

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

COLECTA Y CARACTERIZACION DE 36 CULTIVARES DE FRIJOL BLANCO
(Phaseolus vulgaris L.) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

JOSE ADOLFO NAPOLEON MORALES SABASTUNE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1994

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

10

11

12

VU
01
T(137)

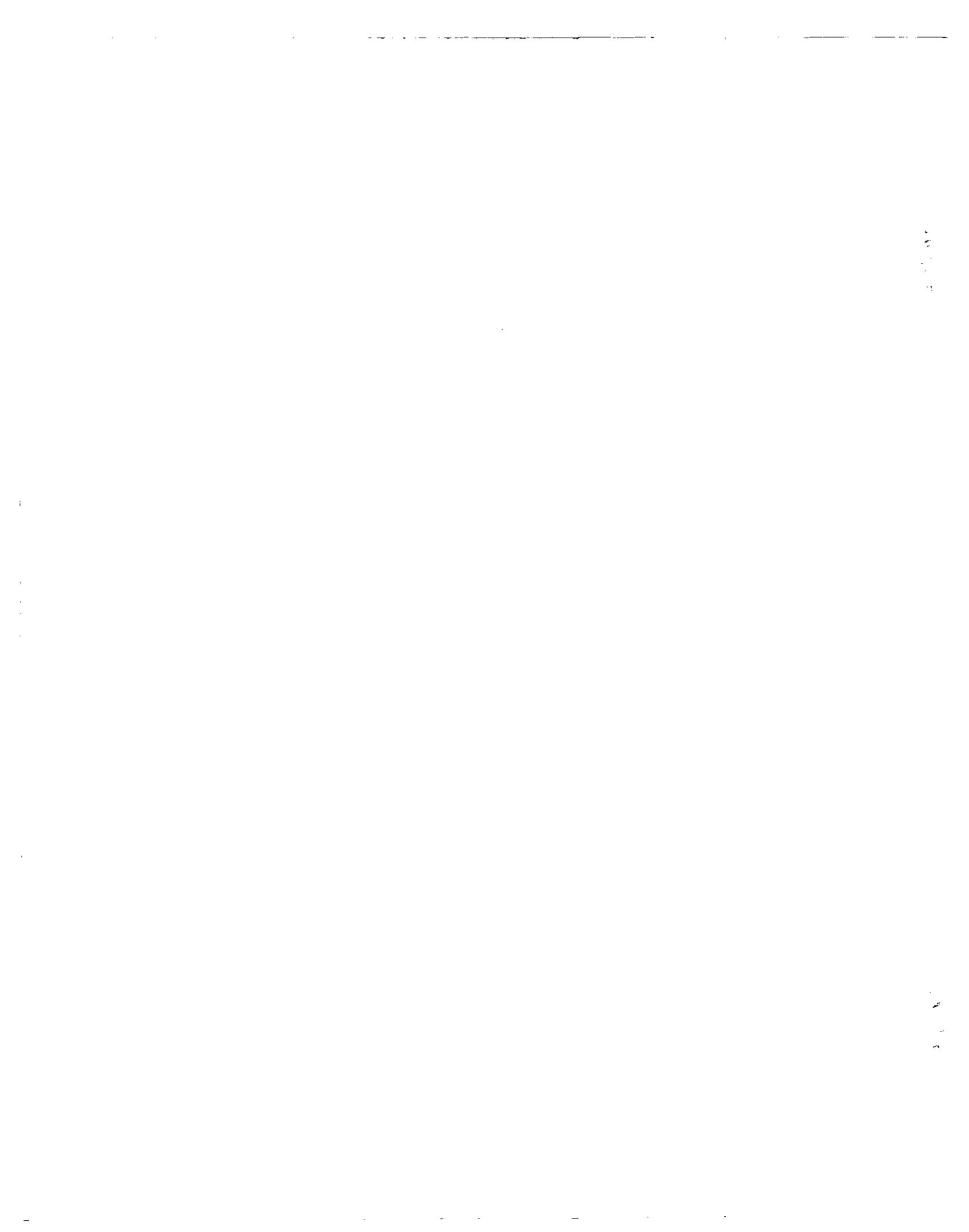
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO	ING. AGR. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA MUJ



Guatemala, Noviembre de 1994.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

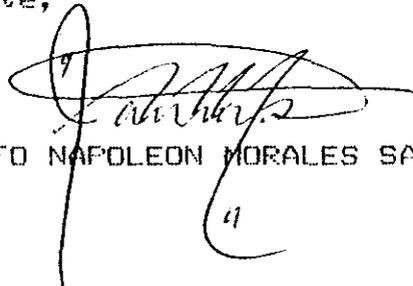
Respetables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

"COLECTA Y CARACTERIZACION DE 36 CULTIVARES DE FRIJOL BLANCO (Phaseolus vulgaris L.) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA"

Presentado como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el Grado Académico de Licenciado.

Respetuosamente,



JOSE ADOLFO NAPOLEON MORALES SAGASTUME



ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

Por su iluminación en el largo camino de la vida.

A MIS PADRES

Luis Alberto Morales Sagastume y Rosalbina Sagastume Calderón
Que esto sea un pequeño aliciente a su enorme sacrificio.

A MIS HERMANOS

Luis Alberto, Leonidas y Alvaro Reynaldo Morales Sagastume.
Por su apoyo y comprensión.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Con aprecio y respeto.

A MIS AMIGOS

Con amistad sincera.
En especial a los excompañeros del XIV Curso de Adiestramiento en Producción Agrícola del I.C.T.A.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LOS AGRICULTORES DEL ORIENTE DEL PAIS

EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO



AGRADECIMIENTO

A: Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez y P. Agr. Ernesto Carrillo, por su amistad e invaluable asesoría, colaboración y enseñanza en la realización de esta tesis.

Ing. Agr. Bladimiro Andino Villeda Sagastume, Lic. Rubén Morales Sagastume y señora Carmelina Sagastume, por su apoyo y sabios consejos.

Ing. Agr. Tomás Padilla Cámara, por su valiosa colaboración en la fase de colecta del presente trabajo.

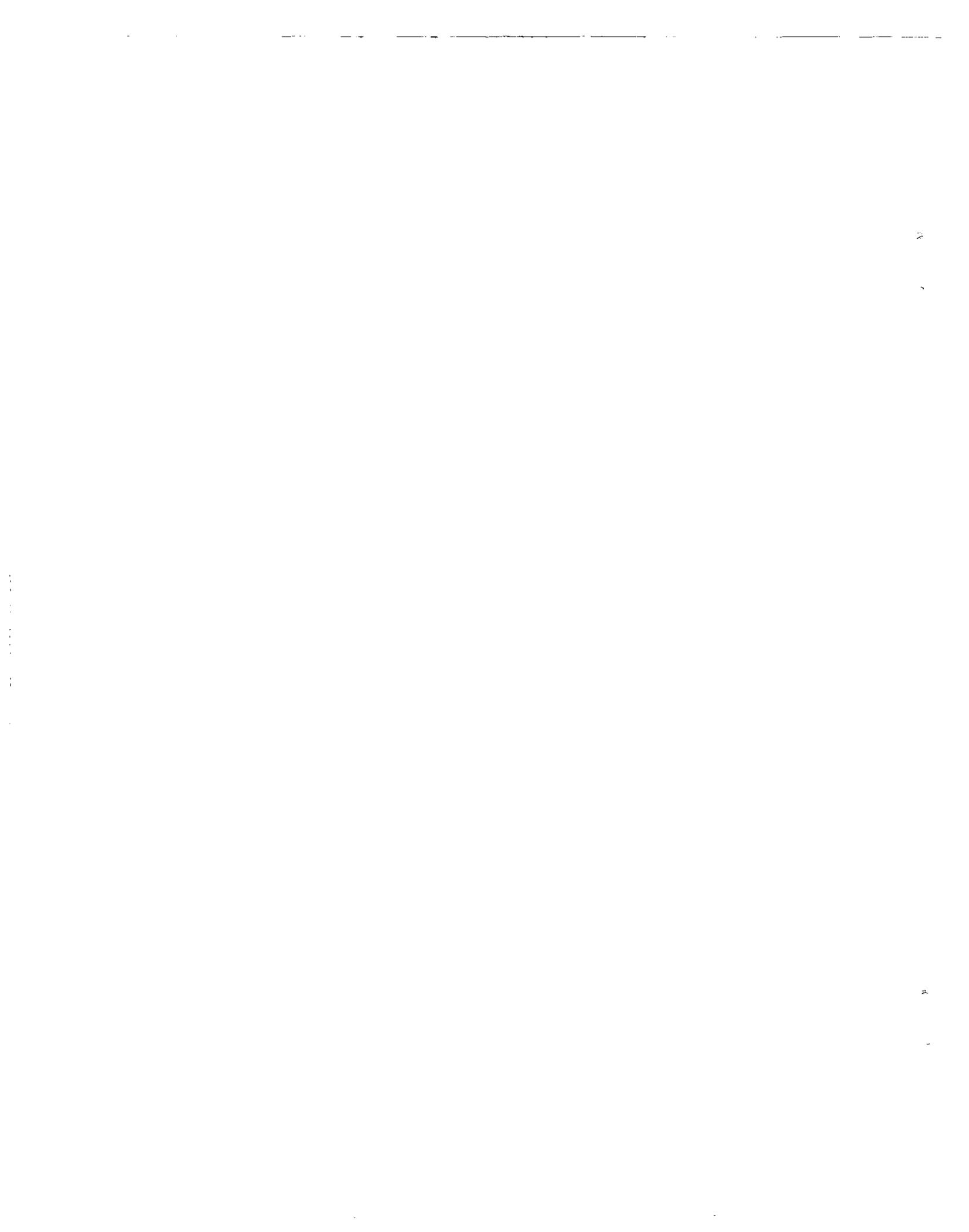
Personal de la Subárea de Manejo y Mejoramiento de Plantas, por la amistad brindada y la colaboración de una u otra forma en la realización del presente estudio.

Las personas, amigos y compañeros que colaboraron en el desarrollo de este trabajo, en sus fases de campo, análisis y redacción.



CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	ix
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1 Marco conceptual.....	4
3.1.1 Los recursos fitogenéticos.....	4
3.1.2 Conservación de los recursos fitogenéticos.....	5
3.1.3 Taxonomía numérica.....	7
3.1.4 El diseño en látice.....	10
3.1.5 Origen y diversidad del frijol común (<u>Phaseolus</u> <u>vulgaris</u> L.).....	10
3.1.6 Taxonomía del frijol común.....	13
3.1.7 Principales características del frijol cultivado...13	
3.2 Marco referencial.....	15
3.2.1 Mejoramiento genético en el frijol común.....	15
3.2.2 Recolección de frijol común en Guatemala.....	15
3.2.3 El cultivo del frijol blanco en el Oriente del país.....	16
4. OBJETIVOS.....	19
4.1 Objetivo general.....	19
4.2 Objetivo específico.....	19
5. HIPOTESIS.....	20
6. MATERIALES Y METODOS.....	20
6.1 Colecta de materiales.....	20
6.2 Caracterización de campo.....	22
6.2.1 Lugar de caracterización.....	22
6.2.2 Diseño experimental.....	22
6.2.3 Unidad experimental.....	23
6.2.4 Manejo del experimento.....	23
6.3 Fase de análisis de la información.....	24
6.4 Fase de conservación.....	25



7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
7.1 Resultados de la recolección.....	26
7.2 Resultados de la caracterización.....	31
7.2.1 Variables cualitativas.....	31
7.2.2 Variables cuantitativas.....	36
7.2.2.1 Análisis de varianza.....	36
7.2.2.2 Análisis de correlación.....	41
7.2.2.3 Análisis de agrupamientos.....	45
7.3 Análisis del contenido de proteína.....	50
8. CONCLUSIONES.....	52
9. RECOMENDACIONES.....	53
10. BIBLIOGRAFIA.....	54
11. APENDICE.....	57
11.1 Apéndice A: Formato general de recolección.....	58
11.2 Apéndice B: Descriptor para la caracterización de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.).....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Página
1	Rutas de exploración y colecta de cultivares de frijol blanco en el Oriente de Guatemala. 1993.....	22
2	Fenograma de la caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1994.	48



INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Página
1	Consumo de frijol en grano por persona al día en el área de Centro América.....	12
2	Contenidos de proteína y de triptófano en variedades comunes de frijol, de acuerdo al color del grano.....	17
3	Datos de los lugares en donde se efectuaron las colectas de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>).....	28
4	Principales problemas reportados por los agricultores en el cultivo del frijol blanco en el Oriente de Guatemala.....	30
5	Variables cualitativas observadas constantes en la caracterización de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>).1993.....	32
6	Resultados de cuatro variables cualitativas en la caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1993.	34
7	Resultados obtenidos para variables cuantitativas en la caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1993.	37
8	Resultados de análisis de varianza. Caracterización de cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1994.	38
9	Variables que presentaron correlaciones significativas en la caracterización de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1993.	43
10	Análisis de grupos y coeficientes de distancia para la caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1994.	47
11	Resultados del análisis de proteínas. Caracterización de cultivares de frijol blanco (<u>Phaseolus vulgaris</u>). 1994.	50

COLECTA Y CARACTERIZACION DE 36 CULTIVARES DE FRIJOL BLANCO
(Phaseolus vulgaris L.) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA.

COLLECTION AND CHARACTERISATION OF 36 CULTIVARS OF WHITE BEAN
(Phaseolus vulgaris L.) IN THE EAST OF GUATEMALA.

RESUMEN

El estudio, consistió en la colecta y caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L), los cuales fueron colectados en el periodo comprendido de abril a agosto de 1993 en diferentes regiones de la zona oriental del país, que incluye los departamentos de Chiquimula y Jutiapa principalmente y, en menor escala, los departamentos de Jalapa y Zacapa.

Se generó información básica relacionada con la recolección de los cultivares a través de los datos de pasaporte de cada colecta y, posteriormente, fueron sembrados para obtener información de tipo agronómico y morfológico de cada uno de los cultivares con el objeto de caracterizarlos.

El estudio de caracterización se llevó a cabo en una localidad del municipio de San Jacinto, del departamento de Chiquimula, en el periodo de septiembre a diciembre de 1,993. El experimento fue ordenado en un diseño de LáTice triple 6x6. Para obtener la información de la caracterización fue usado el descriptor para Phaseolus vulgaris desarrollado por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR por sus siglas en inglés), con algunas adaptaciones.

La información obtenida en la caracterización fue analizada estadísticamente mediante estudios de moda y frecuencia para las variables cualitativas. Las variables cuantitativas fueron sometidas a: Análisis de varianza y pruebas de separación de medias de Tukey para 18 variables cuantitativas; análisis de covarianza entre las variables número de plantas cosechadas y rendimiento en kilogramos por hectárea; análisis de correlación entre 20 variables cuantitativas y análisis de agrupamientos entre los 36 cultivares estudiados.

De acuerdo a los datos obtenidos se establece, que entre los cultivares estudiados, si existe variabilidad, principalmente, en las variables cuantitativas. Debido a que, en las variables cualitativas, el comportamiento fue bastante similar entre los 36 cultivares.

También fue practicado un análisis de contenido de proteína a cuatro cultivares seleccionados de acuerdo a la región de procedencia debido a la implicación en costos de este análisis. El contenido de proteína es relativamente alto comparando al frijol blanco frijoles de otros colores de grano, especialmente el negro; los valores encontrados variaron de 23.52 a 26.27 por ciento.

Algunos cultivares se presentan como promisorios en aspectos como el rendimiento en kilogramos por hectárea y el desarrollo fenológico de la planta en variables como el número de días a floración y el número de días a madurez fisiológica.

1. INTRODUCCION.

El frijol común (Phaseolus vulgaris L) es, entre las leguminosas de grano, la especie más importante para el consumo humano, al menos, dentro de la cultura mesoamericana. Su producción abarca diversas áreas y se puede decir, con propiedad, que prácticamente se cultiva en todo el mundo (21). América Latina, es la zona de mayor producción y de consumo y se estima que el 30 por ciento de la producción total, proviene de esta área.

Las estadísticas hablan de un crecimiento marginal de la producción de frijol en América Latina, en las últimas décadas, este hecho obedece a causas muy diversas. Existen trabajos de mejoramiento que se han traducido en un gran número de variedades mejoradas, sin embargo, dentro del frijol común el frijol blanco no ha sido estudiados en nuestro país a profundidad, a tal grado que la información existente acerca del mismo, en instituciones relacionadas con la investigación agrícola es muy escasa.

El cultivo del frijol blanco en la región oriental del país, ha sido olvidado a tal grado que no se considera dentro de los esquemas de investigación agrícola, por parte de las instituciones relacionadas con ello, de esta forma, no existen materiales mejorados, ni se reporta el área sembrada en el país.

Existe una serie de aspectos en el cultivo del frijol blanco que necesitan ser estudiados, tales como la variabilidad genética, presente en los cultivares de los agricultores. Ante tal situación, fue planteado el presente estudio de colecta y caracterización de materiales genéticos cultivados por los agricultores en el Oriente de Guatemala.

Para su realización dicho estudio fue dividido en tres etapas: colecta de materiales en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Jutiapa y Jalapa, posteriormente se realizó la fase de caracterización de campo en el municipio de San Jacinto, Depto. de Chiquimula y, por último, se realizó la fase de análisis de la información, con aplicación de pruebas estadísticas como análisis de varianza, pruebas de medias aritméticas y análisis de correlación y de agrupamientos, con el objeto de estudiar la variabilidad entre materiales genéticos de frijol blanco.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Guatemala, de todos es sabido, se consume el frijol (negro, rojo, blanco, etc.) y constituye en efecto, el segundo alimento en importancia después del maíz. El frijol blanco de hecho no constituye un alimento básico para la población guatemalteca, sin embargo, es consumido en menor escala por familias urbanas y rurales tanto en todo el país. La zona oriental de Guatemala, es donde más se cultiva, a pesar de ello, muy poco se conoce de su cultivo, de los materiales genéticos que se siembran, los problemas culturales y la posibilidad de perder estos materiales por razones socioeconómicas.

La problemática, básicamente, se resume como la falta de conocimiento y de información sobre nuestros recursos genéticos nativos como lo es el frijol blanco, a tal grado que, ni las entidades del sector público, poseen información al respecto; ésto, además la urgente necesidad de conservar estos recursos, para rescatarlos de la erosión genética.

Con el presente estudio, se espera aportar conocimientos básicos sobre los cultivares de frijol blanco usados por los agricultores en el Oriente de Guatemala. Dicho estudio puede ser el punto de partida para investigaciones aplicadas tales como evaluaciones de producción, de resistencia a plagas y enfermedades, respuesta a diversos suelos y climas, programas de fitomejoramiento y otros. (2)

3. MARCO TEORICO.

3.1 Marco conceptual.

3.1.1 Los recursos fitogenéticos.

Según Esquinas (9), los recursos genéticos vegetales utilizados o potencialmente utilizables por el hombre pueden agruparse en algunas categorías:

3.1.1.1 Especies cultivadas.

a) Variedades comerciales: Son las variedades o cultivares normalizados que, en general, han sido obtenidas por fitomejoradores profesionales. La mayoría de ellos se caracteriza por una gran productividad cuando son sometidos a sistemas de cultivos intensivos que requieren fuertes inversiones (con fertilizantes, riegos, plaguicidas, etc.).

b) Variedades locales tradicionales: Son variedades o cultivares primitivos que han evolucionado a lo largo de los siglos o incluso milenios y en los que han influido de forma decisiva las migraciones y la selección tanto natural como artificial. Existe un gran diversidad entre y dentro de estas variedades, que estando adaptadas a sobrevivir en condiciones desfavorables, tienen producciones bajas pero constantes propias de las agriculturas de subsistencia.

c) Líneas de mejora: Es el material obtenido por el fitomejorador como subproducto de su programa.

d) Otras combinaciones genéticas: Bajo esta categoría se incluyen los mutantes génicos, cromosómicos y genómicos producidos natural o artificialmente y, en la mayor parte de los casos, conservados en las colecciones de los fitomejoradores.

3.1.1.2 Especies silvestres.

a) De uso directo: Se trata de especies silvestres que el hombre utiliza pero no siembra ni cultiva. La erosión genética en esta categoría no se produce al azar sino discriminadamente contra

el material más valioso. En efecto en las poblaciones naturales de estas especies el hombre selecciona y consume las plantas que poseen los caracteres más codiciados.

b) De uso indirecto: Son especies silvestres o asilvestradas afines a las especies cultivadas, que poseen caracteres hereditarios beneficiosos que pueden ser utilizados por sus parientes cultivados.

c) De uso potencial: Son especies que hoy no se utilizan pero que sus características o composición hacen probable su utilización en el futuro. Este es el caso de algunas especies silvestres de crecimiento rápido a las que la crisis energética actual ha abierto grandes perspectivas de utilización como productores rentables de agroenergía y otras por tener ciertas sustancias medicinales.

3.1.2 Conservación y utilización de los recursos fitogenéticos.

Según Esquinas (9), la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos en peligro, exige su recolección, conservación, evaluación, documentación e intercambio.

3.1.2.1 Recolección del material y exploración.

Para la mayor parte de las especies el material que ha de recogerse son semillas, si bien en otros casos puede tratarse de bulbos, tubérculos, raíces, plantas enteras, o incluso granos de polen, dependiendo de las características de la especie y del modo en que vaya a ser conservado el material. Uno de los procesos importantes en la recolección de materiales, lo constituye la organización de exploraciones. Según Martínez (19), existen algunos criterios básicos para organizar exploraciones. Entre ellos, debe tomarse en cuenta que la mayor variabilidad genética se encuentra en las poblaciones de cultivares primitivas y salvajes (espontáneas) y muy poca en las variedades comerciales o muy avanzadas, lo anterior fundamenta la necesidad de visitar directamente las regiones donde se encuentran poblaciones espontáneas de la especie que interesa y además los campos de cultivo de los agricultores de la región, así como también los

mercados de mayor movimiento comercial. Esto asegura la recolección de una mayor diversidad genética de la especie buscada. (19)

El criterio para seleccionar las regiones que aseguran recoger mayor variabilidad, debe hacerse en base a la mayor diversidad de grupos taxonómicos que reporte la literatura consultada. Otro criterio complementario es la distribución altitudinal de la especie, debido a que ayuda a seleccionar diferentes puntos específicos, que asegura que la exploración sea horizontal y vertical. (19)

El tiempo necesario para realizar la exploración dependerá de la extensión de las regiones seleccionadas, la fisiografía regional, la red vial que comunica toda la región y las distancias entre un punto y otro. Paralelo a lo anterior también dependerá del número de muestras a recoger y la información que se requerirá directamente de la región por cada muestra recolectada. (19)

3.1.2.2 Evaluación del material.

Mientras que, debido a la erosión genética el plazo que tenemos para coleccionar y conservar es mínimo, el tiempo para evaluar es mucho más flexible. Se puede hacer más o menos rápido dependiendo de las necesidades o de los medios disponibles. Puede abarcar uno o varios de los muchos aspectos posibles: agronómico, morfológico, bioquímico, citológico, etc. Puede hacerse en una o varias etapas. Puede llevarse a cabo por el fitogenetista, el botánico, el bioquímico, el agrónomo, etc. No obstante, cuanto antes se haga y más completa sea, más útil será y más pronto será rentable la inversión inicial. (9)

El término "descriptor" se emplea cada vez con más frecuencia al referirse a cada uno de aquellos caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una población. (9)

Los "descriptores" varían con la especie y también varían según sean seleccionados por fitomejoradores, botánicos, genetistas o expertos en otras disciplinas. (9)

3.1.2.3 Conservación del material.

De nada sirve obtener o coleccionar el germoplasma, si no podemos conservarlos en condiciones de propagación indefinida. Esta debe ser la actividad central de un banco de germoplasma. (9)

3.1.2.4 Documentación e intercambio de muestras.

Un buen sistema de documentación es la clave de utilización del material depositado en un banco de germoplasma. La falta de una documentación adecuada es la mayor limitación para el empleo de las colecciones. (9)

El intercambio de material exige buenos servicios de inspección e instalaciones adecuadas de cuarentena que permitan reducir al mínimo los riesgos de dispersión de plagas y enfermedades. Los recursos genéticos se deben considerar patrimonio internacional, y como tal, su intercambio debe estar por encima de cualquier barrera política. (9)

3.1.3 Taxonomía numérica.

La taxonomía numérica es una disciplina que se encarga del estudio de la similitud y las diferencias entre los individuos, mediante la utilización de métodos numéricos, con el objeto de clasificarlos o agruparlos de acuerdo a sus características. La taxonomía numérica basa sus clasificaciones principalmente en el feneticismo. El feneticismo considera características ecológicas, moleculares, anatómicas y otros aspectos de los individuos como aparecen al momento del estudio; sin considerar su filogenia (historia evolutiva) que es el punto de partida de otras doctrinas clasificatorias como el cladismo, el evolucionismo, etc. Cuando hablamos de Relaciones Fenéticas o de Similitud, estas se refieren al parecido del individuo según sus propiedades observables sin considerar el proceso genealógico. (5)

3.1.3.1 Pasos Elementales de la Taxonomía Numérica.

A. Elección de unidades taxonómicas (OTU)

La palabra OTU son siglas de su denominación en Inglés (Operational Taxonomic Unit) que significa la unidad taxonómica básica para

aplicar la taxonomía numérica. Estas unidades pueden ser especies, géneros, familias o poblaciones, siendo los individuos la unidad universal. (5)

B. Elección de caracteres

Se prefiere todo tipo de caracteres y estudiados en diferentes períodos de ciclo vital de los individuos. Pueden anotarse características morfológicas (externas e internas), palinológicas, citológicas, fisiológicas, químicas, etológicas, ecológicas, geográficas y genéticas. Aquellos caracteres que no tiene sentido biológico (por ejemplo el número de colecta de una muestra), deben excluirse; en el mismo sentido aquellos caracteres que no varían en las Unidades Taxonómicas deben ser excluidos por carecer de poder discriminatorio y por lo tanto son de poco valor taxonómico. (5)

C. Construcción de una matriz básica de datos.

Esta matriz contiene en el eje horizontal (filas) las unidades taxonómicas operacionales (OTU) y en el eje vertical (columnas), los caracteres en estudio; de esta manera los valores de cada Unidad Taxonómica en cada uno de los caracteres estudiados se representa en una matriz $n \times t$ (5)

D. Obtención del coeficiente de similitud

Después de haber construido la matriz básica de datos es necesario seleccionar el coeficiente de similitud para determinar el parecido taxonómico entre las unidades taxonómicas, se conocen tres grupos de coeficientes de similitud: de distancia, de correlación y de asociación. Los más utilizados son los coeficientes de distancia y los de correlación, entre los que se menciona el de "Pearson" o coeficiente de correlación del momento producto; sus valores oscilan entre más uno y menos uno, siendo más uno y menos uno de los valores de máxima similitud y cero de ausencia de similitud. (5)

E. Construcción de una matriz de similitud.

Debido a que la aplicación de los coeficientes de similitud a datos multiestados cuantitativos continuos, conlleva la utilización de diferentes escalas de medida en una misma unidad taxonómica, tal es el caso del largo de una antera en milímetros y

la longitud de la guía principal en metros; es necesario que estos valores sean estandarizados, generalmente los valores de los caracteres se expresan como unidades de desviación estándar, debido a esto la media de un carácter se expresa como cero y su varianza como la unidad. La matriz básica de datos, por lo anteriormente expuesto, representa los valores de los caracteres en unidades de desviación estándar. (5)

Después de que han sido estandarizados los datos de los caracteres y conformada la matriz básica de datos se selecciona al coeficiente de similitud que mejor se adapte a los datos. Después de aplicar el coeficiente de similitud para cada par posible de unidades taxonómicas, se constituye la matriz de similitud en la cual tanto la fila como las columnas son ocupadas por los coeficientes obtenidos y en la diagonal de la matriz aparece una Unidad Taxonómica comparada con el mismo o dicho en otras palabras los caracteres de un individuo o cultivar, etc. comparado con el mismo. (5)

En esta matriz de similitud sólo es posible observar el parecido entre pares de unidades taxonómicas se hace necesario una metodología para analizar la matriz de similitud. Para ello se conocen dos técnicas de agrupamiento (cluster analysis) y el método de ordenación (ordenation). (5)

F. Análisis de Agrupamientos

Como se ha indicado anteriormente, este análisis nos permite agrupar las unidades taxonómicas que se asocian por su similitud. Hay un gran número de técnicas para llevar a cabo este análisis tales como: Las exclusivas, jerárquicas, aglomerativas y secuenciales, sin embargo, estas siguen el siguiente patrón similar: se examina la matriz de similitud y se detecta la mayor similitud entre las unidades taxonómicas (o sea el núcleo anterior y se incorpora ya sea por ligamiento simple, ligamiento completo y ligamiento promedio), estas nuevas unidades taxonómicas son incorporados a núcleos utilizando matrices derivadas. Las técnicas de agrupamiento se representan gráficamente a través de un dendograma y por utilizar caracteres fenéticos se le conoce con el

nombre de fenograma. (5)

3.1.4 El diseño en Látice.

Según Cochran (4), existe una variedad de tipos de arreglos para el diseño en látice, entre los cuales se puede mencionar el diseño en látice cuadrado balanceado y el parcialmente balanceado, así como los latices rectangulares, entre otros. Dentro de cada repetición, los tratamientos están arreglados en el diseño en un cuadro k por k , al tratarse de un diseño de látice cuadrado. El método de agrupamiento en hileras y columnas, el cual varía en las repeticiones sucesivas, es tal que las medias de tratamientos pueden ajustarse por diferencias entre las hileras y las columnas de cada cuadro. Así, además de la eliminación de las diferencias entre repeticiones de los errores experimentales, el diseño permite un "doble control", dentro de cada repetición, similar al que se obtiene en el diseño en cuadro latino. Generalizando, cualquier par de tratamientos ocurre una vez en la misma hilera.

El método para arreglar el material experimental es similar al de un cuadro latino ordinario. Con un número cuadrado de tratamientos, las unidades se arreglan en cuadros k por k , de tal manera que las hileras y columnas para cada cuadro corresponden a los dos tipos de variación cuyos efectos se desea eliminar de los errores. (4)

En experimentos de campo, las parcelas de cada repetición comúnmente se disponen en formación cuadrada o rectangular, en cuyo caso las diferencias en hileras y columnas representan variaciones de fertilidad en dos direcciones, en ángulo recto una de la otra. Dentro de cada repetición las hileras y columnas del diseño básico deben ser permutadas separadamente al azar antes de aplicar los tratamientos. Es aconsejable también asignar los tratamientos al azar a los números de los tratamientos en el diseño. (4)

3.1.5 Origen y diversidad del frijol (Phaseolus vulgaris L.)

El origen americano del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) se acepta sin controversia. Investigaciones arqueológicas han

permitido ubicar restos en diversos sitios de Estados Unidos, México y Perú. (25)

En general se acepta que todas las especies del género Phaseolus, se originaron en América Tropical (México, Guatemala, Perú). Las principales evidencias de su origen son la diversidad genética de los materiales que existen en esta región, y los hallazgos arqueológicos que prueban la antigüedad de su cultivo en México y Perú. (21)

El frijol común además de ser cultivado en el Trópico, también lo es en la zona templada de los hemisferios Norte y Sur. Su diseminación a las otras partes del mundo fue hecha después del descubrimiento de América. (21)

A pesar de que, en América Latina, el frijol ha venido cultivándose desde tiempos ancestrales, cada país de América Latina gusta de uno o varios frijoles con determinados colores de grano, así como de tamaño del mismo. Definir la clase de frijol que gustan en dichos países es tarea difícil, por la diversidad de preferencias que surgen en cada uno de ellos, y aún más porque la definición de colores y tamaños es subjetiva. (25)

El frijol de grano blanco pertenece a la misma especie que el frijol de grano negro (Phaseolus vulgaris L), y es consumido en mayor proporción en algunos países de América del Sur (Perú, Ecuador) y México; el consumo en Centro América es relativamente menor, pero sin embargo, es reportado para algunos países, lo cual se puede observar en el cuadro 1, que nos presenta el consumo de frijol, en general, para los diferentes países del área. Se señala también, que el consumo de frijol blanco, se da más en los grupos socioeconómicos medio y alto para el caso de Centro América. (1)

El frijol blanco, es consumido en forma de diferentes platos, sólo o con varios tipos de carne. Sin embargo, en las estadísticas del Banco de Guatemala (12), no se hace referencia al frijol blanco en cuanto a área cultivada, producción y consumo. Para el frijol negro si se reporta un área cultivada de 195 mil manzanas (136,500 hectáreas).

Cuadro 1. Consumo de frijol en grano por persona al día en el área de Centro América. Consumo en gramos.

PAIS	COLOR DEL GRANO		
	NEGRO	ROJO	BLANCO
GUATEMALA			
- Area Rural	54	-	-
- Area Urbana	48	-	1
EL SALVADOR			
- Area Rural	38	21	-
- Area Urbana	5	46	1
HONDURAS			
- Area Rural	15	41	-
- Area Urbana	1	46	-
COSTA RICA			
- Area Rural	23	34	-
- Area Urbana	30	17	1
PANAMA			
- Area Rural	-	6	-
- Area Urbana	-	13	-

FUENTE: FLORES, M. et al. 1973. (11)

De frijol común existen probablemente 200 tipos, y entre América y Europa han sido nombrados de 400 a 500 variedades comerciales. Según Standley y Steyermark (24), el tipo de frijol más usado y consumido en Guatemala es el frijol de grano negro. Existen otra gama de combinaciones de color, tamaño y forma de grano. El frijol de estas variedades, particularmente el negro, rojo y blanco, son cultivados y vendidos en forma de líneas nativas; los frijoles de grano moteado y de otros colores son observados en los mercados en mezclas. Existen frijoles de grano blanco, similares al frijol "Navy" de los Estados Unidos, sin embargo, son poco cultivados y producidos en Guatemala; comúnmente son llamados "frijol blanco". Muchas personas lo consideran

inferior al frijol negro, sin embargo, en los mercados a menudo alcanza precios más altos. (24)

3.1.6 Taxonomía del frijol común.

El frijol común es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris*, asignado por Linneo en 1753. A continuación se describe su clasificación taxonómica, de acuerdo a modificaciones efectuadas por Cronquist (6) en 1981, clasificación que también es válida para el frijol de grano blanco.

Reino.....	Plantae
Subreino.....	Embryobionta
División.....	Magnoliophyta
Clase.....	Magnoliopsida
Sub-clase.....	Rosidae
Orden.....	Fabales
Familia.....	Fabaceae
Género.....	<i>Phaseolus</i>
Especie.....	<u><i>Phaseolus vulgaris</i></u> L.

3.1.7 Principales características del frijol cultivado.

3.1.7.1 Hábito de Crecimiento.

Ospina (22), reporta para el frijol, información que también es aplicable al frijol blanco, que el hábito de crecimiento es una característica muy importante en el manejo agronómico de especies de *Phaseolus*. Esta característica morfológica, en términos generales, puede ser agrupada en dos categorías: determinado e indeterminado. Comúnmente el hábito de crecimiento determinado ocurre con una frecuencia más baja.

Las plantas de hábito de crecimiento determinado, se caracterizan porque el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia determinada desarrollada, a consecuencia de lo cual la floración y la maduración son tempranas y la planta es arbustiva. Las plantas de hábito indeterminado se caracterizan porque el tallo principal y las ramas

laterales terminan en un meristemo vegetativo, susceptible de crecimiento indefinido, que da origen a una guía. (22)

La planta puede clasificarse como indeterminada arbustiva si la guía no tiene tendencia a trepar. Las plantas de hábito indeterminado generalmente tienen períodos de crecimiento más prolongados que las de hábito determinado y además otra característica importante: su notable capacidad de recuperación después de haber estado sometida a condiciones adversas. (22)

Dentro de las plantas de hábito indeterminado, no trepadoras, dos grupos pueden ser diferenciados con más detalle: aquellas con guías cortas y menor número de nudos (tipo II) y aquellas con guías largas y con mayor número de nudos (tipo III). (22)

3.1.7.2 Ciclo vegetativo.

Tanto las formas anuales como las perennes existen en las especies del género Phaseolus. Las formas anuales son comunes en P. vulgaris y en P. acutifolius. En condiciones de campo, el ciclo vegetativo de las formas anuales termina con la senescencia de las hojas y la madurez de las vainas. (22)

3.1.7.3 Capacidad de adaptación.

El frijol común, por lo general, no se adapta a los trópicos húmedos con alta temperatura, pero crece bien en áreas subtropicales con lluvias regulares y temperatura moderada. En las zonas templadas se adapta a altitudes que varían desde el nivel del mar hasta cerca de 3,000 metros de altura, dependiendo de la latitud, pero es muy sensible tanto a las heladas como a las altas temperaturas. (3,22)

Condiciones secas durante las épocas críticas de la floración y el llenado de las vainas le son también muy perjudiciales. De otra parte, el exceso de lluvias también afecta al frijol común por que es muy susceptible al exceso de agua en el suelo y además se incrementa la frecuencia de enfermedades, como la bacteriosis, antracnosis y otras. (3,21)

3.2 Marco Referencial.

3.2.1 Mejoramiento genético en el frijol común.

El programa de frijol en Guatemala, fue iniciado en 1949, año en que se hicieron ensayos comparativos de rendimiento en La Alameda, Chimaltenango, con material genético introducido de los Estados Unidos. Con la creación del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala (ICTA) a comienzos de la década de 1970, el programa de frijol tomó nuevo impulso, lanzando nuevas variedades comerciales, sin embargo, la investigación fue centrada en el frijol negro por ser el de mayor consumo. (25)

El mejoramiento genético de la planta contempla fundamentalmente, superar los factores limitantes para alta producción y buena calidad nutritiva. Una de las formas que ha sido utilizada en programas de mejoramiento ha sido el de coleccionar, para una región o localidad dada, el germoplasma disponible en la naturaleza o solicitar materiales para fines generales o específicos de mejoramiento a los bancos de germoplasma existentes. Colectar material natural puede tener, fundamentalmente, dos objetivos: formar un banco de germoplasma y/o obtenerlo para formar un programa de fitomejoramiento. (1,25)

Aspectos importantes en las colecciones de material genético, son la conservación y la evaluación. La información obtenida de las colectas y evaluaciones, puede procesarse mediante diferentes paquetes computacionales como el SAS (Statistical Analysis System) Método de informática que procesa caracteres cualitativos y cuantitativos y que permite adquirir en un momento dado, información expedita. (25)

3.2.2 Recolección de frijol común en Guatemala.

Guatemala desempeña un papel importante en la diversidad del frijol común, su relación con las demás partes del Centro Mesoamericano de diversidad primaria de Phaseolus son aún poco conocidas. La cuestión es pertinente cuando se considera la posición central de Guatemala en este centro de diversidad que se

extiende desde el Sureste de Estados Unidos hasta el Occidente de Panamá. En este gran centro de diversidad genética, seguramente heterogéneo, apenas se está empezando a definir subunidades. (8)

Se ha comprobado que el germoplasma de Guatemala presenta varias características interesantes para el mejoramiento genético del frijol. Soto en 1984 (8), hizo una revisión de las diferentes colectas efectuadas en Guatemala en base a los materiales existentes en la unidad de recursos fitogenéticos del CIAT.

En la revisión efectuada por Soto (8), se notó que un gran número de materiales (la mayoría de ellos pertenece a Phaseolus vulgaris cultivado) carecían hasta de los datos básicos de pasaporte; así se desconocen para un gran número de materiales colectados en Guatemala, el lugar preciso de recolección (longitud, latitud, altitud), la fecha, el nombre común de la variedad, el número y nombre del colector. Sólo se ha ubicado un tres por ciento de las colectas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cabe señalar, que cuando se tiene un lugar preciso, frecuentemente es un mercado indígena.

Debouck y Soto (8), realizaron una recolección de germoplasma de frijol en el Occidente del país, recolectando nueve poblaciones de Phaseolus vulgaris en estado cultivado y cuatro poblaciones en estado silvestre.

3.2.3 El cultivo de frijol blanco en el Oriente del país.

El frijol blanco es cultivado en algunos lugares del Oriente del país, sin embargo, no existe material escrito que trate sobre ello.

Siendo el frijol una legumbre, el grano, además de su alto contenido en carbohidratos, grasas y minerales, es una fuente importante de proteína vegetal, de buena calidad, barata y relativamente de fácil obtención en el mercado. En adición, los agricultores tienen una gran experiencia en su cultivo asociado con maíz, sorgo o intercalado con otras especies, o sembrando únicamente frijol. (1)

El consumo de frijol no está determinado por su riqueza alimenticia, sino por las costumbres locales o regionales. Las variedades de frijol blanco y canario contienen la mayor cantidad de proteína, pero las de mejor contenido en triptófano son los negros y canarios, lo cual puede ser comparado en el cuadro 2. Como es de suponer, el contenido proteico es variable y está relacionado con la variedad, el suelo, localidad, época y técnica del cultivo. El contenido de triptófano se considera como básico para evaluar la calidad nutricional del frijol, tomando en cuenta que una persona adulta debe consumir de 0.25 a 0.50 gramos del mismo diariamente. De lo anterior se deduce la importancia del cultivo del frijol en general. (1)

CUADRO 2. Contenidos de proteína y de triptófano en variedades comunes de frijol de acuerdo al color de grano.

TIPO	PROTEINA /100 g de MATERIA SECA	TRIPTOFANO/100 g DE MATERIA SECA
NEGRO	24.84	0.234
BAYO	24.64	0.226
AMARILLO	24.04	0.214
PINTO	23.03	0.171
CANARIO	25.19	0.333
BLANCO	26.93	0.179
PROMEDIO	24.78	0.226

FUENTE: AMADOR, D. 1992. (1)

Debouck y Soto (8), en su trabajo de recolección de germoplasma de frijol, realizado en el Occidente del país, afirman haber realizado ocho colectas de frijol común cultivado, y de esas colectas, tres resultaron ser de grano blanco y blanco con estrías, que comúnmente eran conocidas como "frijol blanco" y "frijol blanco enredo", lo último se asocia con el hecho de ser variedades volubles las cultivadas en el altiplano Occidental.

Algunos agricultores de la región oriental¹, que cultivan frijol blanco, confirman conocer dos tipos y a los cuales asignan nombres peculiares como Villano, Talete y otros. Afirman también, que el cultivo del frijol blanco, necesita más atención de parte del agricultor, debido a que es atacado más severamente por algunas plagas comparado con el frijol negro, lo que obliga a utilizar más pesticidas aumentando con ello los costos de producción. En cuanto a enfermedades, afirman que el frijol blanco es más susceptible a enfermedades virales (mosaicos) que el frijol negro.

En el departamento de Chiquimula, el frijol en general, es cultivado en áreas de ladera, en época de segunda y como relevo del cultivo de maíz, arreglo dentro del cual se cultiva también frijol blanco. Los municipios productores de frijol de relevo son Ipala, Concepción Las Minas y Quetzaltepeque y en menor escala San José La Arada, San Juan Ermita, Jocotán, Esquipulas, Chiquimula, Camotán y San Jacinto, cuya altura va de 450 a 1,000 metros sobre el nivel del mar, estos municipios cuentan con terrenos de ladera y pedregosos. En Zacapa, se reportan como productores de frijol los municipios de Zacapa, Río Hondo, Gualán, Teculután, San Diego y Usumatlán. (14)

De la Cruz (7), reporta que gran parte del área de los departamentos de Zacapa y Chiquimula, se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado), con una precipitación pluvial que oscila entre 1,100 a 1,349 milímetros como promedio total anual. La biotemperatura media anual para esta zona, varía entre 20 y 26 grados centígrados. (7)

El mismo autor De la Cruz (7), reporta para estos lugares la zona de vida Bosques Seco Subtropical, que es significativa en extensión, y que posee condiciones de más escasa precipitación pluvial (promedio anual de 855 milímetros) y una biotemperatura que oscila entre 19 y 24 grados centígrados. Por último, aunque en menor área, es reportada la zona Monte Espinoso Subtropical, que presenta condiciones más severas de precipitación pluvial con

¹ Entrevista con agricultores del área.

promedio de 400 a 500 milímetros anuales y una biotemperatura que oscila entre 24 y 26 grados centígrados.

Simmons y otros (23), reportan como importantes para la región del departamento de Chiquimula y alrededores, las series de suelos Subinal, Suelos de los Valles, Jilotepeque y Jalapa, principalmente. El mismo autor, señala que en esta región es muy raro que llueva durante los meses de noviembre a abril. La precipitación pluvial, en los otros meses, es variable y a veces insuficiente.

En el área oriental, existe una relativa cantidad de agricultores, principalmente en algunos municipios del departamento de Chiquimula, que nombran a sus variedades como "frijol blanco", por lo que al igual que el Occidente del país, no se descarta la posibilidad de la existencia de diferentes materiales genéticos de frijol blanco. De hecho, existen lugares, donde la siembra del frijol blanco, ha desplazado en parte, la siembra del frijol negro.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Colectar y caracterizar el germoplasma de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L) utilizado por los agricultores en la zona oriental de Guatemala.

4.2 Objetivos específicos

- Colectar los diferentes cultivares de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.) que actualmente usan los agricultores de la zona oriental del país.
- Caracterizar morfológica y agronómicamente los diferentes materiales colectados para establecer su variabilidad genética.
- Ingresar debidamente caracterizados y documentados los materiales de frijol blanco colectados al Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos para su conservación y estudios posteriores.

5. HIPOTESIS.

El Oriente de Guatemala constituye un reservorio de frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.), donde al menos uno de los cultivares presentará características agronómicas aceptables en cuanto a calidad, tolerancia a enfermedades viróticas, precocidad y rendimiento.

6. MATERIALES Y METODOS.

La realización del presente estudio, fue dividida en tres fases metodológicas: colecta de materiales, caracterización de campo y análisis de datos.

6.1 Colecta de materiales.

Durante esta fase del estudio, se realizó un recorrido exploratorio, visitando diferentes municipios de los departamentos de Chiquimula, Jutiapa, Jalapa y Zacapa. Las rutas de exploración y colecta, pueden visualizarse en la figura 1. En los lugares visitados se solicitó la colaboración de agencias de extensión, técnicos y representantes agrícolas de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA) u otras personas conocedoras de la región, para recabar información referente a: conocimiento de la existencia y cultivo del frijol blanco, época de cultivo y posibles lugares de colecta de materiales.

Luego de tener referencias del cultivo en el lugar visitado, se procedió a la obtención de muestras de semilla, consistentes de unos 600 a 900 gramos. A cada muestra se le asignó un número de entrada o de colecta y se recopiló la información pertinente en el formulario preparado para el efecto, el cual puede observarse en el apéndice A, y que está basado en lo establecido por el Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR). En el cuadro 3, puede observarse el lugar, altura sobre el nivel del mar y ubicación de la colecta de cada material.

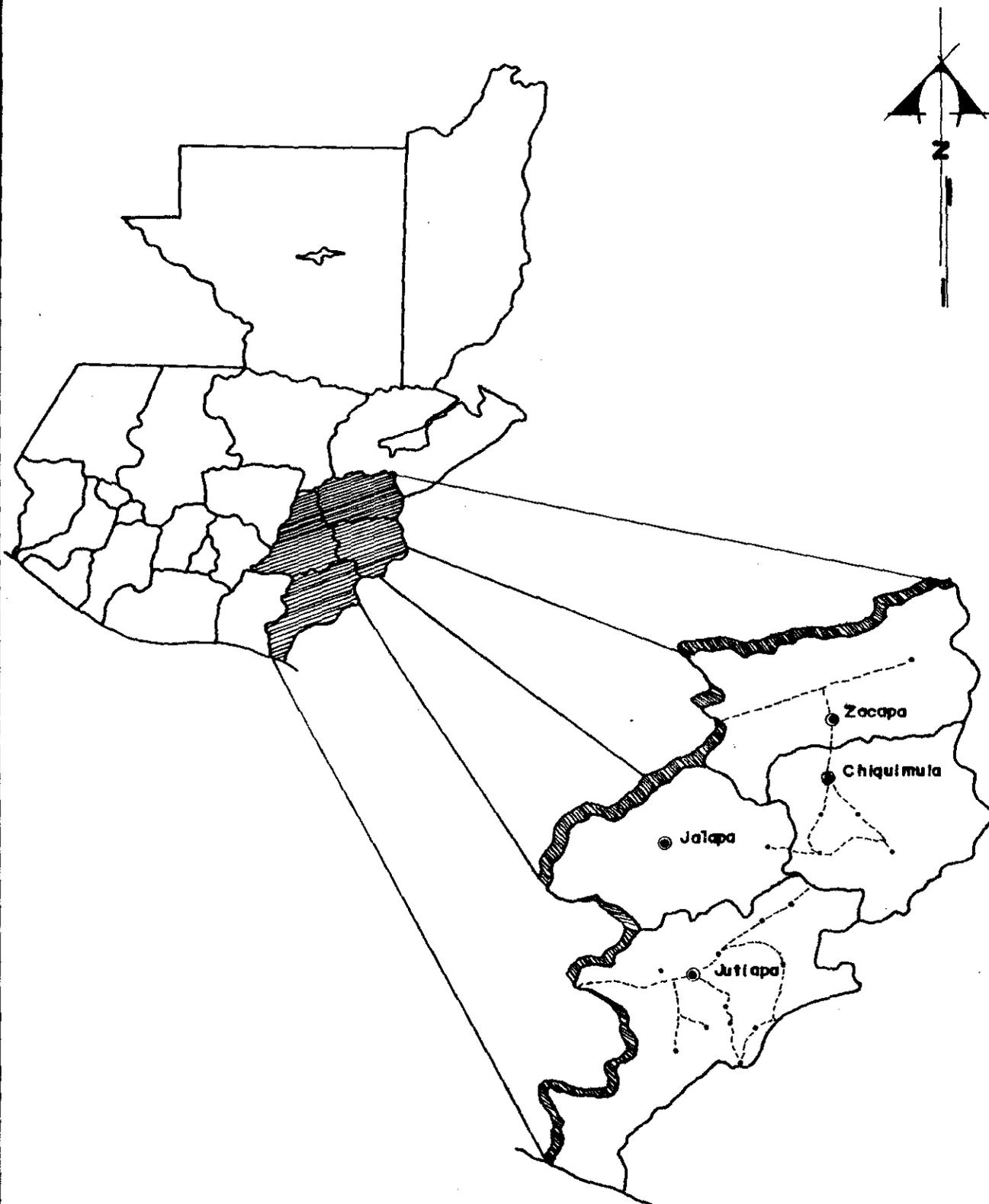


Fig. 1: Rutas de exploración y colecta de cultivares de frijol blanco. 1,993.

6.2 Caracterización de campo.

6.2.1 Lugar de caracterización.

La fase de campo del estudio (siembra y toma de datos), se efectuó en el municipio de San Jacinto, del departamento de Chiquimula, lugar donde se cultiva frijol blanco en época de segunda (agosto a noviembre). Ubicada a $14^{\circ}40'35''$ latitud norte y $89^{\circ}30'08''$ longitud oeste. Con una altura aproximada de 490 metros sobre el nivel del mar. (16) Se recabaron datos de precipitación pluvial, para los meses de septiembre a noviembre, durante los cuales se desarrolló la caracterización de campo. Los datos que se presentan, pertenecen a la estación agrometeorológica del Centro Universitario de Oriente (13), ubicada en la localidad de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

Mes del año	Precipitación en milímetros
Septiembre	214.26
Octubre	78.50
Noviembre	22.30

Además se registró una temperatura promedio anual de 27 grados centígrados, y una humedad relativa anual de 65 por ciento, aunque en los meses lluviosos alcanzó hasta un 76 por ciento. (13)

6.2.2 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de Látice 6×6 con tres repeticiones. En base a Cochran (4), se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = M + R_i + B_{ij} + T_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable respuesta asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

M = Valor de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición

B_{ij} = Efecto de la ij -ésima fila (bloque incompleto) dentro de la i -ésima repetición.

T_k = Efecto del k -ésimo tratamiento (cultivar).

E_{ijk} = Error experimental.

6.2.3 Unidad experimental.

Se utilizó una parcela consistente de tres surcos de 3.60 metros de largo y espaciados a 0.40 metros entre sí. Fueron sembrados tres granos de frijol por postura, espaciados a 0.30 metros entre posturas, luego, aproximadamente a los 10 días fue aplicado un raleo para dejar dos plantas por postura. como parcela útil se tomó el surco central obviando una postura en cada extremo. El área por parcela fue de 5.76 metros cuadrados.

6.2.4 Manejo del experimento

6.2.4.1 Preparación del terreno.

El terreno se preparó con azadón eliminando piedras, malezas y basura. Se escogió un área sembrada previamente con maíz, y a la dobla de éste, se estableció el experimento.

6.2.4.2 Siembra.

La siembra se efectuó en época de segunda (llamada así por los agricultores, la siembra de primera sería con el inicio de las lluvias), específicamente, en la segunda semana del mes de septiembre. Se manejó en base a recomendaciones agronómicas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) para el cultivo del frijol en el departamento de Chiquimula. También se incorporaron algunas modificaciones de acuerdo a la tecnología empleada por el agricultor. (15)

6.2.4.3 Control de malezas

Para mantener el cultivo libre de malezas, se realizaron las limpiezas manuales que fueron necesarias.

6.2.4.4 Fertilización

Se realizó de acuerdo a las recomendaciones establecidas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas para la región III, departamento de Chiquimula (15), para cultivo del frijol en

general. También se realizó un muestreo de suelos previo a la siembra, que fue analizado en los laboratorios de la Subárea de Suelo de la Facultad de Agronomía.

6.2.4.5 Control de plagas

No se realizó ningún control de plagas o enfermedades utilizando producto químico alguno, esto, con el objeto de poder obtener la mayor información referente a la naturaleza del estudio.

6.2.4.5 Cosecha

Se realizó cuando cada material alcanzó su madurez fisiológica y, específicamente, cuando un 90 por ciento de las vainas se encontraban secas. (14)

6.2.4.6 Toma de datos

La toma de datos se efectuó tomando como base el descriptor para el género *Phaseolus* del Centro Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR en inglés), con algunas adaptaciones, y que puede consultarse en el apéndice B.

6.2.5 Fase de análisis de la información

Los datos cualitativos fueron sometidos a estudios de frecuencia y moda. En cuanto a los datos cuantitativos, se efectuaron diferentes pruebas estadísticas, entre las cuales tenemos: Análisis de varianza y pruebas de separación de medias de Tukey. (2,20)

Para algunas variables fue necesario realizar una transformación del valor real a raíz cuadrada del mismo, en base a la metodología establecida por Little y Hills (18). Las variables transformadas fueron: número de días a floración, periodo de floración, días a madurez fisiológica, número de lóculos por vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de botones por inflorescencia y número de nudos en el tallo principal.

También fue efectuado un análisis de covarianza entre las variables número de plantas cosechadas y rendimiento, esta última, como variable dependiente. Entre 20 variables cuantitativas en estudio, también fue practicado un análisis de correlación. (18)

Además, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis multivariado, específicamente de análisis de agrupamientos por medio del paquete S.A.S. (Statistical Analysis System), a través del método del Average Linkage Cluster Analysis, para estudiar el parecido entre los cultivares caracterizados. (5)

6.3 Fase de Conservación.

Una muestra consistente de 454 gramos de semilla de cada cultivar estudiado fue enviada al Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía, con el objeto de que sean conservados para próximos estudios.

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1 Resultados de la recolección.

Como producto de varias exploraciones efectuadas se colectaron 36 cultivares en diferentes localidades del oriente del país. Un total de trece cultivares fueron colectados en el departamento de Chiquimulá, cinco cultivares en el departamento de Zacapa, un cultivar en el departamento de Jalapa y los restantes diecisiete cultivares fueron colectados en el departamento de Jutiapa. La información referente a los lugares de colecta, puede observarse en el cuadro 3.

Durante la fase de colecta del presente estudio, cada material genético (cultivar) fue acompañado de algunos datos de pasaporte, así como, algunas variables que se consideró importante investigar con los agricultores. Fueron elaboradas un total de 36 boletas, una para cada cultivar.

Entre los agricultores entrevistados, el área dedicada al cultivo de frijol blanco tuvo un rango de 0.091 a 8.75 hectáreas (0.13 a 12.5 manzanas) con un promedio de 1.15 hectáreas (1.65 manzanas). Con relación a la extensión cultivada de frijol (negro, blanco, rojo), el frijol blanco se cultiva entre 6 a 40 por ciento de la extensión total de frijol, esto implica que el agricultor no cultiva únicamente frijol blanco, esto con fines de prever situaciones desfavorables en el precio en el mercadeo del frijol y, además para cubrir el autoconsumo de frijol negro.

Las áreas cultivadas con frijol blanco en forma individual de mayor tamaño fueron encontradas en los municipios de Ipala y San Jacinto del departamento de Chiquimulá, donde la venta y comercialización son el principal objetivo de los agricultores, mientras tanto, en los departamentos de Jutiapa, Zacapa y Jalapa, las áreas de siembra de frijol blanco son relativamente pequeñas, oscilando entre una a tres cuerdas de 25 por 25 varas (437 a 1311 metros cuadrados) y, en muchos casos destinan el producto al autoconsumo.

En cuanto a rendimiento por unidad de área, fueron reportados datos que oscilan entre 544.8 a 1452.0 kilogramos por hectárea (778.3 a 2075.4 kilogramos por manzana) con un promedio de 1144.1 kilogramos por hectárea (1634.4 kilogramos por manzana), lo que nos indica que los agricultores encuestados en este estudio, han logrado rendimientos aceptables, ésto si se compara con el rendimiento promedio del frijol negro a nivel nacional que es de 744 kilogramos por hectárea. (10)

El destino de la cosecha de frijol blanco fue: un 25 por ciento para autoconsumo, un 17 por ciento de los casos, destinado a la venta y autoconsumo (venta de excedentes) y un 58 por ciento indicaron destinar el producto a la venta (esto está asociado a la explotación de extensiones mayores que se dan en los municipios del departamento de Chiquimula). Los precios de venta, que fueron reportados oscilan entre 100 y 200 quetzales por quintal, lo que indica la variación de precios en el mercado para este cultivo (para la temporada agrícola 1992-1993); sin embargo, fue reportado un precio promedio de 165 quetzales por quintal.

En cuanto al arreglo espacial de los cultivos, un 14 por ciento de los agricultores indicó realizarlo en asocio principalmente con el cultivo del maíz (asocio practicado en el departamento de Jutiapa), mientras el restante 86 por ciento lo hacen en monocultivo. Un 47.2 por ciento de agricultores reportó como época de siembra los meses de agosto y septiembre (conocida como siembra de segunda), practicado principalmente en el departamento de Chiquimula en forma de relevo al cultivo del maíz; un 41.7 por ciento, indicó sembrar en los meses de mayo y junio (siembra de primera) practicado básicamente en los departamentos de Jutiapa y Jalapa.

CUADRO 3. Datos de los lugares en donde se efectuaron las colectas de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.).

MATERIAL No.	LUGAR DE COLECTA	ALTURA m. snm	LATITUD	LONGITUD
01	Los Cimientos, San José La Arada, Chiquimula	850	14°41'20"	89°38'10"
02 03 04	La Coronada Abajo, Ipala, Chiquimula	880	14°36'53"	89°39'07"
05,06	Dolores, Ipala, Chiquimula	820	14°38'15"	89°34'55"
07 08	Santa Cruz, San Jacinto, Chiquimula	700	14°38'18"	89°31'57"
09	Hierba Buena, Buezaltepeque, Chiquimula	650	14°37'45"	89°30'08"
10, 11	Las Cruces, Ipala, Chiquimula	1,020	14°38'37"	89°34'15"
12	La Tuna, Ipala, Chiquimula	825	14°34'25"	89°35'10"
13	Caña Vieja, Ipala, Chiquimula	850	14°34'	89°34'
14	Agua Fria, Zacapa, Zacapa	800	14°57'48"	89°23'50"
15	Guadalupe, Zacapa, Zacapa	760	14°58'	89°24'31"
16	Poljá, Zacapa, Zacapa	300	15°02'	89°26'57"
17	Chaguitón, Gualán, Zacapa	900	15°00'27"	89°17'32"
18	Guasintepeque, Gualán, Zacapa	260	15°04'55"	89°23'48"
19	Trapichitos, San Luis Jilotepeque, Jalapa	840	14°34'35"	89°43'05"
20	El Porvenir, El Progreso, Jutiapa	900	14°20'24"	89°51'12"
21	Suchitán, Santa Catarina Mita, Jutiapa	1,180	14°25'02"	89°48'08"
22	Aldea Nueva, Santa Catarina Mita, Jutiapa	1,160	14°25'25"	89°48'08"
23	Llano de Lagarto, Santa Catarina Mita, Jutiapa	1,020	14°16'28"	89°46'52"

Cuadro 3. Continuación.

MATERIAL No.	LUGAR DE COLECTA	ALTURA M. SNM	LATITUD	LONGITUD
24	Llano de chinchilla, Santa Catarina Mita, Jutiapa	680	14°27'40"	89°44'
25	El Rodeo Santa Catarina Mita, Jutiapa	700	14°28'	89°42'42"
26	El Tamarindo, Asunción Mita Jutiapa	550	14°15'	89°45'15"
27,28,29	Yupiltepeque, Yupiltepeque, Jutiapa	970	14°11'42"	89°47'30"
30	Sitio Arriba, El Adelanto, Jutiapa	970	14°11'42"	89°47'30"
31	El Adelanto, Jutiapa	1,050	14°10'06"	89°49'37"
32	Jerez, Jutiapa	650	14°05'25"	89°45'05"
33,34	Atescatempa, Jutiapa	630	14°10'30"	89°44'28"
35	El Sillón, Yupiltepeque, Jutiapa	1,300	14°13'15"	89°48'25"
36	Santa Clara, Jutiapa, Jutiapa	940	14°10'15"	89°53'45"

FUENTE: Boletas de Colecta. 1993.

Por último, solamente un 11.1 por ciento, indicó realizar la siembra en diciembre y enero con riego (en algunas regiones llamada siembra de apante), practicado principalmente en el departamento de Zacapa aunque a baja escala.

Las entrevistas y las observaciones realizadas, nos presentan que el cultivo se implementa en topografía ondulada (un 69.4 por ciento de los casos, un 5.6 % en colinas y un 2.8% en planicies). Los terrenos poseen pendientes pronunciadas en un 61.1 por ciento de los casos (algunos agricultores no reportan), lo que indica que es un cultivo de áreas marginales.

Algunas prácticas reportadas por los agricultores fueron fertilización química (con diferentes productos del mercado), aspersiones y tratamiento de la semilla con insecticidas químicos o con ceniza de estiércol u hojas de limoncillo (*Jacquinia* sp). El agricultor generalmente conserva semilla, de su propio cultivar, para el próximo año.

Por último los agricultores fueron indagados acerca de los

principales problemas que se les presentan en el cultivo del frijol blanco, cuyos resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales problemas reportados por los agricultores en el cultivo del frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*) en el Oriente de Guatemala.

Problema	% Agric.
El grano se mancha mucho	27.8
Es mas susceptible al virus de M.D.	8.3
El grano se pica mas rápido	8.3
El precio no es estable	5.6
Con mucho invierno no se da	5.6
Conseguir buena semilla	2.8
Posee mucha guía	2.8

Nota: Algunos agricultores no aportaron información en algunos aspectos.

Uno de los problemas que más se presentaron en el cultivo del frijol blanco, es que el grano se mancha mucho (27.8 por ciento), y esto es debido al color del grano que es muy susceptible a mancharse por la acción de factores externos como la humedad durante el período de cosecha, así como también el estado de madurez fisiológica cuando se realice la misma. Otros problemas importantes son, que el frijol blanco es más susceptible al ataque de enfermedades virales y por otro lado, que el grano de frijol blanco es atacado con más facilidad por insectos de granos almacenados, estos dos problemas son enfocados en comparación con el cultivo del frijol negro.

7.2 Resultados de la caracterización.

7.2.1 Variables Cualitativas.

En el presente estudio de caracterización y evaluación preliminar de 36 cultivares de frijol blanco, fueron estudiadas un total de 16 variables cualitativas, de las cuales un 75 por ciento, se comportaron en forma constante y pueden ser observadas en el cuadro 5. Como se observa en el cuadro 5, para dichas variables cualitativas no fué necesario aplicar algún tipo de proceso estadístico, esto puede deberse, a que se estudiaron cultivares de un solo tipo y color de grano, como lo es el frijol blanco, y que muchas veces va ha tener asociación con cierto tipo de variables como el color de las alas, color del cáliz y probablemente con el color del hipocótilo y del cotiledón, color de la textura de la semilla y su diseño. Lo anterior, evidencia que entre los cultivares de frijol blanco, la variación no es muy alta, principalmente para este tipo de variables.

Otra variable que fue uniforme es el tipo de hábito de crecimiento (moderadamente indeterminado) y que probablemente esté asociado a la no variación de los caracteres, posición de las vainas, posición y orientación de la punta de la vaina y forma de la hoja, que permanecieron constantes en el experimento.

Este tipo de variables, por su característica de constantes, no fueron consideradas para análisis que podrían definir la variabilidad o similitud entre cultivares, como lo es el análisis de agrupamientos que se presentará más adelante, exclusivamente con variables cuantitativas. En este tipo de análisis los caracteres definidos, no realizaron ningún aporte en la definición de diferencia o similitud entre las poblaciones (cultivares) estudiados.

Cuadro 5. Variables cualitativas constantes en la caracterización de frijol blanco.

Variable	Estado del descriptor	Código del descriptor*
Color del hipocótilo	Verde	2
Color cotiledón a emergencia	Blanco	6.1
Posición de las vainas	Combinación de base parte media y punta de la planta	4
Posición de la punta de la vaina	Marginal	1
Orientación de la punta de la vaina	Arriba	3
Color de la vaina inmadura	Verde normal	7
Venación de la semilla	Ausente	0
Forma de la semilla	Arriñonada	4
Tipo de planta	Indeterminado	5
Forma de la hoja	Acorazonada	4
Diseño de la testa de la semilla	Ausente	0
Color de la testa de la semilla	Blanco	7

* Ver descriptor adaptado del IBPGR (17), en apéndice II.

Algunas variables cualitativas, presentaron variantes únicamente para uno o dos cultivares. Esto puede observarse en el cuadro 6, donde se presentan el resto de variables de ese tipo que fueron estudiadas. Para las variables tamaño de hoja y curvatura de la vaina, presentaron una característica diferente al resto, los cultivares 22 y 23 (procedentes de Santa Catarina Mita, Jutiapa),

que presentaron hojas más pequeñas y, vainas ligeramente curvadas. El resto de cultivares presentan hojas intermedias y vainas curvadas. Para la variable brillo de semilla, únicamente el cultivar 33, presentó una tonalidad más opaca. La variable manchado de grano, que fue medida en una escala de nada, poco, intermedio o mucho, no presentó valores para los cultivares 1, 2, 4, 10, 15, 16, 18, 28 y 33, mientras que presentó un manchado intermedio en los cultivares 20 y 24, el resto de cultivares presentaron poco grano manchado.

Existieron otras variables que permanecieron constantes para todos los cultivares, tal es el caso del color de la vaina, forma de la semilla y forma de la hoja, las que nos demuestran la similitud entre cultivares, y a la vez, no realizan un aporte significativo para su diferenciación.

La variable manchado del grano o semilla, que como se mencionó anteriormente, fue medida en una escala cualitativa, si presentó un poco de variación, desde cultivares que no presentaron manchas en el grano, hasta otros que presentaron un manchado intermedio (Ver escala en apéndice II). Sin embargo, es de tomar en cuenta, que esta variable puede tener un alto efecto ambiental por factores como humedad relativa al momento de la cosecha. Sin embargo, se observa en el cuadro 6, no todos los cultivares se comportaron en igual forma.

Cuadro 6. Resultados de cuatro variables cualitativas en la caracterización de frijol blanco. 1993.

Cultivar	Tamaño de hoja*	Brillo de semilla*	Manchado semilla*	Curvatura de vaina*
01	5	5	0	5
02	5	5	0	5
03	5	5	3	5
04	5	5	0	5
05	5	5	3	5
06	5	5	3	5
07	5	5	3	5
08	5	5	3	5
09	5	5	3	5
10	5	5	0	5
11	5	5	3	5
12	5	5	3	5
13	5	5	3	5
14	5	5	5	5
15	5	5	0	5
16	5	5	0	5
17	5	5	3	5
18	5	5	0	5
19	5	5	3	5
20	5	5	5	5
21	5	5	3	5
22	7	5	3	3
23	7	5	3	3
24	5	5	5	5
25	5	5	3	5
26	5	5	3	5
27	5	5	3	5

Cuadro 6. Continuación.

28	5	5	0	5
29	5	5	3	5
30	5	5	3	5
30	5	5	3	5
32	5	5	3	5
33	5	3	0	5
34	5	5	3	5
35	5	5	3	5
36	5	5	3	5
MODA	5	5	3	5

* Codificación del descriptor adaptado del IBPGR (17) en apéndice II.

7.2.2 Variables Cuantitativas.

7.2.2.1 Análisis de varianza.

Las variables cuantitativas estudiadas en la caracterización de frijol blanco, fueron 24. En el cuadro 7, se puede apreciar los datos obtenidos, en promedio de tres repeticiones, para cada uno de los 36 cultivares evaluados, en las 24 variables estudiadas.

Entre las variables cuantitativas, fueron sometidas a análisis de varianza 18 de ellas; mientras que cuatro variables (altura, grueso y ancho de la semilla y el porcentaje de plantas con síntomas de virósis), no fueron sometidas a análisis de varianza, por tener datos solamente en una repetición. La variable rendimiento fue sometida a un análisis de covarianza, tomando como variable independiente el número de plantas cosechadas por parcela, por considerar que ésta influye sobre aquella variable. Los resultados de los análisis de varianza, pueden observarse en el cuadro 8. También fueron realizadas pruebas de separación de medias de Tukey y, en el cuadro 8, se presentan los cultivares que observaron los mayores promedios así como también, los cultivares con los valores menores para cada variable sometida a análisis.

Como podemos observar en el cuadro 8, éste resume los análisis de varianza y pruebas de medias realizadas a las diferentes variables estudiadas. En el mismo podemos comprobar que los cultivares evaluados presentaron variación estadísticamente significativa para un total de 14 de las 18 variables sometidas al análisis de varianza, mientras que las cuatro variables restantes las cuales son longitud de bractecia, largo de planta, número de vainas por planta, y el número de granos por vaina, no presentaron variación estadísticamente significativa.

Cuadro 7. Resultados obtenidos para variables cuantitativas en la caracterización de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) 1993. Promedio de 3 repeticiones.

Cultivar	Datos vegetativos				Datos de la Flor							Datos del Fruto							Datos de Semilla			Datos Agronómicos		
	Numero	Largo Hipocotilo	Diametro tallo (mm)	Largo Planta (mm)	Nudos en tallo principal	Dias a Flor	Período de flor. en días	Dias a Madurez Fisiol.	Largo de caliz (mm)	Largo de Bracteo-la (mm)	No. bota nes por inflores.	Tamaño de la vaina Altura (mm)	Largo (cm)	Grosor (mm)	Largo punta vaina m	# Vainas Planta	# Loculos Vaina	# Grano Vaina	Peso 100 Grano	Tamaño de Semilla Largo mm	Alto mm	Grosor mm	Plantas cosecha-das	Rend. Kg/Ha
1	39.7	4.3	111.4	6	37	21	76	5.8	6.2	3	10.9	9.9	7.5	1.1	7	7	5	22.7	10.4	6.6	5.2	67	1928	0
2	38.7	4.4	107.4	7	40	18	75	6.4	6.3	3	10.8	10.3	8.6	1.2	6	7	6	26.1	11.3	7.2	4.9	58	1844.7	3
3	36.7	4.2	101	7	39	20	75	5.8	6.4	4	11.1	10.8	7.5	1.2	7	7	5	25.5	11	7.1	5.1	64	1620	0.95
4	41	4.3	105.9	7	40	16	76	5.8	6.2	3	11	10.3	8	1.1	6	7	5	25.3	11.6	7.1	4.9	57	1271.4	2.8
5	36	4.4	107.3	7	40	18	75	6	6.1	4	11.3	10.1	8	1.1	7	7	6	19	10.3	6.6	4.6	53	1396.5	0
6	40	4.2	104.5	7	41	18	73	6.1	6.4	4	11.5	10.7	9.2	1.1	7	7	5	24.6	11.6	7.5	5.1	80	1443.2	0.64
7	36.6	4.4	105.6	7	40	19	76	5.9	6.3	4	11.4	10.7	7.1	1.2	7	7	5	25.8	10.5	6.9	4.8	54	1719.7	1.3
8	40	4.3	102.3	8	42	17	76	6.1	6.2	3	11.2	10.6	7.5	1.3	7	7	6	26.5	11.4	7.5	5.1	66	2184.3	2.3
9	37	4.5	122.9	8	40	18	74	5.9	6.1	4	11.3	10.3	7.6	1.2	7	7	5	26.5	11.2	7.9	5.3	67	1934.4	1.4
10	38.7	4	108.5	7	38	18	76	5.8	6.1	4	10.4	9.3	7.5	1.1	6	6	5	23.7	10.8	6.9	5	57	948.9	0.56
11	34	4.5	97.4	6	42	16	76	6.3	5.3	3	10.7	10.6	7.9	1.1	6	6	5	26.8	10.9	7.1	4.6	59	1280.3	3
12	36	4.4	104.1	7	45	16	75	6.1	6.2	3	11	10.3	7.8	1.3	7	7	5	24.1	10.8	7.1	4.9	55	1333.3	0
13	39.3	4.7	109.2	8	47	15	76	5.9	5.3	4	11.2	11	7.6	1.3	7	7	6	25.8	11.2	7.2	4.9	51	1325.7	0.65
14	39.7	4.4	107.8	7	42	16	76	5.5	5.9	4	10.6	10.8	7.7	1	7	7	6	23.8	11.5	7.2	5	57	1359.4	0
15	34.3	4.1	97.8	7	40	19	76	5.7	5.9	3	10.7	9.9	8.2	1	7	7	5	26.8	11.6	7.2	5	62	1559.4	5
16	35.6	4	95.3	6	38	19	75	5.8	5.6	3	11.5	9.4	8	1	7	7	5	25.8	11.6	7.3	5	66	1561.2	0.53
17	39.3	4	95.7	7	38	18	76	5.9	6.1	3	11.3	9.5	8	1	7	7	5	25.3	11.4	7.9	5.2	78	1342.2	3.1
18	36	4.2	95.7	7	40	19	75	6	6.2	3	11.1	10.2	8.1	0.9	6	6	5	24.2	10.3	7.2	5	60	1128.8	1
19	39.7	4.1	98.5	7	41	20	75	5.8	5.9	4	10.5	10	7.7	1.1	6	6	5	25.6	10.8	7.1	4.9	60	1737.4	1.64
20	41.7	4.3	103.5	7	41	19	75	5.4	6	4	10.1	9.8	7	1.1	6	6	6	21.1	10.1	6.7	5	69	1880.1	1
21	36	4	103.5	7	40	18	75	5.4	5.6	3	10.3	9.4	8.2	1.1	6	6	6	21	11.2	7	4.6	65	1191.9	0.5
22	34	4.1	94.1	6	37	21	75	5.3	6.1	5	8.1	8.4	6.5	0.8	7	7	6	14.8	8.6	5.8	4.4	62	1227.2	0
23	33.7	4	91.5	6	37	19	75	5.7	6.5	4	8.3	8.7	6.8	0.9	7	7	6	15.8	8.9	5.5	4.5	60	1552.2	2.4
24	38.3	4.3	90.9	7	45	15	76	6	6.3	3	10.6	10.2	7.5	1.1	7	7	5	24.1	10.5	6.9	4.7	65	946.5	0.6
25	39.3	4	94.9	6	39	20	75	5.6	5.9	3	10.7	9.7	7.7	1.1	7	7	5	24	11	7.4	4	59	1638.9	0.5
26	33.3	4.3	101	6	40	18	75	6.1	6	4	10.7	9.9	7.1	1.1	6	6	5	25.1	11.3	6.2	5.1	61	1934.3	0
27	39.7	4.6	106.9	7	42	18	74	6	6.3	4	11	11.4	7.6	1.2	7	7	5	25.4	11.5	7	4.7	65	1899	0
28	37.3	4.2	105.7	7	41	18	76	5.8	5.9	4	10.2	8.2	7	1	6	6	5	20.6	10.6	6.6	4.5	63	1565.6	1.7
29	35.3	4.2	105.3	7	43	17	76	5.6	5.9	4	9.9	9.4	7.1	1.1	6	6	5	21.8	10.3	6.9	5.2	68	1135.1	1.9
30	39.3	4.2	90.6	5	32	21	62	5.9	6.5	3	11.8	9.8	7.9	0.7	5	5	5	24.8	12.4	7.3	5.5	63	1224.9	0
31	36.7	4	102.9	7	39	20	75	5.7	6	3	10.2	9.4	7.3	1.2	6	6	5	22.1	9.6	6.4	4.9	62	1683.1	1.09
32	38.3	4.4	112	7	41	17	76	5.7	6.2	3	10.3	10.3	7.8	1.2	7	7	6	23.4	10	6.2	4.7	60	1371.2	1.83
33	35.7	4.4	91.9	6	32	22	67	6	6.6	3	10.2	10.8	8.9	0.8	6	6	5	26	11.8	7	5.3	54	1431.8	2
34	41	4.4	107.1	6	40	15	76	5.7	6.1	4	10.2	9.6	7.3	1.1	6	6	5	23.2	10.2	6.7	5	65	1378.8	0.52
35	39	3.7	95.2	6	37	19	75	5.5	6.1	4	10.1	9.6	9.8	1.1	6	6	5	22.5	9.6	6.5	4.7	64	1075.7	0.6
36	46.7	4.4	106.3	7	40	19	72	5.6	6.4	4	9.1	10	7.2	1.1	6	6	6	18.4	9.4	6.6	4.8	61	1505	0

Cuadro 8. Resultados de análisis de varianza. Caracterización de cultivares de frijol blanco. 1994.

VARIABLE	PROBAB. Y SIGNIF.	COEF. DE VARIACION	MEDIA GENERAL	RANGO (DATOS DE CAMPO)	PRUEBA MEDIAS TUKEY	
					CULTIVARES CON VALORES MAYORES	CULTIVARES CON VALORES MENORES
Largo Hipocótilo (mm)	0.0087**	8.6139	37.9629	30.0-47.0	36	11, 22, 23, 26
Días a Floración	0.0001**	1.5040	39	31.0-41.0	13, 12, 24	33, 30
Período Floración (días)	0.0005**	5.2156	18	11-23	33, 1	24, 34, 13
Días a Madurez Fisiológica	0.0001**	0.7606	74	62-77	14	30
Longitud de Cáliz (mm)	0.0033**	4.6107	5.7898	4.7-7	2, 6	20, 21, 22
Longitud de Bracteola (mm)	0.1405 ^{NS}	6.3362	6.1213	3.5-7	33, 23, 30	21, 16, 12
Diámetro del Tallo (mm)	0.0521*	6.6571	4.2555	3.5-5.1	13, 27	31, 25, 35
Altura de Vaina (mm)	0.0001**	6.3717	10.5942	6.94-12.4	30, 6, 16	23, 22
Longitud de Vaina (mm)	0.0001**	4.7835	9.9579	6.5-12.4	27, 13	10, 28
Grosor de Vaina (mm)	0.0001**	5.5623	7.6213	6.2-10.9	33, 2	23, 22
Largo de Planta (cm)	0.1637 ^{NS}	10.3263	102.33	71.6-159	9, 32, 1	23, 24, 30
Largo de la Punta de Vaina	0.0001**	2.3391	1.0926	0.7-1.5	8, 12, 13	22, 33, 30
Número de Lóculos por Vaina	0.0183*	4.1032	7	5-8	20	30
Número de Vainas por Planta	0.8815 ^{NS}	12.3705	7	3-15	36, 7, 13	25
Número de granos por Vaina	0.3686 ^{NS}	5.6022	5	4-8	5, 8, 23	18, 30, 33
Número botones/inflorescencia	0.0234*	6.8866	4	2-5	22, 23	1, 4, 18, 31
Número Nudos en Tallo Principal	0.0001**	3.9807	7	5-9	9, 8, 13	23, 30
Peso de 100 Semillas	0.0001**	8.0569	23.8175	13.6-29.6	5, 11, 15	23, 22
Rendimiento Kg/Ha	0.0001**	17.7302	1483.14	643.9-2311	8	24

* = Significancia al 5%.

** = Significancia al 1%.

NS = No significativo

Existen algunas variables importantes que ameritan discusión, tal el caso del número de días a floración, que tuvo un rango de 32 a 47 días y, que presentó diferencias altamente significativas. Los cultivares que presentaron los mayores valores en cuanto a días a floración, es decir, que son relativamente tardíos, fueron los números 13, 12 y 24, considerados como tardíos (47, 45 y 45 días a floración, respectivamente) mientras que los cultivares 33 y 30, que se pueden considerar precoces, presentaron los valores más pequeños, con un total de 32 días a floración, esta variable es importante tomando en cuenta que se trata del tiempo en que un material llega a su fase reproductiva plena y, para el agricultor y el fitomejorador, da información directa en cuanto a materiales con carácter de precocidad, 30 y 33 (procedentes de El Adelanto y Atescatempa, Jutiapa) y, materiales tardíos, 13, 12 y 24 (procedentes de Ipala y Santa Catarina Mita). Relacionado con lo anterior, se encuentra la variable número de días a madurez fisiológica, la cual presentó alta significancia estadística en sus diferencias entre cultivares y, la prueba de separación de medias de Tukey, confirma a los materiales 30 y 33, como los más precoces, mientras que como el más tardío en su ciclo, al cultivar 14, aunque también se comportan como tardíos los cultivares 1, 4, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 24, 28, 29, 32 y 34. Es importante también mencionar que dicha variable presenta un rango de 62 a 77 días, el cual es relativamente amplio.

Por otro lado, es curioso que variables como el número de vainas por planta y el número de granos por vaina no posean diferencias estadísticamente significativas, mientras que la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, sí presentó diferencias altamente significativas en el análisis de covarianza que le fue practicado. Esto implica que el aporte a la variabilidad entre cultivares de aquellas dos variables fue muy poco, con tendencia a ser estables en su comportamiento. Para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, se presenta como promisorio el cultivar 8 que presentó el valor más alto, mientras que el cultivar 24 presentó el valor más bajo, sin embargo para vertir

conclusiones al respecto, es necesaria la realización de estudios agronómicos específicos para ello, incluyendo estudios que investiguen más acerca de los componentes del rendimiento.

Otra variable que presentó diferencias altamente significativas fue el peso de 100 semillas en gramos, presentando los valores más altos los cultivares 5, 11 y 15 (los dos primeros procedentes de Ipala y el segundo, procedente de Zacapa), mientras que los cultivares 23 y 22 respectivamente, presentaron los valores menores, esto concuerda con los valores de dimensiones de la semilla (largo, alto y ancho) que se presentan en el cuadro 7 de resultados generales para las variables cuantitativas, donde los cultivares 22 y 23 son los de semilla más pequeña. Otras variables como largo de planta (altura), no presentó diferencias estadísticamente significativas, lo cual puede estar asociado a la variable cualitativa tipo de hábito (cuadro 5), en donde todos los cultivares resultaron ser de tipo indeterminado con moderada habilidad trepadora. Las variables referidas a dimensiones como altura, largo y ancho de vaina, largo de la punta de la vaina y largo del hipocótilo, si resultaron estadísticamente con diferencia significativas, y aparecen en forma global, los cultivares 22 y 23 con las medidas más pequeñas, aunque también el cultivar 30 presenta valores pequeños para dichas variables.

Por último es importante analizar los coeficientes de variación que se presentaron en el experimento para las diferentes variables analizadas. En el cuadro 8, observamos que dichos coeficientes se encuentran los rangos estadísticamente aceptables, ya que incluso se presenta un coeficiente de variación de 0.76 por ciento como menor valor reportado, mientras que el mayor valor que se presenta es de 17.73 por ciento para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea. Lo anterior evidencia que el experimento fue conducido en buena forma, para las diferentes variables estudiadas y, en este tipo de experimentos, también se puede afirmar, en base al coeficiente de variación, que el grado de uniformidad alcanzado entre cada cultivar de frijol blanco es relativamente alto.

La variable rendimiento, que fue sometida a un análisis de covarianza, tomándola como una variable dependiente del número de plantas cosechadas, presentó diferencias altamente significativas, lo que es atribuible a la variedad de procedencias de los 36 cultivares evaluados. El mayor rendimiento fue presentado por el cultivar 8 (2184.3 kilogramos por hectárea), aunque también presentaron buenos rendimientos los cultivares 1 y 9 (1928 y 1934.4 kilogramos por hectárea respectivamente). El menor rendimiento fue presentado por el cultivar 24 (949.5 kilogramos por hectárea).

Se efectuó la toma de datos para la presencia de plantas con síntomas de infección por virus, y que pueden ser atribuibles al Virus del Mosaico Dorado. Los valores que se presentaron, fueron relativamente bajos, debido a que variaron de 0 hasta un máximo de 3.1 por ciento de plantas con síntomas de virosis por parcela. Para esta variable no efectuó análisis de varianza, por considerarla como muy influenciada por factores externos a la naturaleza de cada cultivar, y específicamente por su forma de diseminación a través de vectores. Sin embargo, como puede observarse en el cuadro 7, los valores son relativamente bajos, pero el hecho de encontrar algunos cultivares sin presencia de sintomatología, es posible que estos posean cierto grado de tolerancia a este tipo de patógenos.

7.2.2.2 Análisis de Correlación.

Pasando a otro tipo de análisis estadístico importante para este tipo de estudios, los datos de un total de veinte variables cuantitativas fueron sometidas a análisis de correlación. Se elaboró una matriz de coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para las variables evaluadas en la caracterización de frijol blanco. Estas variables fueron: largo del hipocótilo, número de días a floración, período de floración en días, número de días a madurez fisiológica, largo del cáliz, largo de bracteola, diámetro del tallo, altura de vaina, largo de vaina, grosor de vaina, largo de planta, largo de la punta de la vaina, número de lóculos por vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de botones florales por inflorescencia, número de

nudos en el tallo principal, peso en gramos de 100 semillas, número de plantas cosechadas por unidad experimental, rendimiento en kilogramos por hectárea.

Posteriormente en el cuadro 9, se presentan las comparaciones entre variables que presentaron coeficientes relativamente alto, y que han sido extraídas de la matriz general de correlaciones. Se tomaron como coeficientes importantes aquellos cuyos valores fueron arriba de 0.40 de coeficiente de correlación.

En términos generales, se puede decir que los coeficientes de correlación resultantes del análisis de las 20 variables cuantitativas, son un poco bajos. Sin embargo, existieron algunas correlaciones mayores de 0.40; una de las mayores correlaciones se da entre las variables número de días a floración y el período de floración en días, que arrojó un coeficiente de correlación de -0.63073, el cual nos indica que, los cultivares que florecieron en menos número de días (más precoces) presentaron un mayor período de floración; luego también la variable número de días a floración mostró un coeficiente de 0.55072 con la variable número de días a madurez fisiológica, lo cual implica que los cultivares que florecieron más rápido, también presentaron un ciclo de vida más corto (precocidad). Lo anterior permite con cierta seguridad, poder seleccionar como cultivares más precoces (ciclo de vida más corto) aquellos que presentan menor número de días a floración.

El número de días a primera flor, también tuvo coeficientes de correlación importantes con el largo de la punta de la vaina y el número de nudos en el tallo principal, estas correlaciones fueron de tipo positivo lo que implica que los cultivares que florecieron más tarde presentaron mayor largo de la punta de la vaina y mayor número de nudos en el tallo principal; lo anterior, puede explicarse con relación al tiempo de crecimiento que la planta de frijol dispone en estos casos.

Un caso similar ocurre entre las variables número de días a madurez fisiológica y largo de la punta de la vaina, que presentan un coeficiente de correlación de 0.40681.

Cuadro 9. Variables que presentaron correlaciones significativas en la caracterización de frijol blanco (Phaseolus vulgaris). 1993.

VARIABLES COMPARADAS	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN
Días a floración y período de floración	-0.63073
Días a floración y días a madurez fisiológica	0.55072
Días a floración y largo de la punta de la vaina	0.49165
Días a floración y número de nudos en el tallo principal	0.41727
Período de floración y rendimiento	0.40676
Días a madurez fisiológica y largo de la punta de la vaina	0.40681
Largo del cáliz y largo de bracteola	0.47553
Largo del cáliz y largo de la vaina	0.43291
Diámetro del tallo y largo de planta	0.42847
Altura de vaina y largo de vaina	0.43558
Altura de vaina y peso de 100 semillas	0.63764
Largo de vaina y peso de 100 semillas	0.47369
Grosor de vaina y peso de 100 semillas	0.50634
Número de lóculos por vaina y número de granos por vaina	0.52401
Número de vainas por planta y rendimiento	0.44190

El período de floración y el rendimiento en kilogramos por hectárea, también presentan correlación significativa, esto se relaciona con el mayor tiempo que tiene la planta para poder desarrollar mayor cantidad de flores y convertirlos en frutos. Los cultivares más precoces (30 y 33), presentaron rendimientos medios, es decir, que no fueron muy altos, ni muy bajos.

La variable largo del cáliz presenta correlaciones significativas con el largo de bracteola (0.47553) la cual presenta mucha concordancia por ser ambas variables, dimensiones de la estructura floral; y con el largo de la vaina (0.43291) lo que implica la relación de que a mayor largo del cáliz, la vaina también va a ser más larga.

El diámetro del tallo presentó un coeficiente de correlación de 0.42847 con el largo de planta, debido a que es de esperarse que plantas con mayor longitud, presenten en la base un tallo más grueso.

Las variables altura de vaina y largo de vaina también presentan correlación significativa positiva (0.43558), lo cual es explicable por el hecho de que se trata de dos dimensiones del mismo órgano, así, a mayor altura de vaina el largo de la misma va a ser mayor. Dichas variables dimensionales de la vaina (altura, largo y grosor), también presentan correlaciones positivas con la variable peso de 100 semillas en gramos, lo cual indica en estos casos, que los frutos o vainas de mayor tamaño van a incidir en un mayor peso del grano debido al tamaño de éste.

El número de lóculos por vaina, como era de esperarse presentó una correlación positiva (0.52401) con el número de granos por vaina, debido a que al tener mayor número de lóculos por vaina, habrá más oportunidad para la formación de mayor cantidad de granos. El cultivar 20, presentó el menor número de lóculos, mientras que el mayor número de lóculos lo presentó el cultivar 30.

Por último, las variables número de vainas por planta y rendimiento en kilogramos por hectárea presentaron una correlación significativa y positiva (0.44190), lo cual comprueba la estrecha relación del número de vainas como componente del rendimiento, la

cual existe también en el frijol blanco.

7.2.2.3 Análisis de agrupamientos.

Este análisis fue practicado en base a datos estandarizados de 21 variables cuantitativas. En el cuadro 10, pueden observarse los diferentes grupos formados entre los 36 cultivares estudiados, así como, los coeficientes de distancia que separan a cada uno de los grupos o núcleos.

Para visualizar, en mejor forma, los resultados del análisis de agrupamientos, en la figura 2 han sido esquematizados los coeficientes de distancia y los grupos que se forman según dichas distancias, a una escala determinada, entre los 36 cultivares de frijol blanco que fueron caracterizados. El coeficiente de distancia es inversamente proporcional al grado de similitud entre cultivares o grupos de éstos, es decir, que al aumentar el coeficiente de distancia, el grado de similitud va a ser menor. Es así como al analizar el fenograma que nos presenta la figura 2, puede observarse que inicialmente se forma el grupo número 1, que a su vez se divide en dos subgrupos (1A y 1B), muy disímiles entre sí. Uno de esos subgrupos, el 1A, está conformado por los cultivares 22 y 23 (que proceden de Santa Catarina Mita, Jutiapa), los cuales difieren del resto de cultivares que fueron estudiados, y que conforman el subgrupo 1B, en características relacionadas principalmente con las dimensiones del grano (altura, largo y grosor), dimensiones de la vaina, largo del hipocótilo y número de botones por inflorescencia; a estos subgrupos los separa un coeficiente de distancia de 1.445, el máximo reportado en este trabajo. Contrariamente, los cultivares 16 y 25 (que proceden de Zacapa y Santa Catarina Mita respectivamente), son los cultivares más similares entre los 36, es decir, comparten la mayoría de caracteres estudiados.

Posteriormente, el resto de cultivares (subgrupo 1B) se divide también en dos subgrupos (2A y 2B), que se unen a un coeficiente de distancia de 1.33 ó 7.5 por ciento de similitud, en uno de ellos (subgrupo 2A), se ubican los cultivares 30 y 33 (que proceden de El Adelanto y Atescatempa, Jutiapa), que poseen entre sí un 16.2 por

ciento de similitud con respecto al subgrupo 2B.

Estos cultivares (30 y 33), se diferencian del resto en las características número de días a floración, número de días a madurez fisiológica y, el período de floración, en las que presentaron un período más corto. Además, se diferencian en las características largo del hipocótilo, largo de bracteola, número de nudos en el tallo principal, dimensiones de la vaina, número de vainas por planta, número de lóculos por vaina, largo de la punta de la vaina y dimensiones del grano.

El grupo 3, separa a dos subgrupos, el 3A, conformado únicamente por el cultivar número 20 (procedente de El Progreso, Jutiapa) y, el resto de cultivares que conforman el subgrupo 3B. El cultivar 20 se diferencia del resto de cultivares del subgrupo 3B, por las características número de vainas por planta, número de lóculos por vaina, dimensiones del grano, dimensiones de la vaina, largo del cáliz, largo de la planta y, peso de 100 semillas en gramos.

El grupo 4, une a los subgrupos 4A y 4B a un coeficiente de distancia de 1.14, el subgrupo 4A, lo forman los cultivares 13 y 9 (que proceden de Quetzaltepeque e Ipala, Chiquimula) y, se diferencian del resto de cultivares del subgrupo 4B por las características largo del hipocótilo, largo de bracteola, número de botones por inflorescencia, diámetro del tallo, dimensiones de la vaina y dimensiones del grano.

El grupo 5, está conformado por los subgrupos 5A con siete cultivares (26, 31, 35, 28, 29, 34 y 36), que se diferencian del subgrupo 5B, por las características largo del hipocótilo, número de botones por inflorescencia, dimensiones de la vaina, número de vainas por planta, número de lóculos por vaina, peso de 100 semillas en gramos y, las dimensiones de la semilla. Del grupo 5B, es importante mencionar que los cultivares 25 y 16 (que proceden de Santa Catarina Mita, Jutiapa y, de Zacapa respectivamente), son los que presentaron la mayor similitud (83.33 por ciento), de las características estudiadas.

Cuadro 10. Análisis de grupos y coeficientes de distancia para la caracterización de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*). 1994.

Número de grupo	Cultivares o grupos que incluye	Coefficiente de distancia
35	cv 16, cv 25	0.241355
34	cv 17, cv 19	0.379385
33	cv 5, cv 11	0.407851
32	cv 4, grupo 34	0.430074
31	cv 10, cv 18	0.465598
30	cv 3, grupo 33	0.527054
29	cv 21, cv 32	0.535259
28	cv 6, cv 27	0.561567
27	grupo 32, cv 7	0.577882
26	grupo 30, cv 24	0.579795
25	cv 9, cv 13	0.581746
24	cv 15, grupo 35	0.601075
23	cv 1, grupo 31	0.602007
22	cv 14, grupo 29	0.609790
21	grupo 26, cv 12	0.612154
20	cv 31, cv 35	0.645860
19	grupo 21, cv 8	0.647211
18	cv 34, cv 36	0.665357
17	grupo 27, grupo 24	0.670157
16	grupo 23, grupo 17	0.679964
15	grupo 19, grupo 28	0.715444
14	cv 28, cv 29	0.715602
13	grupo 16, grupo 15	0.752996
12	grupo 13, grupo 22	0.788315
11	grupo 14, grupo 18	0.796056
10	grupo 12, cv 2	0.797535
9	cv 26, grupo 20	0.881464
8	grupo 9, grupo 11	0.915427
7	grupo 10, grupo 8	0.925732
6	cv 22, cv 23	0.925820
5	grupo 7, grupo 25	1.011237
4	grupo 5, cv 20	1.142155
3	cv 30, cv 33	1.211616
2	grupo 4, grupo 3	1.337733
1	grupo 2, grupo 6	1.445786

cv = cultivar

grupo = grupo de cultivares o cluster.

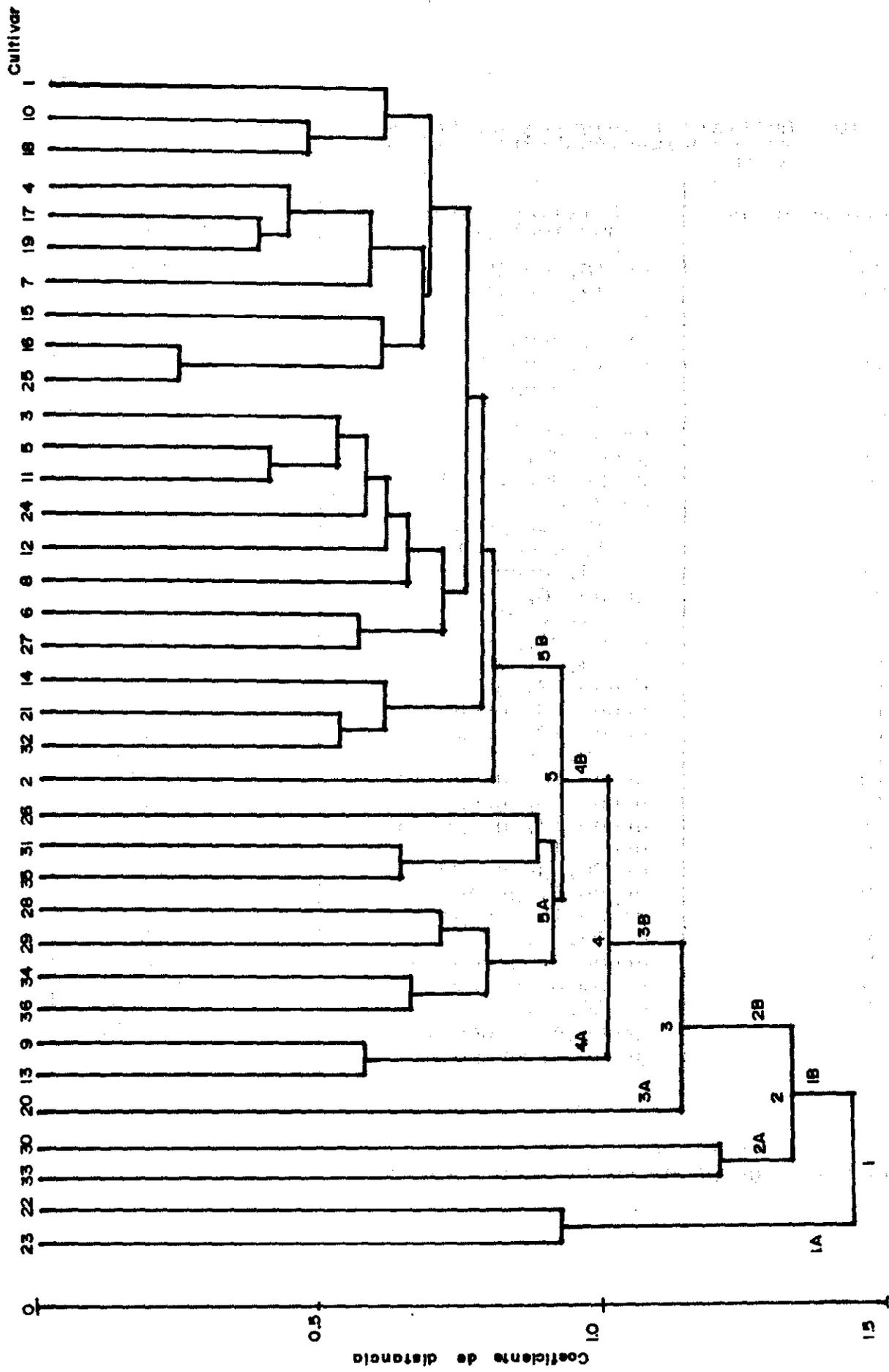


Fig. 2 Fenograma de la caracterización de 36 cultivares de frijol blanco (*P. vulgaris*). 1984

El fenograma de la figura 2, muestra claramente la formación de grupos y subgrupos (35 grupos según el cuadro 10), que se formaron de acuerdo a las características que comparten entre sí (similitud). Por lo anteriormente expuesto, la diversidad que existe entre los cultivares recolectados en diferentes localidades confirman la riqueza de germoplasma de frijol blanco (*P. vulgaris*) en el Oriente del país. En términos generales, puede afirmarse que el análisis de agrupamientos confirma que sí existen diferencias entre los cultivares estudiados, lo anterior si se toma en cuenta que los coeficientes de distancia varían desde 0.241355 (673.31 por ciento de similitud) hasta 1.445786, esto proporciona una diferencia en el coeficiente de distancia de 1.2044 del menor al mayor.

De manera general, al analizar el fenograma de la figura 2, puede observarse que los materiales que más se separan del resto, son los cultivares 22, 23, 30, 33 y 20, que proceden del departamento de Jutiapa, lo cual puede dar una idea acerca de un posible patrón de evolución diferente para estos materiales, así como también, esto puede ser causado por el aislamiento y el proceso de mejoramiento por selección de dichos cultivares por parte de los agricultores, los cuales tienen una tendencia arbustiva, especialmente los cultivares 22 y 23. Los materiales más emparentados entre sí, como lo son los cultivares 16, 25, 4, 17, 19, 5 y 11, solamente el cultivar 19, procede de la región de Jalapa, el resto de cultivares proceden de los departamentos de Chiquimula, Zacapa y Jalapa, lo que da la idea de otro centro de domesticación de los materiales de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris*) que fueron colectados.

Si se analiza el fenograma de la figura 2, se observa que solamente 9 cultivares sobrepasaron el 70 por ciento de similitud, estos son: los cultivares 4, 5, 10 y 11 de Chiquimula; 16, 17 y 18 de Zacapa; el cultivar 19 de Jalapa y el cultivar 25 de Jutiapa. Entre estos, tienen la máxima similitud los cultivares 16 de Zacapa y el cultivar 25 de Jutiapa. Este núcleo es contradictorio, lo cual puede deberse a que el cultivar 16 ha sido llevado de Jutiapa.

El grupo formado por los cultivares 4, 17 y 19 tienen su origen en Chiquimula. El núcleo 10 y 18, indica que el cultivar 18 procede de Chiquimula.

Los cultivares menos emparentados son los números 20, 22, 23, 30 y 33, todos con menos del 40 por ciento de similitud con el resto de cultivares procedentes de Jutiapa. Todo esto, indica que Jutiapa y Chiquimula son dos centros de domesticación o de dispersión de los cultivares de frijol blanco.

7.4 Análisis del contenido de proteína.

Esta variable fue analizada en los laboratorios del Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), utilizando el método de digestión con ácido sulfúrico en el Microkieldall. El análisis fue efectuado solamente para cuatro cultivares, debido al alto costo que este tipo de análisis representa en nuestro país (aproximadamente 100 Quetzales por cada muestra).

Los cuatro cultivares analizados, fueron seleccionados uno de cada localidad de procedencia, entre los 36 materiales y los resultados de dicho análisis se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Resultados del análisis de proteínas de cuatro cultivares de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes localidades, caracterizados en San Jacinto, Chiquimula. 1994.

Cultivar	Procedencia	% Proteína (g/100g)
10	Chiquimula	23.52
18	Zacapa	26.27
23	Jutiapa	23.75
27	Jutiapa	24.44
PROMEDIO		24.50

Como puede observarse en el cuadro 11, los valores de contenido de proteína son relativamente altos, si se comparan con los valores más comunes dentro de las diferentes variedades de colores de grano de la especie Phaseolus vulgaris L.

El promedio de contenido de proteína esta vez reportado, 24.5 por ciento, es un poco menor, sin embargo, que el valor reportado por Flores, Bressani y Elías (11), que es de 26.25 por ciento, lo que también confirma que el frijol blanco posee un contenido de proteína aceptable y, que refleja su importancia nutricional. Sin embargo, no fueron estudiados otros aspectos bromatológicos, como el contenido de triptófano, el cual es reportado por Flores, Bressani y Elías (11), como importante en la digestibilidad de la proteína.

8. CONCLUSIONES.

Se colectaron 36 cultivares nativos que no han estado sujetos a programas de mejoramiento genético moderno (cultivares primitivos), y se confirma la riqueza de germoplasma que posee el Oriente del país con respecto a frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.), principalmente, los departamentos de Jutiapa y Chiquimula.

La caracterización de los 36 materiales permitió identificar materiales precoces en floración (cultivares 30 y 33 procedentes de El Adelanto y Atescatempa, Jutiapa), así como también, cultivares de grano y vaina pequeños (cultivares 22 y 23 procedentes de Santa Catarina Mita, Jutiapa).

En cuanto a rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, es importante destacar los cultivares 8 (de San Jacinto, Chiquimula), el 9 (de Quetzaltepeque, Chiquimula), el 26 (de Asunción Mita, Jutiapa), el 1 (de San José La Arada, Chiquimula), el 27 (de Yupiltepeque, Jutiapa), el 20 (de El Progreso, Jutiapa), y el cultivar 2 (de Ipala, Chiquimula). Estos cultivares presentaron rendimientos superiores a los 1800 kilogramos por hectárea, y pueden considerarse como promisorios. Se encontró que los cultivares 1, 5, 12, 14, 22, 27, 28, 20 y 36, no mostraron sintomatología relacionada con enfermedades viróticas.

El contenido de proteína en las cuatro muestras analizadas varió de 23.52 a 26.27 por ciento, con un promedio de 24.5 por ciento, lo que confirma el alto contenido de proteína que posee el frijol blanco.

En base al análisis de agrupamientos efectuado, se confirma la diversidad existente en los cultivares colectados, además, de la identificación de dos centros de domesticación, dispersión y evolución del cultivo del frijol blanco, como lo son los departamentos de Jutiapa y Chiquimula.

9. RECOMENDACIONES.

Para próximos estudios en frijol blanco (Phaseolus vulgaris L.) se debe considerar el análisis bromatológico completo, incluyendo el análisis de la presencia de sustancias antinutricionales y la composición de aminoácidos de las proteínas presentes..

En Guatemala, no se cuenta con un programa de mejoramiento genético para el frijol blanco (P. vulgaris), y este trabajo puede servir de base para su inicio, considerando que se han identificado algunos cultivares promisorios en cuanto a rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, como lo son los cultivares 8, 9, 1 y 2 (procedentes de diferentes localidades del departamento de Chiquimula) y los cultivares 26, 27 y 20 (proceentes del departamento de Jutiapa). Así como, los cultivares 30 y 33 (procedentes del departamento de Jutiapa), que se comportaron como precoces en la evaluación efectuada.

Se recomienda realizar estudios específicos para los cultivares colectados acerca de su comportamiento ante la presencia de enfermedades viróticas.

10. BIBLIOGRAFIA.

1. AMADOR, D. 1992. Prácticas de fitogenotecnia en las plantas autógamias (frijol). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (Correspondencia personal). 66 p.
2. AZURDIA PEREZ, C. et al. 1986. Investigaciones sobre caracterización de germoplasma de especies cultivadas nativas de Guatemala. Tikalia (Gua) no. 1:313-40.
3. CARDONA, C. et al. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. 2 ed. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 100 p.
4. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1980. Diseños experimentales. México, Trillas. 661 p.
5. CRISCI, J.V.; LOPEZ A., M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, D.C., DEA. Monografía no. 26, 132 p.
6. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University Press. 1262 p.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1979. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. DEBOUCK, O.; SOTO, J. 1988. Recolección de germoplasma de Phaseolus (frijol) en el occidente de Guatemala. Tikalia (Gua) 1(6):17-54.
9. ESQUINAS ALCAZAR, J.T. 1983. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. 4 ed. Madrid, Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. 44 p.
10. FAO. 1992. Anuario. Producciones. Italia. 46:108.

11. FLORES, M.; BRESSANI, R.; ELIAS, L.G. 1973. Factores y tácticas que influyen en los hábitos alimentarios del consumidor. En: Seminario sobre el potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América latina (1973, Cali, Col.) Trabajos presentados. Cali, Colombia, CIAT. p. 49-64.
12. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1992. Estadísticas de productos agrícolas; período 1979-1993. Guatemala. 25 p.
13. GUATEMALA. CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE. 1993. Registro de datos de la estación meteorológica. Guatemala. s.p. Sin publicar.
14. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1980. Guía técnica para investigación agrícola. Guatemala. s.p.
15. _____. 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal; región iii. Guatemala. 154 p.
16. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. p. 302-305.
17. INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. (Italia). 1982. Descriptors for Phaseolus vulgaris. Roma, Italia. p. 1-28.
18. LITTLE, T.; HILLS, J. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México TRILLAS. 270 p.
19. MARTINEZ, A. 1982. Principios en la organización de exploraciones para recolectar germoplasma de interés social. Tikalia (Gua) 1(1):67-72.

20. MARTINEZ GARZA, A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. México, TRILLAS. 756 p.
21. OSPINA, H. 1980. Diversidad genética de las especies cultivadas del género Phaseolus. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 52 p.
22. _____. 1981. Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 52 p.
23. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.
24. STANDLEY, P.; STEYERMARK, J.A. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pte. 5, p. 332-335.
25. VOYSEST, D. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 87 p.

Vo. Bo.

Rolando Barrios

11. A P E N D I C E .

11..1

APENDICE A
FORMATO DE RECOLECCION GENERAL
CENTRO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENETICOS

Nota: Los descriptores tienen que ser completados.

GENERO _____
ESPECIE _____
SUBESPECIE _____
NOMBRE DEL COLECTOR _____
INSTITUTO COLECTOR _____
FECHA DE RECOLECCION _____
PAIS DE RECOLECCION _____
LUGAR (SITIO) DE RECOLECCION _____
Pueblo o caserío mas cercano _____
Distancia en kilómetros _____

LATITUD DEL LUGAR _____
LONGITUD DEL LUGAR _____
ALTURA (m. snm.) _____

FUENTE DE LA COLECCION O MUESTRA:
silvestre mercado local
campo mercado comercial
tienda instituto
solar o huerto otro (especificar).

ESTADO DE LA COLECCION:
silvestre cultivar primitivo
maleza cultivar mejorado
línea de mejoramiento otro (especificar)

NOMBRE LOCAL _____

NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS _____

TIPO DE MUESTRA
vegetativa semilla ambos

CANTIDAD DE MATERIAL _____
P R A C T I C A S D E C U L T I V O Q U E
REALIZAN _____

EPOCA DE SIEMBRA _____

USOS _____

P L A G A S Y
ENFERMEDADES _____

PLANTAS SILVESTRES, MALEZAS O CULTIVOS EN LA
ASOCIACION _____

TOPOGRAFIA

pantano planicie inundable
ondulado planicie aluvial
colinas montañoso
otro (especifique)

PEDREGOSIDAD

nada bajo
medio pedregoso

NOMBRE DEL AGRICULTOR _____

DATOS ADICIONALES:

- Extensión cultivada de frijol en la comunidad (frijol negro y frijol blanco).
- Rendimientos obtenidos.
- Destino de la cosecha
- Cuánto se dedica al consumo familiar y forma de consumo
- Precio de venta
- Sistema de siembra (monocultivo o asociado)
- Problemas que presenta el cultivo en general
- Observaciones.

11.2

APENDICE B

DESCRIPTOR PARA CARACTERIZACION DE FRIJOL BLANCO

(*Phaseolus vulgaris* L.)

CENTRO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENETICOS

1. Caracterización preliminar.

1.1 Tipo de planta

- 1 Determinado arbustivo
- 2 Indeterminado arbustivo con ramas erectas
- 3 Indeterminado arbustivo con ramas postradas
- 4 Indeterminado con tallo y ramas semitrepadores
- 5 Indeterminado con moderada habilidad trepadora y las vainas distribuidas en toda la planta
- 6 Indeterminado con agresiva habilidad trepadora y las vainas en los nudos superiores de las plantas
- 7 Otros.

1.2 Inflorescencia y fruto.

1.2.1 Número de nudos en el tallo principal, de la base a la primera a la primera inflorescencia. Promedio de 5 plantas.

Tipos indeterminados: de la base de la primera inflorescencia axilar.

Tipos determinados: de la base a la inflorescencia terminal.

1.2.2 Días a floración.

Número de días desde emergencia hasta que el 50 por ciento de las plantas se encuentren en floración.

1.2.3 Botones florales por inflorescencia.

Promedio de 10 plantas examinando una inflorescencia por planta.

1.2.4 Color del estandarte.

- | | | |
|--|--------------------------|--------|
| 1 Blanco | 2 Verde | 3 Lila |
| 4 Blanco con bordes lila | 5 Blanco con rayas rojas | |
| 6 Lila oscuro, con bordes exteriores púrpura | | |
| 7 Lila oscuro, con manchas purpúreas | | |
| 8 Rojo carmina | | |

9 Púrpura

10 Otro 10.1 Blanco verdusco.

1.2.5 Color de las alas.

1 Blanco 2 Verde 3 Lila

4 Blanco con rayas carmina

5 Fuertemente venado de rojo a lila oscuro

6 Rojo a lila oscuro

7 Lila, con venas lila oscuro

8 Púrpura

9 Otros.

1.2.6 Color de la vaina.

1 Púrpura oscuro 2 Rojo carmina

3 Rayas púrpura, fondo verde 4 Rayas carmina, fondo

5 Rojo pálido, fondo verde verde

6 Rosado oscuro 7 Verde normal

8 Verde brillante 9 Verde opaco a gris

10 Amarillo, pálido o dorado 11 Amarillo pálido a blanco

12 Otro.

1.2.7 Largo de la vaina.

Promedio de 10 plantas normales en centímetros, vainas inmaduras completamente expandidas.

1.2.8 Sección transversal de la vaina.

1 Muy delgado

2 Forma de pera

3 Elíptico-redondo

4 Forma de ocho

1.2.9 Curvatura de la vaina (tomado en vainas inmaduras completamente expandidas).

1 Recto

3 Ligeramente curvado

5 Curvado

7 Recurvado

1.2.10 Color de la vaina a madurez fisiológica.

- | | | | |
|---|--|---|----------|
| 1 | Púrpura oscuro | 2 | Rojo |
| 3 | Rosado | 4 | Amarillo |
| 5 | Amarillo pálido con mezclas o rayas de colores | | |
| 6 | Verde persistente | | |
| 7 | Otros: 7.1 Blanco hueso. | | |

1.2.11 Número de lóculos por vaina.

Número de lóculos promedio de las vainas más largas de 10 plantas normales.

1.3 Semilla

1.3.1 Color de la testa de la semilla.

- | | | | |
|----|-------------------------------|----|------------------------|
| 1 | Negro | 2 | Café, pálido a oscuro |
| 3 | Marrón | 4 | Gris, cafezusco a gris |
| 5 | Amarillo, a amarillo verduzco | | |
| 6 | Crema pálido | 7 | Blanco puro |
| 8 | Blanquecino | 9 | Blanco teñido púrpura |
| 10 | Verde clorofila | 11 | Verde a olivo |
| 12 | Rojo | 13 | Rosado |
| 14 | Púrpura | 15 | Otro: 15.1 Blanco. |

1.3.2 Brillo de la semilla.

- | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|-----------|
| 3 | Opaco | 5 | Medio | 7 | Brillante |
|---|-------|---|-------|---|-----------|

1.3.3 Grano manchado.

- | | | | |
|---|------------|---|-------|
| 0 | Nada | 3 | Poco |
| 5 | Intermedio | 7 | Mucho |

1.3.4 Forma de la semilla (tomada de la mitad de la vaina).

- | | | | |
|---|----------|---|----------------|
| 1 | Redonda | 2 | Ovalada |
| 3 | Cuboide | 4 | Forma de riñón |
| 5 | Truncada | | |

2. Evaluación y caracterización posterior.

2.1 Datos vegetativos.

2.1.1 Largo del hipocótilo.

Promedio en milímetros de 10 plantas.

2.1.2 Pigmentación del hipocótilo.

1 Púrpura	2 Verde	3 Otro
-----------	---------	--------

2.1.3 Color del cotiledón a emergencia.

1 Púrpura	2 Rojo	3 Verde
4 Blanco	5 Verde muy pálido	
6 Otro		

2.1.4 Color de la hoja.

3 Verde pálido	5 Verde medio	7 Verde oscuro
----------------	---------------	----------------

2.1.5 Forma de la hoja (del foliolo terminal de la tercera hoja trifoliar).

1 Triangular	2 Cuadrangular
3 Redonda	4 Acorazonada

2.1.6 Días a madurez fisiológica.

Número de días desde de la emergencia hasta que el 90 por ciento de las vainas estén maduras.

2.1.7 Largo de planta.

Promedio en centímetros, a la madurez, de 5 plantas, medido del cotiledón a la punta de la planta.

2.1.8 Diámetro del tallo.

Medido en milímetros a la madurez en plantas a densidad normal. Promedio de 5 plantas.

2.2 Inflorescencia y fruto.

2.2.1 Largo de bracteola.

Promedio en milímetros de 5 plantas.

2.2.2 Largo del cáliz.

Promedio en milímetros de 5 plantas.

2.2.3 Forma de bracteola.

3 Lanceolada	5 Intermedio	7 Ovalada
--------------	--------------	-----------

2.2.4 Color de la bracteola.

1 Verde	2 Violeta pálido
3 Púrpura oscuro	4 Otro

2.2.5 Abertura de las alas.

- 3 Cerrado paralelamente
- 5 Moderadamente divergentes
- 7 Ampliamente divergentes

2.2.6 Días en floración.

Número de días desde que el 50 por ciento de las plantas tengan primera flor, hasta que el 50 por ciento hayan finalizado su floración.

2.2.7 Posición de las vainas.

- 1 Base
- 2 Centro
- 3 Arriba
- 4 Combinación de 1,2 y 3
- 5 Otros

2.2.8 Ancho de vaina.

Ancho promedio en milímetros, de las vainas más largas completamente expandidas e inmaduras, de 10 plantas normales.

2.2.9 Largo de la punta de la vaina.

Promedio en milímetros de 5 plantas, una vaina por planta, del final del último lóculo.

2.2.10 Posición de la punta de la vaina.

- 1 Marginal
- 2 No marginal
- 3 Otro

2.2.11 Orientación de la punta de la vaina.

- 3 Arriba
- 5 Recto
- 7 Abajo

2.2.12 Número de vainas por planta.

Promedio de 10 plantas a densidad normal.

2.3 Semilla.

2.3.1 Semillas por vaina.

Promedio de 10 plantas, seleccionando una vaina por planta.

2.3.2 Peso de semilla.

Peso de 100 semillas en gramos, contenido de humedad 12 a 14 por ciento.

2.3.3 Dimensiones de la semilla.

Promedio en milímetros, de 10 semillas de 10 plantas.

2.3.4.1 Largo (medido paralelamente al hilum).

2.3.4.2 Ancho

2.3.4.3 Altura (medido del hilum al lado opuesto).

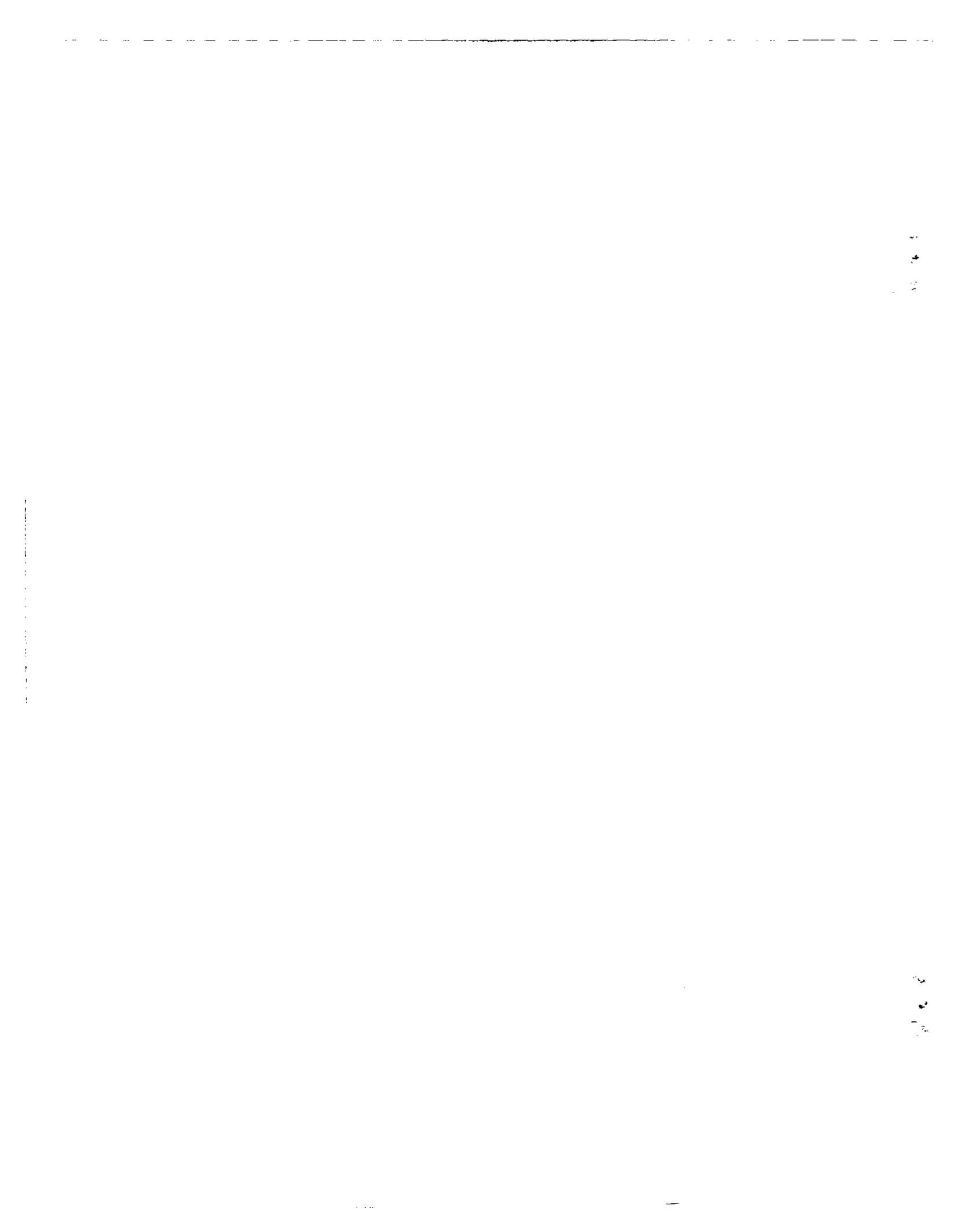
2.3.4 Porcentaje de proteína de la semilla.

Método del Microkieldall.

2.4 Plagas y enfermedades.

2.4.1 Presencia de plagas.

2.4.2 Presencia de enfermedades.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Sem. 045-94
 Ref. _____

LA TESIS TITULADA: "COLECTA Y CARACTERIZACION DE 36 CULTIVARES DE FRIJOL BLANCO
 (Phaseolus vulgaris L.) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE ADOLFO MORALES SAGASTUME

CARNET No: 87-12304

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Anibal Martínez
 Ing. Agr. Carlos Fernández
 Ing. Agr. Edgar Franco
 Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Francisco Vásquez
 ASESOR

P. Agr. Ernesto Carrillo
 ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina
 DECANO



c.c. Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

3

3