

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NOR-OCCIDENTE
INGENIERÍA AGRONÓMICA**



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE VEINTE CULTIVARES DE FRIJOL
VOLUBLE (*PHASEOLUS SPP*) BAJO CONDICIONES DE LA ALDEA CLIMENTORO,
AGUACATÁN HUEHUETENANGO”**

POR:

WILLIAM NEHEMÍAS MALDONADO VELÁSQUEZ

CARNÉ: 201042150

HUEHUETENANGO, NOVIEMBRE DE 2015

Índice

Contenido	pág.
I. Introducción	1
II. Planteamiento del problema.....	2
III. Justificación	4
IV. Marco Teórico.....	5
4.1 Marco Conceptual.....	5
4.1.1 Origen y diversidad del frijol (Phaseolus spp.)	5
4.1.2 Consumo del frijol en Guatemala:	6
4.1.3 Producción del frijol en Guatemala	6
4.1.4 Frijol voluble en Guatemala	8
4.1.5 Estudios realizados en frijoles volubles por el ICTA.....	9
4.1.6 Fenología del frijol	9
4.1.7 Descripción Morfológica.....	133
4.1.8 Frijol voluble	166
4.1.9 Caracterización Morfológica.....	177
4.1.10 Descriptores	178
4.1.11 Toma de datos.....	189
4.1.12 Evaluación sensorial, método para evaluar alimentos	199
4.1.13 especies vegetales promisorias	211
4.1.14 Clasificación Taxonómica	212
4.2 Marco Referencial.....	233
4.2.1 Lugar de establecimiento de la unidad experimental	233
4.2.2 Aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango.	233
4.2.2.1 Ubicación	233
4.2.2.2 Recursos naturales	233
4.2.2.3 Suelo	233
4.2.2.4 Zonas de Vida.....	255

V. Objetivos.....	277
5.1. General.....	277
5.2 Específicos	277
VI. Hipótesis.....	277
VII. Metodología.....	278
7.1 Lugar de caracterización de 20 cultivares de frijol voluble	288
7.2. Caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble	309
7.2.1. Manejo agronómico	30
7.2.1.1 Preparación del terreno.....	30
7.2.1.2 Establecimiento del ensayo	30
7.2.1.3 Control de malezas	31
7.2.1.4 Fertilización.....	32
7.2.1.5 Control de plagas insectiles y enfermedades fungosas.....	321
7.2.2. Recopilación y Análisis de la información	332
7.3. Identificación taxonómica de 20 cultivares de frijol voluble	343
7.3.1. Análisis de la información	343
7.4. Selección de cultivares promisorios de veinte cultivares de frijol voluble	354
7.4.1. Análisis de la información	354
7.5 Aceptación sensorial de cultivares de frijol voluble.....	354
7.5.1 Procedimiento.....	354
7. 5.2 Análisis de la información	36
VIII. Resultados y discusión	386
IX. Conclusiones	57
X. Recomendaciones	62
XI. Bibliografía.....	59
XII. Anexos.....	61

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

INDICE DE FIGURAS

No.	Nombre de la figura	Página
1.	Etapas de desarrollo de la planta de frijol.....	12
2.	Esquema de los hábitos de crecimiento de frijol.....	14
3.	Tallo de frijol voluble.....	16
4.	Semillas de cultivares de frijol voluble.....	17
5.	Zonas de vida del municipio de Aguacatán.....	29
6.	Esquema de unidad experimental.....	31
7.	Fenograma de conglomerados para 20 cultivares de frijol.....	37
8.	Grupos formados de 20 cultivares de frijol en análisis de componentes principales.....	49

INDICE DE CUADROS

No.	Nombre de la tabla	Página
1.	Abastecimiento de frijol período 2013/2014.....	06
2.	Producción nacional de frijol períodos de 2007/2008 al 2013/2014	07
3.	Estimaciones de producción de frijol por departamento años 2012/2013 y 2013/2014.....	08
4.	Clasificación y características generales de los suelos Aguacatán	24
5.	Referencias de colecta de 20 cultivares de frijol voluble.....	36
6.	Características que diferenciaron a los grupos formados en análisis de conglomerados de frijol.....	38
7.	Características que diferenciaron a los subgrupos formados en el grupo I en análisis de conglomerados.....	40

8.	Características que diferenciaron a los conjuntos formados en el subgrupo I del grupo I del análisis de conglomerados.....	23 41
9.	Características que diferenciaron a los conjuntos formados en el subgrupo II del grupo I en análisis de conglomerados.....	43
10.	Características que diferenciaron a los subgrupos formados en el grupo II en análisis de conglomerados.....	45
11.	Valores propios y varianza acumulada de los dos componentes principales del cultivares de frijol.....	47
12.	Lista de los valores propios de los dos componentes principales del análisis de 20 cultivares de frijol.....	48
13.	Especies de frijol voluble identificados taxonómicamente.....	51
14.	Cultivares promisorios de frijol voluble.....	52
15.	Andeva para la variable sabor de caldo de frijol.....	53
16.	Prueba de medias Tukey para la variable sabor de caldo de frijol..	54
17.	Andeva para la variable espesor de caldo de frijol.....	54
18.	Andeva para la variable apariencia de caldo de frijol.....	55
19.	Prueba de medias Tukey para la variable apariencia de caldo.....	55

Resumen

El presente estudio contó con el apoyo de la Asociación de Organizaciones de la Sierra de los Cuchumatanes ASOCUCH, el cual contempló como objetivos: caracterizar morfológicamente 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp*) bajo condiciones de la Aldea Climentoro del municipio de Aguacatán; así mismo, identificar especies de frijol voluble, seleccionar cultivares promisorios en base a sus componentes de rendimiento primario y realizar una prueba sensorial de consumo de caldo de frijol en base a las variables sabor, espesor y apariencia.

Para la caracterización morfológica se empleó un descriptor desarrollado por Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) siglas en inglés. Para su análisis se realizó una matriz básica de datos en Excel, los datos se ingresaron al programa Statistica para los análisis de conglomerados y de componentes principales, con la finalidad de establecer grupos en base a su variabilidad morfológica. En la identificación de las especies, se emplearon claves dicotómicas por medio de la Flora de Guatemala, contándose con el apoyo de profesionales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA. Para la selección de cultivares promisorios, se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión, considerando como parámetro la sumatoria de la media más la desviación estándar, evaluando las características: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas en gramos y rendimiento expresado en kilogramos por hectárea.

Para realizar la prueba sensorial a caldos de frijol, se empleó la metodología propuesta por Wittig de Peña (1,997). Se seleccionaron seis cultivares de frijol, siendo éstos nuestros tratamientos, y nuestras repeticiones fueron nuestros panelistas o catadores siendo un total de 10. Se montó el ensayo con diseño de bloques al azar, para establecer la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos se efectuaron análisis de varianza, y se procedió a realizar prueba de medias Tukey para establecer los tratamientos de mejor aceptación sensorial.

Existió variabilidad morfológica en los 20 cultivares de frijol voluble caracterizados, formándose dos grupos en el análisis de conglomerados. El análisis de componentes principales indicó que el componente principal uno, explicó el 98.79 % de la variabilidad, estando referida a los días de madurez fisiológica y días a la cosecha.

La identificación taxonómica estableció que 9 cultivares de frijol voluble correspondieron a la especie *Phaseolus coccineus*, 7 a *Phaseolus vulgaris* y 4 a *Phaseolus polyanthus*, siendo la primera especie la más numerosa.

Se consideraron como promisorios los cultivares C1, C2, C4, C5, C7, C8, C11, C12, C13, C14, C16 y C18 respectivamente, en base a sus componentes de rendimiento primarios; sobresaliendo los cultivares C7, C13, C14 y C18 a partir de su rendimiento expresado en kilogramos por hectárea.

El análisis sensorial realizado a caldos de frijol voluble, reportó diferencias altamente significativas en los aspectos de sabor y apariencia de caldo, sobresaliendo los cultivares 4 y 1 al obtener los calificativos de Muy buenos y Muy agradables, aceptándose la hipótesis alternativa dos. En la variable espesor de caldo no existieron diferencias significativas, ya que todos obtuvieron el calificativo de Espesos.

Se recomendó realizar estudios de adaptabilidad y estabilidad genética en los cultivares considerados como promisorios, tales como: C1, C2, C4, C5, C7, C8, C11, C12, C13, C14, C16 y C18 respectivamente, ya que sobresalieron en sus componentes de rendimientos primarios, y con ello evaluar su potencial de producción, como también que los agricultores socios de la Cooperativa Joya Hermosa multipliquen y conserven las especies de frijol voluble identificadas taxonómicamente, con el propósito de evitar su erosión genética y sirvan de base para estudios de mejora genética.

I. Introducción

Guatemala es un país tradicionalmente agrícola por la diversidad de microclimas que presenta, esto hace que sea posible la producción de una serie de especies de plantas nativas distribuidas en todo el país que a la vez sirven como marcador de las diferentes regiones climáticas, edáficas, y topográficas en las que se divide el territorio nacional, tal es el caso del frijol, Guatemala es su centro de origen.

El frijol es una leguminosa ampliamente utilizada en la alimentación de la población guatemalteca, ya sea consumida como tal o acompañada de otros productos en la elaboración de diferentes platillos nacionales.

En Guatemala, el frijol es sembrado en todas las regiones fisiográficas del país en altitudes que van desde 50 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, utilizando semillas mejoradas y certificadas, generadas por entidades como el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Sin embargo, en el caso de la Sierra de los Cuchumatanes, los agricultores conservan y hacen uso de cultivares de frijol que han ido domesticando con el tiempo en asocio con maíz y hortalizas; lo cual para la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional representa una opción; ya que éstos cultivares pueden ofrecer característica morfológicas sobresalientes para la producción y aporte de proteínas, vitaminas y minerales, esto como consecuencia de la potencialidad que puedan contener sus genes para la mejora genética de los materiales mejorados.

Dado a la importancia que presenta el frijol para las familias del área rural, y tomando en cuenta el aprovechamiento de cultivares de frijol voluble cuyas características morfológicas se desconocen, se hace necesario realizar la presente investigación, planteando como objetivo general Generar información sobre las características morfológicas de 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) provenientes de la sierra de los Cuchumatanes específicamente en la parte alta de Aguacatán Huehuetenango, contando con el apoyo de la Asociación de Organizaciones de la Sierra de los Cuchumatanes ASOCUCH. Para lo cual se hará uso del Descriptor de frijol *Phaseolus spp.* Desarrollado por el Instituto internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) siglas en inglés.

Dicho estudio, tiene como propósito sentar las bases en función de características morfológicas sobresalientes, tales como: producción, ciclo, hábito de crecimiento, entre otras; para que en un futuro puedan ser sujetas en programas de Fitomejoramiento genético.

II. Planteamiento del problema

El frijol *Phaseolus spp.* Es un grano básico que se produce en todas las regiones de Guatemala, según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA en los períodos 2013 al 2014 para Huehuetenango la producción estimada de frijol fue de 203.38 quintales, significando el 4.1% de la producción a nivel nacional. El precio promedio en el mercado departamental durante el periodo enero a agosto del año 2013 fue de Q 5.18 por libra, lo cual hasta la fecha no ha sufrido mayor variación en su precio.

De lo anterior, se deduce la baja producción del frijol generada en el departamento de Huehuetenango y el constante precio en el mercado; afectando la economía familiar, esto aunado a aquellos agricultores que su producción se basa en la subsistencia (autoconsumo), no obteniendo los rendimientos esperados (1 quintal/cuerda) y en su momento obtener alguna ganancia del excedente generado.

Los productores de la parte alta del municipio de Aguacatán Huehuetenango, a través del tiempo han domesticado materiales de frijol nativo; Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con información relacionada sobre las principales características morfológicas que estos puedan ofrecer para implementarlas en programas de mejora genética y poderlas liberar al mercado para subsanar necesidades de producción, aportes nutricionales, adaptación a diferentes ambientes climáticos, resistencia a plagas y enfermedades entre otros, manejo agronómico, rendimiento y bromatología; y lo que es más, permitir su conservación, evitando de ésta manera su erosión genética en esta región del departamento de Huehuetenango.

2.1. Definición del problema

¿Los 20 cultivares de frijol en estudio presentarán diferencias y similitudes fenotípicas en base a su caracterización morfológica?

¿Al conocer la especie de los 20 cultivares de frijol, registrará diferentes especies en los cultivares de frijol caracterizados morfológicamente?

¿Existirá algún cultivar sobresaliente en base a sus componentes de rendimiento primario (# vainas/planta, # semillas/vaina, peso de 100 semillas, rendimiento expresado en kg/ha)?

¿Provocará un efecto en aceptación sensorial respecto al sabor, espesor y apariencia de caldo de frijol seis cultivares de frijol voluble?

2.2. Delimitación geográfica

La caracterización morfológica de los 20 cultivares de frijol (*Phaseolus spp.*) se realizó en la Aldea Climentoro del municipio de Aguacatán del departamento de Huehuetenango, estableciendo el ensayo experimental en un área de 4 cuerdas.

2.3. Delimitación temporal

El estudio contempló dos fases. La primera fase, la de campo donde se efectuó la caracterización morfológica, realizándose en un período de tiempo de ocho meses, abarcando junio del año 2015 a enero del año 2016. La segunda fase, de gabinete comprendió un tiempo de cinco meses, incluyendo febrero a junio del año 2016, considerándose el análisis e interpretación de la información, culminando con la elaboración del informe final de la investigación.

2.3 Delimitación teórica

La presente investigación aportará información a las siguientes áreas del conocimiento: Botánica Sistemática, Estadística, Fitomejoramiento, Cultivos, Anatomía y Morfología Vegetal, biología y entre otros.

III. Justificación

El frijol es un alimento básico en la dieta familiar y muy importante por su calidad nutricional, pues su grano contiene proteínas (22.7% según Urbina, 1987) carbohidratos (61.6% según Urbina, 1987) y minerales necesarios para la formación de los músculos, los huesos y la sangre de quienes lo consumen.

En La Sierra de los Cuchumatanes, los agricultores se han dedicado a la producción de hortalizas, legumbres y entre otros cultivos el frijol voluble nativo de la zona, el cual con el paso del tiempo lo han ido domesticando, formando parte de su dieta alimenticia.

En la actualidad, los agricultores de la parte alta del municipio de Aguacatán, no cuentan con información básica acerca de las características morfológicas y especie a que puedan corresponder estos 20 cultivares de frijol voluble que se producen en la Sierra de Los Cuchumatanes. Lo cual es de suma importancia, ya que éstos pueden conservar características potenciales respecto a producción, ciclos y aportes nutricionales, lo cual es básico para la seguridad alimentaria de las familias de escasos recursos económicos.

Así mismo, la reproducción de cultivares nativos es importante para evitar la erosión genética; puesto que en determinado momento sus potencialidades pueden transferirse a materiales mejorados, incidiendo en la seguridad y soberanía alimentaria que tanto se cuestiona, principalmente en el departamento que está incluido dentro de los índices más altos de desnutrición crónica y aguda.

Por lo anterior, se justifica la realización del presente estudio, basado en una caracterización de 20 cultivares de frijol voluble *Phaseolus spp.*, estableciendo una parcela demostrativa en la Aldea Climentoro, del municipio de Aguacatán Huehuetenango. Los resultados que se obtengan pueden servir de base para implementarlos en programas de mejora genética del cultivo en esta región del departamento de Huehuetenango, subsanando de esta manera problemas de producción, adaptación, resistencia, aportes nutricionales, entre otros.

IV. Marco Teórico

4.1 Marco Conceptual

4.1.1 Origen y diversidad del frijol (*Phaseolus spp.*)

El frijol es originario tanto de México como de Guatemala ya que en dichos países es donde se encuentra una gran diversidad de dos formas como es la silvestre y la de cultivo.

La siembra de esta planta se realizó miles de años atrás exactamente 7,000 años A.C. en el Sur de México y Guatemala. Los primeros exploradores y comerciantes llevaron después las variedades de frijol americano a todo el mundo, y a principios del siglo XVII, los frijoles ya eran cultivos populares en Europa, África y Asia. (De Guate, 2014)

Toda Mesoamérica también es considerado como uno de los centros de origen más importantes del mundo de varios tipos de frijoles del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es el *Phaseolus vulgaris*. Existen antecedentes de que esta planta se cultiva desde hace aproximadamente 8 mil años.

Según Cesar Azurdia (1996) Las especies de frijol cultivadas a nivel mundial corresponden a cinco taxa, *Phaseolus vulgaris*, el frijol común; *P. coccineus*, conocido como piloy, chamborote o botil; *P. lunatus*, el frijol lima; *P. polyanthus*, el también llamado piloy o frijol nun; y *P. acutifolius*, frijol tépari.

El más importante es *P. vulgaris*, debido a que es la principal fuente de proteína en América Latina y Africa, además que en la actualidad esta especie está ganando campo en el resto de los países del mundo. Las especies cultivadas mencionadas presentan en Mesoamérica (en este caso, México y Guatemala) poblaciones silvestres, lo cual refuerza el enunciado que Mesoamérica es el centro de origen y diversidad de las especies de frijol. Por esta razón, la diversidad presente en dicha área es alta, representando la misma, un valioso recurso en el mejoramiento de los materiales cultivados. Además, la abundancia de otras especies silvestres de *Phaseolus* representa un recurso más que incrementa la amplia diversidad genética de *Phaseolus*, materia prima necesaria para mejoramiento. (Azurdia, 1996)

Se considera que a la fecha se ha realizado considerable trabajo de mejoramiento en *Phaseolus* tanto a nivel de programas nacionales como internacionales. Sin embargo, hasta en años recientes se ha tratado de incorporar genes de interés de los materiales silvestres a los cultivados, proceso que ha ido siendo más común en los tiempos presentes cuando se cuentan con herramientas biotecnológicas que aceleran y permiten dicho intercambio. (Azurdia, 1996)

4.1.2 Consumo del frijol en Guatemala

El consumo nacional de frijol, se estima que Guatemala es un país que mantiene un equilibrio estable en términos de una relación producción/consumo, ya que las cantidades que produce son suficientes para abastecer el mercado interno. La estimación para el periodo 2013/2014 del índice de autosuficiencia es del 98%. Según las estimaciones, el consumo aparente de frijol es de 422.9 miles de quintales mensuales para el período 2013/2014. (MAGA, 2014)

El consumo de frijol, al igual que el de maíz, se ve afectado por las dificultades de adquisición, principalmente las limitaciones económicas familiares, cuya carencia se refleja en los altos índices de desnutrición crónica; pues aunque se obtenga una producción suficiente a nivel nacional, la capacidad para adquirir el producto no es siempre posible. (MAGA, 2014)

Cuadro 1. Abastecimiento de frijol Período 2013/2014.

	Concepto	Unidad de medida	(Miles de quintales)
1	Producción estimada	quintales	4,966.70
2	Importaciones estimadas	quintales	141.41
3	Disponibilidad (1 + 2)		5,108.11
4	Exportaciones Estimadas	quintales	33.25
5	Consumo aparente (3-4)	quintales	5,074.86
	Indicadores		
	Índice de Suficiencia (Producción/Consumo)	Porcentaje (%)	98

Fuente: DIPLAN-MAGA 2014, con datos del Banguat.

4.1.3 Producción del frijol en Guatemala

Según el MAGA, Para el año agrícola 2013/2014, se estima una producción de frijol de 4,966.7 miles de quintales, como se muestra en el cuadro 1. La producción del grano se incrementó en un 2.7%, en relación con la del año 2012/2013.

Cuadro 1. Producción nacional de frijol Períodos del 2007/2008 al 2013/2014.

Año agrícola*	Área cosechada (manzanas)	Producción (quintales)	Rendimiento (qq/mz)
2007/2008	313,105.40	4,281,316.23	13.67
2008/2009	328,000.00	4,401,238.10	13.42
2009/2010	336,500.00	4,367,659.70	12.98
2010/2011	336,756.00	4,610,827.50	13.69
2011/2012	339,200.00	4,704,200.00	13.90
2012/2013 p/	345,400.00	4,836,800.00	14.00
2013/2014 e/	347,200.00	4,966,700.00	14.30

Fuente: Agro en Cifras 2013, DIPLAN-MAGA

*Corresponde el período de mayo a abril del año siguiente

p/ Cifras preliminares

e/ Cifras estimadas

Las cosechas disminuyen estacionalmente, de mediados de mayo a mediados de agosto, con una escasez acentuada en junio y julio. Durante estos meses los mercados se abastecen de reservas almacenadas; en esta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria por sus limitados recursos para comprar frijol.

4.1.3.1 Producción a nivel departamental y municipal

Según las cifras del IV Censo Nacional Agropecuario y de las estimaciones del Banco de Guatemala –Banguat–, Petén es el departamento que genera la mayor producción nacional de frijol, el 27% del total, le siguen Jutiapa, con 13%; y Chiquimula, con 10%; lo que significa que entre estos tres departamentos logran el 50% de la producción nacional. (MAGA, 2014)

A nivel de municipios, San Luis, La Libertad, Sayaxché y Poptún del departamento de Petén son los mayores productores de frijol, con 8.8%, 6.2%, 5.9% y 2.9% del total nacional, respectivamente. Les siguen en importancia, los municipios de Jutiapa (2.4%), Quezaltepeque (2.1%), Ipala (1.8%), San Luis Jilotepeque (1.7%), Agua Blanca (1.5%) y Jalapa (1.5%). Entre estos diez municipios alcanzan casi el 35% de la producción nacional de frijol. (MAGA, 2014)

Cuadro 3. Estimaciones de producción de frijol por departamento Años 2012/2013 y 2013/2014.

	Departamento	Producción de Frijol (quintales)		
		2012/2013	2013/2014	%
1	Guatemala	197,077	202,369	4.1
2	El Progreso	131,411	134,940	2.7
3	Sacatepéquez	38,359	39,389	0.8
4	Chimaltenango	184,035	188,977	3.8
5	Escuintla	28,485	29,250	0.6
6	Santa Rosa	326,537	335,307	6.8
7	Sololá	36,055	37,023	0.7
8	Totonicapán	36,488	37,468	0.8
9	Quetzaltenango	23,833	24,473	0.5
10	Suchitepéquez	4,327	4,443	0.1
11	Retalhuleu	5,808	5,964	0.1
12	San Marcos	72,880	74,838	1.5
13	Huehuetenango	198,061	203,381	4.1
14	Quiche	244,943	251,521	5.1
15	Baja Verapáz	127,369	130,790	2.6
16	Alta Verapáz	236,391	242,739	4.9
17	Petén	1,305,364	1,340,421	27.0
18	Izabal	96,695	99,292	2.0
19	Zacapa	116,820	119,957	2.4
20	Chiquimula	479,773	492,658	9.9
21	Jalapa	306,742	314,980	6.3
22	Jutiapa	639,349	656,519	13.2
	Total República	4,836,800	4,966,700	100.0

Fuente: Estimaciones de DIPLAN-MAGA, con base en las cifras del IV Censo Nacional Agropecuario y de las estimaciones del Banco de Guatemala –Banguat–

4.1.4 Frijol voluble en Guatemala

Según el ICTA, El frijol tipo voluble, se siembra asociado con maíz en la región del Altiplano Occidental, donde es valorizado por los pobladores de los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, Chimaltenango, Sololá y Quiché.

El frijol voluble o de enredo adquiere protagonismo al cultivarse con el maíz como tutor del frijol y ambos cultivos constituyen la dieta básica de las familias productoras y de los guatemaltecos.

4.1.5 Estudios realizados en frijoles volubles por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA.

Las primeras colectas de frijoles volubles datan desde 1966, y desde esa época en los bancos de germoplasma internacional existe una colección de 558 accesiones guatemaltecas. En el 2006.

Con base en descriptores fenotípicos y cuantitativos se distribuyó la colección en 5 grupos de accesiones. Para complementar los datos agromorfológicos, en este proyecto se generaron datos genotípicos de las accesiones con el objetivo de conformar una colección núcleo representativa de la diversidad genética del germoplasma que se tiene en el país y, en un futuro cercano, crear un plan de mejoramiento genético en el que se aproveche lo mejor de la colección.

4.1.6 Fenología del frijol

La fenología es el ciclo biológico de la planta de frijol, se divide en dos fases sucesivas: La fase vegetativa y la fase reproductiva.

4.1.6.1 Fase Vegetativa

Se inicia cuando se le brindan a las semillas las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En estas fases se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. (CIAT, 1986)

4.1.6.1.1 Etapas de la fase vegetativa

✓ **Etapas V0 (Germinación):** La semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipocotilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.

✓ **Etapas V1 (Emergencia):** Se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.

- ✓ **Etapa V2 (Hojas primarias):** Comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta etapa empieza el desarrollo vegetativo rápido de la planta, durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.
- ✓ **Etapa V3 (Primera hoja trifoliada):** Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.
- ✓ **Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada):** Esta etapa comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas. La primera rama generalmente inicia su desarrollo cuando la planta comienza la etapa.

4.1.6.2 Fase Reproductiva

Se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. Se necesita de un conocimiento de las etapas de crecimiento para mejorar las prácticas culturales y mejorar los rendimientos de los cultivos. Durante el ciclo biológico de la planta de frijol se han identificados diez etapas de desarrollo. En la fase vegetativa estas etapas son: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada. En la fase reproductiva las etapas son: prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo, cuyo nombre la identifica, y termina donde se inicia el siguiente evento, y así sucesivamente. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular. Es decir, V si la etapa pertenece a la fase vegetativa, o R si pertenece a la fase reproductiva. El número indica la posición de la etapa en la escala.

4.1.6.2.1 Etapas de la fase reproductiva

- ✓ **Etapa R5 (prefloración).** La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En una variedad determinada, se nota el desarrollo de los botones florales en el último nudo del tallo o la rama; en cambio, en las variedades indeterminadas los racimos florales se observan en los nudos inferiores.

- ✓ **Etapa R6 (Floración):** La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

- ✓ **Etapa R7: (Formación de las vainas).** En una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

- ✓ **Etapa R8: (Llenado de las vainas).** En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad. En algunas variedades, las valvas de las vainas empiezan a pigmentarse, lo que generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de la semilla.

- ✓ **Etapa R9: (Maduración).** Esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica. Las vainas comienzan a desarrollar granos antes de alcanzar su máxima longitud.

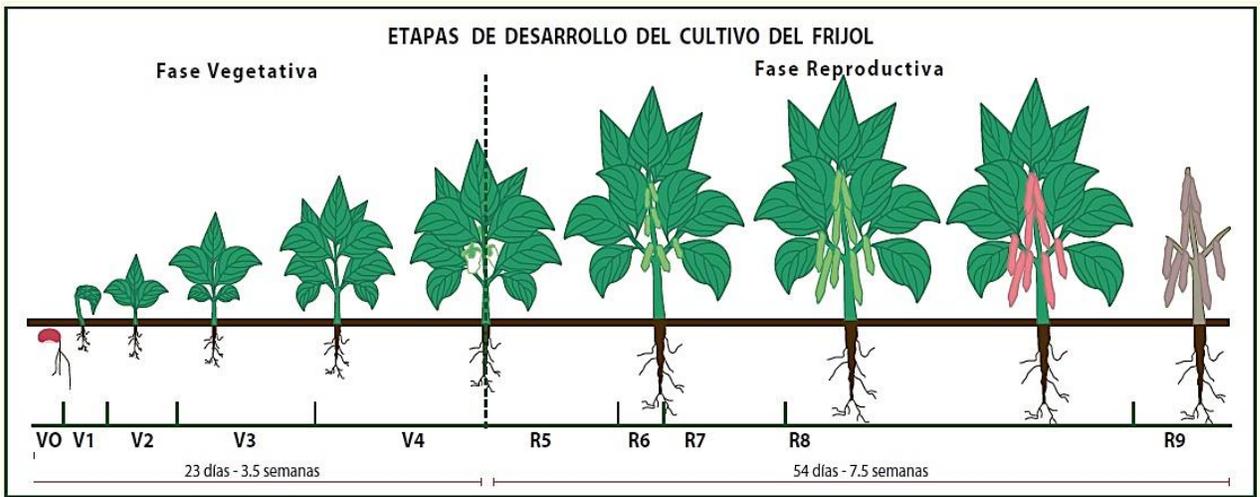


Figura 1. Etapas de desarrollo de la planta de frijol.

Fuente: IICA/ COSUDE, Proyecto RED SICTA Guía de identificación y manejo Integrado de las enfermedades del frijol en América Central.

4.1.7 Descripción Morfológica

4.1.7.1 Raíz

En las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz.

4.1.7.2 Tallo

El tallo es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o levemente angular; puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

4.1.7.2.1 Hábitos de crecimiento del frijol

Los principales caracteres morfológicos y agronómicos que ayudan a definir el hábito de crecimiento del frijol son:

- ✓ El desarrollo de la parte terminal del tallo, el cual permite calificarlo como determinado o indeterminado.
- ✓ El número de nudos.
- ✓ La longitud de los entrenudos y en consecuencia, la altura de la planta.
- ✓ La aptitud para trepar.
- ✓ El grado y el tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía, el cual es definido como la parte del tallo y/o ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo. (CIAT, 1986)

4.1.7.2.1.1 Hábito de crecimiento determinado

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 las ramas generalmente se detiene.

4.1.7.2.1.2 Hábitos de crecimiento indeterminados

Tipo II A: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo: tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.

Tipo II B: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo: tallo erecto, con aptitud para trepar, termina en una guía larga.

Como en todas las plantas con hábito de crecimiento indeterminado, estas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado: plantas postradas o semi-postradas con ramificación bien desarrollada.

La altura de las plantas es superior a la de las plantas de tipo I y II (generalmente mayor de 80 centímetros). Así mismo, la longitud de los entrenudos es superior respecto a los hábitos anteriormente descritos y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. Algunas plantas son postradas desde las primeras fases de la etapa vegetativa. Otras son arbustivas hasta pre-floración 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 semi-trepadoras.

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador.

El tallo puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de dos metros de altura con un soporte adecuado.

La etapa de floración es significativamente más larga que la de 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 vainas y maduración. Además en el tallo se encuentran presentes a nivel de cada nudo, otros órganos como las hojas, las ramas, las raíces y las flores.

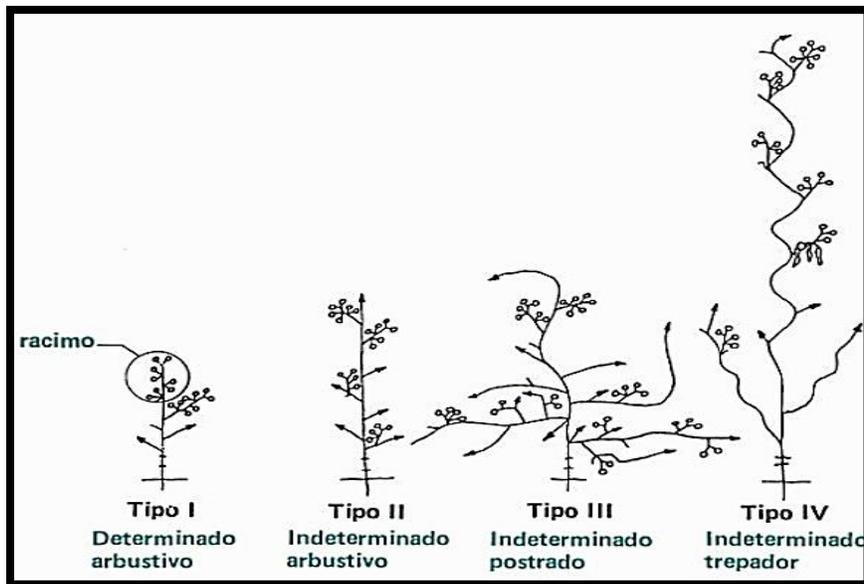


Figura 2. Esquema de los hábitos de crecimiento del frijol.

Fuente: CIAT, 1984.

4.1.7.3 Hojas

Las plantas de frijol presentan hojas simples y compuestas. Las simples, que se denominan también primarias, son las que se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, unifoliadas, auriculadas, acuminadas y sólo se presentan en el segundo nudo del tallo principal.

Las hojas trifoliadas presentan además un pecíolo y un raquis; en la base del pecíolo, y muy próximo al tallo, está el pulvínulo, estructura que se relaciona con los movimientos nictinásticos de las hojas. A cada lado del punto de inserción de las hojas trifoliadas, se presenta una pequeña estípula de forma triangular.

4.1.7.3 Flores

La flor del fríjol, es una típica flor papilionácea, presenta un pedicelo con pelos uncinulados; el cáliz es gamosépalo y en su base hay dos bractéolas verdes y ovoides que persisten hasta poco después de la floración.

La corola, por su parte, es pentámera y en ella se pueden distinguir las siguientes partes: el estandarte o pétalo posterior, que es glabro y simétrico, las alas, que corresponden a los dos pétalos laterales y la quilla, que está formada por los dos pétalos anteriores, los cuales se encuentran totalmente unidos. La quilla, que es asimétrica, se presenta en forma de espiral muy cerrado, envolviendo completamente al gineceo y al androceo.

4.1.7.4 Vainas

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal o placentar y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas.

Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical. Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

4.1.7.5 Semillas

Las semillas de frejol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, el amarillo, el beige, el café, el rojo, el negro

o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc.

4.1.8 Frijol voluble

Las cultivares de frijol voluble, por tener un hábito de crecimiento indeterminado trepador tienen un período de floración largo, por consiguiente la maduración no es uniforme, es decir que las vainas en una planta no maduran al mismo tiempo, lo que hace necesario realizar la cosecha en varias etapas, a medida que las vainas alcanzan la madurez de cosecha. El frijol voluble puede sembrarse solo o en asocio con maíz.

Las plantas de este tipo son las del típico hábito trepador. El tallo puede tener de veinte (20) a (30) nudos, puede alcanzar más de dos (2) metros de altura con un soporte adecuado. La etapa de floración en estas plantas, es más larga, en ella se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración. Las plantas de este tipo son llamadas “frijol de enredadera o voluble”.

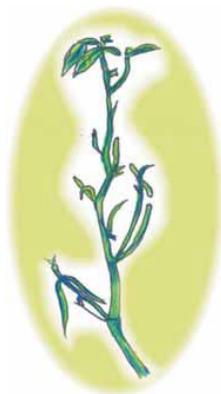


Figura 3. Tallo de frijol voluble.

Los cultivares de frijol voluble produce un promedio entre 50 a 70 vainas, las cuales contienen de 7 a 9 semillas. Esta cantidad de vainas y de semillas por vaina, depende de factores como la variedad, el tipo de suelo, la topografía, la fertilización, la precipitación y el manejo agronómico entre otros.

Las semillas Puede tener varias formas: Ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol.

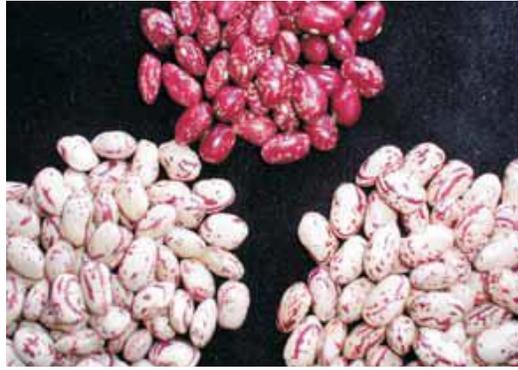


Figura 4. Semillas de cultivares de frijol voluble.

4.1.9 Caracterización Morfológica

Caracterización consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas y que son expresadas en todos los ambientes. En otras palabras, cuando nos referimos a caracterizar, nos estamos refiriendo a estimar todos los caracteres posibles de un individuo. Conocer y cuantificar la diversidad biótica que se está conservando, pues lo que no se conoce no se puede utilizar. (8.6).

La caracterización sirve para detectar en una colección de plantas, las diferencias típicas de las variables en estudio, bajo una circunstancia dada. La información generada y debidamente almacenada en el proceso de caracterización, sirve para localizar fácilmente cualquier dato acumulado y establecer los grados de diferencia entre las características de los cultivares.

Las caracterizaciones, tienen que ser claras en términos positivos, de acuerdo a los atributos morfológicos que la planta posee, ejemplo: habito de crecimiento, flores azules, etc., de ninguna manera se debe describir una planta comparándola, expresando el resultado de la descripción negativamente, ejemplo: flor no azul. (8.4)

4.1.10 Descriptores

El IPGRI indica que un descriptor es una variable o atributo que se observa en un conjunto de elementos, ejemplo: altura de la planta, color de la flor. Tipo de hoja, etc. además hacer notar que la preparación de una lista de descriptores a menudo es un proceso repetitivo.

Conforme la identificación y documentación de los descriptores se va llevando a cabo, se necesita revisar la lista de ellos para asegurarse que satisficará los requisitos que al final se precisará de los datos.

El escoger un conjunto de descriptores resulta largo y laborioso, debido a que hay que considerar todas las aplicaciones futuras y diversas que sean posibles, por lo que se hace necesario consultar literatura, estudiar la variabilidad existente en el campo y realizar comunicaciones personales con expertos.

Los descriptores son los que describen o califican a las accesiones con un valor numérico, una escala, un código, o un adjetivo calificativo, para cada característica. Cada una de las variables con las que se califica se denomina “estado” del descriptor. Un descriptor está conformado por un listado de caracteres (los cuales por definición tienen que ser variables) los cuales presentarán varios estados los estados pueden cualitativos, cuantitativos discretos o cuantitativos continuos). Cada estado para cada carácter tiene que ser codificado de tal manera que se garantice que no existe ningún carácter más importante que otro; puede utilizarse un criterio binario, sino otro ponderado o sino otro estandarizado.

4.1.10.1 Estados del descriptor

A cada descriptor se le asigna una escala de valores que se denominan “Estados del Descriptor”. Indica que los estados del descriptor usualmente podrían ser registrados como códigos ya sea de letras o números, antes que palabras.

La codificación de datos es útil en situaciones como las que se describen a continuación:

- a) Cuando se quiere clasificar una introducción en un grupo amplio donde una medida exacta es impráctica.
- b) Cuando se registra el porcentaje de área foliar infectada, no se mide el área, sino que ésta se compara con un grupo de figuras de hojas infectadas, que poseen un código cada una.
- c) Cuando una característica es variable dentro de una entrada pero todavía se puede dividir dentro de la introducción en un grupo amplio.
- d) Cuando se necesita describir colores, lo más recomendable es referirse a un libro de colores estándar.

4.1.11 Toma de datos

La toma y presentación de datos para el manejo electrónico, requiere de un conocimiento detallado de los requisitos establecidos por las secciones de documentación.

Durante la recolección activa de datos, o sea durante la caracterización, siempre se tiene que decidir en qué forma se requieran registrar los datos, puesto que estos se pueden presentar como medidas o como datos clasificados. Sin embargo, las medidas reales en general no causan problemas si el órgano por medir está bien definido y el equipo es adecuado; por lo tanto la clasificación de la expresión fenotípica de características cualitativas resulta ser mucho más difícil y subjetiva.

4.1.12 Evaluación sensorial, método para evaluar alimentos

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

Existen dos métodos empleados para la evaluación de los alimentos: Una que está orientada al producto y la otra orientada al consumidor. “La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados (Watts, 1992).

Se utilizan paneles con evaluadores entrenados cuando, la evaluación sensorial está orientada al producto, por ejemplo, cuando se quiere mantener las normas de calidad, la identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, etc. (Watts, 1992).

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

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

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

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

El sentido de la audición, complementa la percepción de la textura de un alimento, así por ejemplo las manzanas deben ser jugosas el apio tierno, etc. El sentido del olfato al igual que el sentido del gusto, son estimulados químicamente (Wittig, 1997)

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

Para obtener resultados confiables y válidos en los estudios sensoriales, el panel debe ser tratado como un instrumento científico. Debe realizarse en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba y análisis estadísticos apropiados (Wittig, 1997).

4.1.12.1 Pruebas orientadas al consumidor

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

Por lo general, se entrevistan de 100 a 500 personas, representantes de la población objetivo. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en lugares centrales como: mercados, escuelas o centros comunitarios; pero debido a que estas pruebas son caras y requieren de mucho tiempo, frecuentemente se utilizan paneles internos de consumidores en la etapa inicial de los estudios de aceptabilidad del producto. Estos paneles están integrados por personal no especializado de la organización o institución donde se lleva a cabo el estudio, en un grupo de 30 a 50 evaluadores (Watts, 1992).

4.1.12.2 Métodos

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

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

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

Generalmente las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados. El orden de presentación de las mismas puede ser aleatorizados para cada panelista (Watts, 1992).

4.1.12.3 Análisis estadístico

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

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

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

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

4.1.13 Especies vegetales promisorias

De acuerdo con varios autores, una especie puede llegar a tener el carácter de promisorio cuando está subutilizada o poco conocida a nivel local o global, pero con unas grandes potencialidades en diferentes campos como la ecología, la conservación del medio ambiente y que pueda representar un potencial económico para un país o región de manera particular o para la humanidad en general (Cordero, 2012., González, 2003). El término promisorio se refiere principalmente a algo prometedor o que es potencial para algún fin, el cual ha sido derivado del conocimiento empírico proveniente de comunidades tradicionales campesinas, comunidades indígenas o de investigaciones realizadas.

Una de las definiciones sobre especies vegetales promisorias, es la que aporta el Convenio Andrés Bello, el cual dice que el término hace alusión a todas aquellas especies animales o vegetales con un alto potencial de aprovechamiento agroindustrial y que no han tenido un desarrollo comercial a gran escala. Esto agrupa a especies nativas que pueden tener una amplia diversidad de usos industriales como sustitutos de materias primas o de productos terminados, pero de las cuales no existe un amplio desarrollo en domesticación de cultivos, formas de procesamiento industriales y mercados (Correa et al., 1990).

4.1.14 Clasificación Taxonómica

Según Jones (1988), señala que la clasificación taxonómica del frijol de la dieta normal, es la siguiente.

Reino: Vegetal
Subreino: Embryobiontha
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsidae
Subclase Rosidae
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: Phaseolus
Especie: (*Phaeolus vulgaris* L.)
(*Phaeolus lunatus* L.)
(*Phaeolus coccineus* L.)
(*Phaeolus calcaratus* Roxb.)
(*Phaeolus acutifolius* Gray.)
(*Phaeolus polyanthus* Green.)

4.2 Marco Referencial

4.2.1 Lugar de establecimiento de la unidad experimental

La caracterización morfológica de los veinte cultivares de frijol voluble, se realizó en la Sierra de los Cuchumatanes en la aldea Climentoro Aguacatán del departamento de Huehuetenango, donde se estableció la parcela experimental.

4.2.2 Aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango.

4.2.2.1 Ubicación

El municipio de Aguacatán tiene una extensión territorial de 300 km², colinda al norte con Nebaj Quiché y Chiantla, al sur con San Pedro Jocopilas, al este con Sacapulas, al oeste con Huehuetenango y Chiantla, los municipios pertenecen al departamento de Huehuetenango, posee dos vías terrestres por donde se puede acceder al municipio: vía Huehuetenango, Buenos Aires Chiantla, Ocubilá, Aguacatán y desde Quiché vía Sacapulas. En cuanto al acceso interno especialmente al área rural hay que tomar diversas carreteras de terracería, veredas y brechas. Su distancia de la ciudad capital a la cabecera municipal es de 291 kilómetros.

4.2.2.2 Recursos naturales

Considerados aquellos bienes que provee la naturaleza, los cuales se incorporan a las actividades económicas, mediante su cultivo, extracción y explotación. Los recursos naturales renovables son aquellos elementos de la naturaleza que el hombre, con un uso racional, puede conservarlos para beneficio de toda la población. Dentro de los recursos naturales renovables se encuentra el suelo, el agua, flora y fauna.

Entre los recursos naturales no renovables, se tienen los de origen mineral, existentes en el subsuelo del territorio; principalmente en lugar identificado como llano del coyote, donde se considera la existencia mineral de cobre.

Los recursos naturales del Municipio de Aguacatán se encuentran distribuidos en sus 300 km² de latitudes, según sus tres zonas de vida; entre los 1,500 a mayores de 3,000 metros sobre el nivel del mar.

4.2.2.3 Suelo

Según la Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de Guatemala, de Charles Simmons; el Municipio de Aguacatán presenta siete series de suelo, las cuales poseen Características que se identifican en el siguiente cuadro 4.

Cuadro 2. Clasificación y características generales de los suelos Aguacatán.

	Material original	Relieve	Color y textura del suelo superficial	Profundidad efectiva (cm)	Drenaje a través del suelo	Peligro de erosión
Toquilá	Caliza	Karst	Café muy oscuro a negro textura fina.	40	bueno	alto
Chixoy	Caliza	Quebrado	Café grisáceo muy oscuro textura muy fina.	30	excesivo	alto
Cunén	Esquisto Arcilloso	ondulado a ondulado inclinado	Café oscuro textura moderadamente fina	50	bueno	alto
Sacapulas	Esquisto Arcilloso	Inclinado	Café oscuro y textura media	50	bueno	alto
Salamá fase quebrada	Granito Suave y gneis	Relieve completamente seccionado barrancos y zanjas con pendientes mayores del 15%	Café grisáceo a café grisáceo oscuro. Textura moderadamente fina	35	bueno	Alto
Quiché	Ceniza Volcánica Pomácea	Ondulado a Inclinado		70	bueno	
Choxocol	Ceniza Volcánica Pomácea	Casi Plano	Gris oscuro o café grisáceo moteado con café de oxácido férrico textura media.	45	excesivo	Regular a alto

Fuente: SINIT, SEGEPLAN 2010.

El Municipio de Aguacatán, de acuerdo con su uso potencial o capacidad de uso del suelo, según Clasificación USDA, presenta dos clases agrologicas, las cuales son:

Clase Agrológica VII, ocupando un 92.5% del total de territorio municipal; son tierras no cultivables, aptas únicamente para fines de uso o explotación forestal, de topografía fuerte y quebrada con pendiente muy inclinada. Incluye suelos poco profundos de textura deficiente, con problemas de erosión y drenaje. No aptos para cultivos, no obstante puede considerarse algún tipo de cultivo perenne. La mecanización no es posible y es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos. La

Clase Agrológica VI ocupa solamente un 7.5% del Municipio, siendo no cultivable la capacidad de uso de estas tierras, salvo para pasto y fines forestales; con factores limitantes muy severos de cultivos perennes, con prácticas de conservación de suelos.

4.2.2.4 Zonas de Vida

Las unidades bioclimáticas ó zonas de vida existentes en el Municipio de Aguacatán, tienen las características siguientes:

Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (BHMBS)

- ✓ Altitud: 1500 a 2000 metros sobre el nivel del mar
- ✓ Precipitación pluvial anual: 1000 a 2000 milímetros
- ✓ Temperatura media anual: 12 a 18 grados centígrados.
- ✓ Suelos. Son superficiales, de textura liviana mediana, bien drenados, de color pardo.
- ✓ Pendiente: está en los rangos de 5 a 12% y de 32 a 45%.
- ✓ Potencial agrícola: Donde el relieve es casi plano y ondulado, el potencial sería para hortalizas, frutales de bajo requerimiento de frío; maíz, frijol, flores, maguey, papa y trigo.

Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (BMHMBS)

- ✓ Altitud: 2,500 a 3000 metros sobre el nivel del mar
- ✓ Precipitación pluvial anual: 2,000 a 4,000 milímetros
- ✓ Temperatura media anual: 12 a 18 grados centígrados
- ✓ Suelos: Son superficiales, de textura pesada, bien drenados, de color gris oscuro a negro.
- ✓ Pendientes: del 5 a 12%
- ✓ Potencial agrícola, las de más de 45% son de vocación forestal.
- ✓ El potencial de cultivos para frutales deciduos, papa, flores, hortalizas, cereales, leguminosas, bosques energéticos y maderables. Deberán considerarse

Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (BMHMS)

- ✓ Altitud: mayor de 3,000 metros sobre el nivel del mar
- ✓ Precipitación pluvial anual: 1,000 a 2,000 milímetros
- ✓ Temperatura media anual: menor de 12 grados centígrados
- ✓ Suelos: superficiales, de textura pesada, bien drenados, de color gris oscuro a negro, debido a la descomposición lenta de la materia orgánica
- ✓ Pendiente: De 32 a 45% en algunas partes y en otras está en el rango de 0 a 5%.
- ✓ Potencial agrícola: Debido a la baja temperatura, los cultivos no son rentables, por lo que estas áreas deben dedicarse a bosques.

V. Objetivos

5.1. General

- 5.1.1 Generar información sobre la caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) en aldea Climentoro Aguacatán, Huehuetenango.

5.2 Específicos

- 5.2.1 Establecer diferencias y similitudes fenotípicas de 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) caracterizados morfológicamente en la aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango.
- 5.2.2 Identificar las especies a las que pertenecen los 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) procedentes de la parte alta de Aguacatán Huehuetenango.
- 5.2.3 Seleccionar cultivares promisorios de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) en base a sus componentes de rendimiento primario (# vainas/planta, # semillas/vaina, peso de 100 semillas y rendimiento expresando en kg/ha).
- 5.2.4 Evaluar el efecto en la aceptación sensorial a partir de los mejores cinco cultivares de frijol voluble, sobresalientes respecto a sus componentes de rendimiento primarios en relación a las variables: sabor, olor y apariencia de caldo de frijol.

VI. Hipótesis

- Ha₁. Los 20 cultivares de frijol voluble (*Phaseolus spp.*) procedentes de La Sierra de Los Cuchumatanes específicamente de la parte alta de Aguacatán, presentarán variabilidad morfológica en base a sus características cualitativas y cuantitativas en la aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango.
- Ha₂. Existirán diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de frijol voluble respecto a las variables: sabor, olor y apariencia de caldo.

VII. Metodología

La metodología que se empleó para realizar el estudio de caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble, fue en base a los objetivos planteados, procediendo de la siguiente manera.

7.1 Lugar de caracterización de 20 cultivares de frijol voluble

El estudio de caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble, se realizó en la aldea Climentoro del municipio de Aguacatán Huehuetenango, la cual se detalla a continuación.

7.1.1 Aldea Climentoro, Aguacatán, Huehuetenango:

Climentoro se ubica en las siguientes coordenadas Latitud 15° 23' 20.54" Norte y longitud 91° 21' 01.10" Oeste, a una altura promedio 2950 MSNM

7.1.1.1 Zonas de vida

La aldea Climentoro del municipio de Aguacatán Huehuetenango, pertenece a la siguiente zona de vida:

Bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical

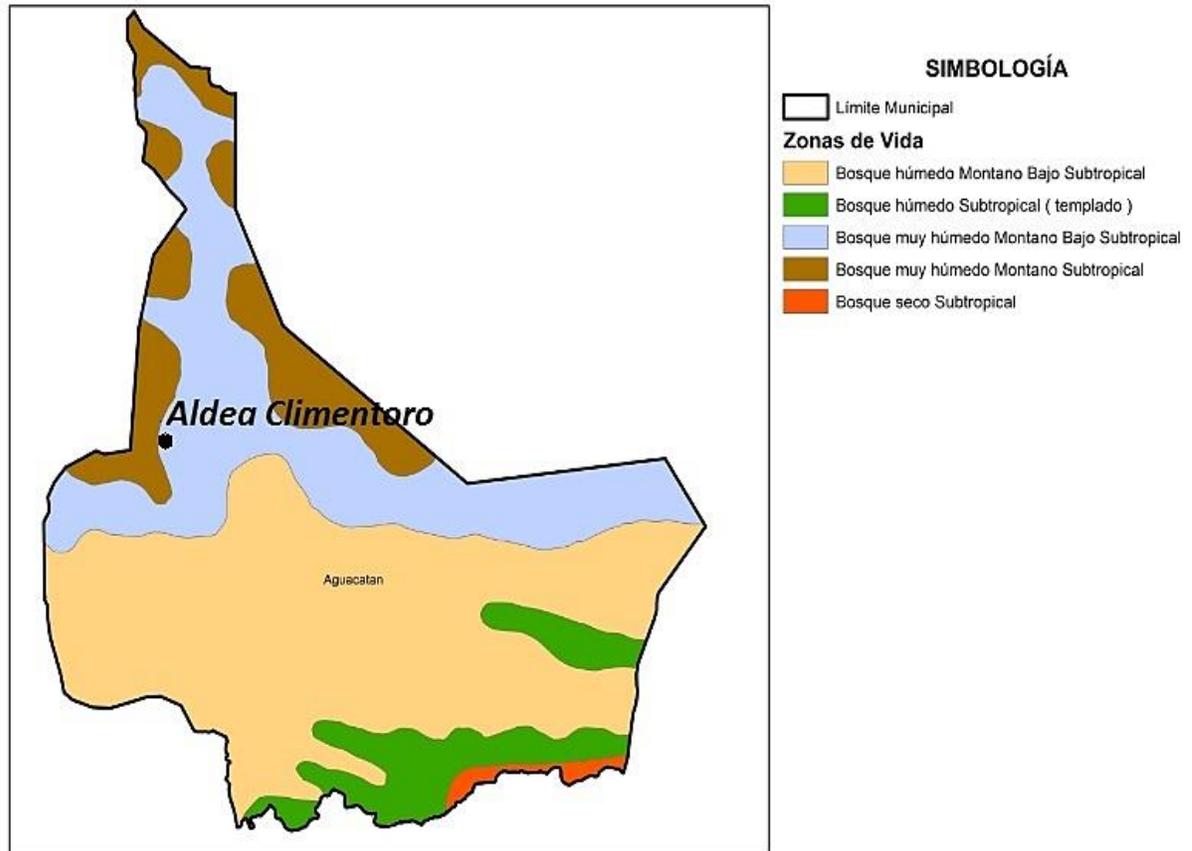
La altitud va desde 2,500 a 3,000 metros sobre el nivel del mar, se presenta una precipitación pluvial anual de 2,000 a 4,000 milímetros,

La temperatura media anual de 12 a 18 grados centígrados, con suelos superficiales de textura mediana y pesada, bien drenados con pendientes variables en los rangos de 12% a 32%, 32% a 45% y más de 45%.

Esta zona de vida tiene un potencial para cultivar árboles frutales deciduos, papa, flores, hortalizas, cereales, leguminosas, bosques energéticos y maderables. Deberán considerarse precauciones en la época de heladas.

Figura 5. Zonas de Vida del municipio de Aguacatán.

**MAPA ZONAS DE VIDA MUNICIPIO DE AGUACATÁN,
DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**



7.2. Caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble

Los 20 cultivares de frijol voluble caracterizados son nativos de la parte alta de Aguacatán Huehuetenango, principalmente de la aldea Climentoro, los cuales fueron recolectados por diferentes agricultores, socios de la Cooperativa Joya Hermosa de la aldea Climentoro del municipio de Aguacatán, cultivándose en pequeñas extensiones aproximadamente en un lapso de 10 años, obteniendo conocimientos en base a las experiencias en su producción sin obtener información técnica, para lo cual se planteó el siguiente manejo agronómico.

En cuestión de rendimientos, por la experiencia de los agricultores se ha cosechado aproximadamente de 50 a 75 libras por cuerda de 441m².

7.2.1. Manejo agronómico

El manejo agronómico que se empleó al ensayo, se basó de acuerdo a la forma que los agricultores realizan las labores culturales y tomando en cuenta las experiencia adquirida por los mismos.

7.2.2 Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó de forma manual, para lo cual se emplearon azadones para establecer la cama de siembra, teniendo el cuidado de dejar completamente mullido el terreno, deshaciendo terrones, eliminando piedras y malezas. Así mismo, la preparación del área se realizó quince días antes de la siembra.

7.2.3 Establecimiento del ensayo

De acuerdo a las experiencias de los agricultores de la aldea Climentoro, la siembra se realizó a un distanciamiento entre plantas por cada cultivar de 0.80 m por postura y 1.0 m entre calles.

Cada cultivar representó una unidad experimental, la cual estuvo conformada por 20 plantas como muestra. Entre cada cultivar se dejaron 2 metros de distanciamiento, esto en base a las recomendaciones de La Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, que recomienda de 15-20 plantas como muestra.

A continuación se presenta la unidad experimental, aplicado para los 20 cultivares de frijol voluble, donde alrededor de todas las parcelas se sembró un surco para borde.

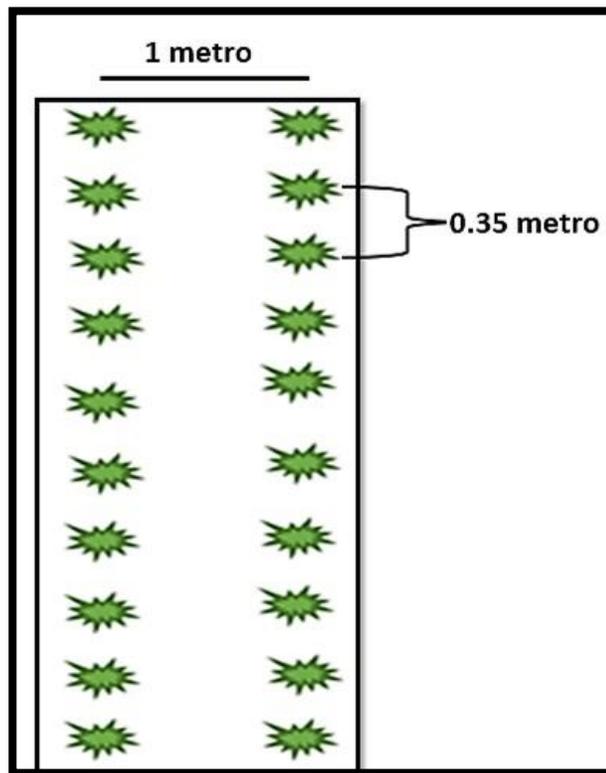


Figura 6. Esquema de Unidad experimental.

7.2.4 Control de malezas

Para controlar las malezas durante el ciclo del cultivo, se realizaron controles manuales con la ayuda de instrumentos como azadón, con el objeto de mantener el suelo libre de malezas y así evitar que estas compitieran por luz, nutrientes, humedad y espacio. En total se realizaron 3 limpiezas, a cada 35 días.

7.2.5 Fertilización

La fertilización se realizó tomando en cuenta la experiencia de los agricultores. En total se realizaron dos fertilizaciones al suelo durante el ciclo productivo, la primera a los 25 días después de la siembra y la segunda previa a la floración. Enterrando el fertilizante para evitar erosiones por agua.

7.2.6 Control de plagas insectiles

Para el control de plagas se realizaron aplicaciones de productos químicos como preventivos y curativos, para evitar daños en la producción.

En los frijoles volubles, se presentó la plaga del suelo como gallina ciega (*Phyllophaga sp.*) para lo cual se utilizó KUN FU 2.5 SC, aplicando alrededor del tallo a ras del suelo.

En la fase de plántula el cultivo fue afectado por gusano nochero (*Agrotis sp.*) para controlar estas plagas se realizaron aplicaciones de KUN FU 2.5 SC, a los 20 días después de la siembra.

7.2.7. Recopilación y Análisis de la información

La recopilación de la información se realizó empleando el descriptor para especies de frijol, desarrollado por el IPGR (Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos), (ver en anexo 1), caracterizando 20 plantas por cultivar.

Las variables que se consideraron fueron las siguientes:

Variables cuantitativas

- % del color del limbo del estandarte
- % del color de los lóbulos del estandarte
- % del color de bractéolas
- % del color del cáliz
- Longitud del tallo principal (cm)
- Número de nudos
- % del color del tallo principal
- Número de hojas en el 10^o. nudo
- Longitud de hoja (cm)
- Número de vainas en el 10^o. nudo
- % del color de la vaina
- Longitud de vaina (cm)
- Ancho de vaina (cm)
- Número de vainas por planta

Variables cualitativas

- Color de las alas de la flor
- Color del limbo del estandarte
- Color de los lóbulos del estandarte
- Color de bractéolas
- Color del cáliz
- Hábito de crecimiento
- Color del tallo principal 4^o. nudo
- Pubescencia del tallo principal 4^o. nudo
- Color de las hojas
- Perfil predominante de la vaina
- Tipo de ápice de la vaina

Una vez efectuada la caracterización morfológica, el análisis de la información, se procedió a realizar una matriz básica de datos en una hoja electrónica (Excel), en la que se incluyeron en el eje X las variables contenidas en el descriptor (cualitativas y cuantitativas) con sus respectivos estados; mientras que en el eje Y el número de cultivares provenientes de La Sierra de Los Cuchumatanes.

Posteriormente se estandarizó los valores contenidos en la matriz básica de datos, la cual se ingresó al Programa estadístico Statistica, donde se efectuó el análisis de conglomerados (Clúster) a través de la formación de grupos representados mediante un fenograma, con la finalidad de establecer sus diferencias y similitudes fenotípicas. Así mismo, también se efectuó un análisis de componentes principales, con el propósito de representar gráficamente la formación de grupos en base a características de mayor peso (las más marcadas).

7.3. Identificación taxonómica de 20 cultivares de frijol voluble

Para la identificación taxonómica de las especies, se procedió a tomar en campo muestras vegetativas a través de: guías, hojas, flores y semillas; y por medio del empleo de Claves Dicotómicas de la Flora de Guatemala, según Standley y Steyermark y con apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología ICTA, se identificaron las especies.

7.3.1. Análisis de la información

El análisis consistió en el número de especies de frijol voluble identificados taxonómicamente según Flora de Guatemala con apoyo del ICTA, describiendo las características específicas a través de claves dicotómicas que marcaron las diferencias.

7.4. Selección de cultivares promisorios de 20 cultivares de frijol voluble

Para la selección de cultivares promisorios, una vez efectuada la caracterización morfológica, se tomaron en cuenta las siguientes variables de componentes de rendimiento primario:

Vainas/planta #semillas/vaina Peso de 100 semillas Rendimiento kg/ha

7.4.1. Análisis de la información

Para su análisis, se procedió a emplear medidas de tendencia central y dispersión. De cada una de las variables en estudio se calculó su media aritméticas y desviación estándar, siendo la sumatoria de ambas variables nuestro comparador; por lo tanto aquellos cultivares cuyos valores se encontraron en ese rango o por arriba de él se considerarán como promisorios.

7.5 Aceptación Sensorial de cultivares de frijol voluble

7.5.1 Procedimiento

Análisis sensorial a los mejores cinco cultivares de frijol voluble, sobresalientes en sus componentes de rendimiento primario.

El análisis sensorial de los cinco cultivares sobresalientes en sus componentes de rendimiento primario, se realizó a través de la preparación del caldo, procediendo de la siguiente manera de acuerdo a Wittig de Peña (1,997).

- Se pesaron 50 gramos de frijol de cada cultivar de los mejores cinco
- Se introdujo cada muestra en ollas para realizar la cocción.
- Se agregará 1 litro de agua pura.
- Se utilizó leña y una plancha para su preparación.
- Se cocinó por tiempo necesario hasta obtener la cocción del frijol.
- La muestra cocinada se colocó en un recipiente limpio y de color blanco.
- Los panelistas bebieron agua y comieron galleta salada entre cada prueba para evitar sesgo entre el producto comestible de frijol.
- Se implementó un ensayo en Diseño de Bloques al azar de las cinco muestras.
- Los panelistas fueron madres de familia, procedentes de la aldea Climentoro, del municipio de Aguacatán, las instrucciones se proporcionarán de forma oral, previa a la evaluación.
- La información se recabó por medio de una boleta de evaluación sensorial donde se evaluaron tres variables (sabor, espesor y apariencia de caldo) con sus respectivas escalas de aceptación. (Ver Anexos 2).

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Sabor de caldo	Espesor de caldo	Apariencia de caldo
10 Muy Bueno	10 Normal	10 Muy agradable
08 Bueno	08 Espeso	08 Agradable
06 Regular	06 Ralo	06 Desagradable
04 Malo	04 Muy ralo	04 Muy desagradable
02 Muy Malo	02 Muy espeso	

- A cada una de las escalas contenidas en cada variable a estudiar, se les aplicó la fórmula para variables discretas, con el propósito de reducir el coeficiente de variación, tal como se detalla a continuación:

$$N = \sqrt{X + 0.5}$$

$$10 = 3.24, 8 = 2.92, 6 = 2.55, 4 = 2.12, 2 = 1.58$$

Donde X = Distintos rangos que comprenden la calificación de cada degustación de caldo de frijol (02, 04, 06, 08, 10), 0.5 = Constante.

Los datos transformados producto del calificativo de cada panelista de acuerdo a la variable en estudio, son los que se tomaron para realizar los Análisis de varianza respectivos.

7. 5.2 Análisis de la información

Se realizó un análisis sensorial a los mejores cinco cultivares sobresalientes en sus componentes de rendimiento primario; para lo cual se emplearon 10 panelistas quienes dieron el calificativo de aceptación, registrando los datos por medio de una boleta.

El diseño utilizado fue de bloques al azar, empleando una Análisis de Varianza para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, procediendo a realizar prueba múltiple de medias TUKEY en las variables que estadísticamente presentaron significancia, con el objeto de establecer el mejor cultivar en su aceptación sensorial de acuerdo a los calificativos obtenidos.

VIII. Resultados y discusión

8.1. Información general de colecta de los 20 cultivares de frijol voluble

Los veinte cultivares de frijol voluble fueron recolectados por agricultores de la parte alta del municipio de Aguacatán, que posteriormente se trasladaron a la reserva de semillas de la Cooperativa Joya Hermosa, ubicada en la aldea Climentoro Aguacatán. De los cuales se presenta la siguiente información:

Cuadro 5. Referencias de colecta de los 20 cultivares de frijol voluble.

ENTRADA	DONANTE	FECHA DE COLECCIÓN	INSTITUCIÓN RECOLECTORA	LUGAR	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD M.S.N.M.
101	Catarina Ixcoy	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
102	Pedro Rigoberto Pérez	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39513	91.32654	2546
103	Feliciano Pérez	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
104	Catarina Ixcoy	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
105	Feliciano Pérez	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39371	91.32885	2638
106	Catarina Ixcoy	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
107	Camila Juarez	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39031	91.33643	2837
108	Pedro Rigoberto	04/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39513	91.32654	2546
109	Pedro Herrera	06/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	aldea Climentoro Aguacatán, Huehuetenango.	15.39383	91.33057	2703
110	Pedro Herrera	06/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	aldea Climentoro Aguacatán, Huehuetenango.	15.39383	91.33057	2703
111	Juana Petrona	06/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39513	91.32654	2546
113	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39371	91.32885	2638
114	Catarina Ixcoy	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
115	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	091.32748	2576
116	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	091.32748	2576
117	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
118	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39518	91.32748	2576
119	Esvin Feliciano	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39513	91.32654	2546
120	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39371	91.32885	2638
122	Feliciano Pérez	07/01/2015	Cooperativa Joya Hermosa	cantón Cifuentes, aldea el Suj Aguacatán Huehuetenango.	15.39371	91.32885	2638

Fuente: Elaborado por El Autor (2015).

8.2. Caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol voluble

8.2.1. Análisis de conglomerados

Para la caracterización morfológica de 20 cultivares de frijol (*Phaseolus spp*), se analizaron un total de 50 características (cualitativas y cuantitativas), mismas que se tomaron en cuenta para el análisis de conglomerados (Clúster), en la formación de grupos, tal como se presenta en el siguiente fenograma.

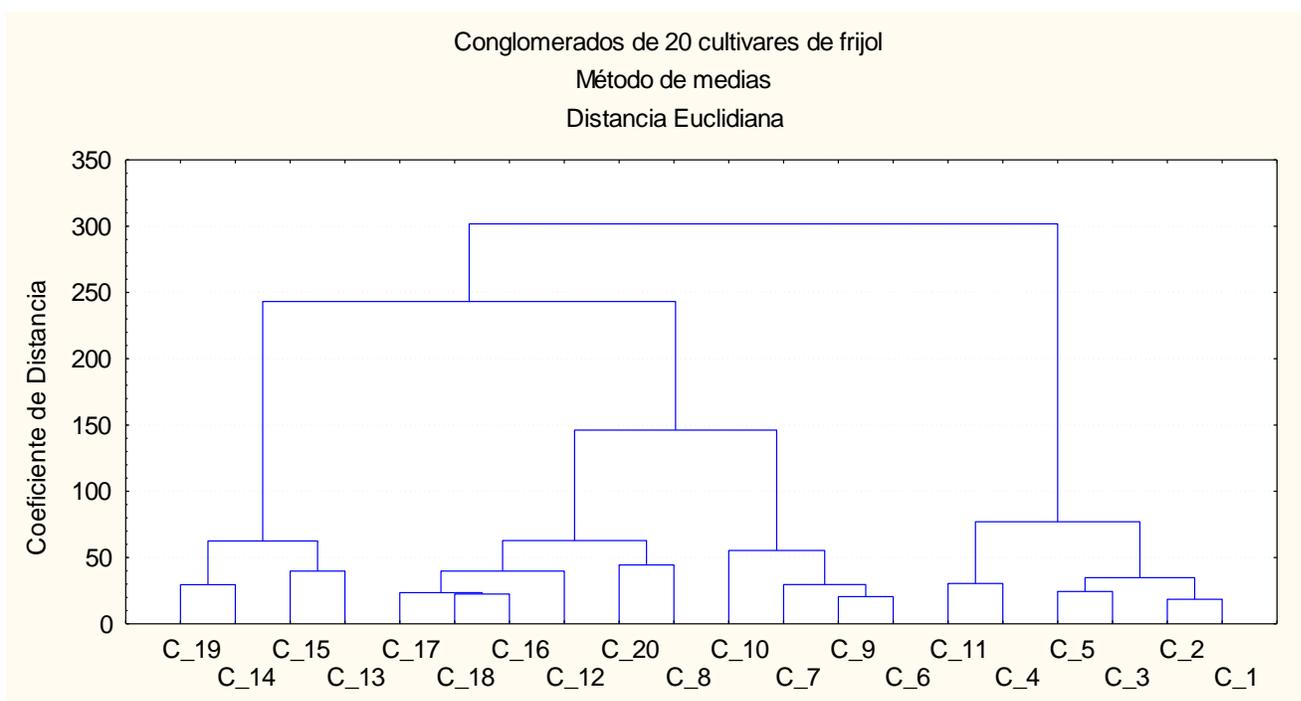


Figura 7. Fenograma de Conglomerados para 20 cultivares de frijol (*Phaseolus spp*).

Fuente: Elaborado por el Autor (2015).

Como se observa en el fenograma anterior, a un coeficiente de distancia de 300 se formaron dos grupos de cultivares de frijol. El primer grupo estuvo integrado por los cultivares (C19, C14, C15, C13, C17, C18, C16, C12, C20, C8, C10, C7, C9 y C6); el segundo grupo lo conformaron los cultivares (C11, C4, C5, C3, C2 y C1) respectivamente.

Las características por las cuales se diferenciaron ambos grupos, son las que se detallan a continuación:

Cuadro 6.

Características que diferenciaron a los grupos formados en el análisis de conglomerados de cultivares de frijol.

No.	Variable o característica	Grupo I	Grupo II
1	Color de hipocótilo	Café rojizo	Morado, verde
2	Longitud del hipocótilo (cm)	3	7
3	Longitud epicotíleo (cm)	6	5
4	Días de anthesis	134	117
5	Color de las alas de la flor	Blanco con pigmento crema, escarlata	lila
6	Color del estandarte	escarlata	lila
7	Color de la corola	escarlata	Blanco, lila
8	Color del cáliz	Verde muy pigmentado de café rojizo	Verde con pigmento morado
9	Longitud Tallo Principal (cm)	143	137
10	Número de nudos	16	15
11	Ancho de la hoja (cm)	6	5
12	Longitud de la hoja (cm)	8	7
13	Área foliar de la hoja (cm ²)	47	38
14	Días a madurez Fisiológica	226	190
15	Duración madurez Fisiológica	34	29
16	Color predominante Vaina	Amarillo con pigmento morado, verde, verde muy pigmentado de morado	Morado, rosado
17	Longitud Ápice (mm)	10	7
18	Días a la Cosecha	247	209
19	Longitud Vaina (cm)	9	12
20	Ancho de Vainas (mm)	14	8
21	Número de vainas por planta	12	14
22	Número de semillas por vaina	3	7
23	Color Primario de la semilla	Amarillo dorado, rojo, Crema suave, café rojizo	Negro, café oscuro, café
24	Color secundario de la semilla	Amarillo dorado, rojo, gris, negro	Sin color
25	Forma de la semilla	Alargada casi cuadrada, elíptica	Alargada Ovoide, Alargada ovoide en un extremo e inclinada en el otro

Fuente: Elaborado por El Autor (2015)

De acuerdo al cuadro 6, fueron en total 25 características que diferenciaron a los dos grupos formados en el análisis de conglomerados de los 20 cultivares de frijol voluble, correspondiendo a 16 cuantitativas y 9 cualitativas respectivamente. Diferenciándose el primer grupo, por presentar color de hipocótilo café-rojizo y de menor longitud; reportaron mayores días a antesis con una diferencia de 17 días en relación al grupo dos; el color de las alas de la flor presentaron dos tonalidades, mientras que el grupo dos fueron lilas; el color de la corola como del estandarte fueron escarlatas y las del grupo dos fueron blanco y lila respectivamente; el grupo uno presentó tallos más largos con mayor número de nudos; así como también hojas de mayores dimensiones en anchura, longitud y por consiguiente área foliar.

El grupo dos se caracterizó por presentar menores días en su madurez fisiológica y cosecha, indicando que son cultivares más precoces en relación al grupo uno; también reportaron vainas más largas pero más angostas; así mismo, obtuvieron mayor número de vainas por planta y semillas por vaina, indicando que resultan cultivares sobresalientes respecto a su madurez y rendimiento.

En el grupo uno de la figura 7 del fenograma, a un coeficiente de distancia de 250 se conformaron dos subgrupos, el primero integrado por los cultivares (C19, C14, C15 y C13); mientras que el segundo lo conformaron los cultivares (C17, C18, C16, C12, C20, C8, C10, C7, C9 y C6). Las características por las cuales se diferenciaron se detallan en el siguiente cuadro 7:

Cuadro 7.

Características que diferenciaron a los subgrupos formados en el grupo I en el análisis de conglomerados de cultivares de frijol.

No.	Variable o característica	Subgrupo I (C19, C14, C15, C13)	Subgrupo II (C17, C18, C16, C12, C20, C8, C10, C7, C9, C6)
1	Color de los Cotiledones	Morado Uniforme o bien contrastado con verde	Verde uniforme o con leves pigmentaciones de morado
2	Longitud del Hipocótilo (cm)	0.5	5.4
3	Longitud hojas primarias (cm)	4	5
4	Ancho hojas primarias (cm)	4	5
5	Longitud del Epicotilo (cm)	7	6
6	Días de antesis	137	133
7	Longitud Tallo Principal (cm)	193	124
8	Número de Nudos	19	14
9	Ancho de la Hoja (cm)	7	5
10	Longitud de la Hoja (cm)	9	7
11	Área Foliar (Cm ²)	63	41
12	Días a madurez Fisiológica	230	225
13	Duración madurez Fisiológica	35	33
14	Días a la Cosecha	252	246
15	Ancho de Vainas (mm)	15	13
16	Número de vainas por planta	13	12
17	Forma de la semilla	Alargada, casi cuadrada	Redonda
18	Peso de 100 semillas (gr)	45	43

Fuente: Elaborado por El Autor (2015)

Como se puede observar en el cuadro 7, los subgrupos formados en el grupo uno, se diferenciaron por un total de 18 características, de ellas 16 correspondieron a las cuantitativas y dos a las cualitativas.

El subgrupo uno se caracterizó por presentar hipocotilos más cortos, así como hojas primarias de menores dimensiones; reportó mayor días a antesis, así como, tallos más largos y mayor cantidad de nudos; las hojas fueron de mayores dimensiones y por consiguiente de mayor área foliar; los días a madurez fisiológica como su duración fueron mayores; reportando vainas más anchas, semillas de forma alargada a casi cuadrada y de mayor peso, sobresaliendo su rendimiento en relación a la longitud de sus semillas y peso respectivamente.

El subgrupo dos, se caracterizó por presentar menores días a su madurez fisiológica y cosecha, semillas de forma redonda y de menor peso; resaltando la precocidad de estos cultivares.

El subgrupo I del grupo I, como se observa en el fenograma de la figura 7, a un coeficiente de distancia de 60 formó dos conjuntos. El primer conjunto lo integraron los cultivares (C19 y C14), por su parte el segundo conjunto lo conformaron los cultivares (C15 y C13) respectivamente. Ambos conjuntos se diferenciaron por las siguientes características:

Cuadro 8.

Características que diferenciaron a los conjuntos formados en el Subgrupo I del grupo I en el análisis de conglomerados.

No.	Variable o característica	Conjunto I (C19, C14)	Conjunto II (C15, C13)
1	Longitud Tallo Principal (cm)	180	206
2	Ancho de la Hoja (cm)	6	8
3	Longitud de la Hoja (cm)	8	10
4	Área Foliar (Cm ²)	47	80
5	Color predominante Vaina	verde	Amarillo con pigmento café rojizo
6	Perfil predominante vaina	Medianamente curvo	Recto, curvado
7	Longitud Vaina (cm)	8	10
8	Ancho de Vainas (mm)	12	17
9	Número de vainas por planta	12	14
10	Color secundario de la semilla	sin color	negro
11	Forma de la semilla	Alargada, casi cuadrada	Ovoide
12	Longitud de la semilla (mm)	11	13
13	Ancho de la semilla (mm)	7	10
14	Peso de 100 semillas (gr)	46	44

Fuente: Elaborado por El Autor (2015)

Como se puede observar en el cuadro 8, los conjuntos formados en el subgrupo uno del grupo uno, se diferenciaron por un total de 14 características, de ellas 10 correspondieron a las cuantitativas y cuatro a las cualitativas.

El conjunto uno se caracterizó por presentar vainas de menores dimensiones de color verde con perfil medianamente curvo. Sus semillas fueron de forma alargada a casi cuadrada, de menores dimensiones, pero con mayor peso expresado en gramos, característica importante a considerar en programas de mejoramiento genético relacionado a la producción.

El conjunto dos a diferencia del conjunto uno, presentó tallos más largos, hojas de mayores dimensiones y área foliar; el perfil de sus vainas varió de rectas a curvas, presentando mayores dimensiones; también reportaron mayor número de vainas por planta; sus semillas fueron de forma ovoide con mayores dimensiones pero menor peso expresado en gramos.

El subgrupo II del grupo I, como se observa en el fenograma de la figura 7, a un coeficiente de distancia de 150 formó dos conjuntos. El conjunto I lo integraron los cultivares (C17, C18, C16, C12, C20 y C8); mientras que el conjunto II lo conformaron los cultivares (C10, C7, C9 y C6) respectivamente. Las características por las cuales se diferenciaron ambos conjuntos, se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.

Características que diferenciaron a los conjuntos formados en el Subgrupo II del grupo I en el análisis de conglomerados.

No.	Variable o característica	Conjunto I (C17, C18, C16, C12, C20, C8)	Conjunto II (C10, C7, C9, C6)
1	Color de las nervaduras	Rosado, morado	Verde
2	Longitud del Hipocotilo (cm)	2	8
3	Longitud hojas primarias (cm)	5	6
4	Ancho hojas primarias (cm)	5	4
5	Longitud del Epicotilo (cm)	7	5
6	Días Duración Floración	33	25
7	Color de las alas de la flor	Escarlata	Blanco con pigmento crema
8	Color de la Corola	Escarlata	Blanco con pigmento crema
9	Longitud Tallo Principal (cm)	141	97
10	Número de Nudos	16	12
11	Ancho de la Hoja (cms)	6	5
12	Área Foliar (Cm ²)	46	34
13	Días a madurez Fisiológica	228	220
14	Duración madurez Fisiológica	34	31
15	Color predominante Vaina	Verde, amarillo, Verde muy pigmentado de morado	Amarillo con pigmento café rojizo
16	Según el grado de curvatura de la vaina	curvado	Recto, medianamente curvo.
17	Longitud Ápice (mm)	11	10
18	Días a la Cosecha	250	239
19	Longitud Vaina (cm)	9	8
20	Ancho de Vainas (mm)	13	14
21	Número de vainas por planta	14	9
22	Consistencia de la vaina	Coriácea, pergaminosa	carnosa
23	Color primario de la semilla	Blanco limpio, crema suave, negra, café rojizo.	Amarillo dorado y rojo
24	Color secundario de la semilla	Negro, gris	Amarillo, rojo
25	Longitud de la semilla (mm)	12	13
26	Peso de 100 semillas (gr)	39	48

Fuente: Elaborado por El Autor (2015)

Como se puede observar en el cuadro 9, los conjuntos formados en el subgrupo dos del grupo uno, se diferenciaron por un total de 26 características, de ellas 18 correspondieron a las cuantitativas y ocho a las cualitativas.

El conjunto uno se caracterizó por presentar hipocotilos cortos, hojas primarias dimensiones; la duración de su floración fue mayor; el color de las alas de la flor como de la corola fue escarlata a diferencia de las del conjunto dos que fueron blanco con pigmento crema; los tallos fueron de mayor longitud proporcional a su número de nudos. Presentaron hojas más anchas y por consiguiente de mayor área foliar; el número de vainas por planta fue mayor; sus semillas fueron de menor longitud y peso respectivamente.

El conjunto dos se caracterizó por presentar menor duración de la madurez fisiológica y por consiguiente menores días a la cosecha, sobresaliendo en este aspecto su precocidad; así mismo, reportaron vainas de menores dimensiones y cantidad por planta, sin embargo sus semillas fueron de mayor longitud y peso expresado en gramos respectivamente, característica a considerar en el rendimiento.

En el grupo II, como se observa en el fenograma de la figura 10 a un coeficiente de distancia de 80 formó dos subgrupos, integrando el primer subgrupo los cultivares (C11 y C4); mientras que el segundo subgrupo lo conformaron los cultivares (C5, C3, C2 y C1) respectivamente. Las características por las cuales se diferenciaron ambos subgrupos se detallan en el siguiente cuadro 10:

Cuadro 10.

Características que diferenciaron a los subgrupos formados en el grupo II en el análisis de conglomerados de cultivares de frijol voluble.

No.	Variable o característica	Subgrupo I (C11, C4)	Subgrupo II (C5, C3, C2, C1)
1	Color del Hipocotilo	verde	morado
2	Color de los Cotiledones	Amarillo pálido	Verde uniforme o con leves pigmentaciones de morado, Morado Uniforme o bien contrastado con verde
3	Color de las nervaduras	Rosado	Morado
4	Longitud del Hipocotilo (cm)	6	7
5	Longitud hojas primarias (cm)	4	6
6	Ancho hojas primarias (cm)	4	5
7	Longitud del Epicotilo (cm)	5	6
8	Días de antesis	121	115
9	Longitud Tallo Principal (cm)	114	149
10	Número de Nudos del tallo principal	14	15
11	Ancho de la Hoja (cms)	4	6
12	Longitud de la Hoja (cms)	6	8
13	Área Foliar (cm ²)	27	43
14	Días a madurez Fisiológica	196	187
15	Color predominante Vaina	amarillo	Morado, rosado
16	Días a la Cosecha	214	206
17	Longitud Vaina (cm)	11	13
18	Número de vainas por planta	11	16
19	Color Primario de la semilla	café	Blanco limpio, negro, gris
20	Forma de la semilla	Redonda, Alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro	Ovoide, Alargada Ovoide
21	Longitud de la semilla (mm)	9	10
22	Ancho de la semilla (mm)	6	7
23	Peso de 100 semillas (gr)	24	21

Fuente: Elaborado por El Autor (2015)

Como se puede observar en el cuadro 10, los subgrupos formados en el grupo dos, se diferenciaron por un total de 23 características, de ellas 17 correspondieron a las cuantitativas y seis a las cualitativas.

El subgrupo uno se caracterizó por presentar hipocotilos de color verde, cotiledones amarillos pálido; tanto el hipocotilo como las hojas primarias fueron de menores dimensiones; también sus hojas primarias fueron de menores dimensiones y por ende su área foliar. Las vainas fueron de menores dimensiones, adquiriendo una tonalidad amarilla y de menor cantidad por vaina. Sus semillas fueron de color café, de diferentes formas, fueron menores en cuanto a sus dimensiones pero de mayor peso expresado en gramos, característica a considerar en el rendimiento.

El subgrupo dos se caracterizó por presentar hipocotilos morados, cotiledones de variadas tonalidades; las hojas primarias fueron de mayores dimensiones; reportaron tallos más largos y mayor cantidad en su número de nudos. Sus hojas fueron de mayores dimensiones y por consiguiente de mayor área foliar. Presentaron menor cantidad en días a su madurez fisiológica y cosecha, indicándonos su precocidad; reportaron mayor cantidad de vainas por planta; sus semillas tuvieron variaciones en su color al igual que en su forma, también fueron de mayores dimensiones pero de menor peso en gramos respectivamente.

En síntesis, podemos deducir que los cultivares de frijol caracterizados presentaron variaciones respecto a sus características morfológicas, resaltando en algunos de ellos su área foliar, precocidad respecto a madurez y cosecha, producción en cuanto al número de vainas por planta, número de semillas por vaina y principalmente su peso expresado en gramos.

8.2.2. Análisis de Componentes Principales de cultivares de frijol voluble

En base a la matriz básica de datos, se realizó el análisis de componentes principales, donde se incluyeron 50 características morfológicas.

Los valores propios, el porcentaje de variación y el porcentaje de variación acumulada, para cada componente se muestran en el siguiente cuadro 11:

Cuadro 11. Valores propios y varianza acumulada de los dos componentes Principales de cultivares de frijol.

Componente principal	Valor propio	% Variación	Variación Acumulada	% Acumulada
1	19.75775	98.78873	19.75775	98.78873
2	0.17569	0.87845	19.93344	99.66718

Fuente: Elaborado por el Autor (2015).

En el cuadro anterior, se puede observar que los primeros dos componentes principales, son suficientes para explicar el 99.67 % de la variabilidad en los 20 cultivares de frijol (*Phaseolus spp*) caracterizados morfológicamente.

El porcentaje de variación indica la proporción de variabilidad en las 50 características evaluadas, la cual está contenida o explicada por cada componente principal; lógicamente el componente principal uno, es el que explica la mayor variabilidad con 98.79 % en comparación con el componente principal dos que reportó 0.88% respectivamente.

A continuación en el siguiente cuadro 12, de acuerdo a sus valores absolutos no importando si son positivos o negativos, se muestran los valores propios de las 50 variables en estudio por cada componente principal.

Cuadro 12. Lista de los valores propios de los dos Componentes Principales del análisis de 20 cultivares de frijol.

No.	Variable	Componente I	Componente II
1	Días a germinación	-0.191258	-0.00687
2	Color del hipocotilo	-0.393970	0.01438
3	Color de los cotiledones	-0.373662	0.07351
4	Color de las nervaduras de las hojas primarias	-0.391012	-0.02183
5	Longitud del hipocotilo (cm)	-0.343705	0.36476
6	Longitud de las hojas primarias (cm)	-0.335395	0.11813
7	Ancho de las hojas primarias (cm)	-0.343791	0.10698
8	Longitud del epicotilo (cm)	-0.316132	0.04252
9	Días a antesis	2.153649	0.96486
10	Días de duración de la floración	0.170452	-0.13572
11	Tamaño de las bractéolas	-0.410267	0.10916
12	Color de las alas de la flor	-0.346365	-0.13482
13	Color del estandarte	-0.251457	0.28111
14	Color de la corola	-0.344452	0.07832
15	Color predominante del cáliz	-0.347190	-0.19854
16	Hábito de crecimiento	-0.300262	0.15747
17	Longitud del tallo principal (cm)	2.389228	-5.99717
18	Color del tallo principal	-0.393063	-0.01280
19	Número de nudos	-0.127407	-0.27361
20	Pubescencia del tallo	-0.403080	0.07715
21	Tipo de ramificación	-0.393473	0.11191
22	Color de la hoja	-0.392823	0.06090
23	Ancho de la hoja (cm)	-0.321044	-0.04016
24	Longitud de la hoja (cm)	-0.280560	-0.07242
25	Área foliar (cm ²)	0.447568	-2.01066
26	Forma de la hoja	-0.397716	0.08769
27	Días a madurez fisiológica	3.883309	1.70043
28	Duración de la madurez fisiológica	0.211648	0.16014
29	Color predominante de la vaina	-0.366636	-0.04046
30	Forma del corte transversal de la vaina	-0.409322	0.06278
31	Distribución predominante de la vaina	-0.365948	0.07667
32	Según el grado de curvatura	-0.382713	0.04427
33	Longitud del ápice (mm)	-0.251255	0.26558
34	Perfil predominante de la vaina	-0.390197	0.15179
35	Días a la cosecha	4.290641	1.67729
36	Longitud de la vaina (cm)	-0.233773	-0.10296
37	Ancho de la vaina (mm)	-0.193989	0.22600
38	Color predominante de la vaina seca	-0.341612	0.16554
39	Número de vainas por planta	-0.180698	-0.38766
40	Consistencia de la vaina	-0.389707	0.14424
41	Número de semillas por vaina	-0.340339	-0.03721
42	Color primario de la semilla	-0.223162	-0.13483
43	Color secundario de la semilla	-0.341671	0.51549
44	Forma de la semilla	-0.372561	-0.03799
45	Brillo de la semilla	-0.391934	0.11824
46	Presencia del color alrededor del hilo	-0.404512	0.08845
47	Presencia o ausencia de venaciones en la semilla	-0.399649	0.11090
48	Longitud de la semilla (mm)	-0.201526	0.23906
49	Ancho de la semilla (mm)	-0.268902	0.22033
50	Peso de 100 semillas al 13% de humedad (gr)	0.301694	1.02964

Fuente: Elaborado por el Autor (2015).

Como se puede observar en el Cuadro 12, las características que conformaron el componente principal uno (el eje “x”), y que mayor efecto ejercieron sobre la variabilidad en los 20 cultivares de frijoles estudiados (98.79 % de la variación) correspondieron a: Días a antesis, días a madurez fisiológica y días a la cosecha.

El segundo componente, que explicó 0.88 % de la variación en los 20 cultivares de frijol, estuvo conformado por las variables: longitud del tallo principal (cm), área foliar (cm²) y el peso de 100 semillas (gramos) respectivamente.

A continuación en la siguiente figura 8, se muestra la gráfica de componentes principales, mostrando la formación de grupos que muestra su variabilidad en relación a sus características más marcadas producto de la caracterización morfológica.



Figura 8. Grupos formados de 20 cultivares de frijol en análisis de Componentes Principales.

Fuente: Elaborado por el Autor (2015).

Como es de observarse en la figura anterior de componentes principales, se formaron dos grupos y dos cultivares aislados.

El cultivar aislado C10 se caracterizó por presentar 131 días de antesis, tallo principal de 70 centímetros de longitud, 220 días a madurez fisiológica, área foliar de 21 centímetros cuadrados, 39 gramos de peso de 100 semillas al 13% de humedad y 239 días a la cosecha. Así mismo, el cultivar aislado C13 se caracterizó por presentar 252 días a la cosecha, 230 días a la madurez fisiológica, área foliar de 89 centímetros cuadrados, tallo principal de 216 centímetros de longitud, 54 gramos de peso de 100 semillas al 13% de humedad.

El primer grupo conformado por los cultivares C9 y C6 coincidió con el análisis de conglomerados, formando núcleo caracterizándose tener 131 días de antesis, 92 y 108 centímetros respectivamente de longitud del tallo principal, 32 y 38 centímetros cuadrados de área foliar, 220 a madurez fisiológica, 239 días a la cosecha y 50 y 49 gramos respectivamente de peso de 10 semillas al 13% de humedad,

El segundo grupo lo conformaron el resto de cultivares de frijol diferenciándose por características tanto cualitativas como cuantitativas.

En síntesis las características de mayor peso, es decir las más marcadas estuvieron referidas a: Días a antesis, días a madurez fisiológica, días a la cosecha, longitud del tallo principal, área foliar y peso de 100 semillas; haciendo un total de seis características del tipo cuantitativo que marcaron la variabilidad morfológica de un total de 50 en los 20 cultivares de frijol caracterizados morfológicamente.

8.3. Identificación taxonómica de especies de frijol voluble

Para la identificación taxonómica, se hizo necesario coleccionar hojas, guías, flores y semillas de los veinte cultivares de frijol voluble caracterizados morfológicamente. Llegándose a identificar de acuerdo a claves dicotómicas de la Flora de Guatemala y con apoyo de profesionales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, las especies que a continuación se detallan en el siguiente cuadro 13:

Cuadro 13. Especies de frijol voluble identificadas taxonómicamente.

Cultivares	Especies	Total
101	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	7
102	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
103	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
104	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
105	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
108	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
111	<i>Phaseolus vulgaris L.</i>	
112	<i>Phaseolus coccineus</i>	9
113	<i>Phaseolus coccineus</i>	
114	<i>Phaseolus coccineus</i>	
115	<i>Phaseolus coccineus</i>	
116	<i>Phaseolus coccineus</i>	
117	<i>Phaseolus coccineus</i>	
118	<i>Phaseolus coccineus</i>	
119	<i>Phaseolus coccineus</i>	
120	<i>Phaseolus coccineus</i>	
106	<i>Phaseolus polyanthus</i>	4
107	<i>Phaseolus polyanthus</i>	
109	<i>Phaseolus polyanthus</i>	
110	<i>Phaseolus polyanthus</i>	
	Total	20

Fuente: ICTA (2015).

Como se puede observar en el cuadro 13, la especie *Phaseolus coccineus* fue la más numerosa, al reportar un total de 9 cultivares de frijol voluble, seguida de *Phaseolus vulgaris* con un total de 7, y finalmente la especie *Phaseolus polyanthus* con un total de 4 cultivares respectivamente.

8.4. Selección de cultivares promisorios de frijol voluble

Para la selección de cultivares promisorios de frijol, se consideraron las variables: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el peso de 100 semillas. El parámetro a considerar fue la sumatoria de la media aritmética más la desviación estándar, por lo tanto todos aquellos cultivares que se encontraron en este parámetro establecido o por arriba de él se consideraron como promisorios.

Cuadro 14. Cultivares promisorios de frijol voluble en base a sus Componentes de rendimiento primario.

Cultivares	# vainas / planta	# semillas / vaina	Peso de 100 semillas (g)	Kg/ha
101	15	8	22	330
102	21	8	18	378
103	15	6	20	225
104	11	7	23	221
105	11	7	22	212
106	9	3	50	169
107	11	3	60	248
108	14	8	18	252
109	9	3	49	165
110	6	3	39	88
111	11	7	26	250
113	17	3	41	261
114	15	3	54	304
115	13	3	56	273
116	13	3	35	171
117	17	3	46	293
118	13	3	45	219
119	11	3	58	239
120	10	3	36	135
122	10	4	28	140
Desviación estándar	13	4	37	
Media	3.45	2.11	14.40	
Σ	16	6	51	

Fuente: Elaborado por el Autor (2015)

Los cultivares de frijol voluble considerados como promisorios, de acuerdo a sus componentes de rendimiento primario, correspondieron a los cultivares: 101, 102, 104, 105, 107, 108, 111, 113, 114, 115, 117, 119. Pero de ellos los más sobresalientes considerando su rendimiento expresado en kilogramos por hectárea, correspondieron a los cultivares de acuerdo a su número de pasaporte o entrada: 107, 114, 115 y 119 respectivamente.

De lo anterior cultivares que sobresalieron respecto a sus componentes de rendimiento primarios, se recomienda su promoción para considerarlos en programas de mejora genética, básicamente en evaluaciones de estabilidad genética con miras a su rendimiento en kilogramos por hectárea.

8.5. Aceptación Sensorial de cultivares de frijol voluble

A continuación se presentan los resultados del análisis sensorial efectuado a caldos de frijol, a partir de cinco tratamientos que estadísticamente presentaron el mejor control del gorgojo del frijol respecto al testigo en relación a las variables: sabor, espesor y apariencia de caldo de frijol.

8.5.1. Sabor de caldo de frijol

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable sabor de caldo de frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	4.346680	0.869336	9.3904	0.000
Bloques	9	1.074310	0.119368	1.2894	0.269
Error	45	4.165955	0.092577		
Total	59	9.586945			

C.V. = 10.79 %

Fuente: Elaborado por El Autor (2,015)

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 15, se puede decir que estadísticamente al 1 y 5 % de significancia existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, específicamente en lo que respecta a la variable sabor de caldo de frijol, por lo que se procedió a realizar la prueba de Medias Tukey, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 16. Prueba de medias Tukey para la variable sabor de caldo de frijol.

Tratamiento	Media
4	3.1760 a
1	3.1440 a
5	2.8140 a b
2	2.6980 b
6	2.6650 b
3	2.4150 b

Fuente: Elaborado por El Autor (2,015).

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro 16, los tratamientos 4 y 1 fueron los que obtuvieron la mejor aceptación sensorial, al obtener el calificativo del sabor de caldo de frijol de **Muy buenos**, seguido del tratamiento 5 quien obtuvo el calificativo de ser **Bueno**; no así para los tratamientos 2, 6 y 3, al haber obtenido el calificativo de **Regulares**.

8.5.2. Espesor de caldo de frijol

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable espesor de caldo de frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	0.744507	0.148901	0.4618	0.804
Bloques	9	1.654449	0.183828	0.5701	0.815
Error	45	14.510590	0.322458		
Total	59	16.909546			

C.V. = 20.22 %

Fuente: Elaborado por El Autor (2,015)

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 17, se puede decir que estadísticamente al 1 y 5 % de significancia no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, específicamente en lo que respecta a la variable espesor de caldo de frijol, al haber obtenido todos el calificativo de **Espesos**.

8.5.3. Apariencia de caldo de frijol

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable apariencia de caldo de frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	1.133575	0.226715	4.9307	0.001
Bloques	9	0.513153	0.057017	1.2400	0.295
Error	45	2.069122	0.045980		
Total	59	3.715851			

C.V. = 7.40 %

Fuente: Elaborado por El Autor (2,015)

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 18, se puede decir que estadísticamente al 1 y 5 % de significancia existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, específicamente en lo que respecta a la variable apariencia de caldo de frijol, por lo que se procedió a realizar la prueba de Medias Tukey, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 19. Prueba de medias Tukey para la variable apariencia de caldo de frijol.

Tratamiento	Media
4	3.1120 a
1	3.0160 a b
5	2.9050 a b c
2	2.8410 a b c
6	2.8090 b c
3	2.6920 c

Fuente: Elaborado por El Autor (2,015).

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro 19, los tratamientos 4 y 1 fueron los que obtuvieron la mejor aceptación sensorial, al obtener el calificativo de la apariencia de caldo de frijol de **Muy agradables**, seguido de los tratamientos 5 y 2 quienes obtuvieron el calificativo de ser **Agradables**; a ellos le siguió el tratamiento 6 quien obtuvo el calificativo de **Desagradable**, finalmente el tratamiento 3 ocupó la última posición al obtener el calificativo de **Muy desagradable**.

En síntesis los aspectos de sabor, espesor y apariencia de caldo de frijol, la mejor aceptación sensorial manifestada por parte de las personas panelistas, correspondieron a los tratamientos 4 y 1 respectivamente, al obtener los mejores calificativos, por lo tanto se debe de promover su consumo por parte de los consumidores y el poder evaluarlos a través de un análisis químico nutricional con la finalidad de conocer bondades nutricionales.

IX. Conclusiones

1. La caracterización morfológica formó dos grupos en el análisis de conglomerados, estando reflejada la variabilidad en 25 características, correspondiendo a 16 cuantitativas y 9 cualitativas respectivamente, aceptándose la hipótesis alternativa uno.
2. Los cultivares C10, C7, C9 y C6 del grupo uno se caracterizaron por presentar menor cantidad de días a madurez fisiológica y cosecha; así mismo, reportaron los mayores peso de 100 semillas expresadas en gramos, resaltando en ellos su precocidad y producción. Respecto al grupo dos sobresalieron los cultivares C11 y C4 respectivamente, caracterizándose por manifestar mayor área foliar dada las dimensiones de sus hojas, como también mayor peso en sus semillas.
3. El análisis de componentes principales formó dos grupos y dos cultivares aislados, estableciéndose que el componente principal uno ejerció mayor efecto sobre la variabilidad en los 20 cultivares de frijol voluble, con un 98.79 % de la variación, la cual contempló 3 características de un total de 50, correspondiendo a: Días a antesis, días a madurez fisiológica y días a la cosecha. El componente principal dos, reportó 0.88 % de la variación, referido a la longitud del tallo principal, área foliar y peso de 100 semillas expresadas en gramos.
4. La identificación taxonómica estableció que 9 cultivares de frijol voluble correspondieron a la especie *Phaseolus coccineus*, 7 a *Phaseolus vulgaris* y 4 a *Phaseolus polyanthus*, siendo la primera especie la más numerosa.
5. Se consideraron como cultivares promisorios los cultivares C1, C2, C4, C5, C7, C8, C11, C12, C13, C14, C16 y C18 respectivamente, en base a sus componentes de rendimiento primarios; sin embargo los más sobresalientes correspondieron a los cultivares C7, C13, C14 y C18 considerando su rendimiento expresado en kilogramos por hectárea.
6. El análisis sensorial realizado a caldos de frijol voluble, reportó diferencias altamente significativas en los aspectos de sabor y apariencia de caldo, sobresaliendo los cultivares 4 y 1 al obtener los calificativos de Muy buenos y Muy agradables respectivamente, aceptándose la hipótesis alternativa dos. Respecto a la variable espesor de caldo no existieron diferencias significativas, ya que todos obtuvieron el calificativo de Espesos.

X. Recomendaciones

1. Realizar evaluaciones en campo de los cultivares C10, C7, C9 y C6 caracterizados, ya que presentaron menor cantidad de días a madurez fisiológica y cosecha, con fines de evaluar su precocidad.
2. Que los agricultores socios de la Cooperativa Joya Hermosa multipliquen y conserven las especies de frijol voluble identificadas taxonómicamente, con el propósito de evitar su erosión genética y sirvan de base para estudios de mejora genética.
3. Realizar estudios de adaptabilidad y estabilidad genética en los cultivares considerados como promisorios, tales como: C1, C2, C4, C5, C7, C8, C11, C12, C13, C14, C16 y C18 respectivamente, ya que sobresalieron en sus componentes de rendimientos primarios, y con ello evaluar su potencial de producción.
4. Efectuar un análisis químico nutricional de los cultivares C4 y C1 que obtuvieron la mejor aceptación sensorial en el gusto de los consumidores, al haber obtenido los mejores calificativos; así mismo, como el de promover su consumo en el áreas dónde éstos se producen, con el afán de implementarlos en la dieta básica de la familias.

XI. Bibliografía

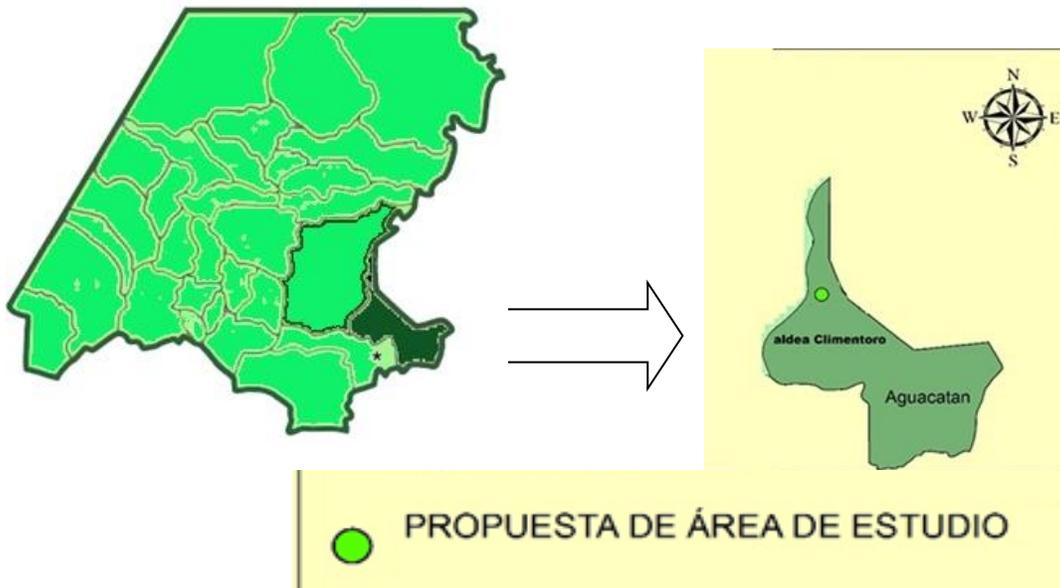
1. Arias Restrepo, J.H; Rengifo Martínez, T.; Jaramillo Carmona, M. 2006. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble (en línea). Colombia. Consultado el 12 de julio de 2015. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s02.pdf>. 30-32 p.
2. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (en línea). Colombia. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf
3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1984. Morfología de la planta de frijol Común común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2da edición. Colombia. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=AtOLF2NhJogC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
4. Cordero, N. (2012) El Mundo de las Plantas. Disponible en <https://plantilandiajacky.blogspot.com/.../reforma-agricola-en-colombia.Htm>
5. Correa Q., Enrique, J., Bernal M., y Yesid, H. (1990). Especies vegetales promisorias del convenio Andrés Bello. Ministerio de educación y ciencia. España. Junta del acuerdo de Cartagena. Junac Series: Publicado por: SECAB, 547p.
6. Crisci, J. López, M. 1,983. Introducción a la teoría y práctica de taxonomía numérica. Washinton, USA., O.E.A.
7. González, M. 1998. Caracterización de 82 cultivares de frijol (*Phaseolus spp*, *Vigna spp*) provenientes del departamento de Suchitepéquez. Tesis. Agro. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. De Guate. 2014. Producción de frijol en Guatemala (en línea). Publicaciones de economía y finanzas. (en línea) Consultado 10 de julio de 2015. Disponible en http://www.deguate.com/artman/publish/produccion_guatemala/produccion-de-frijol-en-guatemala.shtml#.VaaKsOIRH4j
9. López Monzón, C.E. 1999. Caracterización de 83 cultivares de frijol (*Phaseolus spp* y *Vigna spp*) provenientes de la zona costera del departamento de San Marcos. Tesis. Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC,

10. Paiz Salgado, M.A; Bustos Bejarano, I. 2009. Evaluación Sensorial de Tres Líneas de Frijoles: MIB 395, MIB 396 y MIB 397; Mejorados Nutricionalmente en las Comunidades: La Vainilla en La Conquista y El Aguacate, en Diriamba Departamento de Carazo. Tesis Agro Ind. UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA FACULTAD DE CIENCIAS, TECNOLOGIA Y AMBIENTE, NICARAGUA.
11. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, GT) 2010. Plan de desarrollo Aguacatán Huehuetenango. (en línea). Consultado el 12 de julio de 2015. Disponible en: www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view. 9 p.
12. Villanueva Elia, DA. 2010. Evaluación de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 63 p.
13. Watts, B. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Canada, International Development Research Center. 245 p.
14. Wittin de penna, E. 1997. Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile, Universidad Católica de Chile, 134 p.

XII. Anexos

Anexo No. 1

Mapa representativo del lugar de estudio



Anexo No. 2

DESCRIPTOR DE CARACTERIZACIÓN PARA (*Phaseolus* spp.) DESARROLLADO POR EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (IPGRI Siglas en ingles)

1. EN ESTADO DE PLÁNTULA:

1.1 Días a Germinación

1.2 Color predominante del hipocotilo

1 = Verde

2 = Rosado

3 = Morado

4 = Lila

1.2.1 Porcentaje del color predominante del hipocotilo

1.3 Color Predominante de los cotiledones

1 = Verde uniforme o con leves pigmentaciones de morado

2 = Rosado

3 = Morado uniforme o bien contrastado con verde

4 = amarillo pálido

1.3.1 Porcentaje del color predominante de los cotiledones

1.4 Color predominante de las nervaduras de las hojas

1 = Verde

2 = Rosado

3 = Morado

1.4.1 Porcentaje del color predominante de las nervaduras de las hojas primarias.

1.5 Longitud en cm. de las hojas primarias

1.6 Ancho en cm. de las hojas primarias

1.7 Longitud en cm. del hipocotilo

2.- EN ESTADO DE FLORACIÓN:

1.1 Inflorescencia.

1.1.1 Antesis (días a floración)

1.1.2 Duración de la floración.

1.1.3. Tamaño de las Brácteas.

1. Pequeño.

2. Mediano.

3. Grande.

1.1.4. Color de las. Alas de la flor.

1. = Blanco.

2. = Blanco con pigmentos crema.
3. = Rosado.
4. = Lila.
5. = Morado
6. = Blanco con pigmentos rosados.
7. = Blanco con pigmento café rojizo.

1.1.5. Color del estandarte.

1. = Verde.
2. = Blanco.
3. = Rosado.
4. = Café Rojizo.
5. = Lila.
6. = Morado
7. = Blanco con pigmentos rosado.
8. = Blanco con pigmento café rojizo.

1.1.6. Color de la flor (Corola).

1. Blanco.
2. Rosado.
3. Morado.

1.1.6.1. Color predominante del Cáliz.

1. Verde
2. Café Rojizo.
3. Morado.
4. Verde Con pigmento Rosado.
5. Verde con pigmento morado.
6. verde muy pigmentado de rosado.
7. verde muy pigmentado de morado.

2. TALLO.

2.1. Hábito de crecimiento.

- 1 = Determinado Arbustivo
- 2 = Indeterminado Arbustivo
- 3 = indeterminado Postrado
- 4 = Indeterminado Trepador

2.2. LONGITUD DEL TALLO PRINCIPAL (cms)

2.3. COLOR DEL TALLO PRINCIPAL.

- 1.= Verde
2. = Verde con pigmento rosado.
3. = Verde con pigmento morado.
4. = verde muy pigmentado de rosado.
5. = verde muy pigmentado de morado.

2.4. Numero de nudos.

2.5. Pubescencia.

- 1.= Pubescente.
- 2.= Intermedio.
- 3.= Glabro.

2.6. Tipo de ramificación.

- 1.= Compacto.
- 2.= Intermedio.
- 3.= Abierto.

2.7. Resistencia al acame.

- 1.= 0% todas las plantas erectas.
- 2.= 25 % de plantas Caídas.
- 3.= 50 % de plantas Caídas.
- 2.= 75 % de plantas Caídas.
- 5.= 100 % de plantas Caídas.

3. HOJAS

3.1. Color de la hoja.

- 1.= Verde.
- 2.= Verde Pálido.
3. = Verde Oscuro.

3.1. Ancho de la hoja. (a-b)

3.2. Longitud de la Hoja. (c-d)

3.4. Forma de la hoja.

- 1.= Redonda.
- 2.= Ovalada.
- 3.= Triangular.

4. ETAPA DE MADUREZ FISIOLÓGICA:

4.1. Vainas

4.2. Color predominante de la vaina

1. = Verde.
- 2.= Verde con pigmento amarillo.
- 3.= Amarillo.
- 4.= Amarillo con pigmento café rojizo.
- 5.= Amarillo con pigmento morado.
- 6.= Morado.
- 7.= Morado con pigmento café.
- 8.= Verde muy pigmentado de morado.
- 9.= café rojizo.

4.3. Distribución de las vainas en la planta.

1. = En la parte baja de la planta.
2. = En la parte alta de la planta.
3. = Distribución uniformemente.
4. = En la parte media de la planta.

4.4. Forma del ápice de la vaina.

- 1.= Según el ápice.
 - 1a- rombo
 - 1a-Puntiagudo.

2.= según el grado de curvatura

- 1b- Recto.
- 2b- medianamente curvo.
- 3b-curvado.

3=Según la dirección de la sutura placentar

- 1c-Normal.
- 2c- Inverso.

2.1.4. Perfil predominante de la vaina.

- 1.= Recto.
- 2.= Medianamente curvo.
- 3.= Curvado.
- 4.= Recurvado.

5. ETAPA DE COSECHA:

5.1. Vainas

5.1.1. Longitud de las vainas cm.

5.1.2 Ancho de las vainas cm.

5.1.3. Color predominante de la vaina.

1. = Crema.
2. = Café.
3. = Morado.
4. = Crema con pigmento morado.
5. = Café con pigmento morado.
6. = Abanado o café claro.

5.1.4. Número de vainas por planta

5.2 Semillas.

5.2.1 Numero de semillas por planta.

5.2.2 Color de la semilla

5.2.2.1 Color primario de la semilla

1. Blanco limpio.
2. Blanco sucio.
3. Amarillo.
4. Amarillo dorado.
5. Amarillo azufrado.
6. Crema suave.
7. Crema oscura.
8. Café.
9. Café rojizo.
10. Café obscuro.
11. Café casi verde.
12. Rosado.
13. Rojo.
14. Morado.
15. Negro.
16. Gris.
17. Azul.
18. Verde.

5.2.2.1. Color secundario de la semilla.

5.2.3. Forma de la semilla:

1= redonda.

2= ovoide.

3= elíptica.

4= pequeña, casi cuadrada.

5= alargada, ovoidea.

6= alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro extremo.

7= alargada, casi cuadrada

8= arriñonada, recta en el lado del hilo;

9= arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo.

5.2.4. Peso de 100 semillas (al 13% humedad)

5.2.5. Longitud de la semilla

5.2.6 Ancho de la semilla

5.2.7. Brillo de la semilla:

1= opaco.

2= intermedio.

3= brillante.

5.2.8. Color alrededor del hilum:

1= coloreado,

2= sin colorear

Anexo No. 3

Matriz básica Final

		1. Estado de Plántula							2. En estado de Floración							3. información del Tallo				4. Información de la Hoja							
	CULTIVARES	Días de Germinación	Color del Hipocotilo	Color de los Cotiledones	Color de las nevaduras	Longitud del Hipocotilo (cm)	Longitud hojas primarias (cm)	Ancho hojas primarias (cm)	Longitud del Epicotilo (cm)	Días de Antésis	Días Duración Floración	Tamaño de las Bracteas	Color de las alas de la flor	Color del Estandarte	Color de la Corola	Color predominante del Cáliz	Hábito de crecimiento	Longitud Tallo Principal (cm)	Color del Tallo Principal	Número de Nudos	Pubescencia del Tallo	Tipo de Ramificación	Color de la hoja	Ancho de la Hoja (cms)	Longitud de la Hoja (cms)	Area Foliar (Cm2)	Forma de la Hoja
1	101	10	3	3	3	8	6	5	6	107	29	1	4	5	6	5	6	151	5	14	2	2	1	5	7	40	2
2	102	10	3	3	3	6	7	6	6	116	30	1	4	5	6	5	6	164	5	17	2	2	3	6	8	42	2
3	103	10	1	1	1	4	6	6	4	116	30	2	1	11	5	1	6	141	3	17	2	2	3	5	8	37	2
4	104	10	1	4	2	7	4	4	5	116	30	2	1	10	5	1	6	116	3	12	2	2	1	4	7	30	2
5	105	10	3	3	3	9	4	3	5	121	30	1	1	10	5	1	6	139	3	13	2	2	1	7	8	54	1
6	106	10	1	1	1	9	5	4	4	131	25	1	2	10	5	1	7	108	1	11	2	3	2	5	7	38	1
7	107	10	1	1	1	7	5	4	5	131	25	2	2	10	5	1	7	120	1	11	1	2	1	6	8	44	2
8	108	10	1	4	1	8	6	4	5	126	30	1	1	10	5	1	6	148	3	15	2	2	3	5	8	42	2
9	109	10	1	4	1	8	6	5	6	131	25	1	2	10	5	1	7	91.5	1	13	1	2	2	5	7	32	2
10	110	10	1	4	1	8	6	5	5	131	25	1	1	10	5	1	7	69.9	1	11	1	2	1	4	5	21	2
11	111	10	1	4	1	6	4	4	5	126	30	2	1	10	1	1	7	112	1	15	2	2	3	4	6	24	1
12	113	15	0	4	3	0	5	5	7	136	33	1	8	9	4	8	7	142	1	16	1	2	2	7	10	72	2
13	114	15	5	4	3	1	4	3	7	138	31	1	8	9	4	8	7	216	1	19	1	2	2	8	11	89	2
14	115	15	0	4	3	0	3	3	7	138	31	1	8	9	4	8	7	186	1	21	1	2	3	6	8	50	2
15	116	15	0	4	3	0	5	6	7	136	33	1	8	9	4	8	7	196	1	19	1	2	2	8	9	71	2
16	117	15	1	4	2	1	4	5	7	136	33	1	8	9	4	8	7	152	1	18	1	2	3	6	8	47	2
17	118	15	3	4	3	1	4	4	7	136	33	1	8	9	4	8	7	138	3	17	2	2	3	6	8	45	2
18	119	15	5	1	3	1	5	6	7	136	33	1	8	9	4	8	7	144	1	15	2	2	2	6	7	42	2
19	120	15	5	3	3	1	5	4	7	136	33	1	8	9	4	8	7	174	1	17	2	2	2	6	8	44	2
20	122	15	5	1	3	1	4	4	7	136	33	1	8	9	4	8	7	122	3	15	1	2	2	5	6	27	2

Matriz básica Final continuación...

5. Madurez Fisiológica								6. Etapa de Cosecha						7. Información de la semilla									
Días a madurez Fisiológica	Duración madurez Fisiológica	Color predominante Vaina	Forma corte transv. vaina seccionando semilla	Distrib. Predominante Vaina	Según el Grado de Curvatura del ápice	Longitud Ápice (mm)	Perfil predominante vaina	Días a la Cosecha	Longitud Vaina (cm)	Ancho de Vainas (mm)	Color pred. Vaina seca	Número de vainas por planta	Consistencia de la vaina	Número de semillas por vaina	Color Primario de la semilla	Color secundario de la semilla	Forma de la semilla	Brillo de la semilla	Presencia color alrededor hilo	Presencia o ausencia de venaciones en la semilla	Longitud de la semilla (mm)	Ancho de la semilla (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
187	29	6	2	3	3	8	3	206	13	9	5	15	2	8	15	0	5	3	2	2	10	7	22
187	29	6	2	3	2	7	2	206	13	8	5	21	2	8	15	0	5	3	2	2	10	7	18
187	29	10	1	3	3	7	2	206	12	8	4	15	1	6	10	0	5	2	1	2	11	7	20
187	29	3	1	3	3	8	2	206	13	9	1	11	2	7	8	0	6	2	1	1	10	7	23
187	29	2	2	3	2	7	2	206	13	8	1	11	3	7	1	0	2	2	2	1	10	6	22
220	31	4	1	3	1	10	3	239	8	14	6	9	3	3	4	0	2	3	1	1	14	11	50
220	31	2	1	3	2	15	3	239	9	16	6	11	3	3	13	4	3	2	2	2	12	10	60
220	31	3	1	3	3	5	2	239	11	9	1	14	2	8	1	0	1	2	2	1	8	6	18
220	31	4	1	3	2	10	3	239	9	14	6	9	3	3	13	4	2	2	2	2	13	9	49
220	31	2	1	3	2	10	3	239	7	13	6	6	3	3	4	13	2	2	1	2	13	9	39
204	30	2	2	3	2	4	2	222	10	8	4	11	1	7	19	0	1	3	1	2	8	6	26
230	35	1	1	4	3	11	1	252	8	16	6	17	3	3	6	16	3	1	1	2	12	10	41
230	35	4	1	4	3	10	1	252	9	19	6	15	3	3	6	0	3	1	1	1	13	10	54
230	35	1	2	4	3	10	2	252	8	12	6	13	3	3	20	0	7	2	1	2	10	6	56
230	35	2	1	4	3	9	3	252	11	15	5	13	2	3	20	15	2	2	2	2	14	10	35
230	35	8	1	4	3	10	3	252	8	12	4	17	1	3	20	15	2	2	1	2	13	8	46
230	35	1	1	4	3	10	2	252	9	14	6	13	1	3	15	0	2	3	2	2	12	9	45
230	35	2	1	4	3	14	1	252	9	14	6	11	3	3	9	15	2	2	2	2	15	10	58
230	35	2	1	4	3	9	2	252	9	13	6	10	1	3	6	0	3	1	1	2	12	9	36
230	35	1	1	4	3	10	2	252	8	12	4	10	3	4	6	15	3	2	2	2	13	9	28

Anexo No. 4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE NOROCCIDENTE Boleta de evaluación sensorial a caldos de frijol voluble

Instrucciones: Por favor marque con una X, sobre la carita que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar en cada una de las tres variables. Deberá dejar un tiempo de 3 minutos en la degustación de cada muestra, debiendo consumir galleta y beber agua.

No. Muestra: _____

Sabor de caldo



10 = Muy bueno



8 = Bueno



6 = Regular



4 = Malo



2 = Muy malo

Espesor de caldo



10 = Normal



8 = Espeso



6 = Ralo



4 = Muy ralo



2 = Muy espeso

Apariencia de caldo



10 = Muy agradable



8 = Agradable



6 = Desagradable



4 = Muy desagradable

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS!

Anexo 5.

Mapa del municipio de Aguacatán, Huehuetenango.

