hábito de crecimiento III y IV.

4.4. El frijol como alimento

Mateo (2008) menciona que esta especie se cultiva preferentemente para la alimentación humana y se utilizan las semillas secas o tiernas y las vainas verdes enteras. Constituyendo uno de los alimentos más utilizados en muchas regiones. Se pueden usar los granos secos, que cocidos en diversos guisos, producen platos agradables y de gran valor nutritivo. Las vainas tiernas se consumen enteras en diversos guisos, generalmente cocidas o fritas, cuando no han alcanzado aún un estado muy avanzado de madurez.

De acuerdo con Paredes *et al.* (2006) el cultivo de frijol junto con el maíz, representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones de carácter alimentario y socioeconómico que le han permitido trascender hasta la actualidad. Es uno de los cultivos de mayor importancia, ya que representa para la economía de los productores una fuente importante de ocupación e ingreso, a la vez es una garantía de seguridad alimentaria.

4.5. Conservación genética del frijol

Paredes *et al.* (2006) consideran dos estrategias de conservación, una de ellas es *in situ*, es decir, conservando el frijol en el sitio geográfico de donde es originario. Esta estrategia sería posible para el frijol criollo, siempre y cuando los campesinos continuaran sembrando este tipo de frijol. Sin embargo, el desplazamiento de estos materiales por variedades de frijol genéticamente mejoradas o por otros cultivos más redituables, mas la diversificación de la tierra para otros usos diferentes a la agricultura, pronostica poco éxito para su conservación mediante esta estrategia.

La otra estrategia es la conservación *ex situ*, es decir, recolectando materiales de frijol en las áreas geográficas de origen para almacenarlos en bancos de semillas. En vista de que la conservación *in situ* parece ser una tarea con pocas probabilidades de éxito,

la conservación *ex situ* de la variabilidad genética del frijol se ofrece como la solución más adecuada. La principal meta de este último tipo de conservación consiste en mantener tantas muestras como sea posible. Desde luego, se debe dar prioridad a aquellos materiales amenazados por la extinción, la erosión genética o el desplazamiento, que evitara la pérdida irreversible de materiales cuyo potencial genético aun se desconoce.

Paredes *et al.* (2006) explican que existe una pérdida irreversible y constante de material y es altamente probable que en estos momentos se esté perdiendo diversidad genética que jamás se podrá recuperar, particularmente en lo que concierne al frijol silvestre y al criollo. Estos tipos de frijoles no han estado presentes en la atención de la sociedad en general, principalmente por el desconocimiento de su existencia y como consecuencia también de la poca educación que se tiene en estos menesteres. Lo anterior indica que estos tipos de frijoles, que han evolucionado a lo largo del tiempo, son prácticamente vulnerables en cuanto a su conservación.

4.6. Características morfológicas del grano de frijol

Color del grano

El color es una característica importante en el análisis de calidad, la medición del color depende de la subjetividad del observador, se distinguen dos significados para el color: color percibido y color sicofísico. El color percibido es el que se refiere a la percepción visual y el sicofísico a la caracterización de la radiación visible. Entre las características del color percibido se tienen: luminosidad, tono y saturación; estas características dificultan la medición de esta propiedad, situación que se ha tratado de resolver estandarizando cartas de colores y equipos (Ospina, 2002).

El color de la semilla se determina en semillas secas recientemente cosechadas. Las semillas pueden tener un solo color o pueden tener un color primario predominante

junto con un color secundario. Los colores pueden distribuirse también en diversos patrones que se denominan moteado, estriado, jaspeado, manchado o salpicado (Schoonhoven y Pastor, 1987).

De acuerdo con la Fundación Cultural Armella Spitalier (2009) las variedades de frijol reciben su nombre en función de su coloración o del lugar en donde se producen y se dividen en siete grupos:

Grupo I Bayos: acerado, bayo blanco, bayo gordo, bayo jarocho, bayo maduro, bayo mexicano, bayo zavaleta, garrapato, grullo, parraleño, perlita, panza de puerco.

Grupo II Pintos: cacahuete, cacahuete bola, cócona bola, higuerrillo, ojo de cabra, ojo de liebre, pinto español, pinto nacional.

Grupo III Amarillos: azufrado, canario, garbancillo amarillo, mantequilla.

Grupo IV Negros: Negro Arriaga, Negro Querétaro, Negro Puebla, Negro Veracruz.

Grupo V Moteados: canelo claro, canelo oscuro, flor de mayo, rebocero, vaquita.

Grupo VI Moros: ayocote morado, morado de agua, moro, morita chico, rosita castaño, sangre de toro.

Grupo VII Blancos: alubia grande, alubia chica y carita.

Forma de grano

De acuerdo con el Internacional Board For Plant Genetic Resources (1982) se pueden encontrar las siguientes formas de grano de frijol: redonda, ovalada, cuboide, forma de riñón, truncada fastigiada.

Tamaño del grano

Utilizando la escala de tamaños definidos por Schoonhoven y Pastor (1987) el tamaño del grano de frijol se determina tomando en cuenta el peso de 100 semillas y se clasifica en: tamaño pequeño (peso inferior a 25g/100 semillas), tamaño mediano (peso entre 25 a 40g/100 semillas) y tamaño grande (peso superior a 40g/100 semillas).

De todas las leguminosas, el frijol común presenta mayor diversidad en coloración, tamaño y forma de las semillas (Nadal *et al.*, 2004).

4.7. Parámetros de la calidad culinaria del grano de frijol

Capacidad de absorción de agua

Guzmán *et al.* (1995) mencionan que la capacidad de absorción de agua, permite evaluar el grado de permeabilidad de agua en el grano de frijol durante el remojo y detectar el fenómeno de testa dura, relacionado con tiempos de cocción prolongados.

En la comunidad de Tlatzala, Guerrero se determinó un rango de absorción de agua en frijoles de 95 a 122 % con un promedio igual a 108.8 %, donde los frijoles más permeables fueron los denominados rojos de guía (Solano *et al.*, 2009). Esto es un indicio de que en la región de la Montaña de Guerrero hay diversidad en esta característica.

Tiempo de Cocción

El tiempo de cocción del frijol, una característica que determina la preferencia del consumidor, es considerada importante en los programas de mejora genética, especialmente en México, donde 96 % del frijol producido se consume a través de preparaciones caseras (Jacinto *et al.*, 2002).

Otzoy *et al.* (2004) mencionan que el 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.

Por otra parte Mateo (2008) considera que la facilidad de cocción depende en gran manera de la proporción de caliza del suelo donde se han cultivado. Los suelos con abundancia en este compuesto producen frijoles de mala calidad, por sus tegumentos duros; los suelos graníticos, arenosos, escasos en cal, son los que producen granos más finos.

Contenido de sólidos

Consiste en el secamiento de una muestra de caldo de cocción y el residuo sólido, se expresa como porcentaje (Otzoy *et al.*, 2004).

Paredes *et al.* (2006) consideran que el usuario desea un frijol de hidratación rápida, de bajo tiempo de cocción, que produzca un caldo con buena apariencia, sabor y textura y con semilla de cascara delgada.

Los procedimientos culinarios tienen el papel de eliminar gran parte de principios antinutritivos: el lavado en altramuces, la cocción en judías y lentejas, el remojo en garbanzos, entre otros, aumentándose así su digestibilidad. Un simple descascarillado como el que se practica con lentejas y garbanzos en muchas regiones del mundo, aumenta drásticamente la digestibilidad al eliminar la principal reserva de taninos en la semilla y gran parte de la fibra no dietética (Nadal *et al.*, 2004).

4.8. Componentes nutricionales y propiedades nutraceuticas del frijol

La composición química depende del cultivar empleado, de la localidad geográfica y del ambiente en que se cultive. En líneas generales, el contenido medio de proteínas del grano seco varía entre el 20-25% del peso, el de hidratos de carbono entre 50-60%, la grasa entre 0.5-2.5%, la fibra bruta entre 4-5%; un contenido importante de minerales como el hierro (4 y 8 mg/100 g), calcio (25-50 mg/100g) y magnesio (50-150 mg/100g).

En verde, contienen un 6.2% de proteína, 0.2% de grasas y 63% de carbohidratos (Nadal *et al.*, 2004).

El frijol común es una fuente relativamente buena de vitaminas solubles en agua, especialmente tiamina (0.9-1.1 mg/100 g), niacina (1.2-2.7 mg/100 g) y ácido fólico (0.2-0.6 mg/100 g) (Paredes *et al.*, 2006). Jacinto *et al.* (2002) mencionan que la generación de variedades con alto contenido de proteína es una alternativa viable para elevar el estado nutricional de la población.

Paredes *et al.* (2006) mencionan que se ha señalado al frijol como un alimento nutracéutico o funcional, no solo por sus características nutricionales sino también por el papel que algunos de sus componentes desempeñan en la promoción de la salud. Los frijoles están relacionados con la prevención y la cura de algunas enfermedades del ser humano. Por ejemplo, la lisina (aminoácido presente en altos niveles en la proteína del frijol) favorece el funcionamiento del hígado cuando este sufre algún tipo de daño, como cirrosis. Además, componentes químicos del frijol como son los polifenoles, que se encuentran en cantidades elevadas en la cáscara (cubierta de la semilla) de frijol, especialmente en los materiales pigmentados, son señalados como posibles agentes para combatir el cáncer y la arteriosclerosis. Por otro lado, el magnesio, el calcio y el hierro también han sido identificados como nutracéuticos; por ejemplo, bajos niveles de magnesio en la sangre están relacionados con problemas de los vasos coronarios y en algunas disfunciones específicas del cerebro. El calcio no solo está vinculado con la osteoporosis, sino también con el cáncer de colon y la hipertensión.

4.9. Componentes antinutricionales de la semilla de frijol

En nuestra alimentación diaria, junto a los nutrientes, encontramos otros elementos que producen un efecto contrario; se trata de las sustancias antinutritivas, que al interferir en la utilización o función de los nutrientes, afectan su biodisponibilidad o

aprovechamiento digestivo. Estas sustancias se encuentran en pequeñas cantidades, principalmente en alimentos de origen vegetal (Fernández *et al.*, 2006).

Las semillas de frijol contienen un gran número de compuestos antinutritivos (Nadal *et al.*, 2004). Iniestra *et al.* (2005) consideran que la presencia de factores antinutricios como inhibidores de tripsina, ácido fítico, oligosacáridos y taninos son reductores del valor nutricional de la semilla de frijol. Al respecto, García (2009) menciona que estos factores interfieren con el proceso de digestión y dificultan la utilización de las proteínas. Por esta razón, para ser consumidos deben ser cocinados, inactivándose dichos factores hasta un 75%, mejorando sus características sensoriales (sabor, olor y textura) (Aguirre *et al.*, 2011).

Ma y Blis (1978) citados por Nadal *et al.* (2004) mencionan que en general, las semillas de color oscuro son las que presentan un mayor contenido en factores antinutritivos, estando mayoritariamente concentrados en la testa de la semilla, encontrándose alta heredabilidad en sentido amplio para el contenido de taninos.

Taninos

Los taninos son polifenoles presentes en las plantas, se caracterizan por otorgar al alimento un sabor amargo, además de tener una acción astringente (Fernández *et al.*, 2006). Reducen la biodisponibilidad de minerales, pero además son capaces de unirse a enzimas y otras proteínas dificultando su digestión, e incluso pueden dar lugar a pérdidas de vitaminas (Torija y Díez, 1999). La interacción con proteínas es una de las más importantes y se conoce que los taninos tienen mayor afinidad con las proteínas ricas en prolina (Marcano y Hasegawa, 2002). Coagulan las proteínas, formando una capa seca y resistente en las mucosas del tracto digestivo (Pamplona, 2006).

Por otra parte Balch (2003) menciona que los taninos tienen propiedades antioxidantes y antimutagénicas (ayudan a impedir células mutantes), por lo que son importantes en

la investigación del cáncer y debido a su característica astringente tienen usos medicinales (Lastra, 2001). Se utilizan frecuentemente como antidiarreicos, en el tratamiento de heridas y quemaduras, favoreciendo la cicatrización de las mismas (Acero *et al.*, 2007). También ejercen una acción antiinflamatoria (Pamplona, 2006) y actúan como defensas contra microorganismos. Por ejemplo, la parte central de muchos árboles contiene elevadas concentraciones de taninos que ayudan a prevenir la podredumbre producida por hongos o bacterias (Taiz y Zeiger, 2006).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Zona de estudio

El área de estudio abarcó comunidades donde se produce frijol de mata criollo y se encuentran ubicadas en seis Municipios de la Región Montaña del estado de Guerrero (Figura 4). Cada comunidad presenta las coordenadas geográficas descritas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2012) (Cuadro 1).

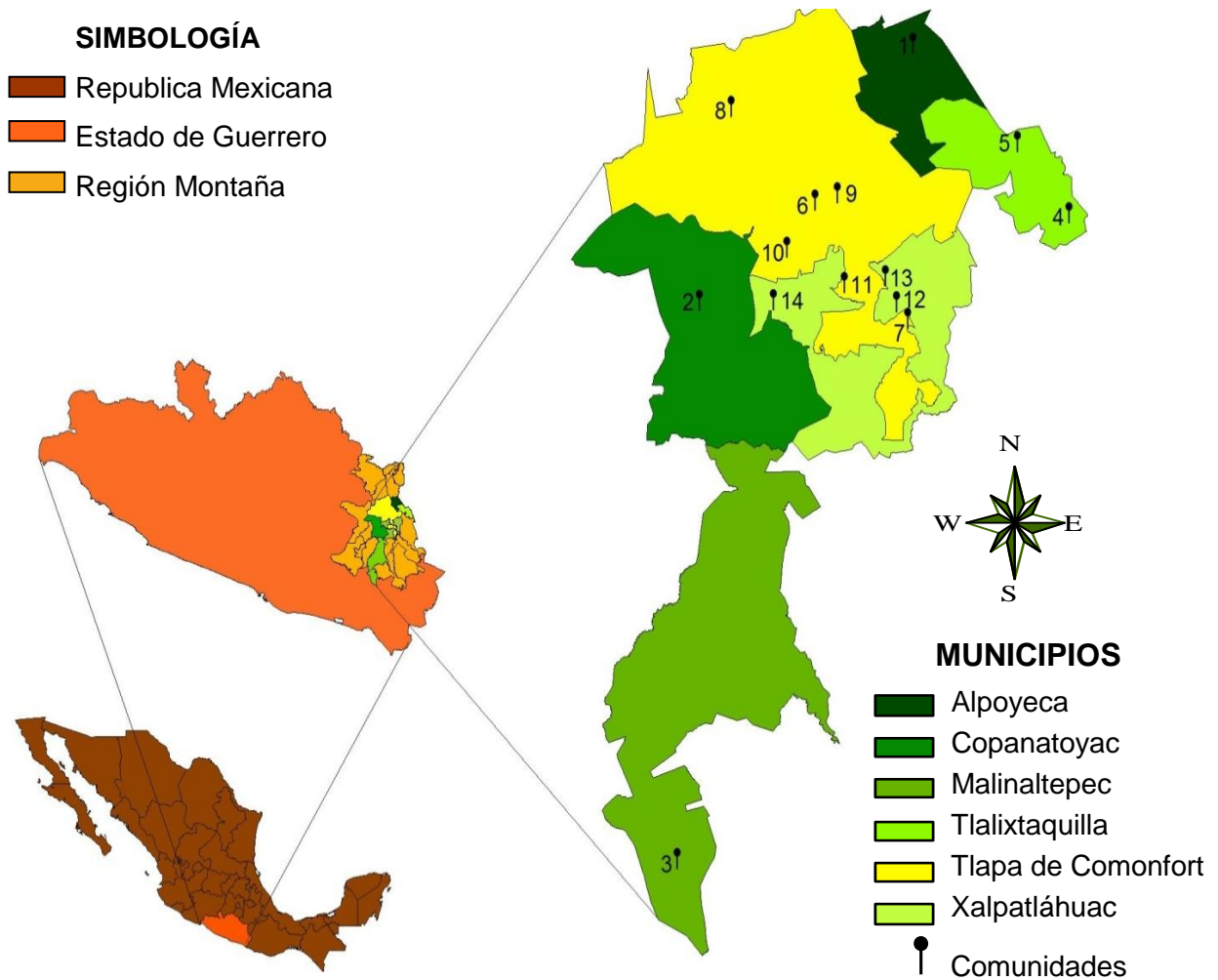


Figura 4. Ubicación geográfica de las comunidades y municipios de la Región Montaña de Guerrero, donde se obtuvieron las variedades de frijol.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de las comunidades donde se colectaron las variedades de frijol.

Municipio	Comunidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
Alpoyeca	1. Alpoyeca	17°40'17"	98°30'37"	0965
Copanatoyac	2. Copanatoyac	17°27'51"	98°42'45"	1377
Malinaltepec	3. Santa Cruz del Rincón	16°59'46"	98°44'07"	0616
Tlalixtaquilla de Maldonado	4. La Luz de Juárez	17°32'06"	98°20'54"	1400
	5. Cerro Grande	17°35'57"	98°24'16"	1432
Tlapa de Comonfort	6. Ahuatepec Ejido	17°32'39"	98°35'54"	1076
	7. Alpoyecancingo	17°26'25"	98°30'20"	1146
	8. Coachimalco	17°37'31"	98°40'53"	1788
	9. Tlapa de Comonfort	17°32'36"	98°34'43"	1080
	10. Tlaquilzingo	17°30'24"	98°37'38"	1178
	11. Xalatzala	17°28'24"	98°34'24"	1679
Xalpatláhuac	12. Igualita	17°27'37"	98°30'59"	1117
	13. Tlayahualco	17°28'49"	98°31'41"	1097
	14. San Nicolás Zoyatlán	17°27'47"	98°38'24"	1344

5.2. Trabajo de campo

Los productores se seleccionaron tomando en cuenta aquellos que producen frijol de mata criollo, a los cuales se les solicitó semillas de sus variedades. Para evitar que las semillas sufrieran daños por gorgojos, fueron tratadas con Graneril₂₁ (Insecticida y acaricida organofosforado, formulado a base de malatión al 5%) y se mantuvieron en un lugar fresco y seco.

Se realizaron 31 colectas de un kilogramo de semilla de frijol durante los meses de enero a mayo del 2011 y se aplicó al productor un cuestionario para recabar información relacionada con los sistemas de siembra utilizados en frijol, modalidad de siembra, destino de la producción y formas de consumo.

5.3. Trabajo de laboratorio

Con las muestras de semillas colectadas se prosiguió a la identificación de las principales características que se describen a continuación, las cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de Calidad de Frijol, ubicado en el Campo Experimental Valle de México, km. 13.5 de la carretera Los Reyes–Texcoco y perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP).

5.3.1. Características morfológicas del grano de frijol

5.3.1.1. Color del grano

Para determinar el color del grano de frijol se utilizó el sistema CIELAB o CIE L* a* y b* (Commission Internationale de l'Eclairage, 2008) empleando un espectrofotómetro CM-5 marca Konica-Minolta con el cual se obtuvieron los valores colorimétricos

(parámetros L^* a^* b^*) de cada muestra de frijol. En donde L^* indica brillantez o luminosidad y sus valores van de 0 (negro) al 100 (blanco); a^* tiene valores positivos (rojo) y negativos (verde); b^* expresa valores positivos (amarillo) y negativos (azul), (Figura 5).

Los parámetros a^* y b^* se utilizan para determinar la intensidad del color o croma (c^*), aplicando la formula (1). El ángulo de matiz o tono (h^*) se determina utilizando los parámetros a^* y b^* y se calcula como se muestra en la formula (2).

1).Croma (C)= $\sqrt{a^2 + b^2}$

2).Tono (h)= $\text{Tan}^{-1} (a/b)$

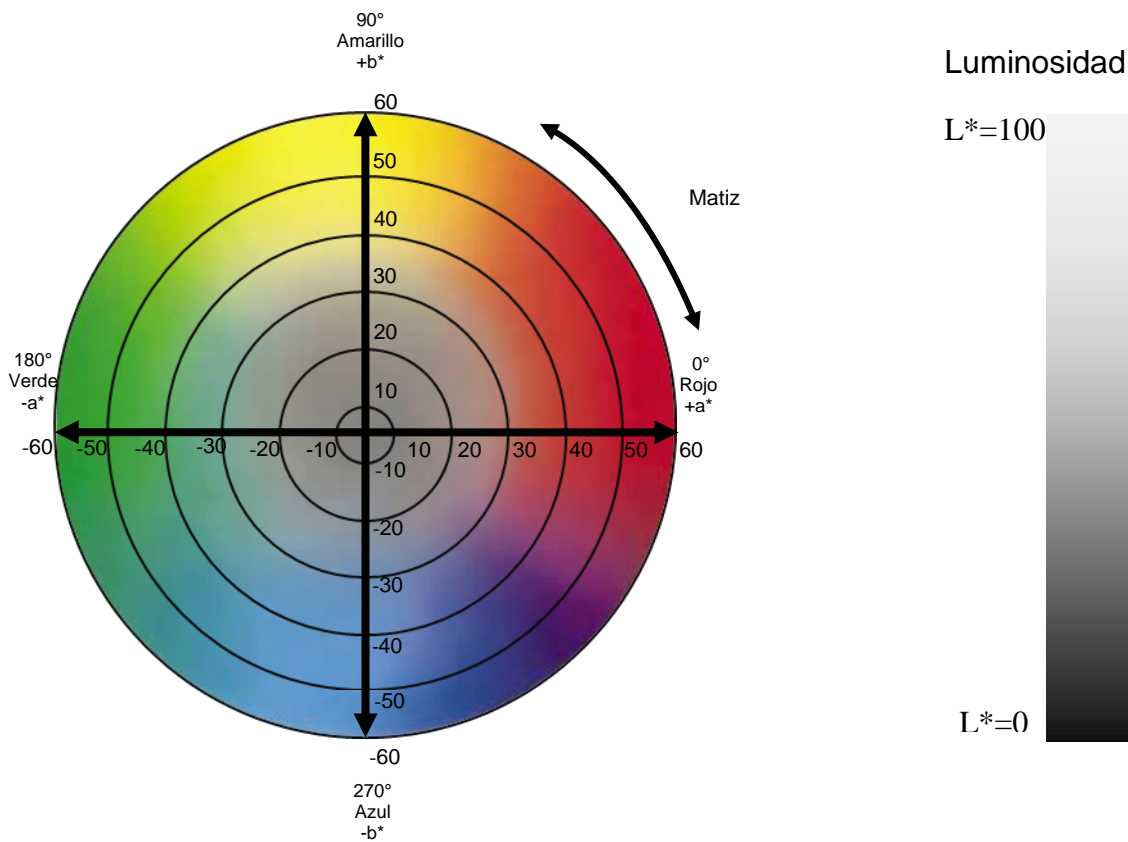


Figura 5. Representación de los parámetros colorimétricos del sistema CIE $L^*a^*b^*$.

5.3.1.2. Forma del grano

Utilizando los patrones de formas descritos por el Internacional Board for Plant Genetic Resources (1982) se describió la forma del grano de frijol (Figura 6).

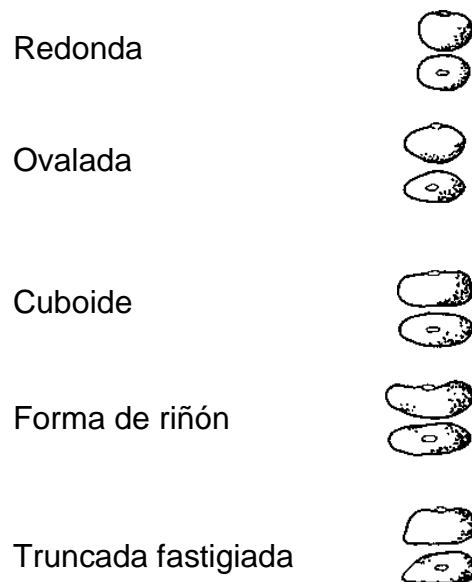


Figura 6. Patrones para describir la forma del grano de frijol.

5.3.1.3. Peso del grano

Se registró el peso de 100 semillas sanas por muestra, utilizando una balanza digital Explorer.

5.3.1.4. Tamaño del grano

Se expresó tomando en cuenta el peso de 100 semillas escogidas al azar, utilizando la escala de tamaños definidos por Schoonhoven y Pastor (1987) presentados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Relación del peso y tamaño de grano de frijol.

Peso	Tamaño
Peso inferior a 25 g.	Pequeño
Entre 25 a 40 g.	Mediano
Peso superior a 40 g.	Grande

5.3.1.5. Dimensiones del grano

Utilizando un Vernier Mitutoyo Digital, se midieron tres dimensiones (largo, ancho y espesor) de 20 semillas sanas por muestra tomadas al azar.

5.3.1.6. Volumen del grano

Se midió utilizando una probeta de vidrio y semilla de colza (*Brassica sp.*), aplicando el método de desplazamiento de la semilla de colza, el cual consistió en colocar 25 semillas de frijol sanas y sin fisuras en el interior de la probeta con 20 ml de colza, se registró como volumen el desplazamiento de la colza por los granos de frijol.

5.3.2. Características culinarias del grano de frijol

5.3.2.1. Capacidad de absorción de agua

Se evaluó por duplicado, tomando al azar 25 granos de frijol sanos y sin fisuras y se pesaron en una balanza digital Explorer para determinar el peso del grano seco. Los granos se colocaron en un vaso y se les agregó agua destilada hasta cubrir aproximadamente tres veces el volumen del grano. Se dejaron en remojo durante 18 h a temperatura ambiente. Después con ayuda de un colador se retiró el excedente de agua y los granos se colocaron sobre papel absorbente. Los granos se pesaron

nuevamente para obtener el peso del grano hidratado. Finalmente se determinó la capacidad de absorción de agua con la fórmula siguiente que expresa en porcentaje de agua absorbida respecto al peso inicial de las semillas.

$$CAA = \frac{(\text{Peso del Grano Hidratado}) - (\text{Peso del Grano Seco})}{(\text{Peso del Grano Seco})} \times 100$$

Se utilizó la clasificación descrita por Guzmán *et al.* (1995) para identificar problemas de testa dura en el grano de frijol (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de los frijoles y dureza de la testa basado en la capacidad de absorción de agua.

Capacidad de absorción de agua (%)	Problemas de testa dura
Mayor de 100	Sin problemas
70 -100	Problema moderado
40 – 69	Problema severo
0 – 39	Problema muy severo

5.3.2.2. Tiempo de cocción del grano

Se determinó por duplicado, dejando en remojo 25 granos de frijol en un periodo de 18 h a temperatura ambiente, después se drenó el agua utilizando un colador y se fue eliminando el exceso de agua con papel absorbente, en una estufa a temperatura de 250 °C., se colocaron vasos de precipitado Berzelius de vidrio con capacidad de 600 ml, se les agregó 300 ml de agua destilada y se pusieron a calentar hasta ebullición, por último se agregaron los frijoles y se registró la hora en que el agua con frijol inició la ebullición. A intervalos de tiempo, varios granos fueron removidos del agua hirviendo para saber mediante una prueba sensorial (oprimiendo un grano de frijol entre el dedo índice y el pulgar) el tiempo de cocción. Reportando como tiempo de cocción cuando el grano adquirió una textura granular suave.

Se utilizó la siguiente clasificación (Cuadro 4) para determinar con el tiempo de cocción que tan duro o suave fue el frijol.

Cuadro 4. Intervalos de tiempos de cocción en frijol.

Tiempo de cocción	Catalogado
Menos de 70 minutos	Suave a la cocción
De 70 a 100 minutos	Cocción intermedia
Más de 100 minutos	Duro a la cocción

5.3.2.3. Contenido de sólidos en el caldo de cocción

Para esta prueba se utilizó el caldo de cocción obtenido en la determinación del tiempo de cocción. En una balanza analítica Mettler Zürich, se obtuvo el peso de los vasos de precipitados con capacidad de 50 ml (W1), después se agregaron 5 ml de caldo de cocción a cada vaso y se pesaron (W2), el siguiente paso fue colocar los vasos con caldo en el horno y se dejaron secar durante 16 horas.

Por último se sacaron los vasos y se dejaron enfriar a temperatura ambiente obteniendo su peso nuevamente (W3). Para determinar el contenido de sólidos de cada muestra, se utilizó la siguiente fórmula y los valores de referencia (Cuadro 5) reportados por Guzmán *et al.* (1995).

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

Cuadro 5. Valores de referencia para determinar el espesor del caldo de frijol.

Valores de referencia	
Caldo ralo	Menos de 0.25% de sólidos
Caldo intermedio	De 0.26% a 0.35% de sólidos
Caldo espeso	Más de 0.36% de sólidos

5.3.2.4. Color del grano cocido

Para determinar el color de grano cocido de frijol se utilizó la escala de colores del sistema CIELAB o CIE $L^* a^* y b^*$ (Commission Internationale de l'Eclairage, 2008) empleando un espectrofotómetro de reflectancia CM-5 marca Konica-Minolta, con el cual se obtuvieron los valores colorimétricos (parámetros $L^* a^* b^*$) de cada muestra de frijol, previamente descritos en el apartado **5.3.1.1. Color del grano.**

5.3.3. Determinación del contenido de taninos

Para llevar a cabo la extracción de taninos se realizó por duplicado lo siguiente: se agregaron 200 mg de muestra de frijol molido a tubos de cultivo de 15 ml con tapa, a cada muestra se le agregaron 10 ml de solución de ácido clorhídrico (1%) en metanol y se agitaron durante 20 minutos.

Se prosiguió a centrifugar las muestras a 3000 rpm durante 15 minutos, después se tomaron dos alícuotas de un ml de sobrenadante de cada muestra las cuales se colocaron en tubos de ensayo y se les agregaron 4 ml del agente cromogénico (Solución de ácido clorhídrico (HCl) al 8% en metanol y solución vainillina 4% en metanol), se agregó un tubo el cual contenía 10 ml de solución de ácido clorhídrico (1%) en metanol y 4 ml de agente cromogénico al que se denominó blanco. Posteriormente los tubos se colocaron a baño maría a 30 °C por 20 minutos. Una vez hecho esto, se transfirió el contenido a celdas de cuarzo para determinar su absorbancia a 500 nm en el espectrofotómetro CM-5 Konica-Minolta.

Mediante la interpolación de los resultados de absorbancia a una curva de calibración estándar de catequina en metanol, se obtuvo el contenido de taninos y se expresaron como mg equivalentes de catequina/100 g de muestra (Meq de catequina/100g).

5.3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la descripción de los caracteres morfológicos, calidad culinaria y contenido de taninos del grano de frijol, se analizaron estadísticamente con medidas de tendencia central utilizando el programa de Microsoft Office, Excel 2007. En el caso del color del grano seco y cocido se aplicó un análisis de varianza realizado con el paquete estadístico SAS (2002).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Características del cultivo de frijol

6.1.1. Sistemas de siembra del cultivo

Debido a que la colecta realizada fue enfocada solamente al cultivo de frijol de mata, encontramos dos sistemas de siembra: 1) el Intercalado con maíz y 2) en monocultivo. Es importante mencionar que el 63% de los productores entrevistados se concentran en el sistema monocultivo y solo un 37% en el sistema intercalado con maíz (Figura 7). Esto significa que la mayoría de los productores prefieren la siembra en monocultivo probablemente por las facilidades que tiene para realizar las labores de cultivo.

Se reporta en algunas comunidades, que el frijol de mata sembrado en monocultivo es de 57.9% y bajo el sistema compuesto llegar a ser de 42.1% (Rosendo, 2011), dichas cifras no distan tanto de lo reportado en el presente trabajo. El sistema monocultivo facilita las labores de cultivo, principalmente en la cosecha, razones atribuibles a su mayor frecuencia en relación al sistema intercalado. A pesar de que la siembra de frijol en monocultivo es mayor que la siembra intercalada, dicho sistema se mantiene, lo cual se refleja en la frecuencia significativa del sistema.

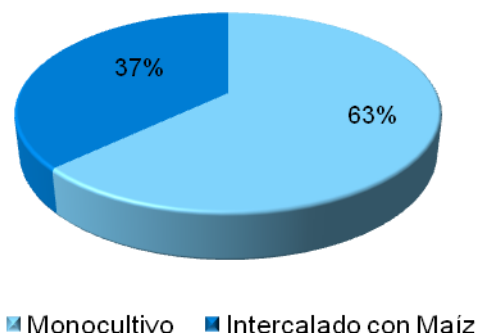


Figura 7. Sistemas de siembra practicados en frijol de mata.

6.1.2. Modalidad de siembra del cultivo

Existen dos modalidades de siembra del cultivo de frijol de mata: la primera es la que se programa con el tiempo de lluvias (temporal) para que el cultivo aproveche la precipitación de agua y la segunda es donde se utiliza el agua de los ríos cercanos a través de la construcción de zanjas o canales para regar el cultivo (riego).

El 55% de los productores de frijol siembran en tierras de temporal entre los meses de junio-julio y el 45% siembra en riego a partir del mes de noviembre a febrero (Figura 8), periodos de siembra reportados también por Rosendo (2011), aunque este autor señala también siembras bajo riego en mayo.

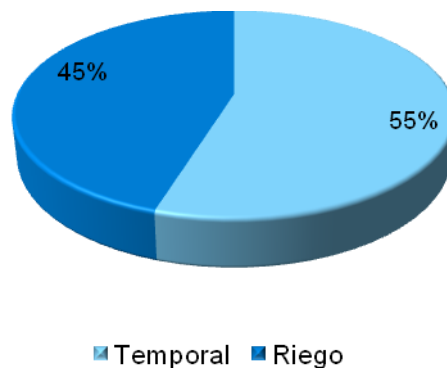


Figura 8. Modalidad de siembra del cultivo de frijol de mata definidos en la Región Montaña de Guerrero.

6.1.3. Destino de la producción de frijol

El 100% de los productores utilizan el frijol que producen para el autoconsumo y para la venta local, regional y a través de los intermediarios. El 44% de los productores tienen como punto de venta el mercado regional, otro 35% de los productores solo vende en la localidad, el 17% vende su producto en el mercado regional y local y un 4% a través de los intermediarios (Figura 9).

La producción de maíz y frijol, tiene la característica de que, además de estar sus productos orientados al mercado, una proporción significativa de los productores que se dedica a su cultivo lo hace con el propósito de atender sus necesidades alimentarias básicas (Hernández, 2006).

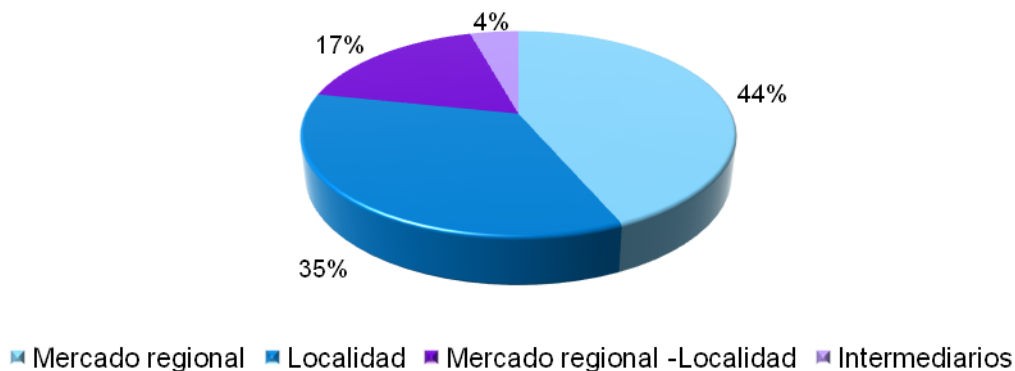


Figura 9. Destino de la producción del frijol de mata producido en la Región Montaña de Guerrero.

6.1.4. Formas de consumo del frijol

Existen diferentes formas de preparar y consumir el frijol, el 68% de la población los consumen hervidos y fritos, el 23% en chile ajo, un 3% los prefieren hervidos, fritos y molidos, otro 3% los consumen molidos, martajados o fritos y por ultimo un 3% los prefieren consumir hervidos y en ejote (Figura 10a y 10b).

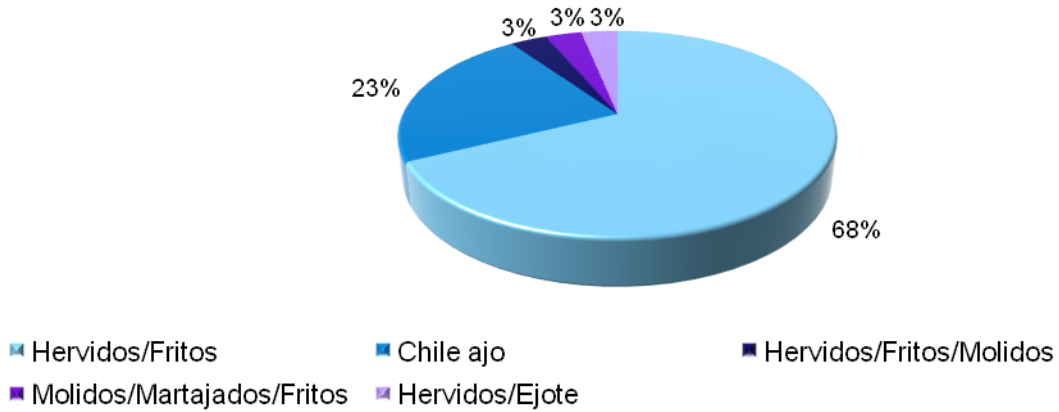


Figura 10a. Diferentes platillos preparados a base de frijol.

Es probable que el consumo de frijoles hervidos y fritos sea por la facilidad de la preparación y su agrado al paladar. En el caso del chile ajo es derivado de la variedad de frijol blanco o chivito, lo cual puede considerarse un uso especial de la variedad. Este platillo ha sido reportado en la comunidad de Tlatzala, Guerrero por Solano (2008) como un guisado típico regional. Las recetas para la preparación de los platillos más frecuentes se presentan en los anexos 1 y 2.



Frijoles hervidos



Frijoles fritos



Frijoles molidos



Frijoles martajados



Frijoles en chile ajo

Figura 10b. Principales platillos preparados con frijol en la Región de la Montaña de Guerrero.

6.1.5. Meses de siembra relacionados con el color de grano

En primer lugar encontramos que es en el mes de julio donde se cultiva una gran diversidad de colores de semilla de frijol, así, el frijol negro se siembra en un 25% al igual que el blanco, lila y rojo (25%), siguiendo los meses de junio y noviembre de acuerdo a la variedad de colores de frijol (Figura 11).

El frijol negro es sembrado en todas las fechas de siembra que los productores tienen definidas, seguido del color blanco. Esto se debe a la preferencia por el autoconsumo, el mercado y la modalidad de siembra del cultivo. Aunado a ello, la predominancia del frijol color negro puede aprovecharse para obtener una variedad con características que demanden los productores de frijol en la Región de la Montaña.

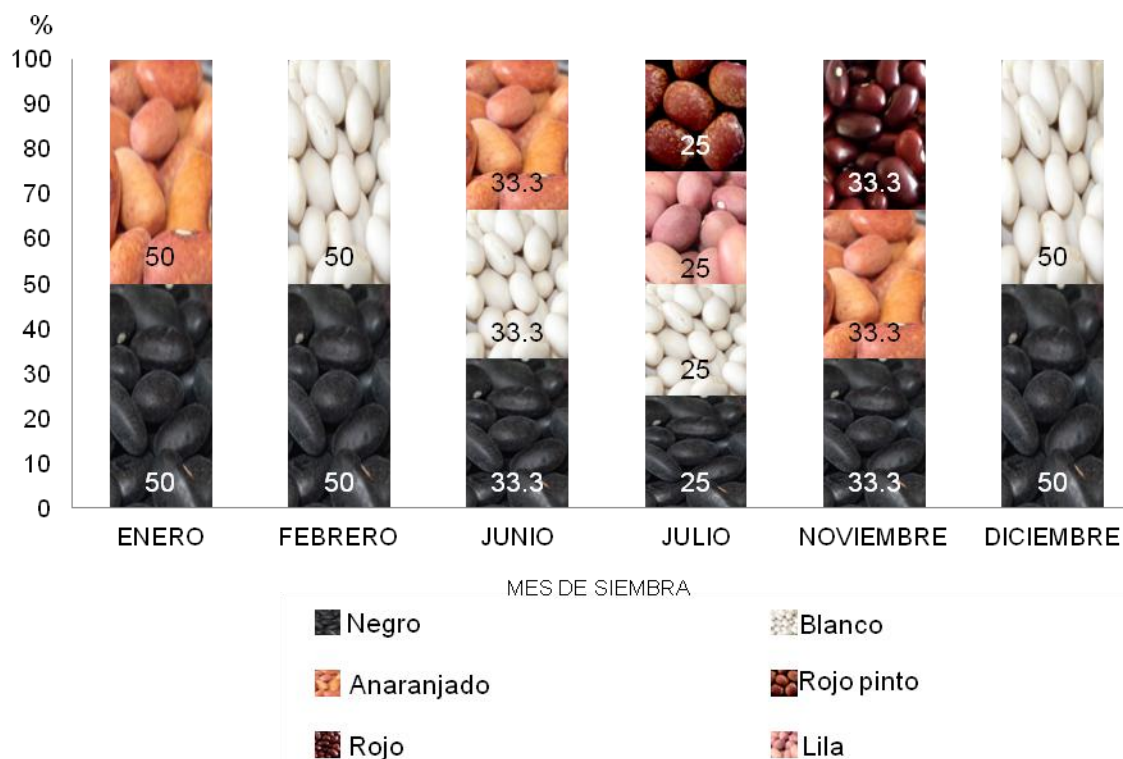


Figura 11. Meses de siembra de los colores de grano de frijol.

6.3. Características morfológicas del grano de frijol

6.3.1. Color del grano

El color de grano de las variedades de frijol presentó diferencias significativas. La variación en brillantez de los granos estuvo en el rango de 18.15 hasta 77.26. En el parámetro colorimétrico a^* que muestra los colores de verde a rojo se encontró diferencias estadísticas significativas, donde más del 50% de frijoles se ubicaron en el eje negativo. Respecto al parámetro colorimétrico b^* las variedades también mostraron diferencias significativas en un rango de valores desde -1.5 hasta 16.2 (Cuadro 6). Más del 50% de variedades tendieron a valores negativos que significa tendencia al color azul.

El croma de los granos presentó diferencias estadísticas significativas lo cual arrojó colores intensos y ligeros. En el caso del tono de colores en el grano se tienen diferencias estadísticas con rangos de ángulo entre 13.6 y 85.2.

De esta forma los colores encontrados en los granos de frijol de mata fueron negros (54%), blancos (22%), anaranjados (12%), rojos (6%) y lila (3%) de baja intensidad (Figura 12).

De acuerdo con Solano *et al.* (2009) en la comunidad de Tlatzala, Guerrero, se encontró cinco colores de frijoles sin diferenciar el tipo de crecimiento de la especie, estos fueron negros, rojos, blancos, rayados y barrocos. Esta gama de colores coincide con los colores registrados en la presente investigación. En el caso del color barroco podría ser el denominado color naranja, la diferencia en la nominación puede atribuirse a la metodología utilizada para indicar el color del grano. Estos mismos autores reportan frijoles de color negro como los más frecuentes, tendencia similar se observa en los frijoles de mata al presentar la mayoría luminosidad baja o poca brillantes.

Cuadro 6. Propiedades colorimétricas de la semilla perteneciente a distintas variedades de frijol de mata.

V	L*	a*	b*	c*	h°
V22	77.2667 a	0.7833 g	9.3467 ef	9.3767 ij	85.203 a
V24	77.0333 a	1.1533 fg	10.7933 de	10.8533 hi	83.897 a
V4	76.7133 a	1.3000 fg	11.5900 cd	11.6567 h	83.600 a
V1	76.2767 ba	1.4300 fg	12.1800 bcd	12.2600 h	83.300 a
V27	75.8300 ba	0.9800 fg	9.2300 f	9.2767 j	83.937 a
V30	75.3600 b	1.8367 fe	13.6833 b	13.8033 g	82.350 a
V16	71.4167 c	2.3500 e	15.8700 a	16.0367 ef	81.573 a
V5	46.6800 d	14.3967 c	11.7867 cd	18.6100 d	39.270 ij
V6	42.8900 e	12.6467 d	7.8833 f	14.9033 fg	31.907 k
V2	41.0833 f	16.7767 b	15.3067 a	22.7167 b	42.277 i
V11	39.1133 g	19.8033 a	16.2267 a	25.6000 a	39.317 ij
V10	37.7167 g	14.8733 c	8.7000 f	17.2333 de	30.250 k
V29	35.5200 h	16.5233 b	12.4100 cb	20.6600 c	36.887 j
V18	26.5600 i	13.4300 d	3.3067 g	13.8400 g	13.627 l
V3	25.8467 i	-1.2100 h	-2.4167 hi	2.7000 klm	63.403 b
V12	25.4967 i	-1.4033 h	-1.5167 h	2.0633 m	47.140 h
V7	25.2400 i	-1.3700 h	-2.1267 hi	2.5233 klm	57.213 fg
V31	23.5800 j	-1.2333 h	-2.7100 hi	2.9767 klm	65.610 b
V19	23.2267 jk	-1.5133 h	-2.2500 hi	2.7067 klm	56.053 g
V8	22.5633 jkl	-1.2467 h	-2.3667 hi	2.6667 klm	62.223 bcde
V13	21.7267 klm	-1.3700 h	-2.6933 hi	3.0167 klm	63.060 bcd
V20	21.0433 lmn	-1.6433 h	-2.7167 hi	3.1700 klm	58.830 cdefg
V17	20.9200 lmn	-1.5567 h	-2.4600 hi	2.9067 klm	57.673 fg
V15	20.3767 mno	-1.5133 h	-2.5000 hi	2.9167 klm	58.810 defg
V21	20.0867 mno	-1.2367 h	-1.9867 hi	2.3333 lm	57.910 efg
V25	19.7500 nop	-1.7567 h	-3.4667 i	3.8833 k	63.140 bcd
V28	19.6867 nop	-1.4200 h	-2.8300 hi	3.1633 klm	63.347 bc
V14	19.5667 nop	-1.5367 h	-3.0733 i	3.4333 klm	63.433 b
V23	19.1667 nop	-1.7467 h	-2.8300 hi	3.3200 klm	58.317 efg
V9	18.7567 op	-1.8133 h	-2.8700 hi	3.3900 klm	57.703 fg
V26	18.1500 p	-1.7700 h	-3.2733 i	3.7133 kl	61.590 bcdef

V= Variedad, L* = Luminosidad, a*= Valores positivos (rojo) y negativos (verde), b*= Valores positivos (amarillo) y negativos (azul), c*= Intensidad del color, h°= Tono



V26



V22



V2



V18



V5



V6

Figura 12. Colores del grano de frijol de mata registrados en la Región Montaña de Guerrero.

6.3.2. Forma del grano

Los cultivares de frijol criollo de mata presentaron diversidad significativa de formas, se encontraron cinco formas diferentes de la semilla, predominando la ovalada con un 68%, seguida por las formas cuboide y cuboide-arriñonada ambas con un 13% de frecuencia, la forma arriñonada y arriñonada-ovalada presentaron el mismo porcentaje de 3 % de frecuencia (Figura 13).

En comparación con las formas registradas en el trabajo realizado en la comunidad de Tlatzala, Guerrero (Solano, 2008) resultó con más frecuencia la forma arriñonada (40%) y entre las menos frecuentes están la elíptica y ovalada con el 10 y 5% respectivamente. Estas diferencias se podrían atribuir a que en este trabajo se colectaron frijoles de todos los tipos de crecimiento y en el presente trabajo solamente se colectaron frijoles de mata. En el estado de Puebla se ha reportado también la forma ovoide de la semilla entre las más frecuentes (Díaz-Ruiz *et al.*, 2008). Las diferentes formas de la semilla pueden variar su frecuencia de acuerdo a la región, así, en el oriente del estado de México abunda la forma truncada (Castillo *et al.*, 2006), en la península Ibérica predomina la forma arriñonada (Rodiño *et al.*, 2003) y en Netherlands la forma ovalada (Zeven *et al.*, 1999).

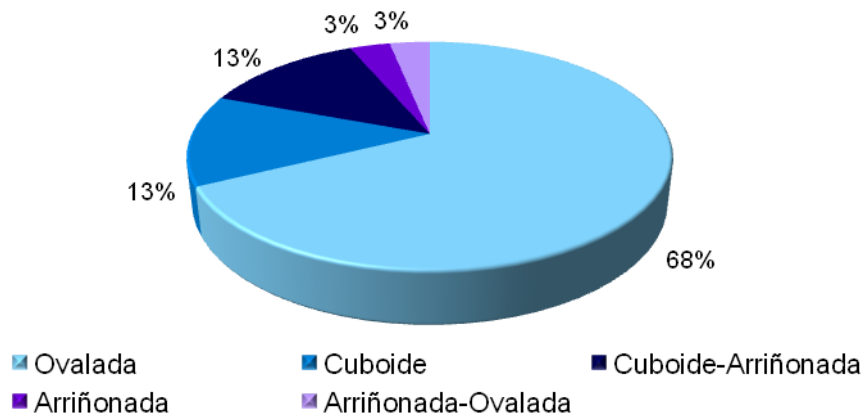


Figura 13. Formas del grano de frijol de mata cultivados en la Región Montaña de Guerrero.

6.3.3. Peso y tamaño del grano

En lo que corresponde al peso de la semilla, el peso menor fue para el frijol color negro cultivado en la comunidad de Coachimalco y el peso máximo fue para el frijol color lila cultivado en la comunidad de La luz de Juárez (Cuadro 8). El peso promedio de la semilla fue igual a 19.3 g. Este peso fue inferior (27.15 g) al encontrado por Solano *et al.* (2009) en Tlatzala, Guerrero. De igual manera en el estado de Hidalgo se registraron pesos promedios superiores a los reportados por los autores mencionados (Muñoz *et al.*, 2009).

De acuerdo a la escala de tamaños, se encontraron dos tipos: pequeño y mediano. El tamaño predominante de la semilla de frijol fue el pequeño (94%) y en menor proporción el tamaño mediano (6%). En el caso de la comunidad de Tlatzala (Solano *et al.*, 2009) se encontraron de igual forma los tamaños mediano y pequeño, sin embargo ambos fueron en la misma proporción. La causa principal es el tipo de frijol estudiado en el presente trabajo.

En el estado de Puebla se reportan los tres tamaños donde el más frecuente es el tamaño mediano (Díaz-Ruiz *et al.*, 2008) hecho opuesto a lo encontrado en la Montaña de Guerrero. El tamaño de la semilla puede influir en la emergencia de la semilla combinada con los factores de profundidad de siembra, temperatura y humedad del suelo, dichos factores han sido influyentes en la prolongación del tiempo de la emergencia en garbanzo (Soltani *et al.*, 2006).

Cuadro 7. Peso de 100 granos y tamaño de grano de frijol de mata encontrados en variedades cultivadas en la Región de la Montaña de Guerrero.

Valores	Peso de 100 granos (g)	Tamaños	Comunidad
Valor mínimo	14.1	Pequeño	Coachimalco
Promedio	19.3	-	-
Valor máximo	37.4	Mediano	La Luz de Juárez

6.3.4. Dimensiones del grano

En el Cuadro 8 se presenta el promedio de las dimensiones del grano y de acuerdo a estos resultados en la dimensión de longitud, se encontró un valor mínimo de 7.76 mm que corresponde a una variedad de frijol color blanco (V30), producido en la comunidad de Coachimalco, la longitud máxima registrada fue de 11.32 mm correspondiendo al frijol anaranjado (V29), el cual es producido en la comunidad de Tlaquilzingo. En promedio la longitud fue de 9.40 mm.

En comparación con las dimensiones registradas en el trabajo realizado en la comunidad de Tlatzala, Guerrero (Solano, 2008) se reportan dimensiones de longitud que van en un rango de 8.50 hasta 15.05 mm y un promedio de 10.8 mm. La menor longitud se registró en la variedad Blanco Enano o Chivito y la máxima en la variedad Negro Ribereño. Es probable que las mayores longitudes se deban a que se tuvieron colectas de frijoles tipo IV que tienden a ser más grandes que los frijoles de mata.

En la dimensión de ancho de grano se encontró un valor mínimo de 5.43 mm y corresponde a la variedad de frijol color anaranjado (V2), producido en la comunidad de Coachimalco y el ancho máximo fue de 8.13 mm que corresponde a la variedad de frijol color rojo pinto (V5), el cual es producido en la comunidad de La Luz de Juárez. Se encontró un promedio en ancho de grano igual a 6.08 mm (Cuadro 8).

En comparación por lo encontrado por Solano (2008) el ancho del grano varió de 5.40 hasta 7.30 mm, obteniendo en promedio 6.27 mm. El ancho mínimo fue obtenido en las variedades denominadas Rojito y Rojito Enano-1 y el grano más ancho correspondió a la variedad Negro Ribereño. La semilla de este frijol es grande, sobresale en longitud y ancho.

Cuadro 8. Dimensiones del grano de frijol registradas en las variedades colectadas en la Región Montaña de Guerrero.

		Dimensiones (mm)		
Variedad	Comunidad	Largo	Ancho	Espesor
V1	Zoyatlan	8.07	5.86	4.93
V2	Coachimalco	10.22	5.43	4.33
V3	Ahuatepec Ejido	8.74	6.19	4.14
V4	La Luz de Juárez	8.20	5.67	4.65
V5	La Luz de Juárez	11.27	8.13	5.98
V6	La Luz de Juárez	11.05	7.67	6.36
V7	Xalatzala	10.14	6.49	4.76
V8	Cerro Grande	8.84	6.18	4.66
V9	Cerro Grande	8.57	6.00	4.56
V10	Copanatoyac	10.92	5.86	4.87
V11	Copanatoyac	10.37	5.93	4.72
V12	Igualita	9.71	5.80	4.13
V13	Tlapa de Comonfort	8.82	5.48	4.18
V14	Ahuatepec Ejido	9.55	5.80	4.14
V15	Ahuatepec Ejido	9.98	5.94	4.77
V16	Alpoyeca	8.59	5.85	4.94
V17	Santa Cruz del Rincón	9.96	5.95	4.03
V18	Santa Cruz del Rincón	9.94	5.62	4.70
V19	Alpoyecancingo	9.57	6.04	4.40
V20	Tlayahualco	9.75	5.99	4.57
V21	Tlayahualco	8.97	5.93	4.33
V22	Tlayahualco	8.11	6.01	5.06
V23	Xalatzala	9.49	6.27	4.46
V24	Xalatzala	8.61	5.98	5.14
V25	Luz de Juárez	8.31	6.25	5.11
V26	Tlaquilzingo	9.18	6.15	4.60
V27	Tlaquilzingo	8.29	6.11	5.20
V28	Tlaquilzingo	10.42	6.38	4.87
V29	Tlaquilzingo	11.32	6.19	5.20
V30	Coachimalco	7.76	5.53	4.51
V31	Coachimalco	8.71	5.96	3.90
Promedio		9.40	6.08	4.72
Valor mínimo		7.76	5.43	3.90
Valor máximo		11.32	8.13	6.36

En la dimensión de espesor del grano se encontró un valor mínimo de 3.90 mm y corresponde a la variedad de frijol color negro (V31), producido en la comunidad de Coachimalco, el espesor máximo fue de 6.36 mm y corresponde a la variedad de frijol color lila (V6), el cual es producido en la comunidad de La Luz de Juárez. Se encontró un promedio en espesor de 4.72 mm (Cuadro 8). Estos valores fueron menores en comparación a los reportados por Solano (2008) donde, el espesor del grano fluctuó entre 4.55 y 6.40 mm, con un promedio igual a 5.22 mm. El grano de menor espesor se encontró en las variedades Rojito y Rojito Mediano, la de mayor espesor fue la variedad Barroso de guía. Las mayores y menores dimensiones presentadas en diferentes frijoles muestra la variabilidad del germoplasma de la especie en la comunidad junto con la preferencia que tienen los productores por los granos, los cuales han mantenido durante años.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las tres dimensiones (largo, ancho y espesor) se observó que las variedades V5, V6 y V29 son las que presentan granos de frijol de mayor tamaño en comparación con el resto de las demás semillas.

6.3.5. Volumen del grano

El volumen fluctuó desde 12 hasta 36 ml con un promedio de 19.3 ml. El volumen mínimo correspondió a dos variedades de frijol color blanco, cultivados en las comunidades de Zoyatlan y La Luz de Juárez, el volumen máximo correspondió a la variedad de frijol color lila, la cual se cultiva en la comunidad de La Luz de Juárez.

En el estado de Puebla, Méx., se encontró con mayor frecuencia un volumen intermedio de 25 a 45 ml (Díaz-Ruiz *et. al.*, 2008). Los volúmenes reportados por Solano (2009) en la comunidad de Tlatzala, Gro., fueron similares. De igual forma el menor volumen fue registrado en un frijol blanco denominado chivito, el cual es utilizado para realizar el platillo “chile ajo” consumido en la Región Montaña. En

relación a los frijoles colectados en Hidalgo, Méx., se obtuvo un volumen mínimo similar, sin embargo el volumen máximo es mayor (Muñoz *et. al.*, 2009).

6.4. Características culinarias del grano de frijol

6.4.1. Capacidad de absorción de agua

El porcentaje máximo de capacidad de absorción de agua fue de 127.6% correspondiendo a la V11, lo cual indica que no presenta problemas de testa dura y corresponde al frijol producido en la comunidad de Copanatoyac. El porcentaje menor de capacidad de absorción de agua fue de 16.08% correspondiendo a la V15, presentando problemas de testa dura muy severos y es cultivado en la comunidad de Ahuatepec, su coloración es de testa oscura (Figura 14). En promedio la capacidad de absorción de agua en los frijoles fue igual a 97.52%.

En el estado de Hidalgo se han reportado frijoles duros en un porcentaje bajo (14%) (Muñoz *et al.*, 2009) sin embargo, mayor al encontrado en la Región de la Montaña de Guerrero.

El 67.7% de frijoles no presentó problemas de absorción de agua. Esta característica podría estar relacionada con un tiempo corto para la cocción y a que se ha realizado una selección por los productores que valoran una rápida cocción debido a que es el platillo con más frecuencia en la región. Con problemas moderados de absorción de agua se estimó el 19.3%, sin embargo un porcentaje bajo representaron los frijoles con problemas severos y muy severos de “testa dura” equivalente al 6.4% para ambos tipos de frijoles (Figura 15).

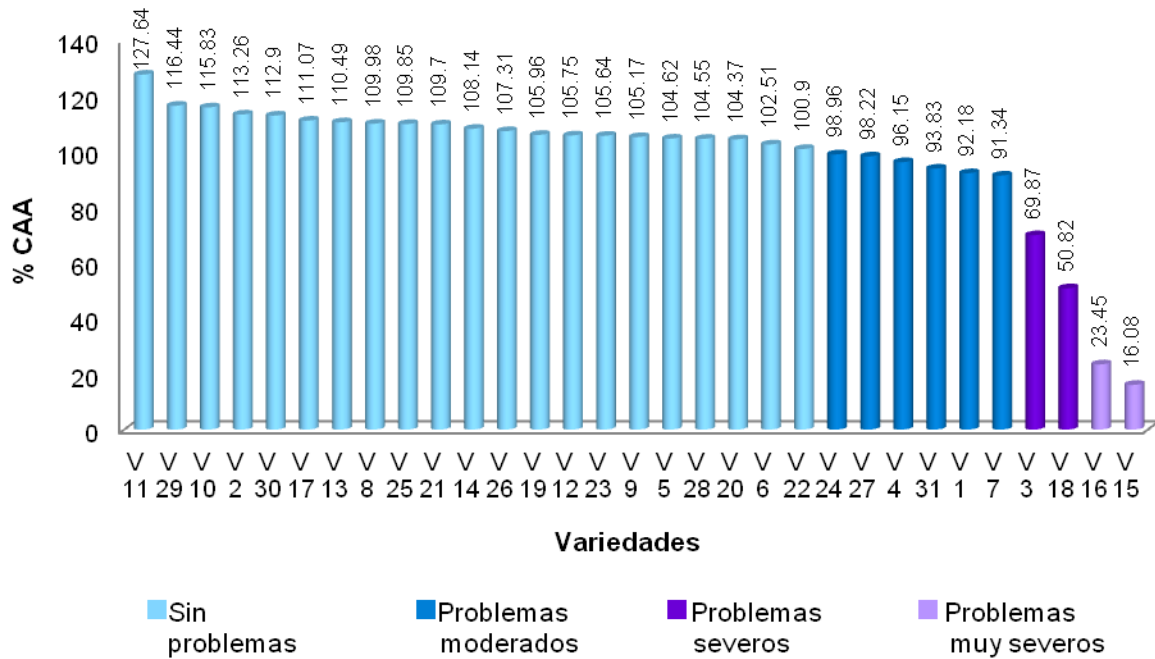


Figura 14. Porcentaje de la capacidad de absorción de agua de las variedades de frijol de mata colectadas en la Región Montaña de Guerrero.

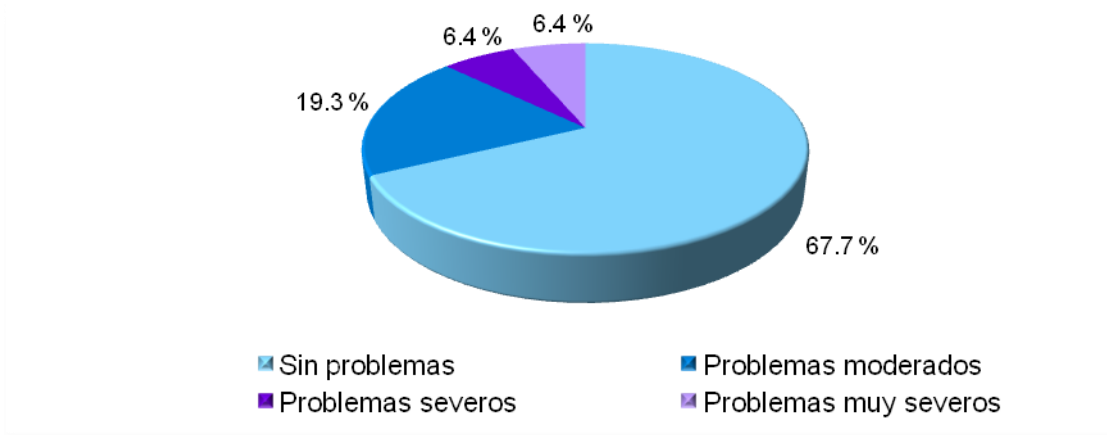


Figura 15. Porcentaje de los frijoles de mata sin problemas y con problemas de absorción de agua.

6.4.2. Tiempo de cocción del grano

El tiempo de cocción constituye uno de los parámetros de calidad más importantes en el grano de frijol (Pérez *et al.*, 2002) con la tendencia a tener frijoles con el menor tiempo en cocimiento.

En los frijoles bajo estudio se encontró como menor tiempo de cocción 40 minutos, correspondiendo a la variedad 27, el cual es producido en la comunidad de Tlaquilzingo y muestra una coloración de grano blanco. El mayor tiempo de cocción fue para la variedad 18, con 133 minutos producido en la comunidad de Santa Cruz del Rincón y muestra una coloración de grano rojo. (Figura 16).

Ramírez-Pérez *et al.*, (2012) encontraron un frijol castaño con 141 minutos requeridos para su cocimiento, asimismo el tiempo mínimo para cocimiento de frijol que determinaron fue de 50 minutos, 10 minutos más que el reportado para la variedad 27 colectada en la comunidad de Tlaquilzingo de la Región Montaña de Guerrero. En promedio los frijoles presentaron un tiempo de cocción igual a 68 minutos.

En total el 64% de los frijoles presentaron suavidad a la cocción, el 26% cocción intermedia y el 10% dureza a la cocción (Figura 17).

Para disminuir el tiempo de cocción en las leguminosas se utilizan estrategias prácticas como la eliminación de la testa o descascarillado, con esta misma técnica se reduce también el contenido de taninos y se incrementa la digestibilidad de las proteínas (Deshpande *et al.*, 1982). El descascarillado también ha sido utilizado en garbanzo como parte de las alternativas tecnológicas de mejoramiento de la calidad nutricional (Reyes *et al.*, 2002).

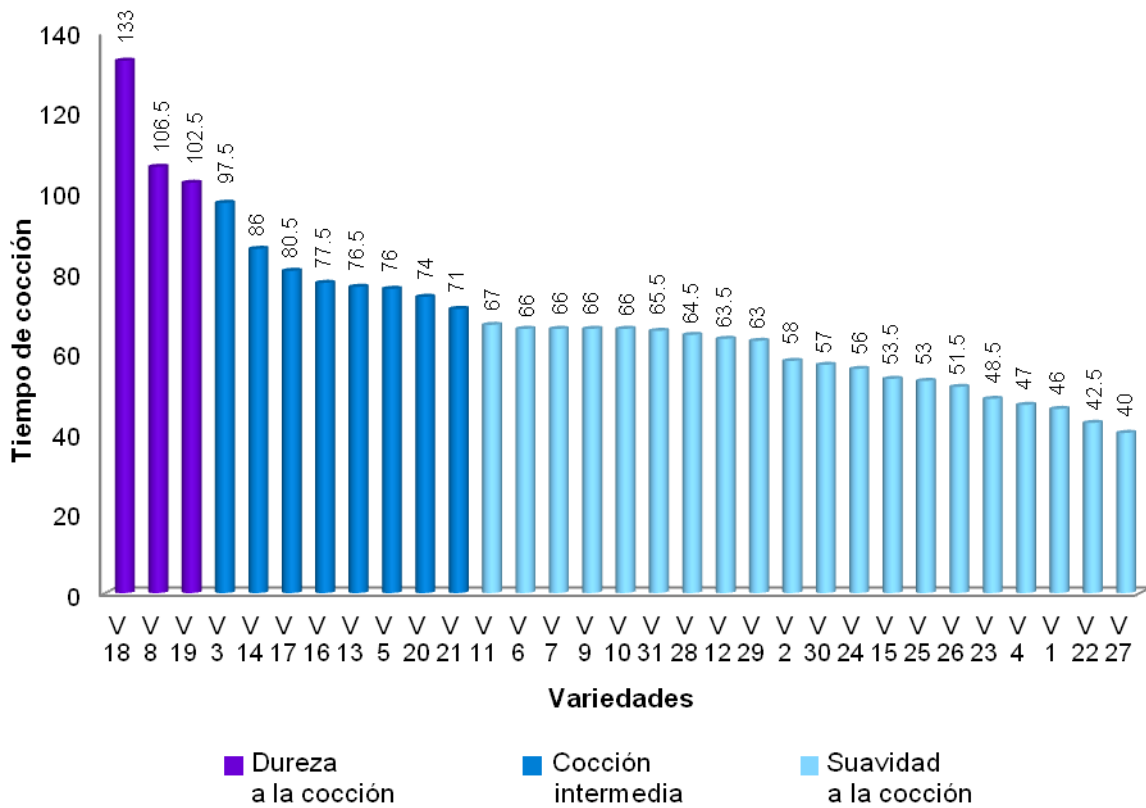


Figura 16. Tiempo de cocción de las variedades de frijol expresado en minutos.

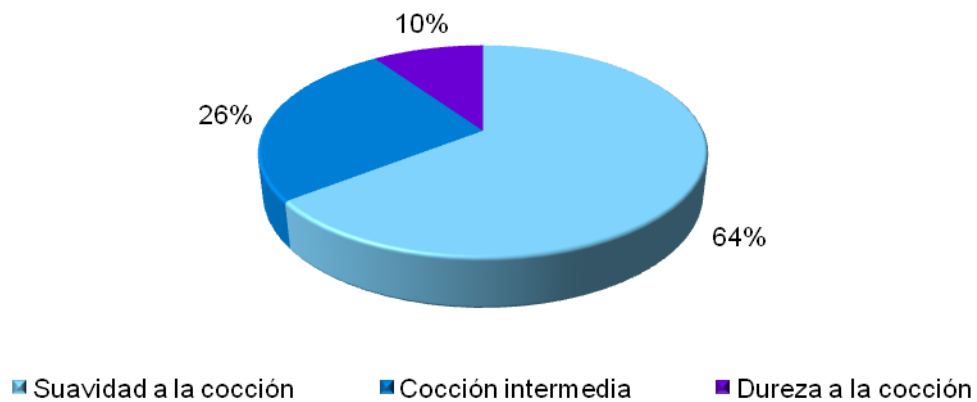


Figura 17. Porcentaje de frijoles que presentan suavidad a la cocción, cocción intermedia y dureza a la cocción.

6.4.3. Contenido de sólidos en el caldo de cocción

El porcentaje menor de sólidos presentes en el caldo de cocción fue de 0.10% y corresponde al frijol color blanco producido en la comunidad de Tlayahualco y el mayor porcentaje fue de 0.46% y corresponde a los frijoles de color rojo pinto y lila los cuales son producidos en la comunidad de La Luz de Juárez. En promedio los frijoles presentaron 0.28% de contenido de sólidos (Figura 18).

Solano (2009) en la comunidad de Tlatzala, Guerrero también reporto los menores contenidos de sólidos en el caldo de frijoles blancos, con menor cantidad (0.06 y 0.08%) al reportado en los frijoles del presente trabajo.

El caldo ralo a intermedio es preferido por los habitantes de las comunidades donde se colectaron los frijoles. Sin embargo hay variedades con alto contenido de sólidos en el caldo. Este hecho contribuye a la diversidad de platillos preparados en la región aunque con la tendencia a consumirlos hervidos.

Los frijoles que presentaron en promedio 0.19% de contenido de sólidos (caldo ralo) y color de grano blanco son preferidos por los consumidores para preparar el platillo denominado chile ajo, debido a que en esta forma de preparación los frijoles adquieren una apariencia agradable mejorando así la consistencia del caldo, el color, sabor, olor y es más apetecible para el consumidor. Por otra parte los frijoles que presentaron en promedio 0.28% y 0.32% de contenido de sólidos (caldo intermedio) y color de grano negro, anaranjado y rojo son preferidos para preparar platillos de frijoles hervidos, fritos, molidos, martajados y consumidos en ejote cuando la vaina aún no madura. En cambio los frijoles que presentaron en promedio 0.46% de contenido de sólidos (caldo espeso) de color de grano rojo pinto y lila son preferidos para preparar platillos de frijoles hervidos y fritos.

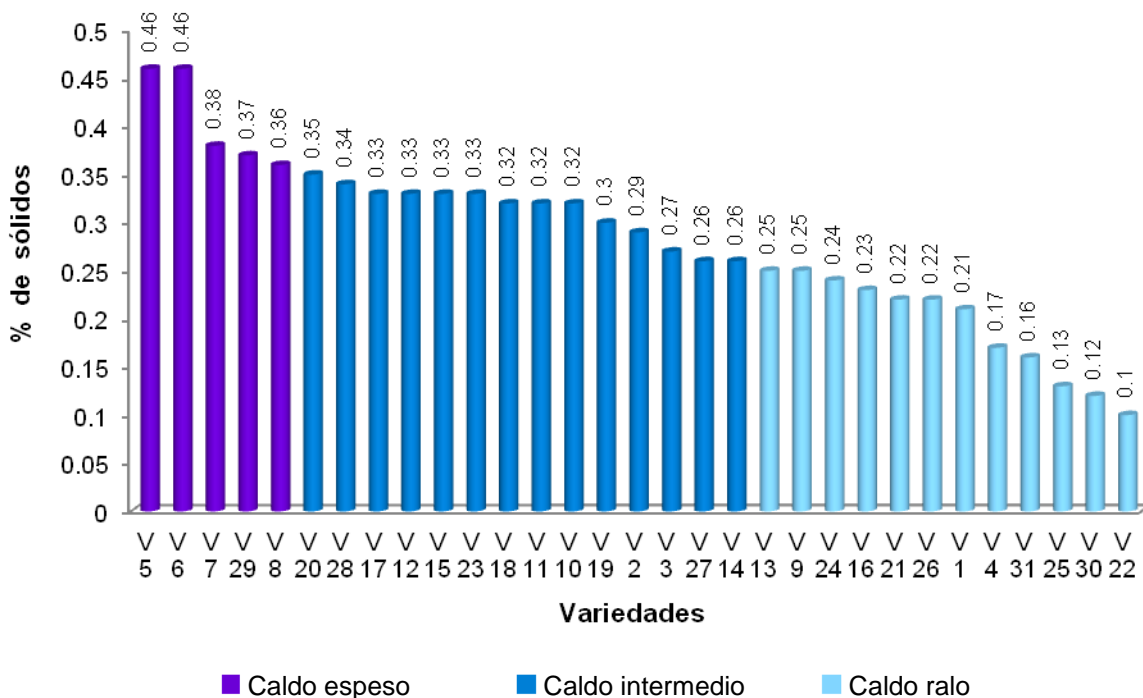


Figura 18. Contenido de sólidos en el caldo de cocción de las variedades de frijol de mata.

De acuerdo a los valores de referencia (Cuadro 5) reportados por Guzmán *et al.* (1995) los promedios obtenidos del contenido de sólidos por grupos de color, son los siguientes: el grupo de frijoles de color blanco presentaron un caldo ralo con 0.19% de sólidos, el grupo de los frijoles de color negro presentaron un caldo intermedio con 0.28%, los frijoles anaranjados y rojo presentan 0.32% de sólidos, lo cual significa que tienen caldo intermedio y por último los frijoles de color rojo pinto y lila con 0.46% de sólidos son los que presentan un caldo espeso (Figura 19). A diferencia de lo reportado por Solano (2009) en los frijoles de Tlatzala un frijol negro fue el que presentó mayor contenido de sólidos (0.37%).



Figura 19. Contenido de sólidos por color de grano de frijol de mata.

6.4.4. Color del grano cocido

El color de grano cocido de las variedades de frijol presentaron diferencias significativas. La variación en brillantez (L^*) de los granos estuvo en el rango de 16.01 hasta 68.85. La variedad V30 fue la de mayor valor en brillantez y con menor valor fue la variedad V28. En el parámetro colorimétrico a^* que muestra los colores de verde a rojo se encontró diferencias estadísticas significativas, con valores que van de 1.88 a 16.47, en todas las variedades se encontraron valores positivos, que significa tendencia hacia el color rojo. En el parámetro colorimétrico b^* , las variedades mostraron diferencias estadísticas significativas en un rango de valores desde 3.40 hasta 19.44 (Cuadro 9). Todas las variedades tendieron al color amarillo.

Respecto al croma de los granos cocidos, presentaron diferencias estadísticas significativas lo cual arrojó colores más ligeros. En el caso del tono de colores de grano cocido se tienen diferencias estadísticas con rangos de ángulo entre 26.76 y 83.64. De esta forma los colores encontrados en los granos de frijol cocido fueron color crema y de café claro a oscuro (Figura 20).

Cuadro 9. Propiedades colorimétricas del grano de frijol cocido perteneciente a variedades de frijol de mata.

V	L*	a*	b*	c*	h°
V30	68.8567 a	1.8817 n	16.9267 bcd	17.0300 efg	83.645 a
V16	68.0767 a	3.4717 m	17.8733 ab	18.2050 de	79.005 a
V27	67.8700 a	2.2050 n	16.1617 cde	16.3100 fg	82.218 a
V4	67.4133 a	2.0817 n	15.2300 de	15.3683 g	82.257 a
V24	67.2117 a	2.8267 mn	17.3017 bc	17.5333 ef	80.713 a
V22	66.5800 a	3.0250 mn	16.5933 bcd	16.8633 efg	79.663 a
V1	66.1733 a	2.2500 n	17.7817 abc	17.9267 def	82.918 a
V6	44.7050 b	9.0683 f	12.2267 f	15.2233 g	53.420 b
V2	40.7900 c	15.2983 b	19.4417 a	24.7317 a	51.797 bc
V5	39.6917 c	10.4350 e	12.7900 f	16.5050 efg	50.778 bcd
V11	33.0333 d	13.7883 cd	14.6183 e	20.1017 bc	46.675 def
V10	32.9450 d	13.2883 d	14.5800 d	19.7300 cd	47.605 cde
V29	31.7850 de	14.9033 bc	15.5850 de	21.5800 b	46.130 defg
V31	28.9233 ef	6.6433 ghij	6.1700 ghi	9.0700 hi	42.898 fghi
V21	28.8667 ef	6.4650 hijk	6.5417 gh	9.1950 hi	45.303 efgh
V23	27.7100 fg	6.4633 hijk	5.7717 ghi	8.6683 hi	41.887 ghi
V18	27.6700 fg	16.4767 a	11.5883 f	20.1450 bc	35.083 l
V9	26.4967 fgh	5.5783 jkl	5.2867 ghij	7.6817 ij	43.388 efghi
V17	26.2550 fgh	6.6017 ghij	6.3033 ghi	9.1300 hi	43.550 efghi
V7	24.7783 gh	5.7283 ijkl	4.8367 ijk	7.4933 ij	40.158 ijk
V25	24.2900 h	6.5083 hijk	3.8100 jk	7.5467 ij	29.967 mn
V15	20.8550 i	7.5100 gh	4.7783 ijk	8.9067 hi	32.435 lm
V13	20.7617 i	7.4850 gh	6.6333 g	10.0133 h	41.263 hij
V3	20.3733 i	7.4033 gh	3.7183 jk	8.2817 hi	26.763 n
V14	19.4383 ij	7.6933 g	5.7067 ghi	9.5767 h	36.537 kl
V26	19.1783 ijk	6.7750 ghi	5.0833 ghijk	8.4700 hi	36.860 jkl
V20	19.0417 ijk	5.4317 kl	3.4417 k	6.4300 j	32.403 lm
V19	18.5167 ijk	5.2700 l	3.4067 k	6.2783 j	32.568 lm
V12	17.6850 ijk	6.3600 hijkl	5.7150 ghi	8.5783 hi	41.563 ghi
V8	16.5600 jk	7.4483 gh	4.8567 hijk	8.8967 hi	32.883 lm
V28	16.0150 k	6.6367 ghij	3.9083 jk	7.7117 ij	30.277 mn

V= Variedad, L* = Luminosidad, a*= Valores positivos (rojo) y negativos (verde), b*= Valores positivos (amarillo) y negativos (azul), c*= Intensidad del color, h°= Tono



V22



V26



V2



V18

Figura 20. Colores del grano de frijol cocido de las variedades estudiadas.

6.5. Contenido de Taninos

El menor contenido de taninos fue de 2.34 Meq de catequina/100g de muestra para la variedad de frijol color blanco y el mayor contenido fue de 395.61 Meq de catequina/100g de muestra para la variedad de frijol color negro (Figura 21). El promedio de taninos en los frijoles fue de 225 Meq de catequina/100g de muestra.

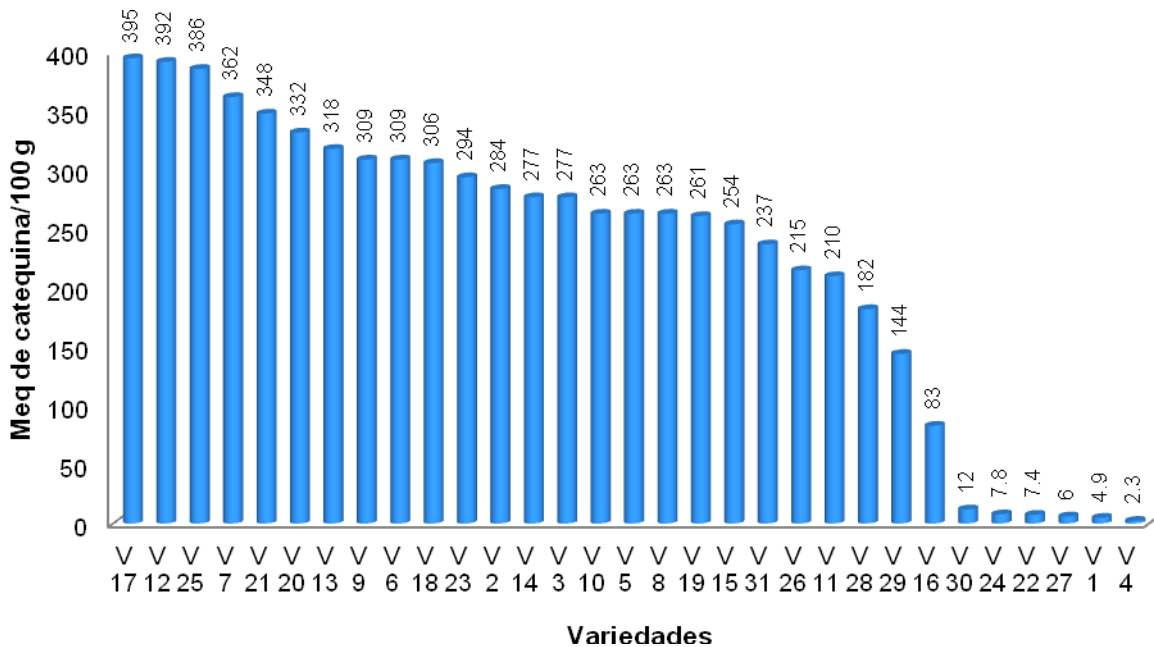


Figura 21. Contenido de taninos de las variedades de frijol de mata colectadas en la Región Montaña de Guerrero.

Las concentraciones de taninos fueron mayores en los granos de testa oscura que la de los granos de colores claros (Figura 22). Algo similar fue reportado por Elías *et al.*, (1976) al realizar un análisis de contenido de taninos en harina cruda de frijol de color blanco, rojo y negro, encontraron que la concentración de taninos fue significativamente mayor en los granos de frijoles coloreados (38/43 mg/g), que en los frijoles blancos (1.3 mg/g). En la testa de haba, Jordan (2011) determinó mayor contenido de taninos en colores amarillos y cremas, hecho que puede ser indicio de las diferencias en cantidades de taninos en testa y cotiledones.

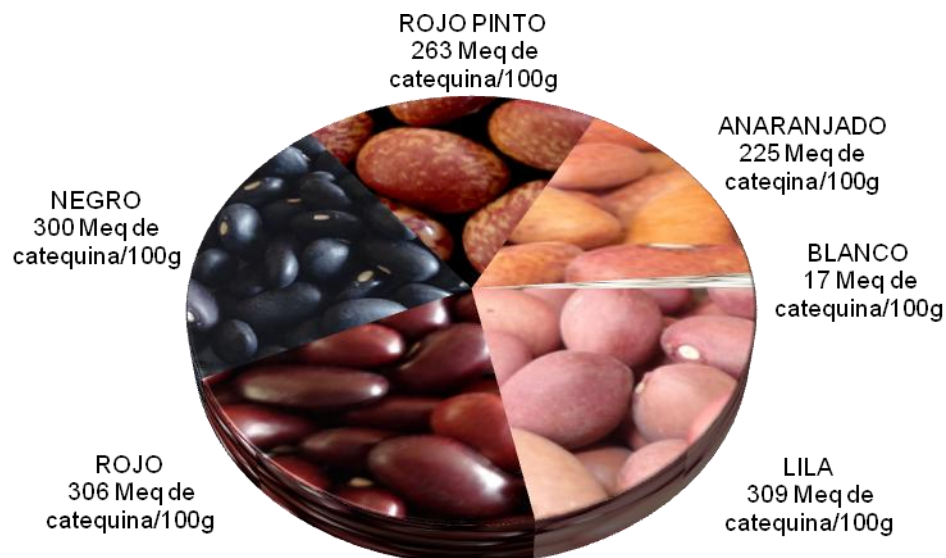


Figura 22. Contenido de taninos en los diferentes colores de frijol de mata cultivados en la Región Montaña de Guerrero.

De acuerdo con Statler (1970) cantidades altas de taninos contribuyen en la protección de la semilla ante el daño de diferentes patógenos como hongos, bacterias, virus e insectos. En general se ha observado que los frijoles blancos tienden a ser dañados por el gorgojo más rápido que otros colores a reserva de algunas excepciones. Por otro lado, la fertilización nitrogenada en haba no afecta el contenido de taninos significativamente (Guadarrama *et al.*, 2007).

En el presente trabajo, se determinó que el 16% de los productores que aportaron su semilla de frijol aplicaron fertilizante al cultivo y el 84% no aplicó. Las variedades V30 y V16 son semillas de color blanco, pertenecen a cultivos de frijol que fueron fertilizados y presentan el mayor contenido de taninos dentro del grupo de frijoles blancos. Por otra parte las variedades V8, V19 y V31 son semillas de color negro, pertenecen a cultivos que fueron fertilizados, pero a diferencia de las semillas blancas estas no son las que presentan el mayor contenido de taninos dentro del grupo de los frijoles negros. Teniendo así variedades de semillas con altas concentraciones de taninos sin aplicación de fertilizante al cultivo.

VII. CONCLUSIONES

Los productores de la región de Montaña de Guerrero cultivan y conservan distintas variedades de frijol de mata que forman parte del germoplasma de la especie, los cuales expresan variabilidad morfológica, en los atributos culinarios y contenido de taninos.

Los sistemas de cultivos de frijol practicados son en monocultivo e intercalado, principalmente con maíz, se siembran bajo riego y temporal y la mayoría de los colores de frijol son sembrados en julio. La producción es destinada al autoconsumo y a la venta, principalmente en los mercados regionales. El frijol se consume en diferentes preparaciones siendo más predominante en forma hervida y frita, seguida del platillo chile ajo.

La variación morfológica del grano de frijol se observa en color, tamaño, forma, volumen, largo, ancho, espesor y peso. Los colores registrados fueron blancos, negros, anaranjados, rojos y lila de baja intensidad. El tamaño de grano encontrado fue pequeño y mediano con predominancia del grano pequeño y la forma más abundante fue la ovalada.

La variabilidad en los atributos culinarios de la semilla de frijol fue marcada, en capacidad de absorción de agua se encontraron frijoles sin problema de absorción, con problema moderado, severo y muy severo, sin embargo los predominantes fueron los frijoles sin problemas y con problemas moderados. En tiempo de cocción se detectaron variedades que requieren 40 minutos y otras hasta 133 minutos. Con base al contenido de sólidos se tienen frijoles con caldo espeso, intermedio y ralo con predominancia de los dos últimos. Los frijoles cocidos expresaron color crema y de café claro a oscuro. La variación en el contenido de taninos fue significativa desde 2.3 hasta 395 Meq de catequina/100g de muestra, donde los frijoles blancos presentaron las menores cantidades.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acero, N., Llinares F., Muñoz-Mingarro, D. 2007. Los principios activos de las drogas vegetales. Metabolitos secundarios. Propiedades. En: Castillo G. E. y Martínez S. I. (Editores). Manual de fitoterapia. Elsevier Doyma. ISBN: 978-84-458-1797-1. Barcelona, España.

Aguirre S. E. A., Rodríguez M. J., Rosales S. R., Castro R. J., Ochoa M. L. A., Valle C. S., Gómez A. C. A. 2011. Determinación de tiempos de cocción de frijol común var. Pinto saltillo utilizando dos métodos. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ). XXXII Encuentro Nacional y 1^{er} Congreso Internacional. Riviera Maya, Quintana Roo, México.

Balch P. A. 2003. Prescription for dietary wellness. 2nd edition. ISBN: 1-58333-147-6. New York. 307 p.

Castillo M. M., Ramírez V. P., Castillo G. F., Miranda C. S. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del Oriente del Estado de México. Revista Fitotecnia Mexicana. 29 (2): 111-119.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Fernández, F. Gepts P., López M. Producción: Ospina O, Héctor F. Colaboración: Hidalgo R. Cali, Colombia. (Serie 04SB-09.03). 26 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Morfología de la planta de frijol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Debouk D. G., Hidalgo R. Producción: Ospina O., Héctor F., Flor M., Carlos A. Segunda Edición. (Serie 04SB-09.01). Cali, Colombia. 56 p.

Commission Internationale de l'Eclairage (CIELAB). 2008. Vol. 8, No. 7.

Cubero S. J. I., Nadal M. S., Moreno Y. Ma. T. 2006. Recursos fitogenéticos. Editorial Agrícola Española S. A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ISBN: 84-85441-83-4. Madrid, España. 190 p.

Deshpande S. S., Sathe S. K., Salunkhe D. K., Cornforth D. P. 1982. Effects of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Food Sci. 47: 1846.

Díaz R. R., Ramírez P. A. R., Paredes S. J. A. 2008. Diversidad de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en diferentes regiones del estado de Puebla. En: Seguridad alimentaria en Puebla: prioridad para el desarrollo. E. Reyes-Altamirano y J. A. Paredes-Sánchez (Coordinadores). Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Editorial Altres Costa-Amic. ISBN: 968-839-543-9. México. 225-235 pp.

Elías L. G., Fernández D. G., Bressani R. 1976. Estudios sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cascara de frijol y el valor nutritivo de la proteína de este. In: XXII Reunión Anual PCCMCA. Programa Cooperativo para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica 26-29 Julio.

Fernández F. M., Ruiz L. M. J., Font P. G. 2006. Sustancias antinutritivas. En: Nutrición básica humana. Soriano del Castillo J. M. (Editor). Editorial Universitat de València. ISBN-10:84-370-6546-1. ISBN-13:978-84-370-6546-5. España. 279-287 pp.

Fundación Cultural Armella Spitalier. 2009. La gastronomía prehispánica en México tradiciones heredadas. Editorial Fundación Cultural Armella Spitalier. ISBN: 9789689342441. México. 83 p.

García M. L. 2009. Contenido total de taninos condensados en las variedades Pinto Zapata, Azufrado Higuera, Negro 8025 y Bayo Madero de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cocidas por calentamiento óhmico. Tesis de Maestría en Tecnología avanzada. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Santiago de Querétaro, QRO. México.

Guadarrama Q. A., Escalante E. J. A., Rodríguez G. M. T., Sánchez G. P., Sandoval C. E. 2007. Biomasa, proteína, taninos y rendimiento en haba en función del nitrógeno. Terra Latinoamericana. 25 (2):169-175.

Guzmán M. H., Jacinto H. C., Castellanos Z. J. 1995. Manual de metodologías para evaluar calidad de grano de frijol. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA), INIFAP, Centro de Investigación Regional del Centro. México. Tema didáctico Núm. 2. 77 p.

Hernández T. J. M. 2006. Reestructuración productiva a la inversa: el caso de la producción de granos básicos en México. Editorial Red El Cotidiano. México. 16 p.

Iniestra G. J. J., Ibarra P. F. J., Gallegos I. J. A., Rocha G. N. E., González L. R. F. 2005. Factores antinutricios y actividad antioxidante en variedades mejoradas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Agrociencia. 39: (6): 603-610.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2012. Marco Geoestadístico Nacional. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx>.

Internacional Board For Plant Genetic Resources (IBPGR). 1982. *Phaseolus vulgaris* Descriptors. Rome, Italy.

Jacinto H. C., Hernández S. H., Azpiroz R. S., Acosta G. J. A., Bernal L. I. 2002. Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol común por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia* 36: 451-459.

Jordan A. B. 2011. Contenido de taninos y caracterización molecular de variedades de haba (*Vicia faba* L.) cultivadas por agricultores. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. México.

Kaplan L. 1965. Archeology and domestication in American *Phaseolus*. *Economic Botany*. 19: 358-368.

Kaplan L. 1994. Accelerator mass spectrometry dates and the antiquity of *Phaseolus* cultivation. *Ann Rept. Bean Improve. Coop.* 37: 131-132.

Lastra M. J. J. 2001. Bosques Naturales de Asturias. Edita e imprime: Servicio de publicaciones. Universidad de Oviedo. ISBN: 84-8317-246-1. España. 325 p.

López G. G. A. 2008. Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Tomo II. 2a. edición. Mundi-Prensa. ISBN: 9781449211868 e ISBN: 9788471149954. España. 777 p.

Marcano D. y Hasegawa M. 2002. Fitoquímica Orgánica. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Editorial Torino. Segunda edición. ISBN: 980-00-2066-7. Caracas, Venezuela. 590 p.

Mateo B. J. M. 2008. Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas. Mundi-Prensa. ISBN: 9781449212032 e ISBN: 9788484762485. España. 994 p.

Muñoz V. E. E., Rubio H. D., Bernal L. I., Garza G. R., Jacinto H. C. 2009. Caracterización de genotipos nativos de frijol del estado de Hidalgo, con base a calidad de grano. Agric. Téc. Méx. 35 (4): 426-435.

Nadal M. S., Moreno Y. Ma. T., Cubero S. J. I. 2004. Las leguminosas grano en la agricultura moderna. Mundi-Prensa. ISBN: 84-8476-213-0. España. 314 p.

Ospina M. J. E. 2002. Características Físico Mecánicas y Análisis de Calidad de Granos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Agrícola. ISBN 958-701-182-1. Colombia. 230 p.

Otzoy R. M. R., Rodas R. R. C., Loarca E. E. P. 2004. Evaluación de nueve materiales de frijol de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) en calidad de cocción y aceptabilidad, provenientes de la Región Suroccidental de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Suroccidente. CUNSUROC. DIGI. Mazatenango, Suchitepéquez.

Pamplona R. J. D. 2006. Salud por los alimentos. Editorial Safeliz, S. L. Primera edición. ISBN: 84-7208-149-4. Madrid, España.

Paredes L. O., Guevara L. F., Bello P. L. A. 2006. Los alimentos mágicos de las culturas indígenas mesoamericanas. Fondo de Cultura Económica. ISBN: 968-16-7567-3. México.

Pérez H. P., Esquivel E. G., Rosales S. R., Acosta G. J. A. 2002. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 52 (2): 172-180.

Ramírez-Pérez A. R., Díaz-Ruiz R., Jacinto-Hernández C., Paredes-Sánchez J. A., Garza-García R. 2012. Diversidad de frijoles nativos de diferentes regiones del estado de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3 (3): 467-480.

Reyes M. C., Milán C. J., Rouzaud S. O., Garzón T. J. A., Mora E. R. 2002. Descascarillado/Suavización/Extrusión (DSE): alternativa tecnológica para mejorar la calidad nutricional del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Agrociencia. 36 (2): 181-189.

Rodiño A. P., Santalla M., De Ron A. M., Singh S. P. 2003. A core collection of common bean from the Iberian península. Euphytica. 131: 165-175.

Rosendo R. G. A. 2011. Sistemas de producción tradicional de maíz, cebolla y frijol de mata practicados en Copanatoyac, Guerrero. Tesis de Maestría Tecnológica. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 95 p.

SAS. 2002. SAS/STAT guide for personal computer, ver. 9 SAS Inst., Inc., Cary, N.C. USA.

Schoonhoven V. A. y Pastor C. M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. ISBN 84-89206-73-2. Cali, Colombia. 56 p.

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera). 2011. <http://www.siap.gob.mx/>

Singh S. P., Gutiérrez J. A., Molina A., Urrea C., Gepts P. 1991a. Genetic diversity in common bean: II. Marked base analysis of morphological and agronomics traits. *Crop Science*. 31: 23-29.

Singh S. P., Nodari R., Gepts P. 1991b. Genetics diversity in common bean: I. Allozymes. *Crop Science*. 31: 19-23.

Solano S. F. 2008. Características morfológicas y nutricionales de variedades criollas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en Tlatzala, Guerrero. Tesis de Maestría Tecnológica. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 59 p.

Solano S. F. 2009. Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlatzala, Guerrero. *Ra Ximhai*. 5 (2): 187-199.

Soltani A., Robertson M. J., Torabi B., Yousefi-Daz M., Sarparast R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influences by temperature and sowing depth. *Agric. Forest Meteorol*. 138: 156-167.

Statler D. G. 1970. Resistance of bean plants to *Fusarium solani* *F. phaseoli*. *Plant Disease Reporter*. 54: 698-699.

Taiz L. y Zeiger E. 2006. Fisiología vegetal. Publicacions de la Universitat Jaume I, Edición III. ISBN: 978-84-8021- 601-2. España. 1343 p.

Torija I. Ma. E. y Díez M. C. 1999. Legumbres. En: Tratado de nutrición. Hernández R. M. Y Sastre G. A. (Directores). Ediciones Díaz de Santos. ISBN: 9788479783877. España. 425-429 pp.

Zeven A. C., Waning J., van Hintum Th., Singh S. P. 1999. Phenotypic variation in a core collection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Netherlands. *Euphytica*. 109: 93-106.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Receta para preparar frijoles en chile ajo

Ingredientes

500 g de frijoles blancos
8 piezas de chile guajillo sin semillas
4 piezas de chile de árbol sin semillas
1 hoja pequeña de hierba santa
3 cucharadas de aceite
1 cucharada de cebolla picada
2 dientes de ajo
1 pizca de comino
Sal

Preparación:

1. En un recipiente se dejan remojando los 500g frijoles durante 18 horas. Transcurrido el tiempo se retira el agua de remojo y en una olla se ponen a cocer los frijoles agregándoles media cucharadita de sal. Una vez cocidos los frijoles se retiran del fuego.
2. Para preparar el chile ajo: en un recipiente se ponen a remojar los chiles durante 15 minutos. Pasado el tiempo se agregan los chiles a una licuadora junto con el ajo, media cucharada de cebolla, comino, media taza de agua y se licuan muy bien.
3. En una cacerola se agrega el aceite y se fríe el resto de la cebolla. Ya frita la cebolla se retira de la cacerola. Enseguida se agrega el chile y se deja freír de 8 a 10 minutos. Pasado el tiempo se agregan los frijoles junto con el caldo de cocción y también la hoja de hierba santa. Se deja hervir durante 5 minutos para que adquiera consistencia espesa (si es necesario puede agregarle sal y un poco de agua), se retira del fuego y está listo para consumirse el chile ajo de frijoles.

Anexo 2. Receta para preparar frijoles molidos

Ingredientes

500 g de frijoles negros y limpios

¼ de Cebolla pequeña

1 hoja pequeña de hierba santa

Sal

Preparación:

1. En un comal o sartén bien caliente, se ponen los frijoles a tostar moviéndolos constantemente (para que el tostado de los frijoles sea uniforme). Se retiran del fuego cuando empiezan a reventarse y se nota en el interior de las semillas una coloración dorada (aproximadamente 10 minutos).
2. Enseguida con ayuda de un molino o metate limpio y seco se muelen las semillas hasta conseguir una fina harina de frijol.
3. Se pone a fuego una olla con 250 ml de agua y poco a poco se va incorporando la harina de frijol (cada vez que se agregue la harina de frijol a la olla se va revolviendo para evitar que se formen grumos). Se agrega ¼ de cebolla y la hoja de hierba santa.
4. Se dejan hervir (para evitar que se peguen en el fondo de la olla y se quemem se mueven constantemente), si llegaron a espesar demasiado, solo agregar un poco de agua. Se añade sal al gusto y en aproximadamente 20 minutos están listos para el consumo.