

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L.
“frijol de vara”, nativos en tres comunidades de la parte baja de
Mazatenango, Suchitepéquez.**

Por:

Wilson Amilcar Pascual Estacuy

Carné: 201741574

DPI: 3389 63839 1001

Correo electrónico: wapascual1997@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, junio 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN



Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L.
“frijol de vara”, nativos en tres comunidades de la parte baja de
Mazatenango, Suchitepéquez.

Wilson Amilcar Pascual Estacuy
201741574

Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz
Supervisor – asesor

Mazatenango, Suchitepéquez, junio 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS:

Por brindarme sabiduría y entendimiento en cada momento de estudio, y darme las fuerzas necesarias para culminar esta meta.

A MIS PADRES:

Efraín Pascual Ramos e Hilda Estacuy García, gracias por el apoyo incondicional que me han brindado siempre, por lo que estoy infinitamente agradecido.

A MIS HERMANOS:

María, Walter, Apolinario, Elder, Heidy, Sulamita, Abraham y Daniel Pascual Estacuy, por la confianza y el apoyo incondicional que me han brindado durante el proceso de aprendizaje.

Especialmente:

Para mi hermano José Álvaro Pascual Estacuy, aunque ya no esté entre la familia fue quien me motivó a seguir adelante, quien de seguro estaría muy alegre por esta meta alcanzada en mi vida profesional.

A MIS SOBRINO:

David, Jonathan, Scarlett, Bidell, quienes son el motivo de alegría en familia, el cual me siento muy afortunado tenerlos conmigo.

A MI FAMILIA EN GENERAL:

Por la confianza que han puesto en mi persona.

A MIS AMIGOS:

Por el apoyo incondicional durante el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS A:

Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por permitirme ser parte de la casa de estudios superior, formándome y educándome académicamente.

Los Catedráticos de la Carrera de Agronomía Tropical, por compartir sus invaluable conocimientos para mi formación como profesional.

Ing. Agr. Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales, por su tiempo y esfuerzo en revisar mi trabajo de graduación de manera tan minuciosa.

Mi supervisor Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz, por su orientación, por compartir sus conocimientos y guiarme durante el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Pastoral social Cáritas Diócesis de Suchitepéquez-Retalhuleu por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El personal de proyecto de agricultura: T.P.A. Mario Umaña, Ing. Arg. Kevin Herrera y Ing. Arg. Kevin Lopreto, por la amistad y confianza que me brindaron durante el período del proceso del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Compañero de EPS, T.P.A. José Efraín Damian Gómez por el apoyo incondicional que me brindó y quien me hacía reaccionar cuando pensaba que no podía continuar.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
I. Introducción	1
II. Justificación	2
III. Marco teórico	3
1. Marco conceptual	3
1.1. Origen del frijol.....	3
1.2. Consumo del frijol	4
1.3. Producción de frijol en Guatemala.....	4
1.3.1. Estimación de producción de frijol a nivel departamental	5
1.4. Las especies de frijol en Guatemala.....	5
1.4.1. Frijol voluble en Guatemala.....	5
1.5. Estudios realizados en frijoles volubles por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA	6
1.6. Clasificación botánica del frijol.....	6
1.7. Descripción morfológica del frijol común	7
1.7.1. Raíces	7
1.7.2. Tallo	8
1.7.4. Flores	10
1.7.5. Vainas	11
1.7.6. Semillas.....	11
1.8. Frijol voluble o de crecimiento indeterminado trepador	11
1.9. Tipos de siembra de frijol en Guatemala	12
1.9.1. Sistema de siembra monocultivo	12
1.9.2. Sistema de siembra en asocio o compuesto.....	12

1.10.	Fertilización	12
1.11.	Plagas y enfermedades	13
1.12.	Control de malezas.....	14
1.13.	Usos del frijol	14
1.14.	Razón técnica para realizar una colecta	14
1.15.	Descriptores.....	15
1.16.	Estado de descriptor.....	15
1.17.	Caracterización.....	16
1.18.	Análisis de Clúster	17
1.19.	Conservación de semilla.....	17
2.	Marco referencial	19
2.1.	Lugar de la recolección.....	19
2.2.	Zona de vida y clima	21
2.3.	Taxonomía del suelo	21
2.4.	Serie suelo.....	21
2.5.	Hidrología	22
2.5.1.	Precipitación pluvial	22
2.5.2.	Principales fuentes hídricas	22
2.6.	Clima	23
2.7.	Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema Recolección de frijoles de la región sur occidental de Guatemala.....	23
2.7.1.	Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de frijol nativo de vara (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de la región Sur-Occidental de Guatemala.....	23

2.7.2.	“Caracterización morfológica de veinte cultivares de frijol voluble <i>Phaseolus spp</i> bajo condiciones de la aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango”	24
2.7.3.	Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de ocho genotipos de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris L</i>) arbustivo y voluble adaptados al occidente de Guatemala	24
2.7.4.	Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de doce genotipos de frijol común arbustivo adaptados al Oriente de Guatemala.	25
IV.	Objetivos.....	26
1.	General.....	26
2.	Específicos	26
V.	Hipótesis	27
VI.	Materiales y métodos.....	28
1.	Materiales	28
1.1.	Recursos físicos	28
1.2.	Recursos humanos.....	28
1.3.	Recursos financieros	28
2.	Metodología.....	29
2.1.	Búsqueda de cultivares nativos de <i>Phaseolus vulgaris</i>	29
2.2.	Colectar cultivares de frijol en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez. .	29
2.3.	Caracterización agromorfológica de los cultivares nativos colectados.	30
2.3.1.	Manejo agronómico.....	30
2.3.2.	Etapas fenológicas para tomar datos	33
2.3.3.	Componentes agromorfológicos	33

2.3.4. Análisis de información	35
2.4. Conservar en bancos de germoplasma cada material de frijol nativo colectado en las comunidades.....	35
VII. Presentación y discusión de resultados.....	37
1. Búsqueda y colecta de cultivares de frijol en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez.....	37
2. Caracterización agromorfológicamente de los cultivares nativos colectados.....	39
2.1. Análisis Cluster	45
2.2. Análisis componentes principales.....	48
3. Conservar en bancos de germoplasma cada material de frijol nativo colectado en las comunidades.....	56
VIII. Conclusiones	57
IX. Recomendaciones	58
X. Referencias.....	59
XI. Anexos.....	62

INDICE DE FIGURA

No. figura	Descripción	página.
1.	Esquema de los hábitos de crecimientos del frijol.	10
2.	Mapa de delimitación de Comunidad Nuevo Bracitos, Mazatenango, Suchitepéquez.	19
3.	Mapa de delimitación de Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez	20
4.	Mapa de delimitación de comunidad Mangales Mazatenango Suchitepéquez.	20
5.	Gráfica del registro promedio precipitación mensual/anual de precipitación en las 3 comunidades del proyecto de agricultura.	22
6.	Unidad experimental para la evaluación de la caracterización agromorfológica de los materiales de frijol; Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez.....	30
7.	Croquis de campo y variedades de frijol a caracterizar agromorfológicamente, Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez.	31
8.	Ubicación de colecta de cultivares de frijol nativo.....	38
9.	Fenograma de seis variedades de frijol nativo colectados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango Suchitepéquez.....	45
10.	Distribución de las vainas en la parte baja de la planta de la variedad seis. ...	46
11.	Distribución de las vainas en la parte baja de la planta de las variedades (1, 2, 3, 4, 5).....	47
12.	Diferencia de las vainas de los materiales.....	47
13.	Distribución de seis materiales de frijol colectados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango Suchitepéquez, según el análisis de componentes principales.	48
14.	Semillas de frijol empacadas al vacío.	56
15.	Componentes de la hoja de frijol.....	67
16.	Vista frontal lateral de la flor del frijol	67
17.	Diagrama de sus componentes de la flor del frijol.	68

18.	Estructura del estandarte de la flor del frijol vista anterior.....	68
19.	Forma del perfil de la vaina del frijol	69
20.	Estructura de estandarte de la flor de frijol vista posterior	69
21.	Forma que presenta la semilla de frijol.	70
22.	Toma de datos en campo en el cultivo de frijol.	71
23.	Aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades.	71
24.	Aplicación de riego en la parcela experimental del cultivo de frijol.	72
25.	Diferentes tonalidades de color en vainas de frijol.	72
26.	Empacando al vacío las semillas de frijol para el banco de germoplasma.	73
27.	Medición de las características de las vainas de frijol.....	73
28.	Boleta de pasaporte de procedencia de los materiales de frijoles colectados en campo.	74
29.	Boleta de recolección de datos sobre el manejo agronómico del cultivo de frijol.	75

INDICE DE TABLAS

No. Tabla	Descripción	página.
1.	Calificación taxonómica del frijol común	6
2.	Principales enfermedades del cultivo <i>Phaseolus vulgaris</i> “frijol”.....	13
3.	Principales plagas del cultivo <i>Phaseolus vulgaris</i> “frijol”.....	13
4.	Características con base a los aspectos agromorfológicos estado de plántula.	33
5.	Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la floración.....	34
6.	Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la madurez fisiológica.....	34
7.	Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la cosecha.....	34
8.	Nombre tradicional, código y comunidad de colecta de los materiales de <i>Phaseolus vulgaris</i> “frijol”, colectados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango.	37
9.	Ubicación geográfica y altura de los materiales y cultivares colectados en el tres comunidades del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.....	38
10.	Variables de las características fisiológicas estado de plántula.....	40
11.	Variables de las características fisiológicas al momento de la floración.	41
12.	Variables de las características fisiológicas al momento de la madurez fisiológica.	43
13.	Variables de las características fisiológicas al momento de la cosecha.	44
14.	Características morfológicas que diferencia entre variedad de <i>P. vulgaris</i>	46
15.	Descripción de las características morfológicas del grupo I.....	49
16.	Descripción de las características morfológicas del grupo II.....	51
17.	Descripción de las características morfológicas del grupo III.....	55
18.	Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos estado de plántula.	62

19. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la floración.....	63
20. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la madurez fisiológica.....	64
21. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la cosecha.....	65
22. Claves para la caracterización de variables cualitativas de la plántula de <i>P. vulgaris</i>	65

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general, buscar, coleccionar y caracterizar *Phaseolus vulgaris* “frijol de vara”, en las comunidades de Nuevo Bracitos, Monte Carlo y Mangles, de la parte baja de Mazatenango, Suchitepéquez, información que ayudara la cantidad de frijol nativo que existe entre las comunidades, como también generar información para futuros programas de mejoramiento y conservación genética.

Para el presente estudio, se realizaron recorridos exploratorios en las tres comunidades antes mencionadas, obteniendo principalmente información sobre qué agricultores cultivan frijol de vara en las comunidades, luego se visitó a cada uno de ellos en su respectiva parcela, así como obtener las coordenadas geográficas de las mismas.

Dentro de los resultados obtenidos se encuentra el haber recolectado y caracterizado seis materiales de frijol nativos. Asimismo la preservación de los materiales caracterizados través del establecimiento de un banco de germoplasma. Cabe mencionar que debido a la caracterización de las variedades de frijol a nivel de campo y por medio de análisis de información de componentes principales se obtuvo como resultado la formación de tres grupos. El primer grupo está conformado por dos variedades con los códigos de identificación WP01 y WP03, materiales que tienen características similares como días a germinación, longitud del tallo principal y días a cosecha. El segundo grupo está conformado por tres variedades WP02, WP04 y WP05, las principales características que agrupan estos tres materiales son: color de tallo, número de nudos, longitud de tallo y color de vaina; el tercer grupo es el más aislado por ser un material de crecimiento determinado (frijol de suelo) y la precocidad que presenta este material, siendo uno de los materiales que a los 85 días se cosecha.

Se recomendó ampliar la investigación a más comunidades para seguir coleccionando variedades nativas de frijol que puedan existir dentro de las comunidades.

Summary

This research had as a general objective, to search, collect and characterize *Phaseolus vulgaris* “pole bean”, in the communities of Nuevo Bracitos, Monte Carlo and Mangles, in the lower part of Mazatenango, Suchitepéquez, information that would help the amount of native bean that exists among communities, as well as generating information for future genetic improvement and conservation programs. For the present study, exploratory tours were carried out in the three aforementioned communities, mainly obtaining information about which farmers grow pole beans in the communities, then each of them was visited in their respective plot, as well as obtaining the geographical coordinates of the same.

Among the results obtained is having collected and characterized six native bean materials. Likewise, the preservation of the characterized materials through the establishment of a germplasm bank.

It is worth mentioning that due to the characterization of bean varieties at the field level and through analysis of principal component information, the formation of three groups was obtained as a result. The first group is made up of two varieties with identification codes WP01 and WP03, materials that have similar characteristics such as days to germination, length of the main stem and days to harvest. The second group is made up of three varieties WP02, WP04 and WP05, the main characteristics that group these three materials are: stem color, number of nodes, stem length and pod color; The third group is the most isolated because it is a specific growth material (ground beans) and the precocity that this material presents, being one of the materials that is harvested after 85 days.

It was recommended to expand the research to more communities to continue collecting native bean varieties that may exist within the communities.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es considerada como uno de los grandes centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas, ya que existe una gran riqueza genética que debe ser conservada y estudiada para futuros trabajos de mejoramientos de las plantas; así como para conservar sus bondades nutricionales como recurso alimenticio de la población guatemalteca.

El cultivo de frijol en Guatemala es principalmente para autoconsumo, constituye la principal fuente de proteínas para las personas, después del maíz, en especial las que viven en el área rural. El consumo anual por persona se calcula en 35 libras, con una ingesta diaria promedio para adultos de 58 gramos por día, (MAGA, 2017). El objeto de estudio está constituido por cultivares de frijol nativos que se encontraran en tres comunidades de la parte baja de Suchitepéquez, teniendo como objetivo principal buscar, coleccionar y caracterizar cultivares de *Phaseolus vulgaris* “frijol de vara” nativos, siendo de gran importancia para determinar qué cantidad de biodiversidad aún existen en las comunidades, y realizar un banco de germoplasma para su propagación y conservación de los materiales nativos.

Para la caracterización agromorfológica, se utilizaron los descriptores del Centro Internacional de Agricultura Tropical (1993) y del Reglamento Técnico Centroamericano, en la Guía Ilustrada para la Descripción de las Características de Variedades del Frijol Común (CIAT 1993).

La investigación de la búsqueda, colecta y caracterización de los materiales nativos de frijol se realizó en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango, Suchitepéquez, de las cuales se inició en el mes de abril con la búsqueda de los materiales criollos que aún existen las comunidades, con el objetivo principal de caracterizar morfológicamente cada material colectado, esta evaluación se estableció en una parcela experimental en la comunidad Monte Carlo en el mes de mayo. La importancia de la investigación es para saber que cantidad de materiales aún existe en las comunidades y conservar cada material para su propagación del mismo.

II.JUSTIFICACIÓN

En primer lugar, para registrar la cantidad y distribución de cultivares nativos que aún existen en las tres comunidades, En el año de 1999, el Centro Universitario de Suroccidente, a través del IIDESO (Instituto de investigaciones y desarrollo del suroccidente), conjuntamente con la Dirección General de Investigación, se inició el proyecto “Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares nativos de Frijol *Phaseolus spp* y *Vigna spp.*, en la zona suroccidental de Guatemala”, la cual comprendió los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y la parte costera de Quetzaltenango y San Marcos, obteniendo como resultado la colecta de 398 cultivares de frijol. En la caracterización se realizaron evaluaciones preliminares de las especies que tuvieran tolerancia o resistencia a enfermedades que influyen en la producción. También se determinaron dos géneros, *Phaseolus spp.* y *Vigna ssp.* (Otzoy, 1999)

La caracterización también es justificable al generar información sobre la morfología, producción y rendimiento, aspectos que determinarán cuál de los cultivares nativos presentan características de resistencia a plagas y enfermedades (tolerancia al ataque del virus del Mosaico Dorado, las plantas afectadas no tienen un buen desarrollo por lo que disminuye su producción hasta en un 100%, constituye una amenaza constante para los productores de frijol en el país

De acuerdo a lo anterior, se puede justificar desde varios puntos de vista:

Ecológico: Se justifica al recolectar cultivares nativos, y preservar las semillas en el banco de germoplasma de los materiales colectados en las comunidades, evitando su erosión genética en nuestro país, aportando la recuperación de su biodiversidad en peligro de extinción.

Social económico: Difundir cultivares que rindan y presenten resistencia a plagas y enfermedades, con lo cual los pequeños agricultores tengan una opción más en la producción.

Mejoramiento genético de las plantas: Localizar una nueva variabilidad genética, para iniciar el proceso de cultivares con las características de rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades.

III.MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1. Origen del frijol.

El frijol común *Phaseolus vulgaris* L. es una especie de origen americano. México, Guatemala y Perú son los posibles centros de origen o al menos como los centros de diversificación primaria. Desde el punto de vista taxonómico el frijol es el prototipo del género *Phaseolus*. Su nombre completo fue designado por Linneo en 1753 como *Phaseolus vulgaris* L. El género *Phaseolus* pertenece la tribu *Phaseolae*, Subtribu *Phaseolinae* de la Familia *Fabaceae* y Subfamilia *Faboideae* dentro del orden *Fabales*. El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan (Aldana, 2010).

Las cuatro especies dentro del género *Phaseolus* que se cultivan son: *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus acutifolius* A. Gray var. *atifolius* Freeman (Aldana, 2010).

El más importante es *P. vulgaris*, debido a que es la principal fuente de proteína en América Latina y África, 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 (ICTA, 2011).

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 (ICTA, 2011).

1.2. Consumo del frijol

El frijol negro forma parte de los granos básicos de la población guatemalteca, se produce principalmente para autoconsumo como parte principal de fuente de proteínas, en especial de las personas de las áreas rurales (MAGA, 2022). La producción de frijol negro no cubre la demanda a nivel nacional, por lo que se hace necesario la importación del grano proveniente de otros países, principalmente de Argentina, Estados Unidos, México y de otros países (Belize, Bolivia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Costa Rica, Etiopía, Honduras, Nicaragua, Tailandia y Ucrania), aunque en menor volumen en comparación al maíz. En cuanto a precios, el frijol negro también ha presentado alza en el precio de las importaciones a partir del año 2020; asimismo, los precios pagados por el consumidor final y al mayorista en el departamento de Guatemala, precios regionales y comunitarios a nivel nacional también han presentado una tendencia al alza en los meses de enero a noviembre de 2022 respecto a los mismos meses del 2021 (MAGA, 2022).

Con base en los datos de producción de la DIGEGR y datos de las importaciones y exportaciones del Banco de Guatemala -BANGUAT-, en el año 2020 se tiene un índice de suficiencia de frijol negro en Guatemala de 87.02% y el índice de dependencia de las importaciones de frijol negro es de 12.98%, es decir, que es necesaria la importación del producto para cubrir la demanda interna; el frijol negro al igual que el maíz, son productos que forman parte de la canasta básica en Guatemala y es de vital importancia para la seguridad alimentaria de los guatemaltecos (MAGA, 2022).

1.3. Producción de frijol en Guatemala

El cultivo de frijol negro es el tipo de frijol de mayor consumo en Guatemala. De acuerdo con el mapa de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR-MAGA, con datos de superficie de frijol, ICTA (2017), validados por el Departamento de Granos Básicos del MAGA, se determinó que el cultivo de frijol ocupa una superficie de 208,771 hectáreas, equivalentes al 1.92% del territorio nacional; con una producción estimada de 2,910,935.00 quintales y un rendimiento nacional de 13.94 quintales por hectárea.

1.3.1. Estimación de producción de frijol a nivel departamental

Con base en el mapa de la DIGEGR (2022), el cultivo de frijol se distribuye en todo el país, la producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Petén (20.59%), Jutiapa (13.94%), Chiquimula (8.39%), Huehuetenango (7.46%), Santa Rosa (6.89%), Quiché (6.59%), Guatemala (5.89%), Jalapa (5.20%), Alta Verapaz (4.76%), Chimaltenango (3.45%), Baja Verapaz (2.88%), Izabal (2.30%), El Progreso (2.03%), Zacapa (2.01%), San Marcos (1.86%), Totonicapán (1.62%), Sololá (1.30%), Quetzaltenango (1.25%), Sacatepéquez (0.78%), Escuintla (0.50%), Retalhuleu (0.19%) y Suchitepéquez (0.11%) (MAGA, 2022).

1.4. Las especies de frijol en Guatemala

Las principales especies de *Phaseolus* en Guatemala son: *P. vulgaris* L. *P. lunatus* L. *P. coccineus* L.

***Phaseolus vulgaris*:** es una de las más importantes. Es una planta anual, herbácea intensamente cultivada desde la zona tropical hasta las templadas. Es originario de América y se le conoce con diferentes nombres: poroto, haricot, caraota, judía, aluvia, habichuela y otros (ICTA, 2011).

La especie más cultivada en Guatemala es el *Phaseolus vulgaris*, con la creación del ICTA en mayo de 1972, se introdujeron en el mercado variedades mejoradas de semilla de frijol, en los primeros años principalmente con tolerancia/resistencia al virus del mosaico dorado amarillo. El ICTA ha liberado 31 variedades de frijol adaptadas a los diferentes sistemas de producción de Guatemala (ICTA, 2020).

1.4.1. Frijol voluble en Guatemala

Según el ICTA, el frijol voluble, también conocido como de “enredo o de “vara”, se siembra principalmente en el altiplano de Guatemala. Constituye parte importante de la dieta alimenticia, por su contenido de proteínas, calorías y su calidad de caldo. El sistema de cultivo empleado generalmente es el asocio de maíz y frijol, teniendo en cuenta que el maíz es la principal fuente de alimentación de la población rural y el frijol se ubica como una fuente alimenticia secundaria al cultivo de maíz.

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.

Sin embargo, en la zona de sur occidente del país existen plantaciones de frijol voluble. Por ser una zona con alta humedad las plantaciones son establecidas como monocultivos, lo cual requiere una labor agrícola del tutorado de cada una de las plantas. La época de siembra es entre los meses de mayo a junio y de agosto a septiembre.

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

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), a través del uso de técnicas de fitomejoramiento convencional, ha enfocado sus esfuerzos en generar variedades de frijol voluble con características agronómicas que se adapten al sistema de siembra de los agricultores, que no sean agresivas y que permitan el adecuado desarrollo del cultivo de maíz, con potencial de rendimiento que supere a los testigos locales y que además tengan un ciclo precoz.

En el marco del proyecto “Laboratorio de Innovación de Leguminosas”, el ICTA con el apoyo técnico y financiero de la Universidad de Dakota del Norte, desarrolló dos nuevas variedades de frijol voluble: ICTA Labor Ovalle Bolonillo e ICTA Utatlán. Con estas nuevas variedades se busca mejorar la producción del cultivo de frijol y con ello contribuir a mejorar la disponibilidad de alimentos y la seguridad alimentaria de los agricultores de la región (ICTA, 2022).

1.6. Clasificación botánica del frijol

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

Tabla 1. Calificación taxonómica del frijol común

Reino	<i>Vegetal</i>
Subreino	<i>Embryobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsidae</i>
Subclase	<i>Rosidaeae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Faboidea</i>
Género	<i>Phaseolus</i>
Sección	<i>Phaseolus</i>
Especie:	<i>P. vulgaris</i> L.
	<i>P. Lunatus</i> L.
	<i>P. coccineus</i> L.
	<i>P. calacaratus</i> (Roxb)
	<i>P. acutifolius</i> (Gray)
	<i>P. polyanthus</i> (Green)

Fuente: (Jones, 1988).

1.7. Descripción morfológica del frijol común

Alcocer (2009), señala que el frijol es una planta leguminosa dicotiledónea, con una raíz principal y las fasciculadas bien desarrolladas, con nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radicular, y con diámetro de dos a cinco mm. A continuación, se describen las características morfológicas de la planta de frijol:

1.7.1. Raíces

En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente 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, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir

entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo.

Como miembro de la subfamilia *papilionoideae*, *Phaseolus vulgaris* L. presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta (ICTA, 2011).

1.7.2. Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos, que son puntos de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. El cual es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis (ICTA, 2011).

1.7.2.1. Hábito de crecimiento del frijol

De acuerdo con el hábito de crecimiento que presentan sus plantas, los cultivares de frijol son agrupados en cuatro tipos principales:

- **Hábito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I):** el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia (Figura 1). Al expresarse estas inflorescencias, el crecimiento, ya sea del tallo principal o de las ramas, se detiene. El tallo principal es vigoroso y presenta cinco a diez internudos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm, existiendo casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada (ICTA, 2011).
- **Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II):** las plantas presentan un hábito indeterminado, continuando con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración. Las plantas presentan un crecimiento

erecto y un bajo número de ramas. El tallo principal normalmente desarrolla una guía de escaso crecimiento (ICTA, 2011).

- **Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III):** las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un importante sistema de ramificación. El tallo principal y las numerosas ramas existentes pueden presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal, especialmente si cuentan con algún tipo de soporte. Las guías, que corresponden a prolongaciones de los tallos que se aíslan de la cobertura del cultivo, comienzan a expresarse luego de iniciada la floración; los internudos de las guías, en tanto, son mucho más largos que los internudos de los tallos. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada (ICTA, 2011).
- **Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV):** el tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos, alcanza hasta dos o más metros de altura si es guiado, ya sea a través de tutores o de plantas de cultivo que le sirvan como soporte. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. Las ramas, que son muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical, se presentan además en baja cantidad (ICTA, 2011)

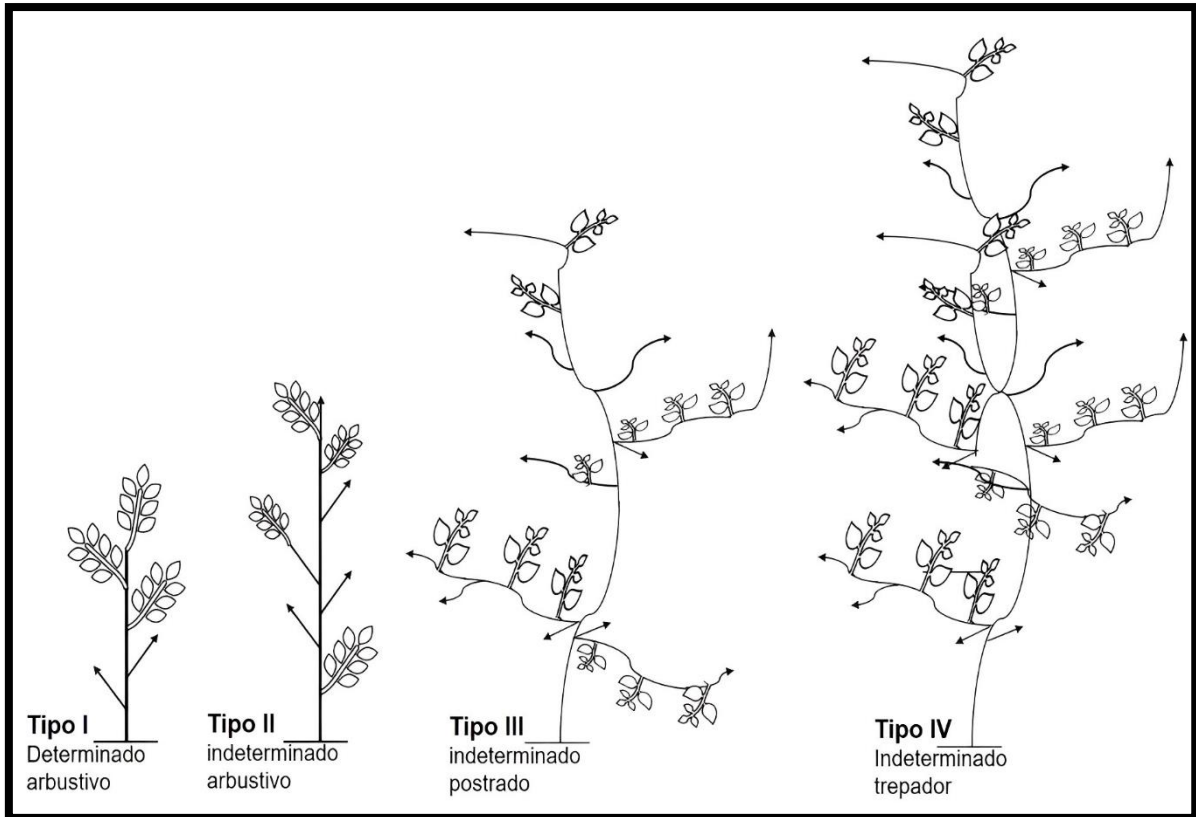


Figura 1. Esquema de los hábitos de crecimientos del frijol.

1.7.3. Hojas

Las hojas del primer par que aparecen arriba de los cotiledones son opuestas, simples y acorazonadas. Las superiores alternas se forman de tres folíolos: el central ovado y simétrico, los laterales asimétricos. El pecíolo tiene una base engrosada, el pulvínulo, debajo del cual hay una estípula. El tamaño y forma de los folíolos varían considerablemente según el cultivar y los factores ambientales (ICTA, 2011).

Debajo de la inserción de los folíolos laterales hay un par de estipulas; el pecíolo se continúa en el raquis, a cuyo final hay otro par de estipelas y la inserción del folíolo central. Los foliolos están articulados al raquis por peciolos diminutos.

1.7.4. Flores

La inflorescencia es un racimo axilar con pedúnculo cilíndrico o aplanado hasta de diez cm de largo; el raquis, donde emergen las flores, de uno cm a ocho cm, está generalmente cubierto de pubescencia fina. En los nudos del raquis, encima de una

bráctea, aparecen tres primordios florales; los dos laterales se desarrollan en flores y el central permanece latente; por esto las flores del frijol surgen en pares que se abren simultáneamente o, como es más corriente, con un día de diferencia; en algunos casos la yema central puede dar origen a un eje floral secundario o una flor terminal (ICTA, 2011).

1.7.5. Vainas

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placentar.

1.7.6. Semillas

La semilla no tiene albumen, por lo que sus reservas se encuentran en los cotiledones, la forma puede variar de: redonda, cilíndrica, de riñón, o con pequeñas modificaciones, el color cambia según la variedad, siendo éstos: negros, blancos, rojos, jaspeados, amarillos, cafés, morados, verdes, entre otros (ICTA, 2011).

1.8. Frijol voluble o de crecimiento indeterminado trepador

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 (ICTA, 2011).

Las plantas de este tipo son las del típico hábito 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 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” (ICTA, 2011).

Los cultivares de frijol voluble produce un promedio entre 50 a 70 vainas, las cuales contienen de siete a nueve 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 (ICTA, 2011).

1.9. Tipos de siembra de frijol en Guatemala

1.9.1. Sistema de siembra monocultivo

La siembra de frijol en sistema de monocultivo se realiza a mano, o con máquina sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de 2 a 4 centímetros: se recomienda que antes de sembrar, se debe estar seguro de que el suelo tenga suficiente humedad, para garantizar una germinación uniforme. Este tipo de siembra contempla únicamente el cultivo del frijol en el lugar a sembrar (ICTA, 2011).

1.9.2. Sistema de siembra en asocio o compuesto

Este sistema de siembra contempla sembrar con otro cultivo y generalmente utilizar variedades de hábito de crecimiento indeterminado, en Guatemala generalmente se asocia con el cultivo *Zea mays*, el cual proporciona un soporte a la planta de frijol y permite que estas variedades por su dominancia apical, les permite subir por las cañas de maíz y desarrollar un mayor número de vainas por planta.

En el altiplano de Guatemala generalmente se asocia un tipo de siembra característico de los indígenas de Guatemala, como lo es Maíz-frijol-ayote, esta última planta de la familia de las cucurbitáceas, ya que se considera una concepción cultural y ancestral como un equilibrio para las plagas y enfermedades en las áreas de siembra (ICTA, 2011).

1.10. Fertilización

El frijol, es un cultivo que tiene exigencias de nutrimentos sobre todo de fósforo y nitrógeno, aunque siempre se recomienda que el diagnóstico de los problemas nutricionales del frijol, se realice mediante análisis de suelos, de tejido vegetal o bien por observación directa de los síntomas del cultivo (ICTA, 2011).

El frijol es un cultivo que tiene buena respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo con la dosis 40-40-0 Kg ha⁻¹ (Kilogramos por hectárea) que son aproximadamente 3 quintales por manzana de 20-20-0 ó 25 libras por cuerda de 25 varas cuadradas o 438 metros cuadrados (Aldana, 2010).

1.11. Plagas y enfermedades

Uno de los principales cuidados que se debe tener con el cultivo del frijol, es el control fitosanitario, ya que son varias las plagas que pueden causarle daño económico, lo que significa que afecta la rentabilidad y utilidades de este cultivo, entre las más sobresalientes se tienen las enfermedades fungosas, inséctiles, virus, bacterias y otras (Aldana, 2010).

En las siguientes tablas se presentan las enfermedades (tabla dos) de mayor importancia económica del cultivo de frijol, y plagas (tabla tres) de importancia económica, clasificada en según el daño que ocasionan en el cultivo (suelo, follaje).

Tabla 2. Principales enfermedades del cultivo *Phaseolus vulgaris* “frijol”.

	Nombre común	Nombre técnico
Enfermedades causadas por hongos para el cultivo del frijol.	Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
	Roya	<i>Uromyces Phaseoli</i>
Enfermedades causadas por virus.	El Virus Mosaico Dorado Del Frijol VMDF, Virus MosaicosComún del frijol VMCF, Virus Mosaico Severo del Frijol VMSF,	<i>Bean golden mosaic virus</i>
Enfermedades causadas por Bacterias	Bacteriosis Común	<i>Xanthomonas campestris pv phaseoli</i>

Fuente: (ICTA, 2011).

Tabla 3. Principales plagas del cultivo *Phaseolus vulgaris* “frijol”.

	Nombre común	Nombre técnico
Plagas del suelo	Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp</i>
	Gusano Nochero	<i>Agrotis sp, Feltia,; Prodenia sp.</i>
Plagas del follaje (Masticadoras)	Gusano de alambre	<i>Agrotis sp.</i>
	Gusano de la hoja	<i>Laphygna sp..</i>
	Gusano minador	<i>Mocis repanda</i>
	Gusano peludo	<i>Estigmene acrea</i>
	Falso Medidor	<i>Trichoplusia ni</i>

Plagas del follaje (chupadoras)	Tortuguilla	<i>Diabrotica sp.</i>
	Pulgón	<i>Aphis sp.</i>
	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
	Chinche	<i>Roxa viridis</i>
	Trips	<i>Trips sp</i>
	Acaros	<i>Tetranychus sp.</i>

Fuente: (ICTA, 2011).

1.12. Control de malezas

El daño de las malezas en el cultivo de frijol es significativo, pues además de competir por los nutrimentos y agua, ocasionan otros problemas, como hospederos de plagas y enfermedades, interfieren las labores de cosecha y afectar la producción y calidad del grano. Existen varios métodos para el control de malezas: la selección del método a aplicar en un caso específico depende de factores tales como agro-sistema en el que crece el cultivo, la topografía del área, la composición de la población de malezas, variedad de frijol utilizada, los costos y otros (Aldana, 2010).

1.13. Usos del frijol

Se comen las vainas jóvenes y las semillas maduras y, en menor grado, también las semillas verde-descascaradas. En algunas partes de los trópicos, se usan las hojas jóvenes como una espinaca. En las regiones templadas, el frijol negro es principalmente cultivado por las vainas inmaduras verdes que se comen como una verdura, y también se utiliza como frijol enlatado. Las semillas secas también se cocinan con salsa de tomate y en conserva. La preparación es hirviendo; los frijoles son muy aceptables con una gama amplia de carne y salsas de la verdura. La paja puede usarse como forraje (ICTA, 2011).

1.14. Razón técnica para realizar una colecta

Según Fundora (1999), la colecta de germoplasma puede ser una actividad muy cara y los fondos son casi siempre muy limitados, por lo que tiene que haber una justificación para cada colecta. Las principales razones pueden resumirse de la siguiente forma:

- El recurso en cuestión está en período de erosión genética o aún en extinción.
- Tener una clara necesidad de este recurso.
- La diversidad del recurso esta insuficientemente representada.
- Se necesitan más recursos.

1.15. Descriptores

El Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (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, entre otros. 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 satisfecerá 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 (CIAT, 1993).

1.16. Estado de 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 (Alcocer, 2009).

1.17. Caracterización

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 (Hernández, 2013).

Los tipos de caracteres utilizados para caracterizar la diversidad genética son numerosos. Tradicionalmente se han utilizado las variaciones morfológicas relacionadas especialmente con el hábito de crecimiento, tamaño, forma y color de la semilla (Alcocer, 2009).

La caracterización incluye la descripción morfológica básica de las accesiones, identificación, clasificación, contaminación de semillas, etc. Usualmente es ejecutada en el tiempo de la generación o incremento de la semilla. Para la caracterización se toman en cuenta los descriptores cualitativos (color y textura del grano, color de planta, entre otros.), y aquellos descriptores cuantitativos que son muy poco influenciados por el ambiente (altura de la planta, número de hojas por planta, número de ramificaciones de la espiga, etc.). La evaluación se la realiza en el espacio y en el tiempo, por lo tanto, requiere evaluar varias veces en distintos

sitios un mismo material. Los datos de caracterización son constantes por eso bastará con una sola caracterización del material (CIAT, 1993).

Caracterización de las colecciones de germoplasma es un paso fundamental dentro del manejo de colecciones pues permiten conocer el germoplasma morfológicamente y así poder depurar u organizar los materiales y sobre todo identificar genotipos valiosos para ser usados directamente o utilizarlos en programas de mejoramiento genético. Por lo tanto, es vital tener información disponible de cada material, sobre caracteres cualitativos y cuantitativos de importancia actual o futura (Hernández, 2013).

1.18. Análisis de Clúster

El Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos (de la Fuente, 2015).

Es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. A partir de una tabla de casos-variables, trata de situar los casos (individuos) en grupos homogéneos, conglomerados o clúster, no conocidos de antemano, pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo clúster, mientras que individuos diferentes (disimilares) se localicen en clúster distintos (Morales, 2022).

1.19. Conservación de semilla

La conservación de las semillas es una labor tan loable como ardua. Preservarlas, con el propósito de responder a las necesidades alimenticias del futuro, corresponde a una obligación en la que los gobiernos tienen planes de acción determinados. Así, adquiere un tono especial que el frío participe de esta actividad (Botero, 2008).

Se denomina banco de germoplasma, o banco de semillas, a un lugar destinado a la conservación de las distintas variedades genéticas de uno o varios cultivos y sus especies relacionadas. Es, también, donde se guardan las semillas que están en peligro de perderse por factores como la colonización y el uso agrícola del suelo.

Por tanto, la meta es conservar los genes o especies que se dejaron de sembrar en el transcurso del tiempo y han sido remplazados por muchas otras variedades, con el fin de tratar de conservar estos recursos. El resguardo de las semillas se realiza a bajas temperaturas (hasta -25°C), de modo que pueda mantener una adecuada viabilidad por mucho tiempo, hasta 50 años (Botero, 2008).

Las razones para tener estos bancos son muchas: sea porque algunas especies, al ir cambiando genéticamente, pierden su composición original, y es conveniente guardar su versión primaria; o porque las plagas, guerras, o algún otro factor catastrófico, destruyan las variedades de semillas de una región. Otro factor de importancia es que de la semilla original se pueden obtener las características básicas para su mejoramiento, quizás una especie nativa puede presentar una resistencia importante a alguna plaga o enfermedad, pero puede no ser atractiva para su comercialización, por lo que esta característica puede ser usada en otra variedad a través del mejoramiento y que así pueda contribuir a la economía de los productores agrícolas (Guerra, 2021).

2. Marco referencial

2.1. Lugar de la recolección

La recolección de los cultivares de frijol se realizó en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango. A continuación, se presenta una serie de mapas de ubicación para cada comunidad.

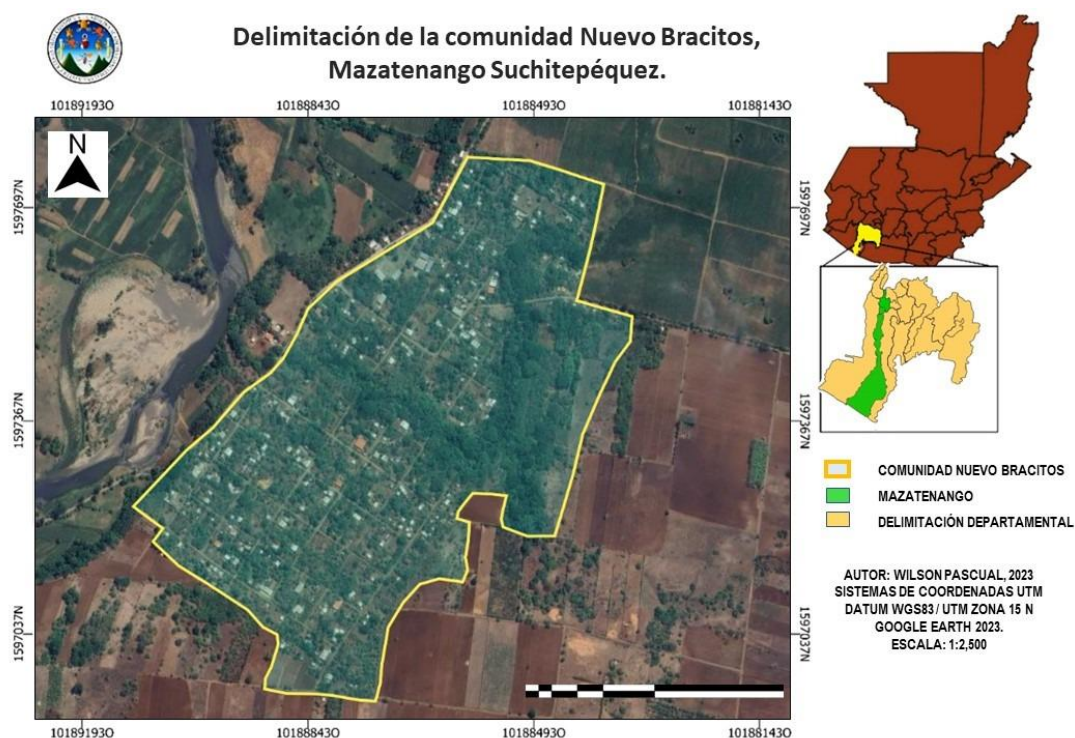


Figura 2. Mapa de delimitación de Comunidad Nuevo Bracitos, Mazatenango, Suchitepéquez.

De acuerdo a los pobladores, las tierras formaban parte de la finca Santa Elena Badondo, que posteriormente, las puso a la venta por medio del crédito del fondo de tierra. El centro poblado de la comunidad tiene una extensión territorial de 693 hectáreas, se encuentra ubicada a una latitud de $14^{\circ}14'22''$ y una longitud de $91^{\circ}33'26''$ a una altitud de 40 metros sobre el nivel del mar, el maíz y ajonjolí son los cultivos predominantes en donde se sustenta la economía familiar, el cultivo de frijol es establecido en áreas pequeñas y es principalmente para el autoconsumo.

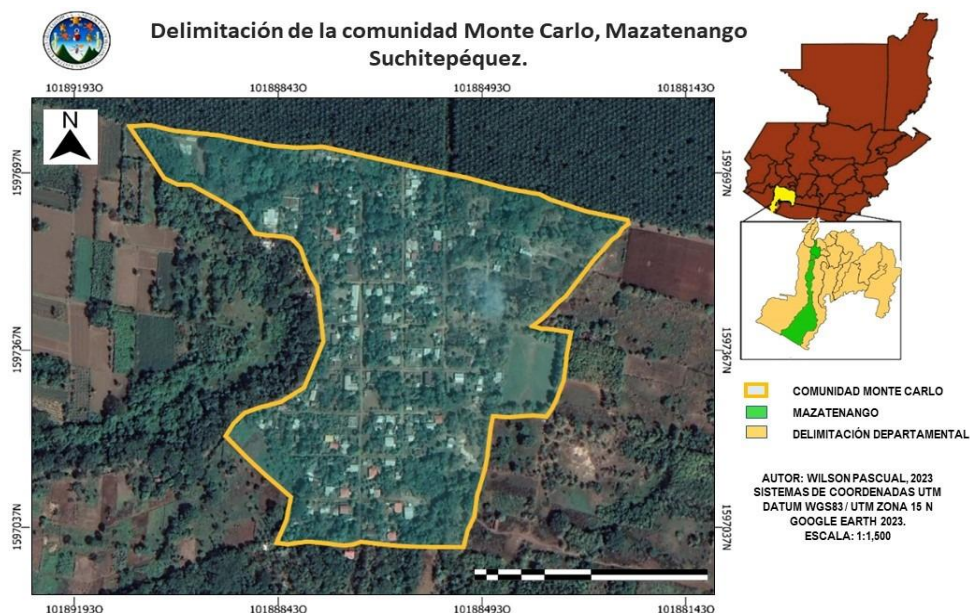


Figura 3. Mapa de delimitación de Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez

La comunidad agraria “Monte Carlo”, cuenta con una extensión superficial de 451 hectáreas en total, se encuentran asentadas ciento veinte familias, se encuentra ubicada a una latitud de $14^{\circ}12'55''$ y una longitud de $91^{\circ}34'39''$ a una altitud de 30 metros sobre el nivel del mar, el maíz y ajonjolí son los cultivos predominantes en donde se sustenta la economía familiar.

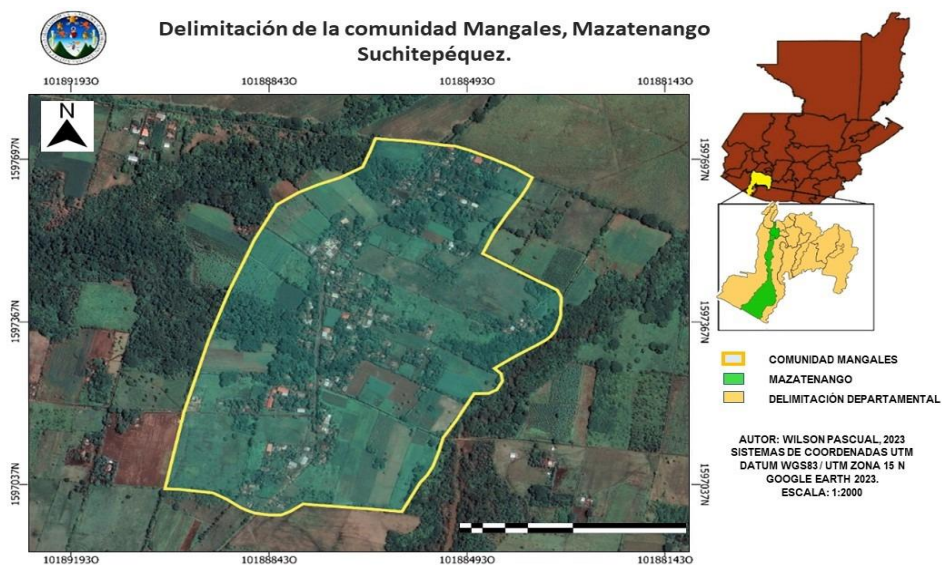


Figura 4. Mapa de delimitación de comunidad Mangales Mazatenango Suchitepéquez.

Comunidad Mangales se encuentra a una distancia de 60 kilómetros de la cabecera departamental de Mazatenango, Suchitepéquez; con una extensión territorial de 8.35 kilómetros cuadrados, ubicado a una Latitud de 14°07'42" y una Longitud de 91°38'07" a ocho metros sobre el nivel del mar. Las principales actividades económicas son de comercio, con salinas y ganado; de agricultura con siembra de maíz, ajonjolí, frijol plátano, sandia, yuca y papaya.

2.2. Zona de vida y clima

El clima donde se encuentra ubicada las comunidades de Nuevo Bracitos y Montecarlo es de clima cálido, cuenta con una época seca y otra lluviosa, se clasifica como bosque húmedo subtropical (cálido), la época de lluvia se distribuye de mayo a octubre. (MAGA,2,013). El clima para la comunidad Mangales se clasifica en bosque seco subtropical.

2.3. Taxonomía del suelo

De acuerdo al mapa de taxonomía de suelos (ICC, 2013) las comunidades se encuentran ubicadas en suelos Vertisoles, que son de arcillas pesadas revueltas con una alta proporción de arcillas expandibles 2:1. En estos suelos forman profundas y anchas grietas (las cuales se abren y cierran periódicamente) desde la superficie del suelo cuando se seca, lo que sucede la mayoría de los años (Ibáñez y Manríquez, citado por ICC, 2013).

2.4. Serie suelo

Según la clasificación de serie de suelos las comunidades se encuentran en la serie Ixtán, siendo la más representativa del municipio. (ICC, 2013) esta serie se caracteriza por suelos bien drenados con pendientes de menos del 10% el cual agrupa bajo un uso intensivo, adaptables a cosechas anuales y permanentes.

2.5. Hidrología

2.5.1. Precipitación pluvial

La precipitación promedio anual es de 826 mm, según datos históricos de estación meteorológica San Nicolas del Instituto del Cambio Climático (ICC)

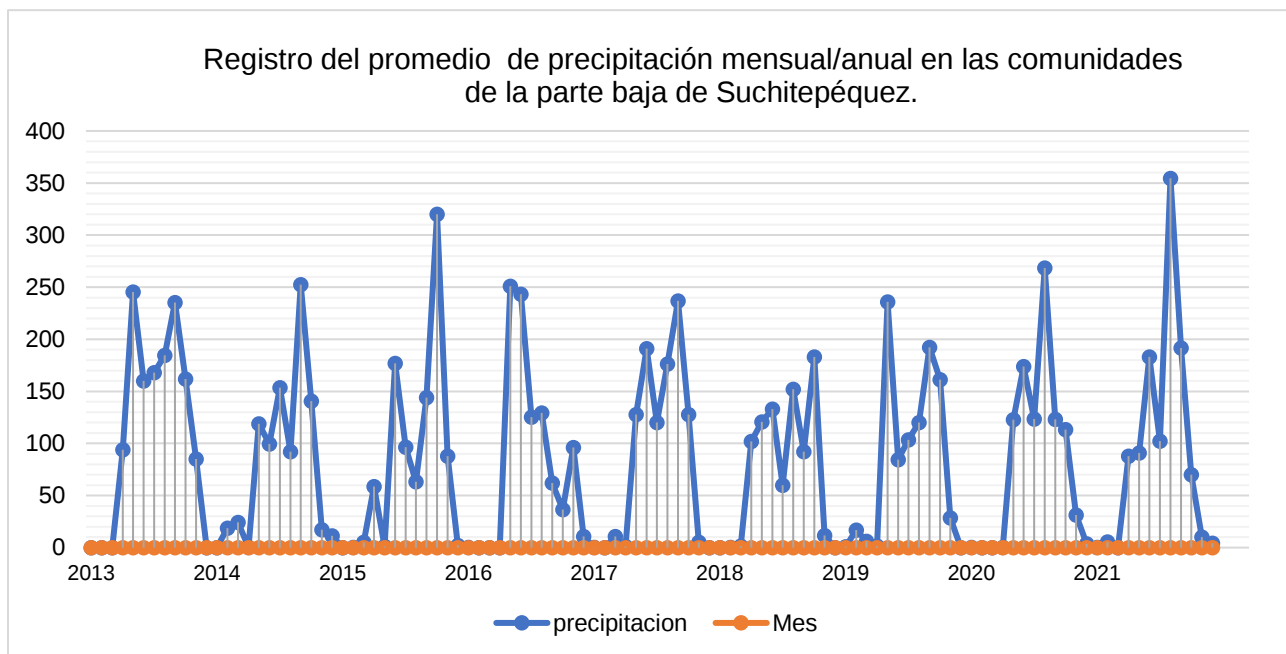


Figura 5. Gráfica del registro promedio precipitación mensual/anual de precipitación en las 3 comunidades del proyecto de agricultura.

Fuente: (ICC, 2022)

En el eje X de la figura anterior se muestran los años, en el eje Y se observan los milímetros de lluvia registrada. Según la gráfica los meses que dan inicio las lluvias son de mayo al mes de junio. El segundo establecimiento de las lluvias se registra de septiembre a octubre, cabe resaltar que los meses de lluvia a pesar de estar bien definidos varía la intensidad al transcurso de los meses.

2.5.2. Principales fuentes hídricas

En la actualidad se utiliza agua de pozo artesanal para consumo humano, el 100% de las familias de la comunidad cuentan con uno propio como mínimo en su vivienda, para satisfacer sus necesidades.

También se tiene el acceso a agua potable en las comunidades de Nuevo Bracitos y Mangales. Este servicio es irregular en la comunidad de Nuevo Bracitos, puesto

que en sus partes altas no se cuenta con suficiente presión y no aporta un caudal al servicio de este, contando con dos a tres horas por día.

La principal fuente de agua para la agricultura es el río Icán, el cual siempre mantiene agua y se utiliza para riego de algunos cultivos en época seca.

2.6. Clima

La temperatura mínima anual es de 19°C, y la máxima de 32°C, y una media anual de 25°C. La humedad relativa se encuentra en promedio en 74%. Con una luminosidad mínima de 10 horas luz al día (ICC, 2022).

2.7. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema Recolección de frijoles de la región sur occidental de Guatemala

2.7.1. Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de frijol nativo de vara (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región Sur-Occidental de Guatemala.

La investigación realizada en cultivares de frijol de vara se remonta al año 1997 cuando se realizó una colecta y caracterización de un total de 398 cultivares, luego en los años siguientes se realizaron investigaciones como la generación de paquetes tecnológicos, específicamente en lo que respecta a distanciamientos de siembra, dosis adecuadas de fertilización, técnica adecuada de tutores. También se investigó y se seleccionaron cultivares de frijoles con resistencia y/o tolerancia al ataque del virus del Mosaico Dorado, el cual constituye una amenaza constante para los productores de frijol en el área del oriente del país. También se evaluó la adaptabilidad genética de estos cultivares a la variación climática del suroccidente del país. De tal manera que esta investigación constituye la culminación de una serie de investigaciones y resultados muy productivos y satisfactorios de todo el equipo de investigación (IIDESO) del CUNSUROC que, con el apoyo irrestricto de la DIGI, se ha podido culminar con la generación de estas variedades o líneas nativas del suroccidente (Otzoy, 1999).

2.7.2. “Caracterización morfológica de veinte cultivares de frijol voluble *Phaseolus spp* bajo condiciones de la aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango”

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. 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 tres 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. La identificación taxonómica estableció que nueve cultivares de frijol voluble correspondieron a la especie *Phaseolus coccineus*, siete a *P. vulgaris* y cuatro a *P. polyanthus*, siendo la primera especie la más numerosa (Maldonado, 2015).

2.7.3. Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de ocho genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) arbustivo y voluble adaptados al occidente de Guatemala

La caracterización agromorfológica es una herramienta para identificar la pureza genética y física de un cultivar y para estudios evolutivos de la especie. La caracterización molecular ayuda a identificar la huella genética y la culinaria permite identificar genotipos con características importantes de calidad para consumo. El objetivo del estudio fue caracterizar variedades de frijol arbustivo y voluble adaptadas al altiplano de Guatemala. Estas se realizaron en ICTA Quetzaltenango, en el laboratorio Biotecnología de ICTA Bárcenas y en la Planta Agroindustrial del ICTA Chimaltenango. En el análisis de conglomerados de la caracterización agromorfológica se formaron tres grupos, uno por la variedad voluble ICTA Utatlán, el segundo por las variedades volubles ICTA Labor Ovalle, ICTA Quiché e ICTA Hunapú, el tercero por las cuatro variedades de frijol arbustivo. El estudio de diversidad genética demostró que existe diversidad moderada al evaluarse los ocho cultivares en conjunto, y existe baja diversidad dentro de cada cultivar en frijoles

arbustivos, mientras que la diversidad dentro de los cultivares aumenta al evaluar únicamente los cultivares volubles. En las características culinarias, el porcentaje de cascara estuvo entre 8.5 a 10.57%; sobresale la absorción de agua de ICTA Texel, ICTA Superchiva e ICTA Hunapú arbustivo, con valores superiores a 80%, caso contrario con ICTA Labor Ovalle, ICTA Utatlán e ICTA Quiche, quienes presentan problema de absorción de agua y tiempo de cocción. Todos los genotipos caracterizados necesitaron tiempos superiores al recomendado de 45 minutos en tiempo de cocción (Moscoso, 2020).

2.7.4. Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de doce genotipos de frijol común arbustivo adaptados al Oriente de Guatemala.

La investigación consistió en la caracterización agromorfológica, molecular y culinaria de doce genotipos de frijol. Se desarrolló en Ipala, Chiquimula, para identificar caracteres morfológicos y fenológicos. El análisis de los datos se realizó a través de estadística descriptiva y un análisis de conglomerados y componentes principales. Morfológica y fenológicamente los genotipos se agruparon en seis grupos. ICTA Ligero e ICTA Petén presentan plantas de porte bajo (47-59 cm) de crecimiento arbustivo determinado, y semilla pequeña; ICTA Sayaxche, ICTA Patriarca e ICTA Zam son plantas de porte medio (72-82 cm) con guía corta, 35 a 40 días a floración; ICTA Ostua, ICTA Santa Gertrudis, ICTA Ixtepeque, ICTA Xinca, ICTA Barranqueña e ICTA Chortí presentan plantas de porte alto (84-105 cm) y grano de mediano a grande. Se encontró diferencia significativa para las variables de peso del grano, tiempo de cocción y porcentaje de cascara ICTA Sayaxche el de menor tamaño e ICTA Xinca, ICTA Patriarca e ICTA Ixtepeque los de mayor tamaño. Todos los genotipos presentaron porcentaje de cáscara inferior al 10%, absorción de agua menores al 80% y más de 45 minutos para cocción, considerándose genotipos de testa dura. El análisis de estructura de población clasificó las variedades en cuatro grupos importantes y pueden ser utilizados para cruces biparentales en base a características agronómicas. Se encontró alta diversidad genética en la población, y baja entre individuos de una misma variedad (Miranda, 2020).

IV.OBJETIVOS

1. General

- 1.1. Caracterizar cultivares de *Phaseolus vulgaris* “frijol de vara”, en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango.

2. Específicos

- 2.1. Colectar cultivares de frijol en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango, del departamento de Suchitepéquez.
- 2.2. Caracterizar agromorfológicamente los cultivares de frijol nativos colectados.
- 2.3. Crear un banco de germoplasma cada material de frijol nativo, colectados en las comunidades.

V.HIPÓTESIS

“En las tres comunidades de la parte baja de la parte baja de Mazatenango no se encuentran materiales nativos de frijol de vara” ya que estos se han extinguido porque los agricultores no siguen cultivando por efectos de ataque de plagas y enfermedades, y la explotación agrícola no adecuada.

VI.MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

1.1. Recursos físicos

- Tablas para tomar datos.
- Lapiceros.
- Libreta de campo.
- 5 libras de pita plástica.
- Insumos químicos.
- Cinta métrica.
- Frascos de vidrio.
- Marcadores.
- Computadora.
- Vehículo.
- Cámara fotográfica (celular).
- Azadón.
- Machete.
- Balanza analítica.
- Vernier.
- Calculadora.

1.2. Recursos humanos

- Estudiante de EPS.
- Líder de cada comunidad.

1.3. Recursos financieros

- Proyecto de agricultura de la Pastoral Social Cáritas Suchitepéquez-Retalhuleu.

2. Metodología

Para desarrollar los objetivos de la investigación, se procedió de la siguiente forma:

2.1. Búsqueda de cultivares nativos de *Phaseolus vulgaris*.

La búsqueda de los cultivares de frijol en las comunidades, con ayuda de los líderes de cada comunidad que indicaron los posibles agricultores de frijol. Luego se llevó a cabo visitas de campo a los agricultores de cada comunidad, donde ellos indicaron que la siembra del cultivo del frijol lo llevan realizando cada año en la época de lluvia y época lluviosa.

2.2. Colectar cultivares de frijol en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez.

- Se utilizó una boleta de colecta (anexo), con el cuidado de incluir toda la información requerida para el estudio de la caracterización
- La colecta se realizó en el mes de abril.
- Se realizó un recorrido en las comunidades Nuevo Bracitos, Monte Carlo y Mangales, para realizar la búsqueda y colecta de los cultivares de frijol nativo que podrían existir en las comunidades.
- Con la ayuda de las boletas de colecta, se obtuvo información relacionada con las características de producción de cada frijol, que los agricultores proporcionaron en las diferentes comunidades.
- Con la ayuda de un GPS (Sistema de Posición Global), se tomaron altura sobre el nivel del mar (msnm) y coordenadas de cada uno de los cultivares colectados.
- Por cada colecta de frijol que se realizó, se le solicitó al agricultor detalles sobre el manejo agronómico que realiza al cultivo.
- Se colectaron aproximadamente 100 g de semilla de cada uno de los diferentes cultivares de frijol, y se elaboró una etiqueta de identificación de los mismos.

2.3. Caracterización agromorfológica de los cultivares nativos colectados.

Previo a la caracterización de los cultivares de frijol colectados, se realizaron las siguientes labores agrícolas, siendo estas las que se detallan a continuación:

2.3.1. Manejo agronómico

a) Preparación de suelo

Se realizó la mecanización de suelo con arado de discos a 0.15 m de profundidad, esto para facilitar la germinación y emergencia de la semilla. También se realizó un paso con rastra de discos. Esto con la finalidad de desmenuzar las partes o porciones de tierra que han sido removidas por el arado y así obtener un buen desarrollo radicular de cada planta.

b) Siembra

La siembra de las semillas de frijol colectados se realizó en la comunidad Monte Carlo, donde se establecieron las unidades experimentales para caracterizar cada material.

La unidad experimental consistió en parcelas de cinco metros de ancho por 6.30 m de largo, teniendo un área total de 31.5 m². Cada parcela tuvo cuatro surcos de un metro de ancho cada uno y siete posturas de 0.90 metros entre cada una, haciendo un total de 35 posturas por unidad experimental (cada postura tuvo cuatro semillas). Se contemplaron, asimismo, dos metros de calle.

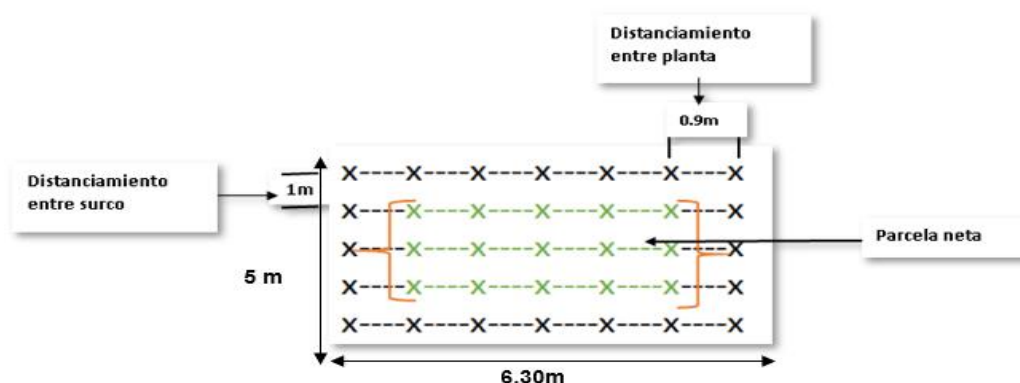


Figura 6. Unidad experimental para la evaluación de la caracterización agromorfológica de los materiales de frijol; Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez.

En la figura se observa la unidad experimental y la distribución de cada material a que se utilizó la para la caracterización agromorfológica de cada material de frijol colectado en las comunidades.

Se presenta el croquis de campo, conformando seis parcelas experimentales de las variedades a evaluar:

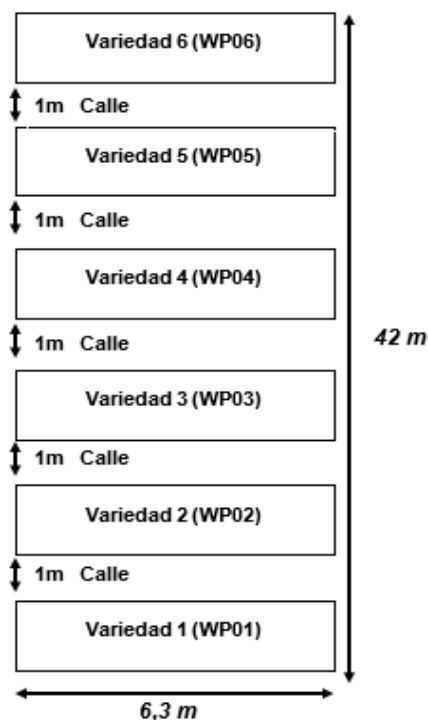


Figura 7. Croquis de campo y variedades de frijol a caracterizar agromorfológicamente, Comunidad Monte Carlo, Mazatenango, Suchitepéquez.

c) Control de malezas

Esta labor se realizó de forma manual con un intervalo de 15 días, abarcando todo el ciclo de desarrollo y producción de los materiales establecidos.

d) Tutorado

El tutorado de cada material se realizó 15 días después de siembra, se realizó utilizando estacas (Bambú), con las siguientes dimensiones: 2.5 m de largo y 0.2 m de diámetro, estas estacas se colocaron en los extremos de cada surco (a cada 7 plantas de frijol) de las variedades a evaluar, se utilizó pita plástica como tutor, colocando una pita por cada planta.

e) Riego

La frecuencia del riego en parcela experimental se realizó una vez por semana, esto para mantener húmedo suelo. La forma de aplicación de riego fue por gravedad, colocando el agua en extremo de cada surco de frijol.

f) Fertilización

Se llevó a cabo con base a la información de los agricultores de las comunidades donde se realizó la colecta. Se realizaron tres fertilizaciones granuladas al suelo, a los 8, 20 y 35 días después de la siembra, empleando una formula 15-15-15, se aplicaron cinco gramos por postura, donde se incorporó al suelo con la ayuda de un chuzo haciendo un agujero de una profundidad de cinco cm.

También se realizaron tres fertilizaciones foliares, con una formulación de 20-20-20 solucat, utilizando 100gr por bomba de 20 litros, con intervalos de 15 días, iniciando a los 15 días después de la siembra.

g) Control de plagas y enfermedades

El control de plagas del follaje se realizó de manera preventiva, aplicando a cada 15 días el insecticida Monarca® (beta-cyfluthrin + thiacloprid) para el control de las siguientes plagas: *Bemisia tabaci*, “Mosca Blanca, *Diabrotica spp* “tortuguilla” siendo las principales que afectaron en la parcela experimental, en este caso la dosis que se utilizo fue de 25 cc. por bomba de aspersión de cuatro galones.

Para evitar la propagación de hongos tales como *Uromyces phaseoli* “Roya del frijol”, *Colletotrichum Lindemuthianum* “Antracnosis” siendo las principales enfermedades que afectan al cultivo en las comunidades, las aplicaciones fueron de manera preventiva, aplicando a cada 15 días los fungicidas: MANCOZEB® 80 WP (Mancozeb), ANTRACOL® (propineb), se utilizó de 50 a 75 cc por bomba de cuatro galones.

h) Cosecha

Se llevó a cabo cuando los cultivares llegaron a la madurez fisiológica, aproximadamente 90 a 110 días después de siembra, cuando el 95% de las vainas se encontraron secas.

2.3.2. Etapas fenológicas para tomar datos

Para la toma de datos de la caracterización agromorfológica de las plántulas de frijol se tomó la metodología del descriptor del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1993).

- a. En estado de plántula; hábito de crecimiento;
- b. En estado de floración cuando la totalidad de las plantas seleccionadas presentarán al menos una flor;
- c. En estado de madurez fisiológica cuando se observó un cambio de color en las vainas
- d. Al momento de la cosecha cuando la humedad del grano estuvo entre el 16% y 18% se tomaron datos de vainas y semillas. Se utilizaron los descriptores que son considerados en la metodología para obtener semillas de calidad; arroz, frijol, maíz, sorgo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT 1993).

2.3.3. Componentes agromorfológicos

Para la caracterización de los aspectos morfológicos con base a sus características cualitativas y cuantitativas, las variables que se consideraron se listan en las tablas siguientes:

Tabla 4. Características con base a los aspectos agromorfológicos estado de plántula.

Descriptores cualitativos	Descriptores cuantitativos
Color del hipocótilo.	Días a germinación.
Color de los cotiledones.	Largo del hipocótilo.
Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias.	Longitud del epicótilo.
	Dimensiones hojas primarias.

Tabla 5. Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la floración.

Descriptoros cualitativos	Descriptoros cuantitativos
Color predominante de las alas.	Días a antesis.
Color predominante del limbo del estandarte.	Duración de la floración.
Venaciones.	Longitud del tallo predominante.
Color predominante de las venaciones. Color predominante del cuello del estandarte.	Altura de cobertura.
Color predominante del cáliz.	Número de nudos.
Hábito predominante de crecimiento del tallo.	Longitud de la hoja.
Tipo predominante de ramificación.	Anchura de la hoja.
Color predominante de la hoja pubescencia del tallo principal del frijol.	Área foliar.
Color predominante del tallo principal.	

Tabla 6. Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la madurez fisiológica.

Descriptoros cualitativos	Descriptoros cuantitativos
Color predominante de las vainas.	Días a la madurez fisiológica.
Distribución predominante de las vainas en las plantas.	Duración de la madurez fisiológica.

Tabla 7. Características con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la cosecha.

Descriptoros cualitativos	Descriptoros cuantitativos
Color predominante de las vainas.	Días a cosecha.
Patrón de distribución predominante del color de las vainas.	Longitud de las vainas.
Perfil predominante de la vaina.	Anchura de las vainas.
Tipo predominante del ápice de la vaina. Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina.	Longitud del ápice de las vainas.
Consistencia de la vaina.	Número de vainas por planta. Número de semillas por vaina. Peso de 100 semillas.
Color primario de la semilla.	

Patrón de distribución del color primario de la semilla.

Aspecto predominante de la testa.

Forma predominante de la semilla.

2.3.4. Análisis de información

La caracterización de los cultivares se realizó por medio del análisis de componentes principales, para ello se utilizó una matriz básica de datos con información de las características morfológicas de los cultivares de *P. vulgaris* que se encontraron en los lugares donde se realizó la colecta, los datos obtenidos se ingresaron al programa informático InfoStat para su análisis estadístico, en donde se obtuvo el agrupamiento de cada material analizado.

El análisis de Conglomerados (Cluster), se realizó mediante características cualitativas y cuantitativas. Para las variables cuantitativas, los datos que fueron utilizados fueron los siguientes: frecuencia y moda; mientras que para las variables cualitativas se utilizaron diferentes pruebas estadísticas como: media aritmética, rango, desviación estándar, varianza,

El resultado de cada dato estadístico antes mencionado fue utilizado para realizar el Análisis de Componentes Principales, para luego representarlos por medio de la gráfica del Análisis Cluster para la formación de los grupos por medio de fenograma.

2.4. Conservar en bancos de germoplasma cada material de frijol nativo colectado en las comunidades.

Para realizar este objetivo específico se realizaron los siguientes pasos:

- Las semillas fueron colocadas en una bolsa plástica con capacidad de 500gr. Se almacenaron 100gr de semillas de cada material colectado, que luego se empacó al vacío para una mejor conservación en el almacenamiento.
- Las condiciones recomendadas para la conservación del banco de germoplasma son una temperatura ambiente de 15 °C. y almacenar con una humedad relativa del 40 al 60%.

- Se llevaron las semillas a la granja docente y de extensión Zahorí, ubicado en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez, y se le entregaron al encargado, quien se le recomendó establecer parcelas demostrativas de cada material, para la multiplicación de cada una de ellas y obtener más semillas, con el objetivo de propagar cada uno de los materiales.

VII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se interpretan a continuación los resultados de cada objetivo planteado.

1. Búsqueda y colecta de cultivares de frijol en tres comunidades de la parte baja del municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez.

1.1. Lugares de colecta

A continuación se observan los lugares de colecta realizados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango, Suchitepéquez, en donde se colectaron seis materiales de frijol, entre los que se encontraron todos los materiales los cuales son de semilla de color negro.

Tabla 8. Nombre tradicional, código y comunidad de colecta de los materiales de *Phaseolus vulgaris* “frijol”.

No.	Nombre tradicional	Código	Comunidad de colecta
1	Frijol de vaina colorada	WP01	Monte Carlo
2	Frijol ejote	WP02	Monte Carlo
3	Frijol pache	WP03	Monte Carlo
4	Frijol de color pinto	WP04	Nuevo Bracitos
5	Frijol de vaina color banano	WP05	Nuevo Bracitos
6	Frijol de vaina amarilla	WP06	Mangales

Del total de la colecta efectuada, la comunidad con mayor número de material de frijol es la comunidad Monte Carlo, con tres materiales, el resto de los materiales se encontró distribuido de la siguiente manera:

Dos materiales de frijol en comunidad Nuevo Bracitos, con los nombres tradicionales frijol de color pinto y vaina color banano, y un material en comunidad Mangales con el nombre tradicional frijol de vaina amarilla.

1.2. Ubicación geográfica de los materiales colectados.

Las ubicaciones geográficas (tanto Latitud como Longitud) y alturas (expresadas en msnm) de los cultivares y materiales de frijol colectados, se presentan a continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Ubicación geográfica y altura de los materiales y cultivares colectados en el tres comunidades del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.

No.	Código	Ubicación		Altitud (msnn)
		LAT	LONG	
1	WP01	14°12'41"	91°34'47"	33
2	WP02	14°12'46"	91°34'44"	33
3	WP03	14°12'46"	91°34'44"	33
4	WP04	14°14'27	91°33'30"	41
5	WP05	14°14'28	91°33'30"	41
6	WP06	14°07'53"	91°38'18"	8

De acuerdo a lo observado, la colecta del material de frijol vaina amarilla WP06, efectuada en la comunidad Mangales del municipio de Mazatenango, fue la reportada con más baja altura presentando 8 msnm, mientras que las más altas fueron en la comunidad de Nuevo Bracitos, localidad ubicada a 41 msnm.

En la figura siguiente se presenta un mapa de ubicación, en la que se observa cada comunidad donde se realizó la colecta, y cada punto de ubicación geográfica de cada material colectado dentro de las comunidades de Nuevo Bracitos, Monte Carlo y mangales de la parte baja del municipio de Mazatenango Suchitepéquez.

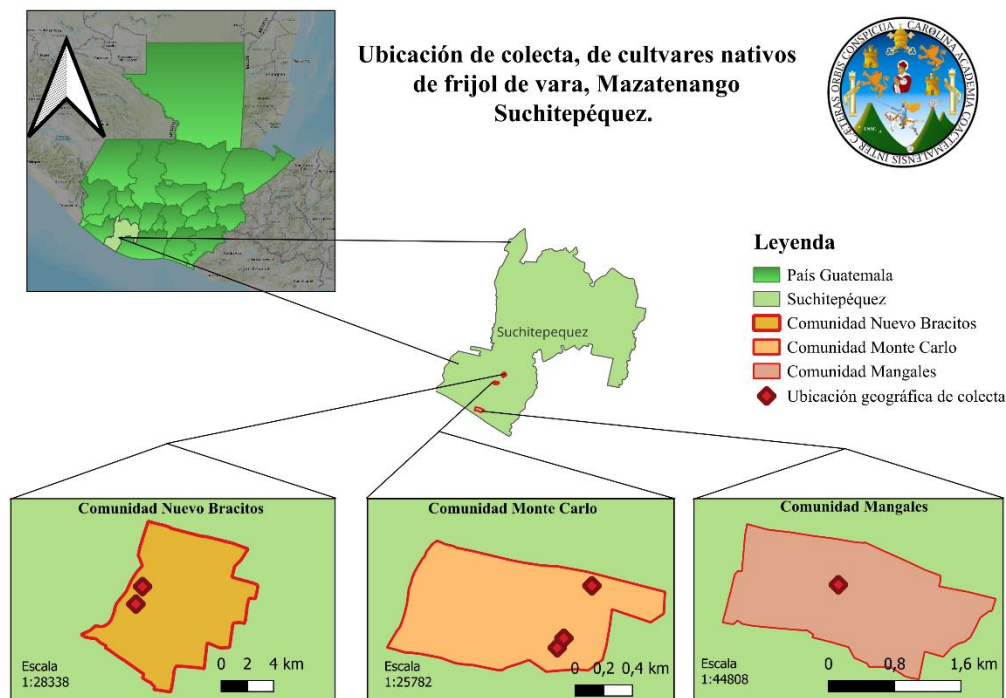


Figura 8. Ubicación de colecta de cultvares de frijol nativo.

2. Caracterización agromorfológicamente de los cultvares nativos colectados.

Para la caracterización de los cultvares de frijol nativos se realizaron diferentes labores de campo siendo de importancia para la evaluación de las características de las plantas que se iban desarrollando según el estado de crecimiento de cada una de las variedades evaluadas.

Dicho lo anterior se realizó un resumen de todas las características fenológicas que fueron tomadas a nivel de campo que se presentan en las siguientes tablas de variables:

Tabla 10. Variables de las características fisiológicas estado de plántula.

Variedades	Estado de plántula							H(cm)
	A (días)	B (color)	C (color)	D (color)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	
Variedad 1 (WP01)	7	4	3	3	4,20	2,50	4,50	3,50
Variedad 2 (WP02)	7	4	3	4	4,30	2,00	4,90	4,07
Variedad 3 (WP03)	6	1	1	1	4,00	2,80	5,24	3,87
Variedad 4 (WP04)	6	1	1	2	4,17	3,10	4,72	3,90
Variedad 5 (WP05)	6	1	3	1	4,41	3,80	5,43	4,35
Variedad 6 (WP06)	5	6	6	4	4,68	4,20	4,97	4,09

Descripción

A= Días a emergencia

B= Color predominante de los cotiledones E=Longitud del hipocótilo

C=Color predominante del hipocótilo D=Color F=Longitud del epicótilo

predominante de las nervaduras de las hojas G=Longitud de las hojas primarias
primarias H=Anchura de las hojas primarias

- Días a emergencia: se observó que las variedades uno y dos fueron las más tardías a emergencia con un número de días de siete, comparado con la variedad seis cuya emergencia fue de seis días, mientras que en las variedades tres, cuatro y cinco, fueron las intermedias.
- El color de los cotiledones para las variedades uno y dos correspondieron al color morado, para las variedades tres, cuatro y cinco fueron de color amarillo pálido, y la variedad seis correspondió al color verde con pigmento rosado, a manera de rayas.
- El color del hipocótilo para las variedades uno, dos y cinco fue de color morado. Para las variedades tres y cuatro, correspondió al color verde; la variedad seis fue de color café.
- El color de las nervaduras de las hojas primarias fue diferente para cada tratamiento siendo verde, rosado, café rojizo y morado.
- El hipocótilo con mayor longitud correspondió a la variedad seis con una longitud promedio de 4.68 cm.

- La variedad seis se diferenci6 por la longitud de 4.20 cm de epic6tilo. A comparaci6n de las dem6s variedades que el promedio de longitud del epic6tilo fue de 3.5 cm.
- La variedad cinco se diferenci6 por tener una dimensi6n de hoja primaria de 5.43 cm de longitud y 4.35 cm de anchura, a comparaci6n de las dem6s variedades que el promedio fue de 4.90 cm longitud y 4.7 cm de anchura.

En la tabla siguiente se listan las caracter6sticas fisiol6gicas de las plantas que fueron tomadas en campo en la etapa de la floraci6n.

Tabla 11. Variables de las caracter6sticas fisiol6gicas al momento de la floraci6n.

Al momento de la floraci6n									
Variedades	I (d6as)	J (d6as)	K (color)	L (color)	N (color)	O (color)	P (color)	Q	R (cm)
Variedad 1 (WP01)	50	15	3	5	1	3	4	4	3,10
Variedad 2 (WP02)	50	20	3	5	2	3	4	4	3,25
Variedad 3 (WP03)	50	20	5	6	1	4	1	4	3,10
Variedad 4 (WP04)	50	15	3	5	1	4	4	4	2,50
Variedad 5 (WP05)	55	22	3	5	1	4	4	4	3,12
Variedad 6 (WP06)	40	12	5	6	5	7	5	1	1,50

S (cm)	T (No)	U	V (cm)	W (cm)	X (Cm ²)	Y	Z	AA
3,25	15	2	12,60	10,66	179,09	3	1	3
3,45	15	2	13,07	11,27	196,40	3	1	3
3,20	14	2	11,59	10,07	155,62	3	1	1
2,70	15	2	10,67	9,13	129,89	3	1	3
3,20	15	2	11,10	10,50	155,40	2	1	2
1,60	7	1	12,50	9,50	158,33	1	3	5

I= Días a antesis.	R=Longitud del tallo predominante.
J= Duración de la floración.	S=Altura de cobertura.
K= Color predominante de las alas.	T=Número de nudos.
L= Color predominante del limbo del estandarte.	U=Tipo predominante de ramificación.
M=Venaciones.	V=Longitud de la hoja.
N=Color predominante de las venaciones.	W=Anchura de la hoja
O=Color predominante del cuello del estandarte.	X=Área foliar.
P=Color predominante del cáliz.	Y=Color predominante de la hoja.
Q=Habita predominante de crecimiento del tallo.	Z=Pubescencia del tallo principal del frijol.
AA=Color predominante del tallo principal.	

- La característica de días a floración fue tomada cuando el 50% de la parcela estuviera en la etapa de floración, la variedad con mayor número de días a floración fue la variedad cinco con 55 días, seguido por las variedades uno, dos, tres y cuatro con 50 días cada una; la variedad seis fue la de menor tiempo a floración con 40 días.
- La variedad con mayor duración de la floración fue la variedad cinco con 22 días, seguido por las variedades dos y tres con 20 días, mientras que los tratamientos uno y cuatro con 15 días, y el tratamiento con menor duración de floración fue la variedad seis con 12 días.
- El hábito de crecimiento para la variedad seis es de crecimiento determinado, a diferencia de las demás variedades que fueron de trepador indeterminado.
- La longitud del tallo principal de la variedad seis fue de 150 cm siendo la variedad con menor longitud ya que fue un material de crecimiento determinado.
- La variedad seis presentó siete nudos, a diferencia de las demás variedades que presentaron 15 nudos, debiéndose a que el crecimiento es indeterminado.
- El tipo de ramificación para la variedad seis fue compacto siendo esta una de las características de un material de crecimiento determinado y para las variedades de crecimiento indeterminado las ramificaciones fueron más abiertas.

En la tabla siguiente se listan las características fisiológicas de las plantas que fueron tomadas en la etapa de madurez fisiológica. Es el período comprendido entre el número de días transcurridos desde la siembra de la semilla hasta el momento en que se observa cambio de color en las vainas de cualquier planta.

Las claves utilizadas para evaluar estas características se listan en la tabla 20 en el inciso de anexo.

Tabla 12. Variables de las características fisiológicas al momento de la madurez fisiológica.

Al momento de la madurez fisiológica				
Variedades	AB (días)	AC (días)	AD (color)	AE
Variedad 1	70	15	5	3
Variedad 2	70	15	6	3
Variedad 3	70	15	5	3
Variedad 4	65	15	4	3
Variedad 5	70	15	4	3
Variedad 6	55	10	1	1

AB=Días a la madurez fisiológica.

AC=Duración de la madurez fisiológica.

AD=Color predominante de las vainas.

AE=Distribución predominante de las vainas en las plantas.

- Para la variedad seis, los días a madurez fisiológicas fueron 55 días, las demás variedades presentaron la madurez en un rango de 65 a 70 días.
- La duración de la madurez fisiológica para la variedad seis fue de 10 días siendo está la más corta comparada con las demás variedades.
- Los colores de las vainas variaron. Según la variedad los colores fueron: crema, café con pigmento morado, habano, crema con pigmento morado.

- Para la variedad seis, la distribución de las vainas fue en la parte baja de las plantas; a diferencia de las demás variedades la distribución fue en toda la planta.

Tabla 13. Variables de las características fisiológicas al momento de la cosecha.

Variedades	Al momento de la cosecha												
	AD (días)	AG (cm)	AH (cm)	AI	AK	AL	AM	AN (cm)	AO (No)	AP	AQ (No)	AU	AV
Variedad 1	100	10,5	1	3	3	2	2	0,5	30	3	10	2	3
Variedad 2	100	13,5	1,1	2	2	2	2	0,5	45	3	9	2	2
Variedad 3	100	12,3	1,2	4	2	2	2	0,5	30	3	8	8	2
Variedad 4	95	11,3	1,2	3	3	2	3	0,8	30	3	7	2	2
Variedad 5	105	13	1	3	3	2	2	0,5	30	3	10	8	2
Variedad 6	85	8	0,8	1	1	1	1	0,2	15	3	6	9	1

AD=Días a cosecha.

AG=Longitud de las vainas.

AH=Anchura de las vainas.

AI=Color predominante de las vainas.

AJ=Patrón de distribución predominante del color de las vainas.

AK=Perfil predominante de la vaina.

AL=Tipo predominante del ápice de la vaina.

AM=Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina.

AN=Longitud del ápice de las vainas.

AO=Número de vainas por planta.

AP=Consistencia de la vaina.

AQ=Número de semillas por vaina.

AR=Color primario de la semilla.

AS=Patrón de distribución del color primario de la semilla.

AT=Aspecto predominante de la testa.

AU=Forma predominante de la semilla.

AV=Peso de 1000 semillas.

- Una de las características más relevantes en esta etapa fisiológica de la planta fue la de días a cosecha donde la variedad seis fue la más precoz, presentando una madurez fisiológica 85 días después de siembra, comparado a las demás variedades evaluadas con una diferencia de 15 días a cosecha.

En las tablas anteriores se describieron los datos obtenidos de cada una de las características morfológicas de los materiales colectados en las comunidades de Nuevo Bracitos, Monte Carlo y Mangales, que fueron objeto de estudio.

2.1. Análisis Cluster

A continuación, se presenta el análisis Cluster, para la interpretación de las variables que fueron tomadas en todas las etapas fenológicas de cada variedad evaluada en campo.

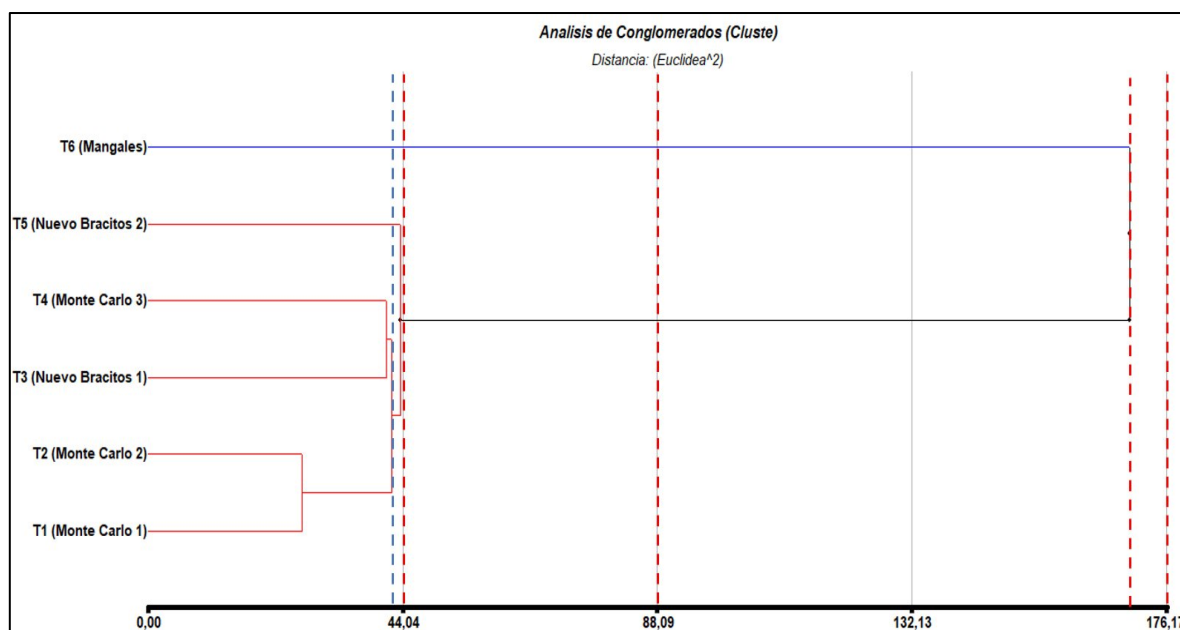


Figura 9. Fenograma de seis variedades de frijol nativo colectados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango Suchitepéquez.

En la figura anterior se representó las características morfológicas de seis variedades de frijol que fue caracterizado por medio de un fenograma que se representa con un coeficiente de similitud en las variedades a Distancia Euclidiana² de 176.17 (100%). A una distancia euclidiana² de 169.75 (96.36%) se origina la primera división que comprende a un gran grupo conformado por la variedad seis que se diferencia por ser un material de crecimiento determinado (frijol de suelo). Esta es una de las características diferentes a las demás variedades y el segundo gran grupo se origina a una distancia euclidiana de 44.57 (74.7%) que está conformado por las variedades (uno, dos, tres, cuatro y cinco) porque fueron

materiales de crecimiento indeterminado. En el segundo gran grupo se forman dos núcleos con una distancia euclidiana de 42.46 (75.9); en el primero se conformó por la variedad 5 y en el segundo se conformó por las variedades (uno, dos, tres y cuatro).

Tabla 14. Características morfológicas que diferencia entre variedad de *P. vulgaris*.

Variables	Variedad seis	Variedades (1,2,3,4,5)
Días a germinación	5	7
Días a la floración	40	55
Altura de planta	1.5 (cm)	3.16 (cm)
Distribución de vainas en las plantas	Bajas	Uniforme
Perfil de la vaina	Recto	Curvo
Días a cosecha	85	100

En la tabla anterior se describen las diferentes características fisiológicas entre las variedades, una característica muy representativa es la precocidad de la variedad seis (frijol de suelo), la altura de la planta por ser un material de crecimiento determinado, la distribución de las vainas en la planta y perfil de las mismas.

A continuación, se presentan tres figuras que muestran las características descritas anteriormente, que fueron tomadas en campo.



Figura 10. Distribución de las vainas en la parte baja de la planta de la variedad seis.

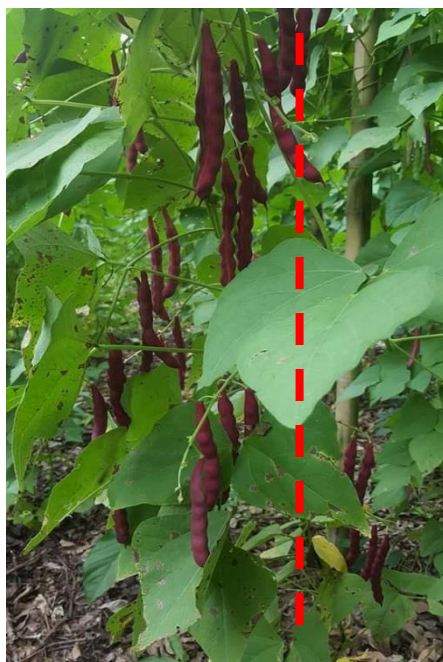


Figura 11. Distribución de las vainas en la parte baja de la planta de las variedades (1, 2, 3, 4, 5).



Figura 12. Diferencia de las vainas de los materiales

En la figura 12, se observan las diferencias que los materiales presentaron en campo, la característica del perfil de la vaina, A perfil curvado de las variedades de los tratamientos (uno, dos, tres, cuatro y cinco) y B perfil recto del tratamiento seis.

2.2. Análisis componentes principales

A continuación, se presenta la gráfica de componentes principales de los materiales evaluados.

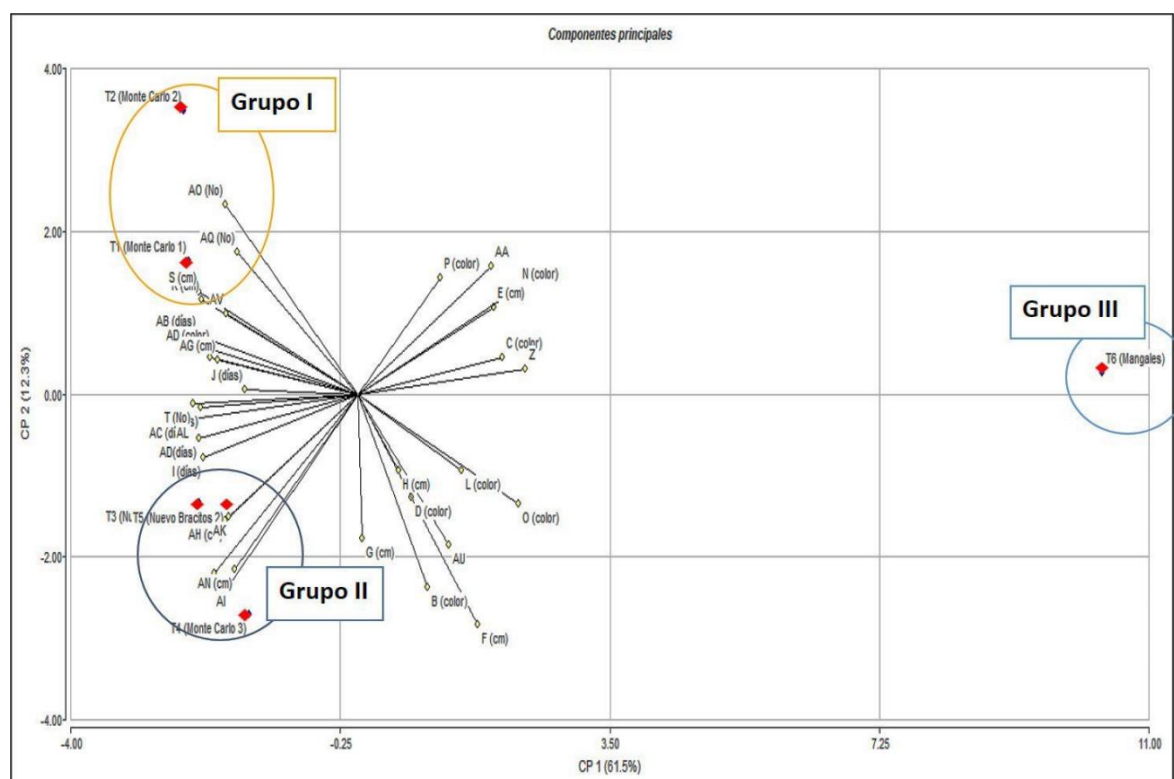


Figura 13. Distribución de seis materiales de frijol colectados en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango Suchitepéquez, según el análisis de componentes principales.

En la figura anterior se observan los grupos que se formaron con los componentes principales de cada variedad, a diferencia del análisis Cluster en donde se formaron dos grupos (figura 9), en este análisis se formaron tres, los cuales se describen a continuación.

Grupo I

Este grupo se conformó por las variedades de frijol de vaina colorada y frijol ejote (WP01 y WP02), y se agruparon por tener el mismo color de flor, hábito de crecimiento, número de nudos, días a floración, días a cosecha, color de semilla y forma predominante de semilla.

En las siguientes tablas se presenta de forma ilustrativa cada una de las características morfológicas, de las variedades que conformó el grupo I.

Tabla 15. Descripción de las características morfológicas del grupo I.

Frijol de vaina morada.

Semilla

Forma de la semilla: Ovoide

Días a germinación: siete días

Color de la semilla: negro opaco

Peso de 100 semilla: 24 g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo IV trepador indeterminado



Flor

Color de flor: alas morado.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento morado



Vaina

Color de vaina: morado

Ápice: curvado

Semilla por vaina: 5 a 10



Frijol ejote**Semilla**

Forma de la semilla: Ovoide

Días a germinación: siete días

Color de la semilla: negro opaco

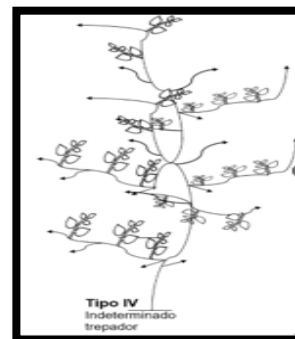
Peso de 100 semilla: 25 g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo IV trepador indeterminado



Flor

Color de flor: alas morado.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento morado



Vaina

Color de vaina: morado

Ápice: curvado

Semilla por vaina: 5 a 10



Grupo II

Se agruparon por las variedades de frijol pache, frijol de color pinto y frijol de vaina color banano (WP03, WP04, WP05), por las características morfológicas similares a días a germinación, color de la flor, número de nudos, hábito de crecimientos, días a floración, variedad de colores de la vaina, días a cosecha, color de grano y forma del grano.

En la siguiente tabla se representa de forma ilustrativa las características morfológicas que conforma el grupo II.

Tabla 16. Descripción de las características morfológicas del grupo II

Frijol pache**Semilla**

Forma de la semilla: Ovoide

Días a germinación: seis

Color de la semilla: negro opaco

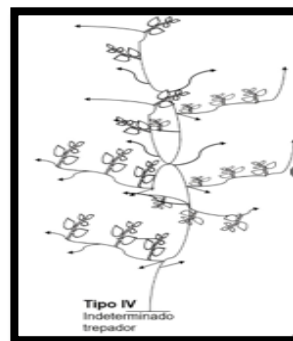
Peso de 100 semilla: 26g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo IV trepador indeterminado



Flor

Color de flor: alas lila.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento rosado

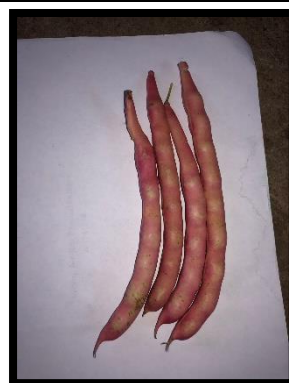


Vaina

Color de vaina: morado con pigmento café

Ápice: curvado

Semilla por vaina: 5 a 10



Frijol de color pinto**Semilla**

Forma de la semilla: Ovoide

Días a germinación: seis

Color de la semilla: negro opaco

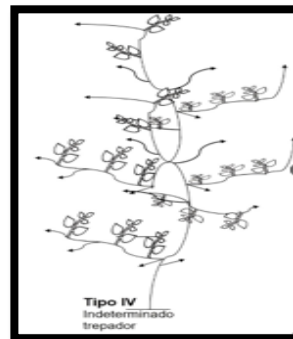
Peso de 100 semilla: 26g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo IV trepador indeterminado



Flor

Color de flor: alas lila.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento rosado



Vaina

Color de vaina: Amarillo con pigmento café rojizo

Ápice: curvado

Semilla por vaina: 5 a 10



Frijol vaina color banano**Semilla**

Forma de la semilla: Ovoide

Días a germinación: seis

Color de la semilla: café oscuro

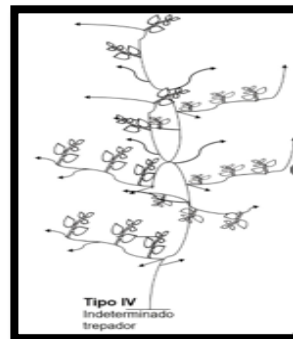
Peso de 100 semilla: 26g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo IV trepador indeterminado



Flor

Color de flor: alas lila.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento rosado



Vaina

Color de vaina: Amarillo

Ápice: curvado

Semilla por vaina: 5 a 10



Grupo III

Este grupo se formó por la variedad frijol vaina amarilla (WP06), esta variedad se separó por las características morfológicas, ser un material de creciente determinado arbustivo (frijol de suelo), forma predominante de las vainas, número de semillas y por ser un material con menor día germinación, floración, madurez fisiológica y cosecha (precoz).

En la tabla siguiente se representa de forma ilustrativa las características morfológicas de grupo III.

Tabla 17. Descripción de las características morfológicas del grupo III

Frijol vaina amarilla

Semilla

Forma de la semilla: arriñonada

Días a germinación: cinco

Color de la semilla: negro

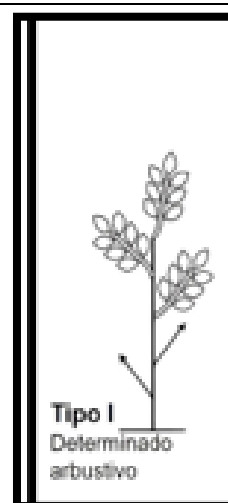
Peso de 100 semilla: 26g



Tallo

Pubescencia: intermedio

Tipo I determinado arbustivo

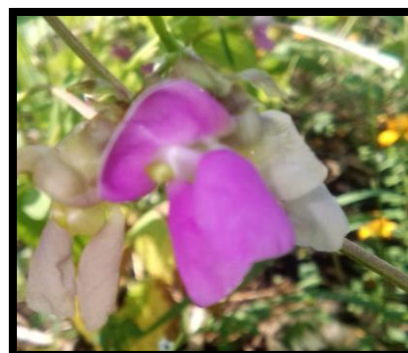


Flor

Color de flor: alas morado.

Cáliz: verde

Color cuello estandarte verde con pigmento rosado



Vaina

Color de vaina: verde con pigmento amarillo

Ápice: recto

Semilla por vaina: 4 a 8



3. Conservar en bancos de germoplasma cada material de frijol nativo colectado en las comunidades.

La conservación de semillas frijol criollas colectadas y caracterizados, es una gran oportunidad para productores de no depender de la de semillas certificadas, puesto que los agricultores necesitan guardar semillas para la siguiente cosecha.

La conservación de las semillas nativas, ayudará a disminuir la erosión genética de estos materiales criollos, la conservación de semillas puede ayudar a largo plazo al mejoramiento de genético del cultivo de frijol por ser materiales nativos que tienen características como la resistencia a plagas y enfermedades, poco exigente en nutrición, adaptabilidad, vigor y otros, como también garantizar el fortalecimiento de la producción de los alimentos.

En la figura siguiente observa la forma en que se empacaron las semillas de frijol, donde se colocaron 100gr de semillas que serán destinados para la propagación de cada material y contrarrestar la erosión genética.



Figura 14. Semillas de frijol empacadas al vacío.

VIII.CONCLUSIONES

1. Se colectaron seis materiales de frijol nativos distribuidas en las comunidades de Nuevo Bracitos con dos materiales, Monte Carlo tres y Mangales con un material de frijol nativo.
2. Se determinaron dos grandes grupos de los materiales evaluados, de los cuales se destaca el grupo dos, porque está conformado por cinco materiales.
3. El primer grupo está conformado por un material a una distancia euclidiana de 169.75 (96.36%) de similitud con el segundo grupo.
4. El segundo grupo se destaca por estar formado por dos núcleos y se origina a una distancia euclidiana de 44.57 (74.7%) de similitud del primer grupo.
5. En el análisis de componentes principales se formaron tres grupos, el primer grupo con dos variedades (frijol de vaina colorada y frijol ejote), el segundo grupo por tres (frijol pache, frijol color pinto y frijol de vaina color banano) y el tercer grupo por una variedad I (frijol de vaina amarilla).
6. De acuerdo a los análisis cluster (grupo I) y componentes principales (grupo III), la variedad seis (variedad frijol vaina color amarillo) se separó por las siguientes características: días a emergencia (5 días) a floración (40 días), longitud de tallo principal (150 cm), número de nudos (siete), días a cosecha (85 días), perfil de la vaina (recta), forma de la semilla (arriñonada).
7. Las variedades de crecimiento indeterminados se agruparon por tener similitudes en días a emergencia (7 días) a floración (50 días) longitud del tallo principal (325 cm), días a cosecha (100 días), estas variedades conformaron el grupo (II) en el análisis de Cluster y los grupo (I, II) en el análisis de componentes principales.
8. Se realizó un banco de germoplasma con seis materiales colectados y caracterizados, con un peso de 100gr de semilla por cada material, que ayudará a conservar cada una de ellas.

IX.RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación a las comunidades aledañas, para la recuperación de los materiales de frijol criollos que aún puedan existir, para contrarrestar la erosión genética.
2. Realizar una evaluación agronómica para la obtención de cultivares promisorios de *P. vulgaris*.
3. Realizar evaluaciones agronómicas y estabilidad genética de cada variedad conectado.
4. Realizar pruebas sensoriales de calidad de cocción de cada variedad.
5. Establecer parcelas demostrativas con las semillas que forman parte del banco de germoplasma para la multiplicación de los mismos.

X. REFERENCIAS

- Alcocer, J. (2009). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000100005#:~:text=Los%20cambios%20morfol%C3%B3gicos%20m%C3%A1s%20notables,cm%3B%20de%20foliolos%20peque%C3%B1os%20
- Aldana, L. (2010). Manual Técnico Agrícola. Producción comercial y semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*). <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/produccionSemillaFrijol.pdf>
- Agro Guatemala. (2015). El AGRO es vital para la economía del país: Elementos de Propuesta de Política Agrícola para Guatemala. <https://www.camaradelagro.org/wp-content/uploads/sites/24/2017/07/Propuesta-Pol%C3%ADtica-Agr%C3%ADcola.pdf>
- Botero, C. (2008). Germoplasma, bancos para la conservación de semillas. <https://www.mundohvacr.com.mx/2016/10/germoplasma-bancos-la-conservacion-semillas/>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. (1993). Descriptores Varietales. Arroz, Frijol, Maíz y Sorgo. http://ciat-library.ciar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf
- Enríquez, M. (2017). La agricultura tradicional. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puiep/INF-2016-09.pdf>
- Guerra, J. (2021). Conservación de germoplasma, los bancos de semillas. <https://www.um.es/acc/conservacion-de-germoplasma-los-bancos-de-semillas/>
- Hernández Villarreal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/41/133#:~:text=La%20caracterizaci%C3%B3n%20en%20plantas%20es,de%20individuos%20que%20la%20conforman.>
- Instituto de Cambio Climático. ICC. (2013). Diagnóstico de amenazas y prácticas de adaptación para reducir el impacto en el Centro y La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez.
- Instituto de Cambio Climático. ICC. (2022). Estación climática San Nicolás. <https://redmet.icc.org.gt/redmet/comparativas>

- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. ICTA. (2011). *Producción de frijol Phaseolus vulgaris L.*
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Produccion%20de%20Frijol%20Phaseolus%20vulgaris%20L%202011.pdf>
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. ICTA. (2020). *Programa de frijol.*
<https://www.icta.gob.gt/frijol#:~:text=El%20ICTA%20ha%20liberado%2031,para%201%2C500%20a%202%2C300%20msnm.>
- Jones, S. (1988). *Sistema vegetal*. 2a. Ed. McGraw Hill.
- Maldonado, W. (2015). “Caracterización morfológica de veinte cultivares de frijol voluble (*phaseolus spp*) bajo condiciones de la aldea Climentoro, Aguacatán Huehuetenango”. [Tesis Centro Universitario Del Nor-Occidente Ingeniería Agronómica, Universidad De San Carlos De Guatemala].
<https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Tesis-Characterizacio%CC%81n-20-Cultivares-de-Frijoles-Volubles-2016.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Gandería y Alimentación. MAGA. (2017). *Informe Situación del Frijol.*
https://www.maga.gob.gt/sitios/diplan/download/informacion_del_sector/informes_de_situacion_de_maiz_y_frijol/2017/12%20Informe%20Situaci%C3%B3n%20Del%20Frijol%20Negro%20Diciembre%202017.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. MAGA. (2022). *Informe Situación de granos básicos en Guatemala.*
<https://precios.maga.gob.gt/archivos/situacionales/Informe%20situacional%20de%20granos%20b%C3%A1sicos%20en%20Guatemala%20de%20enero%202019%20a%20noviembre%202022.pdf>
- Miranda, A. (2020). *Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de doce genotipos de frijol común arbustivo adaptados al Oriente de Guatemala.* [Informe final, Consorcios de Regionales Investigación Agropecuaria]
<https://www.cytconoc.gt/wp-content/uploads/2021/03/Caracterizacion-frijol-arbustivo-Informe-Final-oriente.pdf>
- Mondragón. (2009). *Descripción especies de Frijol.*
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-coccineus/fichas/ficha.htm>
- Moscoso, J. (2020). *Caracterización morfológica, molecular, industrial y culinaria de ocho genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L) arbustivo y voluble adaptados al occidente de Guatemala.* [Informe final, Consorcios de Regionales Investigación Agropecuaria]
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/13%20FRIJOL%20OCCIDENTE/Caractvoluble-ICTA->

[Jessica%20Moscoso/Caract%20morfol%C3%B3gica%20molecular%20industrial%208%20gen.pdf](#)

Otzoy, M., España E., De León C., y López C. (1997). *Informe final Búsqueda, recolección, caracterización y evaluación de cultivares de frijol nativo de vara (Phaseolus vulgaris L.) de la región Sur-Occidental de Guatemala. Mazatenango, Guatemala. [Dirección General de Investigación]. Centro Universitario de Sur-Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.*

Rojas, S. (2010). *Descripción de la especie de Frijol.*
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseoluslunatus/fichas/ficha.htm>

Vo.Bo. _____

Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Bibliotecaria CUNSUROC



XI.ANEXOS

Tabla 18. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos estado de plántula.

Color predominante de los cotiledones					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Amarillo	81,85	5	Amarillo con pigmento rosado	84 con 13,15
2	Rosado	13,15	6	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43 con 13,15
3	Café rojizo	4,5,6,10	7	Verde	36,37,38,39,43
4	Morado	23	8	Amarillo con pigmento café rojizo	84 con 4,5,6,10
Color predominante de hipocótilo					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,43	4	Café rojizo	4,5,6,4,10
2	Rosado	13,15	5	Café	54,55,57
3	Morado	23	6	Verde con pigmento	36,37,38,39,43 con 54,55,57
Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,43	3	Café rojizo	4,5,6,10
2	Rosado	13,15	4	Morado	23

Fuente: (CIAT, 1993).

Tabla 19. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la floración

Color predominante de las alas					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Blanco	76	5	Morado	23
2	Blanco con pigmento crema	76 con 75	6	Blanco con pigmento rosado	76 con 13,15
3	Rosado	13,15	7	Blanco con pigmento café	76 con 4,5,6,10
4	Lila	16,17,18			
Color predominante del limbo del estandarte					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,40	5	Lila	16,17,18
2	Blanco	76	6	Morado	23
3	Rosado	13,15	7	Blanco con pigmento rosado	76 con 13,15
4	Café rojizo	4,5,6,10	8	Blanco con pigmento café rojizo	76 con 4,5,6,10
Color predominante de las venaciones					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Lila	16,17,18	5	Morado	23
2	Rosado	13,15	6	Café rojizo	4,5,6,10
3	Verde con pigmento rosado.	36,37,38,39,43 con 13,15	7	Verde con pigmento café rojizo	36,37,38,39,43 con 4,5,6,10
4	Verde con pigmento morado	36,37,38,39,43 con 23			
Color predominante del cuello del estandarte					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,36,37,38,39,43	6	Verde con pigmento morado	36,37,38,39,43 con 23
2	Blanco	76	7	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43 con 13,13
3	Lila	16,17,18	8	Morado oscuro	4,5,6,10
4	Rosado	13,15	9	Verde con pigmento café rojizo	36,37,38,39,43 con 4,5,6,10
5	Café rojizo	4,5,6,10			
Color predominante de cáliz					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,43	5	Verde con pigmento morado	36,37,38,39,43 con 23
2	Café rojizo	4,5,6,10	6	Verde muy pigmentado de rosado	36,37,38,39,43 con 13,15
3	Morado	23			

4	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43 con 13,15	7	Verde muy pigmentado de morado	36,37,38,39,43 con 23
Color predominante del tallo principal					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,43	4	Verde muy pigmento de rosado	36,37,38,39,43 con 13,15
2	Verde con pigmento rosado	36,37,38,39,43 con 13,15	5	Verde muy pigmento de morado	36,37,38,39,43 con 23
3	Verde con pigmento morado	36,37,38,39,43 con 23			
Color predominante de la hoja					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde pálido	86,87,88,89,90	3	Verde	36,37,38,39,43
2	Verde oscuro	28,29,40,41,42			

Fuente: (CIAT, 1993).

Tabla 20. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la madurez fisiológica.

Color predominante de las vainas					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Verde	36,37,38,39,43	6	Morado	83
2	Verde con pigmento amarillo	36,37,38,39,43 con 84	7	Morado con pigmento café	83 con 54, 55, 57
3	Amarillo	84	8	Verde muy pigmentado morado	36,37,36,38,39,43 con 23
4	Amarillo con pigmento rojizo	84 con 4,5,6,10	9	Café rojizo	4,5,6,10
5	Amarillo con pigmento morado	84 con 23			

Fuente: (CIAT, 1993).

Tabla 21. Clave de colores con base a los aspectos agromorfológicos al momento de la cosecha.

Color predominante de las vainas					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Crema	75	4	Crema con pigmento morado	75 con 23
2	Café	54,55,57	5	Café con pigmento morado	54,55,57 con 23
3	Morado	23	6	Habano o café claro	74 o 71,72
Color primario y secundario de la semilla					
Clave	Color	Modelo	Clave	Color	Modelo
1	Blanco limpio	76	10	Café oscuro	1,51,53
2	Blanco socio	77	11	Café casi-verde	52
3	Amarillo	84	12	Rosado	13,15
4	Amarillo dorado	64,65	13	Rojo	7,8,9
5	Amarillo azufrado	82	14	Morado	23
6	Crema suave	73	15	Negro	25,100
7	Crema oscura	69	16	Gris	97,98,99
8	Café	54,55,57	17	Azul	21,22,24
9	Café rojizo	4,5,6,10	18	Verde	36,37,38,39,43

Fuente: (CIAT, 1993).

Tabla 22. Claves para la caracterización de variables cualitativas de la plántula de *P. vulgaris***Presencia de venaciones**

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Presente	2	Ausente

Patrón de distribución predominante del color del cuello del estandarte

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Uniforme	2	No uniforme

Hábito predominante de crecimiento del tallo

Clave	Modelo	Clave	Modelo
-------	--------	-------	--------

1	Arbustivo determinado	3b	Postrado indeterminado, con guía trepadora
2a	Arbustivo indeterminado, con guía corta	4 ^a	Trepador indeterminado, con carga a lo largo de la planta
2b	Arbustivo indeterminado, con guía más o menos larga	4b	Trepador indeterminado, con carga en los nudos superiores
3 ^a	Postrado indeterminado, con guía no trepadora		

Pubescencia predominante del tallo principal

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Pubescente	3	Intermedio
2	Glabro		

Tipo predominante de ramificación

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Compacto	2	Abierto

Distribución predominante de las vainas en las plantas

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Bajas	3	Distribuidas uniformemente
2	Altas	4	En la parte media

Patrón de distribución predominante del color de las vainas y semilla

Clave	Modelo	Clave	Modelo
1	Uniforme	2	No uniforme

Fuente: (CIAT, 1993).

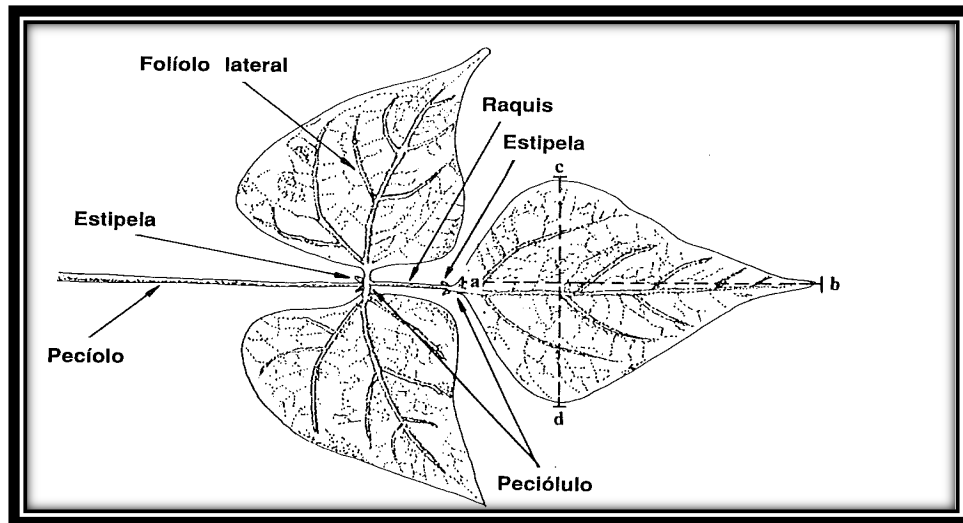


Figura 15. Componentes de la hoja de frijol.

Fuente: (CIAT, 1993).

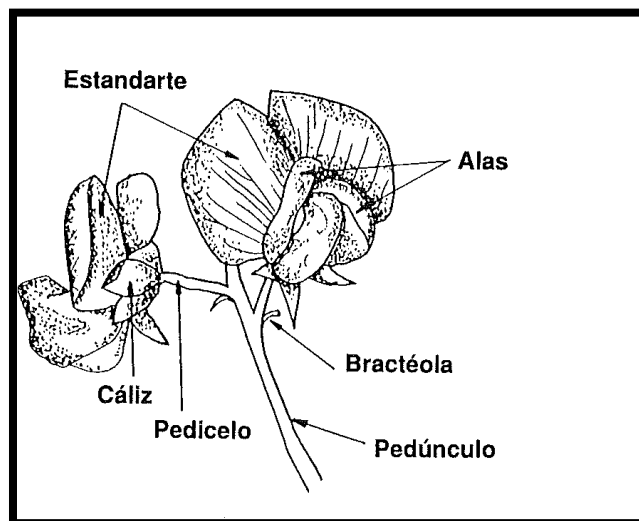


Figura 16. Vista frontal lateral de la flor del frijol

Fuente: (CIAT, 1993).

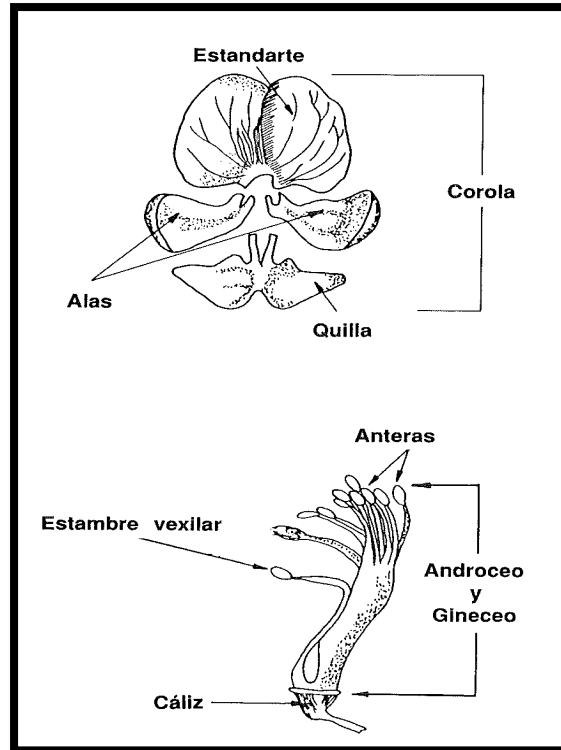


Figura 17. Diagrama de sus componentes de la flor del frijol.

Fuente: (CIAT, 1993).

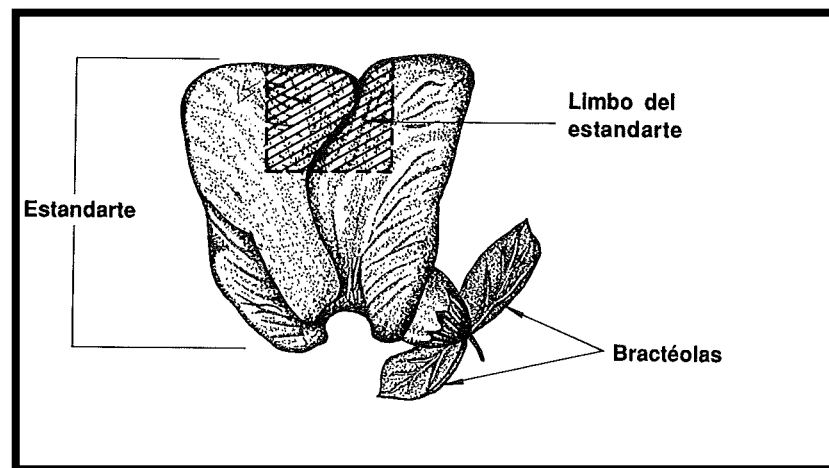


Figura 18. Estructura del estandarte de la flor del frijol vista anterior.

Fuente: (CIAT, 1993).

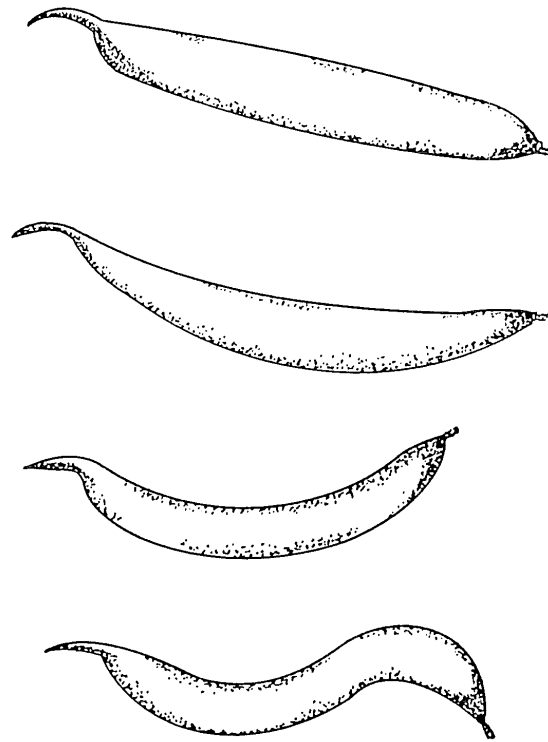


Figura 19. Forma del perfil de la vaina del frijol

Fuente: (CIAT, 1993).

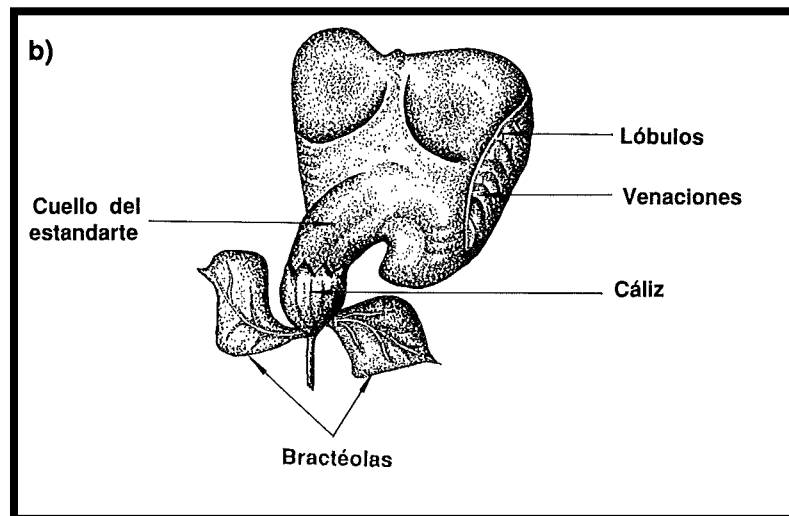


Figura 20. Estructura de estandarte de la flor de frijol vista posterior

Fuente: (CIAT, 1993).

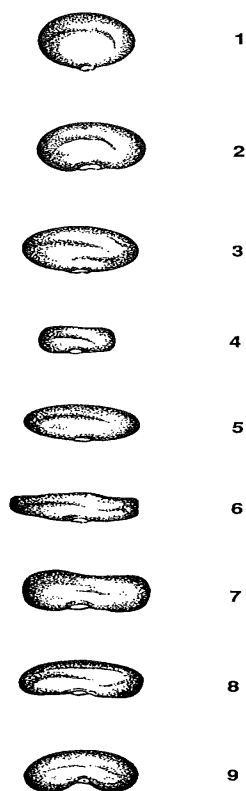


Figura 21. Forma que presenta la semilla de frijol.

Fuente: (CIAT, 1993).

1. Redonda
2. Ovoide
3. Elíptica
4. Pequeña, casi cuadrada
5. Alargada, ovoide
6. Alargada, ovoide en un extremo
7. Alargada, casi cuadrada
8. Arriñonada, recta en el lado del hilo
9. Arriñonada curvada en el lado opuesto al hilo.



Figura 22. Toma de datos en campo en el cultivo de frijol.



Figura 23. Aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades.



Figura 24. Aplicación de riego en la parcela experimental del cultivo de frijol.



Figura 25. Diferentes tonalidades de color en vainas de frijol.



Figura 26. Empacando al vacío las semillas de frijol para el banco de germoplasma.



Figura 27. Medición de las características de las vainas de frijol.



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario de Sur Occidente
 Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical
 Boleta de colecta



No. de Colecta _____ Nombre común _____ Fecha _____

Propietario o Agricultor _____

Lugar de la colecta:

Municipio: _____ Departamento _____

Aldea: _____ Comunidad _____ Aldea _____

Caserío: _____ Cantón _____ Otros _____

Latitud _____ Longitud _____

Croquis del lugar

Nombre del colector _____

Figura 28. Boleta de pasaporte de procedencia de los materiales de frijoles colectados en campo.



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario de Sur Occidente
 Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical
 Boleta de manejo agronómico de frijol



Tiempo de poseer el cultivo:

Realiza alguna preparación de suelo

SI NO

Qué tipo de preparación de suelo realiza

Arado
 Rastra
 Surqueado
 Ninguno

realiza algún tipo de desinfección de suelo

SI NO

Con que:

Dosis:

Cantidad de semilla que utiliza por postura

Época de siembra

Mayo-Junio Agosto-Septiembre

Que distanciamiento de siembra utiliza:

Entre surco Entre planta:

Cuántas fertilizaciones aplica durante el ciclo de producción

1 2 3

Qué tipo de control de maleza utiliza

Químico

Manual

Producto	Cuántas	Intervalo	Dosis

Qué tipo de plaga se presenta el cultivo

Raíz Tallo Follaje Grano

Nombre Común:

Nombre Científico:

controla las plagas

SI

No

Producto	Dosis	Intervalo	Dosis

Qué tipo de enfermedades se presenta el cultivo

Raíz Tallo Follaje Grano

Nombre Común:

Nombre Científico:

Controla las enfermedades

SI

NO

Producto	Dosis	Intervalo	Dosis

Mercado: Lugar Precio

Figura 29. Boleta de recolección de datos sobre el manejo agronómico del cultivo de frijol.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, Suchitepéquez, febrero de 2024

Dr. Mynor Raúl Oztzy Rosales:
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Dr. Mynor Oztzy:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre bien en las actividades académicas de la carrera de Agronomía y gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **Búsqueda, colecta y caracterización de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. "frijol de vara", nativos en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango, Suchitepéquez.** La investigación fue presentada por el estudiante T.P.A. Wilson Amilcar Pascual Estacuy Carné: 201741574 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo de usted, Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz
Profesor Supervisor-asesor
Carrera Agronomía Tropical



Mazatenango, Suchitepéquez, febrero de 2024

Licenciado Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Sr. Director

Con fundamento en el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que estudiante T.P.A. **Wilson Amilcar Pascual Estacuy Carné: 201741574**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Búsqueda, colecta y caracterización de cultivos de *Phaseolus vulgaris* L. "frijol de vara", nativos en tres comunidades de la parte baja de Mazatenango, Suchitepéquez**, el cual fue asesorado por el Ing. Agr. M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz, lo que se evidencia con la nota adjunta que he revisado previamente.

Como coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A. Pascual Estacuy, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente para su graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima. Deferentemente:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-056-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintiséis de junio de dos mil veinticuatro—

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
"BÚSQUEDA, COLECTA Y CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE
Phaseolus vulgaris L. "frijol de vara", NATIVOS EN TRES COMUNIDADES DE LA
PARTE BAJA DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ", del estudiante: **Wilson
Amilcar Pascual Estacuy** Carné: 201741574 CUI: 3389 63839 1001 de la carrera
Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris