

UNIVERSIDAD DE CORDOBA

DEPARTAMENTO DE GENETICA

FACULTAD DE CIENCIAS, SECCION BIOLÓGICAS

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD GENETICA EXISTENTE EN LA
ESPECIE *Phaseolus vulgaris* L. (FRIJOL) EN ESPAÑA

Tesis presentada por M^a Patricia Sánchez Trejos
para optar al grado de Doctor en Ciencias,
Sección Biológicas

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos profesores que con sus sugerencias y estímulo, han hecho posible la culminación de esta tesis.

- Al Dr José-Ignacio Cubero Salmerón, director de esta tesis, por su trato cordial, su orientación y apoyo.

- A la Dra. M^a Angeles Bueno codirectora de esta tesis, por su amistad y sugerencias oportunas.

- Al Dr. Juan Gil Ligeró, el interés mostrado, su dedicación, orientación y amistad.

- A Dña. Tina Bajo Aguilar por sus oportunos consejos y ayuda en la mecanografía de la misma.

- A la vez al personal de aquellas instituciones en las que se ha realizado:

- Estación de Experimentación Agraria de Villaviciosa (Asturias), especialmente al Dr. Pedro Castro, Director del Centro y a Don Miguel Angel Fueyo, Coordinador del proyecto y al personal de campo.

- Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Córdoba, especialmente a su Directora Dra. María Teresa Moreno y al Departamento de Leguminosas de Grano.

- Departamento de Genética de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.

- Centro de Recursos Fitogenéticos en Alcalá de Henares (Madrid), especialmente a su Director Dr. Rafael Ponz Ascaso.

- Centro de Cálculo de la Universidad de Córdoba.

El sincero agradecimiento a todas aquellas personas y entidades, han hecho posible la realización de esta tesis.

Director de esta tesis, por su

asesoramiento y

orientación,

en la

en

de

de

de

de

de

(b) (b) (b)

Quiero agradecerles muy especialmente a la Universidad de Costa Rica, al Centro Regional de Guanacaste y a la Oficina de Asuntos Internacionales, su apoyo y el haberme concedido la beca, para la realización de esta tesis y también a los organismos que la complementaron:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

Instituto de Cooperación Iberoamericana.

Ministerio de Educación y Ciencia.

Junta de Andalucía.

Deseo agradecer también por su amistad, estímulo y ayuda desinteresada a Gema Reina Gálvez, a Olenca Mikusinski, a Jesús Betrán Aso, a Patrocinio Jurado, a Carmen García, a Dña. Eneilba Gancedo Villa, a M^a Angeles Moreno Sánchez y sus respectivas familias, a mi familia y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

... a la Universidad de Costa Rica,
... relaciones internacionales,
... esta tesis

A mis padres

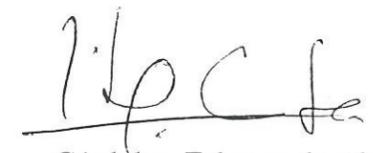
MINISTERIO

INSTITUTO

DRA. Nº
INVESTIGADOR
D. JOSE-IGNACIO CUBERO SALMERON, Director de la Escuela
Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de
Córdoba,

CERTIFICA:

CERTI
Que el trabajo de investigación "ESTUDIO DE LA
VARIABILIDAD GENETICA EXISTENTE EN LA ESPECIE
Phaseolus vulgaris, L. (FRIJOL) EN ESPAÑA", realizado bajo mi
dirección se considera ya finalizado para su exposición y defensa,
como Tesis Doctoral, en el Departamento de Genética de la
Universidad de Córdoba.



Córdoba, Febrero de 1991



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
CENTRO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA
del
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS
Dpto. Sistemas Forestales

DÑA M^a ANGELES BUENO PEREZ, DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS E
INVESTIGADORA DEL I.N.I.A.

C E R T I F I C A : Que el trabajo realizado sobre "Estudio de
la variabilidad genética existente en la
especie Phaseolus vulgaris L. (frijol) en
España" llevado a cabo por la Lda. PATRICIA
SANCHEZ TREJOS bajo mi Dirección
conjuntamente con el Prof. Dr. JOSE IGNACIO
CUBERO SALMERON se considera finalizada y
puede ser presentada para su exposición y
defensa como tesis doctoral en el Dpto. de
Genética de la Universidad de Córdoba.

Y para que conste y a petición de la
interesada, firmo la presente a catorce de
Febrero de mil novecientos noventa y uno.

Lu^e Arce



DEPARTAMENTO DE GENETICA
UNIVERSIDAD DE CORDOBA

AVDA. DE S. ALBERTO MAGNO, S/N.
14071 - CORDOBA

TELEFONO 957 | 41 12 11
EXT. 244
FAX 957 | 45 22 65

D. MANUEL BARBANCHO MEDINA, Director del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba,

INFORMA que el trabajo "ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD GENETICA EXISTENTE EN LA ESPECIA PHASEOLUS VULGARIS, L. (FRIJOL) EN ESPAÑA", realizado por Dña. María Patricia Sánchez Trejos, como Tesis Doctoral, bajo la dirección del Prof. Dr. D. José Ignacio Cubero Salmerón y la Dra. Dña. Ma Angeles Bueno Pérez, puede ser presentado para su exposición y defensa en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Córdoba.

Córdoba, Febrero de 1991



UNIVERSIDAD
DE CORDOBA

11 01 14 122 0103121
M6 .7X3
10 10 20 1 122 747

1 - INTRODUCCION

1.1 - Importancia

1.2 - Características

1.2.1 -

1.2.2 -

1.3 - Clasificación

1.4 - Historia

1.5 - Evolución

1.6 - Situación actual

1.7 - Conclusiones

INDICE GENERAL

2 - MATERIALES

2.1 -

2.2 -

2.3 -

2.4 -

2.5 -

2.6 -

2.7 -

2.8 -

2.9 -

2.10 -

3 - METODOS

3.1 -

3.2 -

3.3 -

3.4 -

3.5 -

	<u>Pág.</u>
1 - INTRODUCCION	2
1.1 - Importancia económica	5
1.2 - Características morfológicas	6
1.2.1 - Organos vegetativos	6
1.2.2 - Organos reproductivos	9
1.3 - Clasificación Botánica	13
1.4 - Nomenclatura	15
1.5 - Especies relacionadas	16
1.6 - Origen y centro de domesticación	20
1.7 - Estudios de variabilidad	26
1.7.1 - Migraciones del frijol común y sus consecuencias genéticas posteriores	31
2 - MATERIAL Y METODOS	36
2.1 - Colección estudiada y Método de cultivo.	36
2.2 - Descripción climatológica	37
2.3 - Caracteres estudiados	37
2.4 - Métodos estadísticos	42
I. Análisis univariante	42
II . Análisis multivariante	42
3 - RESULTADOS	47
3.1 - Evaluación	47
3.1.1. Análisis univariante	47
3.1.2. Análisis de Componentes Principales.	50
a - ACP general	51
b - ACP de poblaciones determinadas.	54

	c - ACP de poblaciones indeterminadas.	55
3.2	- Caracterización	58
3.2.1	- Selección de variables	58
3.2.2	- Análisis de grupos	58
4	- DISCUSION	64
4.1	- Evaluación	64
4.1.1	- Análisis univariante.	64
4.1.2	- Análisis de Componentes Principales . .	69
4.1.2.1	- ACP en el total de la colección.	70
4.1.2.2	- ACP en poblaciones indeterminadas.	75
4.2	- Caracterización	77
5	- CONCLUSIONES	83
6	- ANEXOS	84
7	- BIBLIOGRAFIA	161

INDICE DE TABLAS

NUMERO	TITULO	PAGINA
1	Producción Mundial	85
2	Distribución de la superficie cultivada en leguminosas de grano año 1987.	86
3	Serie histórica de la superficie del rendimiento, producción y comercio exterior del frijol	87
4	Producción de las judías en los distintos tipos de cultivo	87
5	Características distintivas entre las especies de <u>Phaseolus</u>	88
6	Técnicas de cultivo in vitro utilizadas en <u>Phaseolus vulgaris</u> , L	89
7	Restos arqueológicos del frijol común.	90
8	Colección estudiada	91
9	Descripción de las variaciones climáticas en Asturias	97
10	Valores medios, límites de variación y coeficientes de la variación de los 24 caracteres estudiados.	99
11	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1987.	102
12	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1988.	103
13	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1989.	104
14	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados. Poblaciones indeterminadas. Año 1987	105
15	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados. Poblaciones indeterminadas. Año 1988	106

16	Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados. Poblaciones indeterminadas. Año 1989	107
17	Cuadrados medios, para cada uno de los caracteres estudiados, obtenidos mediante el análisis de - varianza factorial (año x población)	108
18	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1987.	109
19	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1988.	112
20	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1989.	115
21	Fases de la fusión de Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1987.	118
22	Fases de la fusión de Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1988.	121
23	Fases de la fusión de Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1989.	124
24	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1987. . .	127
25	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1988. . .	130
26	Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1989. . .	133
27	Distribución de algunos caracteres en los 3 grupos formados (%).	136
28	Grupo en el que aparecen las entradas no coincidentes, en los tres años de cultivo	137

INDICE DE FIGURAS

NUMERO	TITULO	PAGINA
1	Rendimiento y producción de la judía en España Año 1987	138
2	Diagrama floral. (Marechal, 1988)	139
3	Organos reproductivos.	140
4	Detalle del hilo en el grano de judía. (Marechal, 1988)	141
5	Corte transversal del tegumento de la semilla. (Marechal, 1988).	142
6	Diferencias interespecíficas de 4 especies del género <u>Phaseolus</u> . (Miranda, 1966)	143
7	ACP General 1987	144
8	ACP General 1988	145
9	ACP General 1989	146
10	ACP en poblaciones indeterminadas 1987	147
11	ACP en poblaciones indeterminadas 1988	148
12	ACP en poblaciones indeterminadas 1989	149
13	Dendrograma de los datos de 1987 (WAVERAGE).	150
14	Dendrograma de los datos de 1988 (WAVERAGE).	151
15	Dendrograma de los datos de 1989 (WAVERAGE).	152
16	Dendrograma de los datos de 1987 (UPGMA)	153
17	Dendrograma de los datos de 1988 (UPGMA)	154
18	Dendrograma de los datos de 1989 (UPGMA)	155
19	Dendrograma de los datos de 1987 (WARD)	156
20	Dendrograma de los datos de 1988 (WARD)	157
21	Dendrograma de los datos de 1989 (WARD)	158
22	Grupos de judía del Norte de España (Foto) .	159

Estudio de la variación

Phases

1-INTRODUCCION

Numerosos autores han considerado un importante papel del cultivo en el control de la contaminación en el campo. El uso de pesticidas en la agricultura ha aumentado considerablemente en los últimos años (1982; 1984).

INTRODUCCION

Dentro de este contexto, el uso de pesticidas para el control de plagas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en el país ha aumentado considerablemente en los últimos años (1982; 1984). La producción de maíz en el país ha aumentado considerablemente en los últimos años (1982; 1984). El uso de pesticidas en la agricultura ha aumentado considerablemente en los últimos años (1982; 1984). El uso de pesticidas en la agricultura ha aumentado considerablemente en los últimos años (1982; 1984).

Estudio de la variabilidad genética existente en la especie
Phaseolus vulgaris, L. (frijol) en España.

1-INTRODUCCION

Numerosos autores coinciden en que las leguminosas de grano juegan un importante papel, en la alimentación, principalmente por su alto contenido en carbohidratos y proteínas; a nivel económico por hacer disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados y por su bajo coste en comparación con la proteína animal (Smartt, 1978; Bressani y Elias, 1979; Isely, 1982; Cubero, 1983; De Haro, 1983; Moreno, 1983; De Haro, 1984).

Dentro de las leguminosas, el frijol común es la más importante para consumo humano y su distribución es prácticamente a nivel mundial (Voyset, O., 1983; Adams, et al 1985). De acuerdo con los datos de la F.A.O (1987 y 1988), las hectáreas sembradas, el rendimiento y la producción mundial, se pueden apreciar en la Tabla 1. América Latina, es la región donde más se consume esta especie, aportando una dieta equilibrada, aprovechando su alto valor en lisina y complementándose su deficiencia en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), con cereales como son arroz, maíz y otros (Bressani y Elias, 1979; Elias, 1985). Se han hecho esfuerzos por todas estas razones en formar un equipo interdisciplinario de científicos a nivel mundial, que se dediquen al estudio de diversos temas relacionados con la mejora del frijol común, la mayor parte de ellos coordinados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.) en Cali, Colombia. Dentro de sus funciones se encuentran, el dar solución a muchos de los problemas de dicho cultivo como son búsqueda de resistencia a enfermedades y plagas,

tolerancia a medios ambientes con condiciones de estrés, sequía o frío; uso de caracteres fenológicos de la planta como la precocidad y el hábito de crecimiento en el desarrollo de nuevas prácticas culturales, para aumentar los rendimientos (C.I.A.T, 1980 a y b; Summerfield y Roberts, 1985).

El cultivo llegó a España procedente del Nuevo Mundo; su introducción fue algo posterior al maíz americano y su éxito fue semejante. En Asturias sustituyó al haba en la dieta alimenticia y tomó de ella el nombre (faba) y no solo contribuyó a una mejor alimentación, sino que permitió una mayor intensidad del cultivo, ya que debido al sistema de siembra asociado el agricultor pudo recoger dos cosechas simultáneas. El maíz y la alubia se convirtieron en los productos básicos de la dieta del campesino Asturiano (la boroña y las fabes) (García, 1976). La gran diversidad que presenta este cultivo en España fue descrita por Puerta Romero (1961), sobre una colección de 247 tipos y variedades españolas. Actualmente en el Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos en Alcalá de Henares (Madrid) existe una amplia colección de judías, resultante de expediciones de recolección de germoplasma vegetal por la zona norte de España: Asturias (fabas), Galicia, País Vasco (judía tolosana), Santander y Navarra y La Rioja (pochas) (Bueno et al, 1980; Alaman et al, 1983 a; 1983 b; Bueno y Alaman, 1983).

En estos últimos años se han realizado nuevas prospecciones de germoplasma por otros centros principalmente de las regiones norte: el Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa, en Asturias y La Misión Biológica de Pontevedra, en Galicia. (Fueyo et al, 1988 ; De Ron et al 1989; De Ron y Gil 1989).

La multiplicación, junto con la evaluación y caracterización del material, con el fin de poder determinar la variabilidad genética es

fundamental como primer paso para los futuros programas de Mejora. Los objetivos se han de plantear de acuerdo con las necesidades regionales, así como de los gustos de sus consumidores. El cultivo presenta una gran popularidad en España; se puede consumir como vaina verde, las cuales no poseen pergamino ni hilo (Moreno et al, 1985), o como grano seco, para lo cual se prefieren aquellas variedades más suaves y con un menor tiempo de cocción. Se consumen principalmente en las regiones del norte del país, en donde constituye en más de una de ellas uno de sus principales platos típicos, entre ellos la tradicional fabada asturiana y la alubia tolosana en el País Vasco.

El rango de variación encontrado en caracteres de interés económico como longitud y número de vainas y semilla, peso, número y colores de granos, así como precocidad y hábito de crecimiento de la planta, entre otros, permitirán al mejorador seleccionar con el fin de obtener nuevas y mejores variedades de acuerdo a los requerimientos y ponerlas en manos del agricultor.

Al ser una especie autógama y con muy baja tasa de alogamia del 0 al 1% según Tucker y Harding (1975), o del 6 al 10% según citan Antunes et al (1973), es más fácil para el mejorador obtener líneas puras, se perciben más rápidamente los genes recesivos letales o subletales, por lo que pueden eliminarse, y la selección se basa en genotipos homocigotos. Esto conlleva que la agricultura se base cada vez más en el uso de variedades comerciales, que por su mayor rendimiento y homogeneidad van desplazando a las variedades primitivas, y de ahí la importancia de preservar estos recursos, estimulando el buscar y conservar tanto variedades locales como de especies silvestres próximas a variedades cultivadas, que eviten la erosión genética del cultivo y permitan acudir a ellas en busca de diversidad genética en caso de

pérdida de resistencia a enfermedades, plagas, adaptación medio ambiental, rendimiento, calidad, o cualquier otro carácter deseado (Adams, M.W, 1977; Wilkes, 1977; Esquinas, 1983; Cubero, 1984; Esquinas, 1990).

1.1- IMPORTANCIA ECONOMICA

Las judías o frijol común, se siembran extensivamente en más de 5 áreas continentales. La producción de grano seco se concentra en América Latina (46.7%), Africa (24.1%), América del Norte (11.6%) y Europa (10.4%), siendo los mayores productores y consumidores de esta especie Brasil, con una producción de 2.4 millones de toneladas, y México con una de 1.2 millones de toneladas (Summerfield and Roberts, 1.985; Silbernagel, 1986; Pachico, 1989; Singh, 1990).

Mundialmente se cultivan por año, aproximadamente, 12.5 millones de hectáreas, con una producción cerca de los 8.5 millones de toneladas (Ciat, 1987b; Singh, 1990).

En España, en 1987, se cultivaron 102.688 ha de frijol seco; es la leguminosa de grano a la que se destina mayor área de cultivo, en comparación con garbanzos, habas y lentejas. (Anuario Estadístico, 1987). En la Tabla 2 se puede apreciar la distribución por comunidades del cultivo y se constata que es en la zona norte, que corresponde a la más húmeda de España, donde más se siembra. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 1. El rendimiento ha tendido a subir; sin embargo ha habido una reducción en la superficie de cultivo, por lo que las importaciones son cada vez mayores, y se exporta menos como se observa en la Tabla 3. Una gran diferencia en producción se puede notar según el tipo de sistema de cultivo empleado, siendo mayor para el monocultivo, que para el cultivo asociado. Ver Tabla 4 (Anuario Estadístico, 1987).

Las cantidades de judía compradas en 1988, al igual que en garbanzo, se redujeron en un 20%, con respecto al año 1987. Las compras totales fueron de 7 kg por persona, sin embargo en el consumo de judía se experimenta un aumento en representatividad en hoteles, restaurantes e instituciones (MAPA, 1987, 1988).

1.2- CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

El frijol común Phaseolus vulgaris, L., es una planta anual y herbácea, constituida por los siguientes órganos:

1.2.1- Organos vegetativos

a) Raíz: En los primeros estadios del desarrollo de la semilla, en el extremo distal del embrión se encuentra el meristema radical, de donde se desarrolla la radícula, que dará origen al sistema radical, típico de dicotiledóneas, que consiste en una raíz principal o pivotante, en raíces secundarias que salen en forma de corona en la parte superior de la misma y en raíces terciarias. También se pueden encontrar sistemas radicales fibrosos, con gran número de raíces adventicias.

Como en otras leguminosas se presentan asociadas simbióticamente a la raíz cepas de Rhizobium (Rh. phaseoli); estos nódulos bacterianos son como pequeños tumores de forma poliédrica y con 2 a 5 mm de diámetro, en el que se alojan bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico (Burkart, 1943; Moreno, 1983; CIAT, 1984).

b) Tallo: En las primeras etapas del desarrollo de la semilla, el embrión está constituido de un meristema apical, del cual se origina el tallo o parte aérea de la planta. En las etapas de plántula se

diferencia claramente en hipocótilo y epicótilo (esta designación alude a la localización con respecto a los cotiledones); debido a que la germinación es epigea en el frijol, el hipocótilo es alargado y se encuentra justamente debajo de los cotiledones y su tamaño y color varían de acuerdo a la variedad, por lo que es utilizado como marcador genético. El epicótilo es la porción de tallo que queda superior al primer nudo (cicatriz dejada por los cotiledones después de su absición) (CIAT, 1984).

El tallo es herbáceo, delgado y débil, presenta secciones cilíndricas o levemente angulosas, debidas a haces de colénquima. El tallo principal esta formado de nudos y entrenudos y es de mayor diámetro que las ramas, dependiendo de su desarrollo su aspecto vegetativo puede ser: erecto, semiprostrado y prostrado, lo cual da base a la clasificación de los diferentes hábitos de crecimiento. que son:

* Hábito tipo I: Hábito arbustivo y determinado, porte erecto, tallo principal con ramas laterales, con inflorescencia o racimo floral terminal. Cuando esta inflorescencia se forma el crecimiento del tallo y de las ramas generalmente se detiene.

El tallo es fuerte y con bajo número de entrenudos cortos (de 5 a 10). El porte de la planta es bajo de 30 a 50 cm, la floración dura poco tiempo y la maduración es uniforme.

* Hábito tipo II:

Hábito de crecimiento indeterminado, porte erecto y arbustivo, sin aptitud de trepar, con ramas laterales poco numerosas y cortas, la parte terminal es vegetativa por lo que continúan creciendo después de la floración, aunque a diferente ritmo.

* Hábito tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado, prostrado trepador o semitrepador (de 10 a 20 nudos). Planta trepadora y de guía, puede ser prostrada o semiprostrada con sistema de ramificación

axilar bien desarrollada. El tallo principal y sus numerosas ramas pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal, la altura de la planta es de aproximadamente 1.5 metros, siendo vegetativa la parte terminal por lo que continúa el crecimiento de nudos, luego de la floración. Generalmente el tallo y algunas ramas laterales se aíslan de la cobertura del cultivo, después del inicio de la floración y se llaman guías; sus entrenudos son más largos en la parte superior. Se comportan óptimamente en el sistema de siembra de relevo con maíz, el cual se usa como soporte de las guías.

* Hábito tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado, trepador, similar al tipo III, sólo que más agresivo para trepar; también se usa en sistema de siembra asociado con maíz, tiene bajo número de ramificación lateral. El tallo principal tiene de 20 a 30 nudos y con el soporte alcanza a más de 2 metros. La floración persiste, en la parte baja del tallo, se pueden ver vainas secas, mientras arriba continúa la floración.

Algunas características relacionadas con el tallo se usan para la identificación varietal: color, pubescencia, tamaño y número de nudos, el carácter de la parte terminal, el diámetro, la longitud de entrenudos, la aptitud de trepar, la filotaxia y los ángulos de inserción de diferentes órganos. El color y la pubescencia varían según la zona del tallo, la etapa de desarrollo de la planta, la variedad y las condiciones ambientales. Existe variación en la pigmentación encontrándose 3 colores principales: verde, rosa y morado. Estas características pueden ser usadas como marcadores genéticos en programas de mejora. (CIAT, 1983).

c) Hojas: Existen tres tipos principales de hojas en frijol:

* Hojas primordiales, embrionales, seminales o cotiledonares: Los cotiledones son un tipo de hoja modificada, son los primeros en aparecer,

son simples, opuestos, grandes y carnosos. Su función es la de órgano de reserva, alimentando a la plántula en sus primeras semanas de desarrollo, posteriormente se caen y dejan una cicatriz que se constituye en el primer nudo de la planta (CIAT, 1983).

* Hojas secundarias o protofilos: Son hojas simples y opuestas, se encuentran en el segundo nudo arriba de los cotiledones. Son cordiformes, de base auriculada, con lámina simétrica, margen entero, ápice agudo y venación semicraspedódroma (Flores y Espinosa, 1977); el peciolo es pulvinulado y presenta estípulas pequeñas y bífidas en la base.

* Metafilos u hojas superiores y definitivas: Son compuestas, alternas y trifoliadas; en la base del peciolo se encuentran un par de estípulas triangulares persistente, lanceoladas y más pequeñas que los folíolos. De los tres folíolos, el central es ovado y simétrico, presenta margen entero, el ápice es agudo, la venación estriada y la base es redondeada. Los folíolos laterales son asimétricos y sus características similares al folíolo central (CIAT, 1984).

El folíolo central es uno de los más importantes caracteres usados para descripción varietal; varía en longitud y anchura, su color va desde verde claro (amarillento), a verde normal y verde oscuro (pueden ser morados) y presenta formas diversas: redondeadas, triangulares (más anchas en la base) y cuadrangulares (más anchas en la parte central).

1.2.2- Organos reproductivos

a) Inflorescencia: La inflorescencia se presenta en racimos terminales o axilares, con pedúnculos erguidos, algo pubescentes; cada una porta numerosas flores, subtendidas por un par de bracteolas laterales. Botánicamente se considera un racimo de racimos; cada racimo

se origina de un complejo de tres yemas (triada floral), que se encuentran en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis (CIAT, 1984).

En el hábito de crecimiento determinado, el crecimiento se detiene al formarse la inflorescencia o racimo terminal, mientras que en las formas de tallo trepador estos racimos aparecen lateralmente por lo que continúa su desarrollo hasta la madurez. El número de flores por inflorescencia, que varía de dos a treinta, y la longitud, son caracteres muy variables y se pueden usar para distinguir variedades (CIAT, 1984).

b) Flor: La flor es zigomorfa, completa, papilionada y de pétalos libres. Su diagrama floral es el típico de papilionoidea (ver Fig. 2).

Como se puede apreciar en la Fig. 3 las partes que forman la flor son:

* Corola: Presenta gran diversidad en colores, entre ellos, principalmente, blanco, rosa, lila y morado. Este es un carácter que es muy utilizado para la caracterización varietal. Los cinco pétalos que componen la corola están modificados y se describen a continuación:

1) Estandarte, pétalo o vexilo: es el pétalo posterior o superior, es simétrico, abovado y libre; es glabro, ancho y difuso en su cara interna. Puede presentar diversos colores: blanco, rosa o púrpura, pero nunca amarillo, aunque las flores claras después de la fecundación se vuelven amarillentas (Fig. 3a.1).

2) Alas o pétalos laterales: Son dos y se encuentran en posición lateral al estandarte, varían de color según la variedad, generalmente son más oscuras que las otras partes de la corola, aunque en algunos casos son del mismo color o más claro que el estandarte (Fig. 3a.2).

* Quilla o carena: Resulta de la fusión de dos pétalos internos inferiores. Recubre al gineceo y al androceo. El ápice es asimétrico, espiralado y cerrado (1 ó 2 vueltas). Esta disposición favorece el mecanismo de autopolinización (Fig.3a.4).

* Androceo y Gineceo: Con la estructura propia de las papilionoideas (Fig.3a.5 y Fig.3a.3 respectivamente).

* Cáliz: Consta de 5 sépalos concrecentes, de forma campanulada y tubular en la base (Fig.3b.6). Los sépalos de la parte superior son dos y están soldados, presentan forma triangular, y los otros muestran simetría bilateral. Está compuesto por un par de bracteolas verdes, aunque algunas veces son moradas, lo que sirve para identificación varietal. Pueden presentar gran diversidad en su tamaño: desde muy pequeñas a casos en que estas bracteolas son más largas que los sépalos. En cuanto a su forma pueden ser lanceoladas, medias u ovals, son multinervias en su base y persisten después de la floración. Las bracteolas son muy utilizadas recientemente en estudios evolutivos, ya que las más grandes se han identificado con las razas mesoamericanas y las más pequeñas con las razas andinas (Fig.3b.7).

* Pedicelo: Glabro, con tricomas uncinulados y pequeñas brácteas pedicelares unilaterales, no persistentes. También presenta gran variación en tamaño, según la variedad (Fig.3b.8).

c) Fruto: Es un fruto simple, seco, dehiscente, monocarpelar, polispérmico, se abre por la sutura y por el nervio medio del carpelo (Font Quer, 1.977). Es conocido como legumbre y más comúnmente como vaina por conveniencia, aunque de acuerdo con Essau, (1977), es un término mal empleado.

El fruto esta formado por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido (figura 3c). Al ocurrir durante el desarrollo tensiones

internas ocurre deshidratación y las valvas se separan. Algunos tipos son denominados espermobólicos, ya que sus semillas son lanzadas violentamente, (Essau, 1977), sin embargo por selección artificial se buscan los tipos indehiscentes.

Las vainas pueden presentar gran variabilidad en cuanto a:

- * formas: rectas, curvas y recurvadas.
- * colores: de verde claro a oscuro, con jaspe morado y púrpuras en las vainas inmaduras y de amarillo claro a oscuro, en las maduras.
- * sección transversal: de cilíndricas a comprimidas.
- * tamaño: varían en longitudes de 60 a 220 mm y de 8 a 25mm de ancho.
- * textura: varía según la presencia o no de pergamino (tejido fibroso), y la presencia de hebra.

Es de importancia también, la longitud y la posición del pico de la vaina. Todas estas características permiten la distinción varietal.

d) Semillas: Son exalbuminosas. Se originan de un rudimento seminal campilótropo. Presentan gran diversidad en colores, formas y tamaños según la variedad. Las partes externas que constituyen la semilla como se pueden apreciar en la figura 4, son:

* Testa o cubierta: Es el constituyente externo de la semilla, se toma muy en cuenta su forma y color a la hora de ser escogida por el consumidor. De acuerdo a su constitución fisicoquímica (ver Fig. 5), si está cubierta es gruesa y con mucha fibra, la semilla se impermeabiliza retardando los procesos de germinación y endureciéndola lo que causa un detrimento económico y culinario (ver Fig. 4.6).

El color está correlacionado con la cantidad de taninos, siendo las más oscuras las que más presentan este factor antinutritivo, que se trata

de eliminar principalmente con la búsqueda de variedades adecuadas.

* Hilo o cicatriz: Areola de la superficie del rudimento seminal y del epispermo, dejada por el funículo el cual conecta la semilla con la placenta. También es un carácter que puede ser utilizado en la identificación varietal, sobre todo en caso de mancha alrededor de éste (ver Fig. 4.5).

* Micropilo: Apertura a modo de canalículo que dejan en el ápice los tegumentos en la cubierta de la testa, por allí ocurre la penetración del tubo polínico para la fertilización (porogamia) y se realiza la mayor parte de la absorción de agua (ver Fig. 4.1).

Las semillas pueden presentar gran variedad en colores; por ejemplo, blanco, negro, rojo, amarillo, bayo, azufrado, rosa, café, gris y bicolor; en formas como en el caso de las redondas, ovaladas, cuboides, reniformes y truncadas; y en dimensiones: longitud, grosor y anchura.

Diversos estudios muestran que el aspecto morfológico es de suma importancia en el mejoramiento de frijol. Una estructura adecuada de la planta junto con características fisiológicas que favorezcan una mayor productividad, sin duda contribuyen a maximizar los rendimientos de cultivares.

1.3- CLASIFICACION BOTANICA

El frijol común pertenece a :

- ORDEN: Rosales
- FAMILIA: Leguminosae (o Fabaceae)
- SUB-FAMILIA: Papilionoideae (o Faboideae)
- TRIBU: Phaseolae
- SUB-TRIBU: Phaseolinae
- GENERO: Phaseolus
- ESPECIE: vulgaris

El género Phaseolus es muy homogéneo; se separa de los otros por caracteres tales como:

- Presencia de tricomas uncinulados.
- Bracteolas florales persistentes al menos hasta anthesis.
- Ausencia de glándulas extraflorales sobre el raquis.
- Estandarte simétrico.
- Estilo enrollado espiralmente (1.5 a 2 vueltas).
- Estilo caduco.
- Vainas no tabicadas, no septadas.

De acuerdo con Marechal et al (1978), dentro del género Phaseolus, Phaseolus vulgaris, L, pertenece a la sección Phaseolus, junto con otras especies entre las cuales se encuentran las otras tres especies cultivadas (Phaseolus coccineus, Phaseolus acutifolius y Phaseolus lunatus).

Entre los caracteres más distintivos, que se han utilizado para la división intragenérica, están:

- Pedicelos más largos que el cáliz.
- Lóbulos del cáliz más largos aún que el tubo.
- Bracteolas siempre presentes.
- Muchas rayas difusas en el estandarte.
- Uña corta del estandarte.
- Longitud de alas siempre superiores a las del estandarte y la carena (quilla).

En base a lo anterior, se han separado tres secciones dentro del género Phaseolus: Phaseolus, Alepidocalix, y Minkelersia.

La sección Leptospron se consideró antiguamente dentro de este grupo, pero fue transferida a Vigna, siempre resultó un problema distinguir entre Phaseolus y Vigna; en tiempos recientes, sin embargo, diversos estudios han ayudado a su separación, por medio de diferencias estructurales, como son el tipo de estípula, la quilla espiralada y por diferencias en constitución del grano de polen (Vedcourt, 1970; Baudet, 1977; Marechal, 1988).

1.4- NOMENCLATURA

La especie Phaseolus vulgaris recibe diversos nombres. En Hispanoamérica el nombre más difundido es el de frijol, que es empleado desde México a Panamá y en casi todas las Antillas, incluyendo algunas regiones de Ecuador, Bolivia y parte del Perú.

También es llamado frisol y fréjol, en regiones de Colombia y Ecuador, respectivamente y frejol en Perú y Chile. En América del Sur, recibe distintos nombres por ejemplo, en Argentina, Uruguay, Chile y Bolivia, se denomina "poroto", palabra derivada del Quechua y en Venezuela "Caraota", nombre posiblemente derivado de la tribu que se estableció entre los ríos Sinú y Atrato, en la Cuenca del río León contigua a la Costa Atlántica de Colombia (Voyses, 1983).

Es común el nombrar con el término de frijol a otras especies del mismo género y aún a otras pertenecientes a la misma familia (Voyses, 1983).

En España el nombre más usado es el de judías, y en vista de su gran popularidad, cada región les da un nombre diferente, entre ellos el de alubia (palabra árabe que designaba a Vigna unquiculata); bachocha,

bachoqueta, bajoca, caparrón (para frijol seco), caragilate, de careta, chicharro, fasol, faséolo, fresol, fríjol, frijón, frísol, haba blanca, habichuela (para vainas verdes y secas), judiera, judihuela, judihuelo, judiñón (para variedades de semillas grandes), mochetas (para frijol seco), pochas (La Rioja), alubia Tolosana (País Vasco) y fabas o fabes en Asturias (Mateo Box, 1961; Leatherdale y Gabrao, 1982; Moreno, et al, 1985).

1.5- ESPECIES RELACIONADAS

Las especies más importantes como cultivo alimenticio, son cuatro, siendo Phaseolus vulgaris la más cultivada a nivel mundial y siguiéndole en importancia Phaseolus coccineus L (frijol ayocote, patol, chamacuero, shashana, tacahuaquet, botill), Phaseolus lunatus L (frijol lima, comba, patashete, ishuet y huet) y Phaseolus acutifolius Gray (frijol tepary y escomites). Algunos autores incluyen a Phaseolus polyanthus, pero esta se considera subespecie de Phaseolus coccineus (Baudet, 1978; Bliss, 1980; Debouck, 1988).

Estas especies fueron domesticadas en tiempos precolombinos. Sus rangos de hábitat, distribución geográfica y parentesco han sido descritos por diversos autores (Kaplan, 1965; Evans, 1976; Smartt, 1985), su hibridación interespecífica también ha sido revisada (Smartt, 1970; Huel and Scoles, 1985).

El número de cromosomas de estas cuatro especies es de $2n = 2X = 22$ (Karpechenko, 1925; Yarnell, 1965; Goldblatt, 1981). Las características morfológicas de la mayoría de los pares cromosómicos de las diferentes especies, son similares en su reducido tamaño, lo que les hace difíciles de identificar con técnicas convencionales (Marechal, 1970; Sarbhoy, 1977; Haq et al 1980). Entre Phaseolus vulgaris y Phaseolus coccineus,

los cromosomas son similares, muy pequeños y presentan baja frecuencia de quiasmas, la diferencia estriba en que Phaseolus coccineus tiene un par de cromosomas más pequeño que el par más pequeño de Phaseolus vulgaris, L.

Estas cuatro especies, presentan similitud en muchos de sus caracteres morfológicos como son hojas, frutos y semillas lo que dificulta su identificación, más aún si se refiere a especies silvestres. Entre los caracteres morfológicos que más se utilizan para diferenciarlas están:

- Posición de los cotiledones en la plántula.
- Caracteres morfológicos del segundo par de hojas simples.
- Tamaño de las brácteas del cáliz en relación al tamaño de sépalos.
- Caracteres de la base del filamento del estambre (forma de aleta o semiesfera).
- Caracteres morfológicos del estigma: (forma y posición), en el estilo.

En la Tabla 5 y en la Figura 6, se pueden observar las diferencias antes expuestas.

Phaseolus vulgaris es la que posee más amplia distribución geográfica, perteneciendo a ella el 90 % del género Phaseolus que se cultiva a nivel mundial.

Cuando los cruzamientos intraespecíficos en Phaseolus vulgaris, han alcanzado un éxito relativo a la resistencia de plagas y enfermedades, a adaptación a medios hostiles u otro objetivo buscado se ha recurrido a la hibridación interespecífica. (Hucl y Scoles, 1985).

Los trabajos de hibridación han permitido precisar afinidades entre especies, esto facilita la labor del mejorador, ahorrando en tiempo y dinero al saber qué cruzamientos serán más factibles, así como la viabilidad y fertilidad de la descendencia, y la posibilidad de segregación y transferencia de genes.

Entre las especies vecinas el complejo más próximo es el formado por Phaseolus vulgaris - Phaseolus coccineus, siendo su índice de similaridad del 80 al 91%. Entre las especies comprendidas dentro del grupo de Phaseolus coccineus tenemos: Phaseolus obvallatus, Phaseolus formosus, Phaseolus polyanthus, Phaseolus glabellus, y un poco más distante Phaseolus augustus.

Dentro de este complejo, Phaseolus polyanthus es el que mayor proximidad presenta con Phaseolus vulgaris (Le Marchand, 1971; Marechal, 1971).

Lamprecht (1941), mostró claramente que no todas las características dentro de un híbrido interespecífico pueden ser recombinadas libremente; por ejemplo en cruzamientos de Phaseolus coccineus X Phaseolus vulgaris, caracteres como: tipo de cotiledón hipógeo y posición del estigma de Phaseolus coccineus, (Manshardt y Basset, 1984) no pueden ser introducidos en Phaseolus vulgaris, mientras que otros caracteres como son el hábito de crecimiento y el tipo de inflorescencia sí lo pueden ser.

Las barreras de esterilidad parecen complejas Smartt (1970) sugiere que estas podrían deberse a la diferenciación estructural de los cromosomas.

A menudo Phaseolus vulgaris y Phaseolus coccineus, crecen en áreas contiguas, por lo que pueden haber ocurrido hibridaciones a lo largo del tiempo de forma natural. Es en estas dos especies donde más cruzamientos se han efectuado, usando principalmente a Phaseolus vulgaris como

progenitor femenino (Fouilloux, 1985). El cruce inverso no ha dado buenos resultados, sin embargo recientemente con la aplicación de sustancias nutritivas en el estigma o el uso de cultivo in vitro rescatando los embriones se han conseguido híbridos viables (Smartt, 1970; Shii et al, 1980; Castagnaro, 1988).

La diferencia fundamental en estas dos especies es que mientras que en Phaseolus vulgaris se da un fenómeno de cleistogamia que aseguran la autopolinización, Phaseolus coccineus, es alógama y se da un alto porcentaje de polinización cruzada (Quagliotti et al, 1983).

La posición taxonómica de Phaseolus acutifolius es intermedia en índice de similaridad al complejo vulgaris - coccineus, con un 80 a 83%, siendo más difícil de cruzar. Con respecto a Phaseolus lunatus, es la especie más lejana con un índice de un 75% a 81% y el cruzamiento sólo es factible mediante técnicas especiales.

Analizando la diversidad genética de la especie el clasificar el material de acuerdo a las afinidades anteriormente expuestas, nos permite dividir el material disponible en tres grupos, atendiendo a la clasificación de Harlan y de Wet (1971), Marechal (1988) propone los siguientes grupos o acervos genéticos.

G.P.1 o complejo genético primario. Es el conjunto de toda la diversidad genética susceptible de ser explotada para el mejoramiento de la especie. A este grupo pertenecen aquellas poblaciones que no tienen barreras naturales de orden biológico que impidan el libre intercambio de genes. Incluye formas silvestres y cultivadas del frijol común.

G.P.2. o complejo genético secundario: Incluye poblaciones del complejo vulgaris-coccineus. El cruzamiento se da menos fácil, aunque han habido algunas hibridaciones naturales y si se usa Phaseolus vulgaris como femenino, los híbridos son fértiles.

G.P.3. El cruzamiento es más difícil, puesto que las especies están más lejanas, entre ellas se incluirían Phaseolus acutifolius, Phaseolus lunatus y otras, para las que se requieren técnicas especiales, tales como el rescate de embriones por cultivo in vitro y otras (ver Tabla 6).

1.6- ORIGEN Y CENTRO DE DOMESTICACION

Es de gran importancia para la mejora el explorar el centro de origen del cultivo y sus áreas principales de diversificación (Vavilov, 1931; Harlan, 1971, 1975; Wittmack, 1988).

Sobre el origen y evolución del frijol, Brucher (1968) cita opiniones bastante contradictorias: a Linneo (1753), se debe el reconocimiento de Phaseolus vulgaris a nivel de especie, y creyó que su origen era asiático, y que la India era su Centro de dispersión. De Candolle (1964), primeramente piensa en que su centro de origen era Asia occidental, pero tras las excavaciones de Ancona en Perú, en las que Wittmack encuentra semillas de Phaseolus vulgaris y de Phaseolus lunatus juntas, considera que el frijol es originario de América. Vavilov (1931), establece como sus centros de origen a los centros VII y VIII, correspondientes a Mesoamérica y América del Sur, respectivamente. Muchos otros autores atribuyeron su centro de origen a Asia; sin embargo los estudios de Marechal et al (1.978), y de Verdcourt (1970), han separado a los frijoles asiáticos de los americanos e incluyen a los primeros actualmente dentro del género de Vigna.

Hay consenso en que su origen y primera diversificación ocurrió en América, pero aunque ha sido difícil localizar el centro de origen definitivo, gracias a las evidencias que proveen los caracteres botánicos, arqueológicos y bioquímicos, como es la determinación de la constitución de la proteína de la semilla, por medio de electroforesis,

se ha aceptado la teoría de un origen múltiple e independiente para el frijol (Gepts et al, 1986; Debouck, 1986c; Debouck and Thome, 1988).

Los descubrimientos recientes de frijol silvestre permiten ver el amplio rango de distribución geográfica en América, que es el único continente en que estos han aparecido. Entre estos hallazgos se pueden citar: *Phaseolus*

México : Miranda, 1967; Gentry, 1969; Nabhan, 1985.

Guatemala: Mc.Bryde, 1945; Debouck, 1986a.

Honduras: Burkart and Brücher, 1953.

Costa Rica: Debouck et al, 1988.

Colombia: Gepts and Bliss, 1986.

Venezuela: Berglund-Brücher, 1967.

Perú: Berglund-Brücher and Brücher, 1976; Debouck, 1986b, 1987; Debouck y Thome, 1988.

Bolivia: Berglund-Brücher, 1967; Debouck, 1988.

Argentina: Burkart and Brücher, 1953.

El haber sido hallado en Costa Rica y Colombia permite ver que la distribución del frijol silvestre es continua desde Chihuahua en México hasta San Luis de Argentina (Nabhan, 1985; Burkart and Brücher, 1953). En México las formas silvestre se han recolectado en el centro oeste a altitudes que van de los 500 a los 1800 metros, mientras que en las laderas de las cordilleras de los Andes van de los 1500 a los 2800 metros de altura (Brücher, 1968, 1988). La dispersión es de más de 5000 km.

Existe controversia en cuanto a la sistemática empleada para el frijol silvestre, considerándole algunos autores a nivel de especie y otros de subespecie. He aquí los principales nombres que se encuentran en la literatura:

Phaseolus aborigeneus (Burkart and Brücher, 1953)

Phaseolus aborigeneus Burk (Berglund-Brücher and Bücher, 1976)

Phaseolus aborigeneus var hondurensis. Burk

Phaseolus vulgaris forma aborigeneus Burk (Burkart and Brücher, 1953)

Phaseolus vulgaris. ssp. aborigeneus Burk (Kloz et al, 1966)

Phaseolus vulgaris, L (Gentry, 1969)

Phaseolus vulgaris, var. aborigeneus (Baudet, 1977)

El nombre de Phaseolus vulgaris es un nombre ambiguo para ser usado tanto en especies silvestres, escapadas, cultivadas, como en variedades primitivas. La población silvestre de América del Sur se distingue formalmente como Phaseolus aborigeneus (Kaplan, 1981) y de acuerdo con Gentry (1969) es verdaderamente silvestre.

Miranda, (1967) y Gentry, (1969), sugieren que al menos una de las formas cultivadas evolucionó en la región Mesoamericana en el área México-Guatemala, donde se ha venido cultivando desde hace más de 4000 años, según los datos arqueológicos encontrados en las cuevas de la Región de Ocampo en Tamaulipas (Kaplan, and Mc Neish, 1960) y en las cuevas de Coxcatlán, Puebla (Mc. Neish, 1964). En la Tabla 7, se puede observar el registro arqueológico de algunos de los hallazgos del frijol silvestre.

Los sucesos de domesticación tuvieron lugar hace por lo menos unos 10000 años con diferentes poblaciones silvestres de frijol; la gran diversidad de condiciones ecológicas en las diferentes regiones agrícolas, han permitido a la especie alcanzar una gran variabilidad genética, debida a mutaciones espontáneas, a recombinaciones génicas y a la selección (Miranda, 1966a y Debouck and Thome, 1988).

Basándose en los hallazgos arqueológicos de semillas de mayor tamaño que las silvestres, tanto en América Central como en América del Sur datadas hace unos 7000 años. A.C y que en ambas regiones se han encontrado formas silvestre, Kaplan (1981) considera que los orígenes han podido ser independientes y se basa en dos características relevantes que son:

- (1) Extensa diversidad regional.
- (2) Relativo gran tamaño de las semillas.

(1) En el primer caso, la diversidad se manifiesta en un gran número de variedades primitivas en su mayoría indeterminadas, más que determinadas, que presentan diferentes colores, patrones y formas de semillas. La fuerte tendencia a la autopolinización y la cleistogamia preserva esta diversidad una vez establecida. La mezcla varietal es un aspecto de dicha diversidad y ha sido producto de la domesticación indígena; todavía se puede observar en colecciones de mercados en regiones altas de Sur América y Mesoamérica. Estas mezclas generalmente están compuestas de 4 ó 6 cultivares distintos o de variedades primitivas que se han cultivado juntas y que son vendidas como mezclas. Kaplan (1967), cita el hallazgo de una mezcla encontrada en Tehuacán, Valle de México (1000 años a.C). El tiempo y la estabilidad exhibida por estas mezclas, sugiere que el efecto de las fuerzas selectivas externas son las responsables de la coexistencia de sus componentes.

En las tierras altas de Mesoamérica y Sudamérica, las mezclas varietales de plantas indeterminadas se siembran en asociación con maíz.

Esta diversidad regional, incluye variación en el hábito de crecimiento, días a floración, días a maduración, fibrosidad de la vaina y muchos otros caracteres de importancia agronómica.

(2) El segundo carácter usado en la búsqueda del centro de origen es el tamaño y la forma de la semilla, quizá por ser este uno de los caracteres más fácilmente distinguibles y por ser la principal evidencia arqueológica. El tamaño de la semilla se considera debido a un sistema poligénico, que envuelve diferentes loci, para todas las dimensiones posibles (Frets, 1951).

Hay dos posibles fuentes que pueden intervenir genéticamente en el aumento de su tamaño y estas son:

- a- Hibridación entre especies relacionadas mediante polinización natural.
- b- Variabilidad genética dentro de las poblaciones locales de la misma especie.

En el primer caso pudo haber ocurrido introgresiones naturales de genes de Phaseolus coccineus, de mayor tamaño de semilla dentro de algunas razas de Phaseolus vulgaris (Freitag, 1955). Wall (1969) ha comprobado que la polinización cruzada puede facilitar este flujo de genes. Por otra parte, Bassiri y Adams (1978) en un estudio isoenzimático encuentran que cultivares de frijol común muestran bandas electroforéticas que parecen ser compuestas de Phaseolus vulgaris y de Phaseolus coccineus silvestre. En Mesoamérica sí puede ser probable que Phaseolus coccineus haya influenciado en el tamaño de la semilla, pero esto no puede haber ocurrido en América del Sur, donde el Phaseolus coccineus (= Phaseolus multiflorus Willd), no se ha encontrado en forma silvestre, ni en hallazgos arqueológico.

El segundo caso corresponde a aquellas hibridaciones intraespecíficas, entre los distintos genotipos para aumentar la variabilidad dentro del sistema poligénico que lo controla el tamaño de la semilla. La selección para gran tamaño pudo ocurrir en ambas regiones

como resultado de prácticas de selección y por el tipo de sistema de monocultivos.

Entre las características que se han modificado durante la domesticación tenemos:

Frijol silvestre

- Hábito trepador y tallos débiles.
- Tamaño de hojas pequeño.
- Tamaño de flor pequeño.
- Vaina pequeña.
- Dehiscente, con mucha fibra.
- Tamaño de semilla menor de 15 g/100 semillas.
- Color gris, negro y tierra.
- Poca permeabilidad al agua
- Sensible al fotoperíodo.

Frijol cultivado

- Hábitos determinado, determinado erecto, indeterminado e indeterminado trepador.
- Tamaño de hojas medio y grande.
- Tamaño de flor medio y grande.
- Vaina de pequeña a muy grande.
- Indehiscente, reduce la cantidad de fibra.
- Tamaño de semilla mayor de 40 g/100 semillas.
- Gran variación en colores.
- Mayor permeabilidad al agua.
- Desde sensible al fotoperíodo a neutro.

El hábito de crecimiento se ha modificado con la domesticación debido a la gran diversidad de ambientes naturales y culturales donde se ha cultivado, teniendo en cuenta que del tipo de porte puede depender el coste del cultivo, su productividad y la mano de obra necesaria.

En busca de una mejor adaptación a la cosecha mecánica se ha seleccionado por ideotipos con porte de planta reducido, poco número de nudos, mayor grosor del tallo, para evitar el volcamiento y poder

soportar el peso de la parte aérea muy densa por el aumento de tamaño de sus partes constitutivas (Adams, 1973).

También se ha modificado su constitución química en los siguientes aspectos:

- Pérdida de sabor amargo producido por alcaloides y glúcidos cianogénicos.
- Bloqueo de la síntesis de taninos, en formas que se caracterizan por el color blanco de la flor.

Durante la cocción se destruyen las sustancias tóxicas más perjudiciales, a excepción de los producidos por flatulencias. También se ha pensado mejorar en contra de las fitohemaglutininas pero no se sabe las repercusiones que se pueda tener en producción (Cubero, 1983).

1.7- ESTUDIOS DE VARIABILIDAD

Basándose principalmente en las diferencias morfo-agronómicas en los centros primarios de domesticación, Evans (1973, 1976, 1980) agrupa en cinco razas la diversidad existente tomando en cuenta el tamaño de las semillas, que es pequeño en Mesoamérica y grande en Sudamérica. Tomó en cuenta también los hábitos de crecimiento; sin embargo, junto en la raza 1 tipos volubles de semilla grande y pequeña de Mesoamérica y de América del Sur, por lo que quedaron importantes grupos de semilla mediana sin clasificar. Los estudios de Vanderborght (1987), establecen cuatro grupos naturales tanto para Mesoamérica como para Sudamérica, basándose en los cuatro hábitos de crecimiento. Actualmente entre los estudios de variabilidad que más información están brindando al mejorador del frijol, están las teorías de las razas y los acervos genéticos que han sido propuestas por Singh et al (1988) y Singh (1989), respectivamente. Estos

estudios se basan en los dos Centros, el Mesoamericano y el Andino, que presentan gran diferencia en muchos de sus caracteres por su alejamiento geográfico, mostrándose diferencias principalmente en su tipo de faseolina, lo que se ha utilizado para dilucidar sus centros de origen y de domesticación. Entre las principales características que diferencian los dos Centros tenemos:

CARAC. SILVESTRES	MESOAMERICA	SUDAMERICA
-Foliolo central	ovalado.	rombohédrico, alargado.
-Tamaño de la bracteola	grande.	pequeña.
-Forma bracteola	oval ancha.	delgada, alargada o lanceolada.
-Base del estandarte	con rayas difusas de color morado o rosas en la base.	uniforme.
-Inflorescencia	Nudos múltiples.	menos nudos.
-Patrones de faseolina	"S", "Sb", "Sd", y "B".	"T", "C", "H", "A", "I", "J".
-Isozimas	"Rbcs f", "Skdh f", Me f, Me m, Diap-1 s, Lap-3s.	"Rbcs s", "Skdh S", "Me s", "Diap-1f".

CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS:

CARACTER	MESOAMERICA	SUDAMERICA
-Tricomas de la hoja	Escasos y pequeños	Densos y grandes
-Posición pico vaina	Sutura dorsal (Posición terminal)	sutura dorsal y ventral(Pos.media)
-Tamaño de la semilla	Pequeño y mediano	Mediano y grande
-Forma de la semilla	Elíptica, romboidea y redonda.	cilíndrica, oval, arriñonada y redonda.

La variabilidad que presenta esta especie en sus Centros de origen sigue un patrón de distribución de acuerdo a los distintos ambientes naturales y sistemas de cultivo que ocurren en dichas áreas, proponiéndose seis razas (Singh et al 1988) y diez acervos genéticos (6 mesoamericanos y 4 sudamericanos; Singh, 1989).

Entre las seis razas propuestas por Singh et al (1988), tres corresponden a Mesoamérica y tres a Sudamérica. Entre las mesoamericanas, tenemos:

1-RAZA MESOAMERICA (M): Son de tierras bajas y son las de más popularidad en latinoamérica cultivándose más de 6 millones de hectáreas.

El tamaño de sus semillas es pequeño, con menos de 25 g/100 sem., de formas elípticas, arriñonadas y redondas. De diversos colores: negros, crema, beige y rojo, generalmente no presenta moteados, ni rayas. Los patrones electroforéticos predominantes son "S", "Sb" y "B".

En esta raza hay gran diversidad en cuanto al hábito de crecimiento, presentándose los cuatro tipos de acuerdo a su adaptación ambiental, cada hábito corresponde a los acervos genéticos 1, 2, 3 y 4. (Singh, 1989).

2-RAZA DURANGO (D): Son de tierras altas y semiáridas de México y suroeste de Estados Unidos. Ha sido utilizada para mejorar el rendimiento de otras razas y acervos (Nienhuis and Singh, 1988), y es fuente de precocidad. El hábito de crecimiento es del tipo III y se siembra ya sea como monocultivo, o en asociación con maíz.

Posee vainas aplanadas de tamaño medio. Sus semillas son de 4 a 5, son medianas, de forma aplanada, romboide y de colores beige, rosa, negro, y suelen presentar dibujo, siendo muy frecuente el patrón con color de fondo verde oscuro, pardo, rosado y otros.

Esta raza corresponde con el acervo genético 5 (Singh, 1989).

Los tipos de faseolina que predominan son "S" y "Sd".

3-RAZA JALISCO (J): Son de tierras altas y húmedas de México y Guatemala. Se encuentran altos niveles de resistencia a roya, antracnosis, mancha angular y es sensible al fotoperíodo. Su hábito de crecimiento es indeterminado y voluble tipo IV y pueden alcanzar más de tres metros, cultivándose en asocio con maíz y se corresponde con el acervo genético 6. El número de semillas es de 5 a 8, son medianas y de forma redonda oval y alargada, su color y tipo de dibujos es similar a los de la raza D. Llevan patrón de faseolina "S".

Entre las razas sudamericanas se encuentran:

4-RAZA NUEVA GRANADA (N): Es propia de regiones de alturas intermedias, por ejemplo en las regiones cafetaleras de Colombia y Ecuador. Sus cultivares son los que presentan mayor amplitud de adaptación, se ha encontrado resistencia al virus del mosaico común, y al del mosaico amarillo, aunque se ha dado poca importancia al rendimiento per se. Presenta los hábitos de crecimiento I, II y III. Las semillas son de tamaño mediano y grande (>40 g/100 semillas), de forma arriñonada, ovals y cilíndricas, de colores rojo, rosado, beige, blanco

y crema pudiendo presentar dibujos en estos casos principalmente de color rojo o morado. Los patrones de faseolina predominantes son del tipo "T". Esta raza se corresponde con los acervos genéticos 7 y 8 (Singh, 1989)

5- RAZA CHILE (C): Se encuentra en zonas bajas, relativamente más secas a altitudes inferiores en el sur de los Andes (Bolivia, Chile y Argentina). Se ha encontrado resistencia a virus de mosaico común y del mosaico amarillo, para maximizar potencial de rendimiento, tolerancia a sequía, precocidad, y adaptación a la mecanización. Gran variabilidad de su germoplasma se encuentra en Turquía, España, Portugal, Italia y Africa. Presenta hábito de crecimiento III y raramente un tipo II y se corresponde con el acervo genético 9 (Singh, 1989).

Las semillas son medianas o grandes, de 3 a 5 por vaina y de formas redondas u ovals lo que las distingue de la raza durango con la que se presentan similitudes morfológicas. Estas son de diversos colores y pueden presentar dibujo en su cubierta, siendo este principalmente de color rojo o morado, es característico también un tipo de dibujo en forma de anillo o mancha alrededor del hilo, que puede ser más o menos extenso.

Los patrones de faseolina más comunes son: "C" y "H".

6-RAZA PERU (P): Se encuentra principalmente en los altiplanos de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia.

Son muy sensibles al fotoperíodo y presentan hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV y se corresponden con el acervo genético 10.

Las semillas son principalmente grandes, ovals u redondas, de características parecidas a las de las razas N y C. Se encuentran los tipos "T", "C", "H", y "A", de faseolina.

Singh (1989) propone además los acervos 11 y 12, los cuales son considerados como producto de la mejora; el primero es un tipo arbustivo

determinado, mejorado en cuanto a caracteres de calidad para conserva, sus vainas son sin fibra, planas y redondas (8-30 cm), carnosas y jugosas, verdes o amarillas y se consumen como vaina fresca. Es el conocido "nuñas" y se ha seleccionado para ausencia de hebra. (Atkin, 1963; Drijfhout, 1988 Singh, 1989). El acervo 12 es similar en las características de vaina al acervo 11 y se conoce como "frijol de palo" en Estados Unidos y Europa, sus vainas son más largas y planas, su cultivo esta decreciendo en los últimos años y actualmente se siembra solo en pequeñas parcelas en Portugal y Turquía.

Entre las variedades primitivas y los cultivares de cada acervo genético hay menor variación para el rendimiento para los componentes de producción y para otros caracteres agronómicos que la que hay con respecto a los otros acervos génicos. Gepts y Bliss (1985) y Singh y Gutiérrez (1984) reportan que se presentan incompatibilidades e híbridos F1 enanos por la complementaridad genética dominante entre algunos cruces provenientes de cultivares de semilla pequeña (acervos génicos 1, 2 y 3), con cultivares de semilla grande de los acervos genéticos 7, 8 y 9).

1.7.1- Migraciones del frijol común y sus consecuencias genéticas posteriores.

Hay evidencias de que dentro de Mesoamérica hubo gran intercambio comercial entre las poblaciones indígenas por lo que se puede explicar la gran difusión de frijoles tropicales negros (Soustelle, 1979).

Los contactos existentes entre Colombia, Panamá y Costa Rica, en tiempos precolombinos podrían explicar la difusión del tipo de faseolina "B" (Gepts y Bliss, 1986 y Singh, 1989).

Estas culturas precolombinas al estar obligadas a rendir tributos al Imperio Azteca, han intercambiado gran cantidad de material con lo que se contribuyó a la gran difusión de cultivares de faseolina "S" en mesoamérica. (Gepts et al, 1986; Gepts, 1988).

Lo mismo ha sucedido con Sudamérica en donde se indican contactos culturales entre Perú, Colombia y quizás también con mesoamérica (Pickersgill y Heiser, 1978). La presencia de cultivares con faseolina "T", en el sur de Colombia, indica la introducción desde el sur de los Andes donde este tipo es común, tanto en formas silvestres, como en variedades criollas (Gepts et al, 1986; Singh, 1989; Koenig and Gepts, 1989a, 1989b, Koenig et al, 1990).

Recientes análisis bioquímicos de patrones de variación electroforética de la proteína de la semilla (faseolina), han proporcionado evidencia adicional en el sentido de que los Andes meridionales han sido centro de domesticación del frijol. En los cultivares tradicionales de semilla grande, se han identificado varios tipos diferentes a los de Colombia y Mesoamérica. Por medio del análisis con el sistema SDS/PAGE del germoplasma de frijol silvestre proveniente de Perú y Bolivia, se vio que se presentaban los mismos tipos de faseolinas hallados en razas nativas cultivadas de esa zona, siendo los más frecuentes los tipos "T", "C", y "H", con excepción de la faseolina "A". Se presentó una gran frecuencia de faseolina "H" en Cuzco, además se han hallado tipos nuevos de faseolina en Perú meridional "K" y en Bolivia ("To" y "TA"), no identificados aún con razas nativas, lo que sugiere un efecto fundador en la domesticación de esta zona. La evidencia definitiva de si hay más de un centro de domesticación, se deberá buscar en estudios de perfil de isozimas o análisis de ADN mitocondrial (Thome, et al, 1988).

En Europa y Africa las vías de diseminación se han estudiado por diversos autores (Martín y Adams, 1987; Gepts y Bliss, 1988 ; Lioi, 1989). En el estudio realizado por Gepts y Bliss, 1988; los tipos de faseolina que encontraron en mayor proporción en 109 muestras de la Península Ibérica, son "C", "T" y "S" y el tipo "H", en un porcentaje de 43, 30, 26 y 1% respectivamente. El tipo "C" pudo venir de Sudamérica perteneciente a la raza Chile o haber más bien sido introducidos a sudamérica de Europa. Para discernir este dilema se requiere de estudios más fiables como los usados por Khairallah y Adams (1988) mediante el análisis del ADN mitocondrial, usando la técnica de polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción (RFLP). Los tipos "T" y "C", de vaina verde, pueden haber sido introducidos de Brasil, de la Península Ibérica o del oeste de Europa. Los cultivares "T" y "C", presentan semillas más grandes que el tipo "S" o mesoamericano (Gepts et al., 1988).

En España la variabilidad del frijol común que se presenta es grande. Puerta Romero (1949, 1961) hace una clasificación de los tipos y variedades comerciales más importantes de Phaseolus vulgaris en España; se basa en caracteres morfoagronómicos en especial forma, tamaño y color del grano. Llega a caracterizar 247 variedades, constatando que cada zona española tienen su judía particular y una mayor homogeneidad en sus variedades por venirse cultivando desde hace muchos años y con las mismas prácticas culturales (Mateo Box, 1961).

De todos estos estudios que se han realizado con el fin de evaluar y conocer la variabilidad disponible, se ha podido confirmar que España es un centro de diversificación de esta especie; se requiere evidentemente, más estudios a nivel electroforético para esclarecer los tipos de razas predominantes y sus orígenes, para así facilitar el trabajo del mejorador a la hora de realizar cruzas compatibles.

El objetivo de este trabajo es determinar la variabilidad existente del Phaseolus vulgaris, L. en España y las relaciones de proximidad de sus poblaciones, por medio de métodos cuantitativos uni y multivariantes, estableciendo los acervos genéticos predominantes.

MAT

MATERIAL Y METODOS

2.1- COLECCION

Se estudiaron las poblaciones pertenecientes a la especie L.H.L.A., Madrid. Para el estudio se seleccionó un lote básico de 125 plantas. Las poblaciones se encuentran en la zona norte de la provincia de Segovia, en la agroclimática de cultivo de estas poblaciones y que de ellas se seleccionó a las condiciones de su ciclo de vida y estructura.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia comprende los años 1988 y 1989. Se utilizaron parcelas de 10 metros cuadrados, con un sistema de riego por goteo. Se aplicó un abonado mineral y se controló la presencia de plagas y enfermedades.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1- COLECCION ESTUDIADA Y METODO DE CULTIVO:

Se estudió una colección de Phaseolus vulgaris, L. (frijol, judía), perteneciente al Banco Nacional de Germoplasma en Alcalá de Henares, del I.N.I.A., Madrid. En este centro existen una 1.100 muestras, de ésta especie. Para conocer la variabilidad existente, se eligió un conjunto básico de 125 muestras para su evaluación, caracterización y descripción. Las poblaciones se eligieron principalmente entre las pertenecientes a la zona norte de España, porque al presentar esta zona las condiciones agroclimáticas más favorables para este cultivo, es donde mayor tradición de cultivo y más diversidad se presenta. Es conveniente indicar que 25 de estas poblaciones fueron testigos enviadas por el C.I.A.T. (Colombia), y que de ellas se tuvieron que sustituir algunas por no estar adaptadas a las condiciones ambientales donde se llevó a cabo el estudio debido a su ciclo de cultivo excesivamente largo. En la Tabla 8 se muestra la estructura del conjunto de poblaciones estudiadas.

La siembra se realizó en los terrenos pertenecientes al Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa, Asturias, en la época comprendida entre los meses de mayo a noviembre de los años 1986, 1987, 1988 y 1989. Se usó un sistema de entutorado con malla de plástico de 2 metros de alto y con cuadros de 15 x 15cm. Se llevó a cabo un abonado presiembra con estiércol vacuno y se adicionó posteriormente abono mineral NPK (36-72-108). La escarda se realizó manualmente y se desinfectó la semilla con insecticida (Lindano) y fungicida (TMTD), para prevenir la mosca y los hongos del suelo respectivamente. También se aplicó fungicida (Benomil), durante la etapa de prefloración y

insecticidas contra pulgones (fosalone o malation) y contra gorgojos (fosfuro de magnesio, fotoxin, fenithotrion o cipermetrina).

Cada muestra se sembró en una parcela constituida por surcos dobles de 1.50 metros de largo, se sembró dos semillas por golpe cada 15 cm; la distancia entre surcos fue de 30 cm y entre parcelas de 50 cm, con una dimensión total por parcela de 43x6 metros. De cada población se sembró un total de 40 semillas (20 por surco) y posteriormente se realizó un aclareo, dejando las 20 más vigorosas.

2.2. DESCRIPCION CLIMATOLOGICA

El control de las temperaturas máximas, mínimas y medias, de los valores máximos y mínimos del mes y sus oscilaciones extremas, así como la precipitación, el número de los días de lluvia, y el de los de máxima precipitación, para los meses comprendidos en este estudio, se pueden ver en la Tabla 9.

2.3. Caracteres estudiados

Los caracteres empleados fueron los propuestos en el Descriptor de Phaseolus vulgaris, L. elaborado por el International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1982). Para ello se escogieron 10 plantas por población, se etiquetaron y se evaluaron.

2.3.1. Caracteres cuantitativos

Los caracteres estudiados fueron los siguientes:

a) Caracteres fenológicos de ciclo:

1-Fecha de nascencia: Número de días de la siembra, al 50% de plantas brotadas.

2-Fecha de floración: Número de días al 50% de floración de la población.

3-Fecha de fin de floración: Número de días al 50% de plantas sin flor.

4-Fecha de maduración: Número de días al 50% de plantas en madurez fisiológica.

b) Caracteres de hoja:

5-Longitud del foliolo (cm): Medido en el foliolo terminal de la tercera hoja trifoliada desde la base al ápice de la hoja, (media de 10 plantas).

6-Ancho del foliolo (cm): Medido en 10 plantas a lo largo de los extremos laterales del foliolo terminal.

c) Caracteres de flor:

7-Longitud de flor (cm): Promedio de la longitud total de 10 flores, medidas desde el punto de unión con el pedúnculo al final del ala.

8-Longitud de bracteola (mm): Promedio de la longitud total de 10 bracteolas, medidas desde su extremo distal al proximal.

9-Longitud de cáliz (mm): Promedio de la longitud total de 10 cálices medidos desde el extremo distal al proximal.

10-Longitud de la inflorescencia (cm): Se escogió en las 10 plantas una de las primeras inflorescencias del tallo y se midió desde su extremo proximal al distal. (Promedio de 10 plantas).

11-Longitud del pedicelo (mm): Se midió en 10 plantas, desde su extremo distal al proximal del punto de unión con la flor.

12-Número de flores por inflorescencia: Media de 10 plantas examinando una inflorescencia por planta.

d) Caracteres de vaina:

- 13-Longitud de vaina inmadura (cm): Se obtuvo la media de 10 plantas al azar, entre las vainas más largas.
- 14-Longitud de vaina madura (cm): Media de 10 plantas al azar.
- 15-Grosor de vaina (mm): Media de 10 plantas al azar (inmadura).
- 16-Ancho de vaina inmadura (mm): Media de 10 plantas.
- 17-Ancho de vaina madura (mm): Media de 10 plantas.
- 18-Número de vainas por planta: Media de 10 plantas.
- 19-Longitud del pico de la vaina (mm): Medido desde el final del último lóculo al extremo distal (Media de 10 plantas).
- 20-Peso de 100 semillas (g).

e) Caracteres de semilla:

- 21-Longitud semilla (mm): Medida paralela al hilo, en 10 semillas de 10 plantas.
- 22-Ancho de semilla (mm): Medida perpendicular al hilo, en 10 semillas de 10 plantas.
- 23-grosor de semilla (mm): Medida de el lado opuesto del hilo al otro.
- 24-Número de semillas por vaina: Media del número de semillas en 10 plantas.

f) Caracteres estructurales de la planta:

- 25-Altura de planta: Media de 10 plantas.
- 26-Diámetro de la planta: Media de 10 plantas.
- 27-Número de nudos por planta: Media de 10 plantas.

2.3.2. Caracteres cualitativos

Estos caracteres han sido tomados ya que forman parte del conjunto de caracteres a tomar dentro del proyecto en que se encuadra esta tesis. Sin embargo no han sido analizados estadísticamente, por ser medidas subjetivas, algunos de ellos han sido de gran ayuda a la hora de ver las diferencias entre los grupos o razas determinadas. Entre ellos tenemos:

1-Color de hoja: 1-Verde claro, 2-Verde normal y 7-Verde oscuro.

2-Forma de hoja: 1-Triangular, 2-Cuadrada y 3-Redondeada.

3-Medida de botón: 3-Pequeño, 5-Medio y 7-Grande.

4-Color de flor: 1-Blanca, 3-Lila claro, 6-Lila normal, 7-Lila oscuro, 8-Rojo y 9-Morado.

5-Longitud de bráctea: 3-Pequeña, 5-Media y 7-Grande.

6-Forma de bráctea: 3-Lanceolada, 5-Intermedia y 7-Oval.

7-Relación bracteola/cáliz: 3-Más corta o igual, 5- Un tercio más grande y 7-dos veces más larga.

8-Color cáliz/bracteola: 1-Verde, 2-Violeta y 3-Púrpura Oscuro

9-Apertura de alas: 3-Cerradas divergentemente, 5-Medias y 7- Ampliamente divergentes.

10-Color de vaina inmadura: 1-Púrpura oscuro, 2-Rojo, 3-Estriás púrpuras en verde, 4-Estriás carmín en verde, 5-Estriás rojo pálido en verde, 6-Rosa, 7-Verde normal, 8-Verde brillante (oscuro), 9-Verde claro, 10-Amarillo oscuro, 11-Amarillo claro.

11-Persistencia de hojas: 3-Sin hojas, 5-Intermedio, y 7-Con hojas.

12-Encame: 3-Plantas rectas, 5-Intermedias y 7-Plantas volcadas.

13-Tipo de crecimiento: 1-Determinadas, 2-Guías medias y 3-Guías largas.

14-Curvatura de la vaina: 3-Recta, 5-Poco curvada, 7-Curvada y

9-Recurvada.

15-Sección de la vaina: 1-Aplanada, 2-Aperada, 3-Elíptica redondeada y

4-En forma de ocho.

16-Hebra de la vaina: 0-Sin hebra, 3-Poca hebra, 5-Hebra moderada y

7-Mucha hebra.

17-Fibra de la vaina: 3- Contráctil (vainas adheridas a la semilla) 5-Vaina

tipo cuero y 7- Vaina excesivamente dehiscente.

18-Color de vaina madura: 1-Púrpura oscuro, 2-Roja, 3-Rosa, 4-Amarilla,

5-Amarillo claro y 6-Verde persistente.

19-Patrón de la semilla: 0- Ausente, 1-Moteado, 2-Rayado estriado,

3-Mancha romboide, 4-Punteado, 5-Moteado circular, 6-Bordeado marginal,

7-Estriado ancho, 8-Bicolor, 9-Mancha bicolor y 10-Dibujo alrededor del hilo.

20-Forma de la semilla: 1-Redonda, 2-Oval, 3-Cuboide, 4-Arriñonada y 5-Truncada.

21-Venas aparentes en la semilla: 0-Ausentes y 1-Presentes.

22-Color oscuro de la semilla: 1-Negro, 2-Marrón, 3-Rojo, 4-gris de marrón a verdoso, 5-Amarillo verdoso a amarillo, 6-Crema, 7-Blanco puro,

8-Blancuzco, 9-Blanco con tintes púrpuras, 10-Verde clorofila, 11-Verde oliva, 12-Rojo, 13-Rosa, 14-Púrpura.

23-Color más claro de la semilla: 1-Negro, 2-Marrón de oscuro a pálido, 3-Rojo oscuro, 4-Gris de marrón a verdoso, 5-Amarillo verdoso a amarillo,

6-Crema, 7-Blanco puro, 8-Blancuzco, 9-Blanco con tintes púrpuras, 10-Verde clorofila, 11-Verde oliva, 12-Rojo, 13-Rosa, 14-Púrpura.

24-Brillo de la semilla: 3-Mate, 5-Medio y 7-Brillante.

25-Posición del pico de la vaina: 1-Marginal y 2-No marginal.

26-Orientación del pico de la vaina: 3-Hacia arriba, 5-Recto y 7-Hacia abajo.

g) Otros caracteres:

27-Heterogeneidad dentro de la población: 0-Homogéneo, 1-Algo heterogéneo y 2-Muy heterogéneo.

28-Presencia de enfermedades: 0-Sana, 1-Poco enferma y 2- Muy enferma.

2.4- METODOS ESTADISTICOS

El conjunto de programas que se utilizó fue el desarrollado en la Health Sciences Computer Facility de la Universidad de California en Los Angeles, bajo el nombre de B.M.D.P.

I-Análisis univariante

Dentro del paquete de programas del BMDP, se inició con el módulo de Estadística Descriptiva (P-2d), para la obtención de los estadísticos descriptivos:

- medias.
- desviación standard.
- coeficiente de variación.
- valor mínimo y valor máximo.
- número de caso del valor mínimo.
- histograma de frecuencias.

II-Análisis multivariante

Los métodos descriptivos multivariantes son de eficiente aplicación sobre datos agronómicos y morfológicos, para suministrarle al mejorador un buen entendimiento de la diversidad intraespecífica global de las plantas y, además de información útil para futuros programas de mejora. Estos métodos integran todos los caracteres observados, por medio del análisis de la matriz de datos.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) nos facilita el estudio de las relaciones existentes entre las variables y también el análisis de la dispersión de las observaciones (poniendo en evidencia posibles agrupamientos) detectando aquellas variables responsables de dicha dispersión.

En dicho análisis se parte de un conjunto de n individuos (poblaciones) representados como puntos en un espacio de p dimensiones, determinado por unos ejes que representan a los caracteres observados, los cuales no suelen ser ortogonales debido a las correlaciones que pueden existir entre caracteres. El análisis permite definir unos nuevos ejes o variables que son combinación lineal de las variables observadas y que tienen la propiedad de ser ortogonales y poder explicar con pocas variables la mayor parte de la variación presente, siendo el primer eje o componente extraído, el que mayor varianza explica, seguido del segundo y así sucesivamente. Se realizó una rotación Varimax de los C.P.s seleccionados, con el objeto de obtener una mejor y más fácil interpretación de estos.

En nuestro caso el procedimiento seguido al aplicar este análisis, ha sido el siguiente:

1- Elección de las Poblaciones (N): El grupo lo componen las entradas del Banco de Germoplasma, que fueron evaluadas en los tres años de cultivo. En total fueron 112 poblaciones.

2- Elección de los caracteres (P): a nivel intraespecífico es deseable que el número de caracteres sea grande y variado.

3- Matriz de datos: Elaborada con las medias obtenidas según lo expuesto anteriormente.

4- Estandarización de los datos: Las variables se transformaron en un grupo homogéneas. Las poblaciones observadas, presentan valores cuantitativos (contínuos) y cualitativos de 2 estados o multiestados. Se ha decidido someter a análisis multivariante sólo a los cuantitativos; los cualitativos quedarán para mayor información del mejorador en el Centro de Recursos Fitogenéticos en Alcalá de Henares.

5- Obtención de la matriz de correlación tipificada: Las variables transformadas se tipificaron para convertirlas en valores con media = 0 y con varianza = 1.

6- Aplicación del A.C.P.

Otro tipo de análisis multivariante aplicado fue el Análisis de Grupos o Análisis Cluster, con el objeto de agrupar a las poblaciones por sus afinidades genéticas, y caracterizar la diversidad que existe en la colección. Los pasos a seguidos han sido los siguientes:

1- Selección de variables: Para ello se aplicó un análisis de varianza y teniendo en cuenta los factores año (3) y población (112), se seleccionaron aquellas variables que para el factor población fueron altamente significativas ($P < 0.1\%$), asegurándose de esta forma, que la interacción año x población (error) no sea importante. También se eliminó a las que presentaron un alto nivel de correlación con otras variables.

2- Aplicación del método de análisis de grupos. Para ello se realizó lo siguiente:

*Tipificación de las variables seleccionadas.

*Obtención de la matriz de distancias euclídeas al cuadrado.

*Formación de grupos mediante el método aglomerativo jerárquico, empleando tres métodos distintos; distancias medias entre grupos (U.P.G.M.A); distancias medias dentro de grupos y método de ward.

*Obtención de los dendrogramas.

*Selección del método aglomerativo más idóneo para caracterizar la variabilidad existente. Este último punto se llevó a cabo de la siguiente manera:

-Aplicación de cada método a los datos de cada uno de los tres años por separado y obtención del número de entradas que coinciden en los tres años en el mismo grupo y número de entradas no coincidentes, o sea que en alguno o en los tres años aparecen en grupos distintos. Con esto podremos comprobar con qué método se obtiene mayor número de entradas coincidentes.

-Comprobar que los grupos formados tienen una explicación biológica razonable, verificando esto mediante el uso de algunas características morfológicas típicas de semilla que solo, se dan dentro de algunos fondos o acervos genéticos (Singh, 1989), asimismo por el conocimiento del origen de alguna población.

Una vez realizado esto se selecciona el método y se constituyen los grupos. Los grupos estarán formados solo por aquellas entradas coincidentes en los tres años. El hecho de que aparezcan en grupos diferentes en distintos años podría ser debido bien a error en la toma de datos o bien a que pertenezca a un fondo genético distinto y por lo tanto su respuesta a distintos ambientes, en nuestro caso años, es también diferente al del grupo en el que puede haber sido incluida un año.

RESULTADOS

3.1. EVALUACION

3.1.1. Aspecto

Por medio de
(P.20) del S.M.U.

observar los datos
caracteres ut
información:

a)

variables esta
fecha de mad
coeficientes
durante los t
valor, no p

Los l

emplos en
floración
maduración

En

notar qu
de los t
el año

los ce
de te

RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. EVALUACION

3.1.1. Análisis univariante

Por medio de los resultados obtenidos con el análisis univariante (P.2D, del B.M.D.P.) se elaboró la Tabla 10, en la cual se pueden observar los datos descriptivos más relevantes en cada uno de los 24 caracteres utilizados. De dichos datos se extrae la siguiente información:

a) Caracteres de ciclo: Compuesto por las tres primeras variables estudiadas: fecha de floración, fecha de fin de floración y fecha de maduración. Como se puede observar en la Tabla 10, los coeficientes de variación para estos caracteres muestran poca diferencia durante los tres años de cultivo, ya que prácticamente se obtuvo el mismo valor, no observándose grandes diferencias entre los tres caracteres.

Los límites de variación para estos tres caracteres son bastante amplios con un intervalo aproximado de 37 días para la fecha de floración, 42 días para el fin de floración y 73 días para la fecha de maduración.

En los promedios generales en los tres años de cultivo se puede notar que el año 1989 fue en el que se experimentó la mayor precocidad de los tres en cuanto a los caracteres de ciclo, coincidiendo con que fue el año de mayor sequía y con las mayores temperaturas (ver Tabla 9).

Asimismo, las diferencias entre los años 87 y 88 para cada uno de los caracteres no fueron muy importantes; en estos años, los promedios de temperatura no difirieron grandemente, oscilando un poco más las

temperaturas en 1988, mientras que con las precipitaciones pluviométricas sí se obtuvieron diferencias, siendo el año 1987 mucho más lluvioso, pero con lluvias desigualmente distribuidas a lo largo de los meses del año.

b) Caracteres de foliolos: Lo constituyen los caracteres: longitud del foliolo y anchura del foliolo. Ambos caracteres, como se puede apreciar en la Tabla 10, poseen coeficientes de variación similares. En el año 1988, se obtuvieron los menores coeficientes (0.15 para la longitud de la hoja y 0.14 para ancho de hoja). La mayor variación se da en 1989 con 0.21 y 0.23 respectivamente. Los límites de variación para estos caracteres van de los 6.66 cm a los 20.72 cm en el primer caso y de 4.64 cm a 16.06 cm en el segundo.

Los promedios fueron reduciéndose año a año en ambos casos, debido probablemente a los efectos ambientales que fueron, como ya se ha citado anteriormente, más severos durante el cultivo realizado en 1989, mientras que en 1987 se experimentó una mayor precipitación, lo que influyó en un mayor desarrollo vegetativo.

c) Caracteres de flor: Lo constituyen los caracteres: longitud de flor, longitud de bráctea, longitud de cáliz, longitud de inflorescencia, longitud de peciolo, y número de flores.

Como se puede apreciar en la Tabla 10, los coeficientes de variación forman dos grupos, presentándose en los tres primeros caracteres los menores coeficientes de variación con respecto a los otros tres.

Los límites de variación son bastante amplios; para la longitud de flor van de los 1.18 cm a los 2.85 cm; para la longitud de bráctea, de 0.35 cm a 1.12 cm; para longitud de cáliz, de 0.35 cm a 0.82 cm; para la

longitud de la inflorescencia, va de 1.82 a 24.39 cm; para la longitud del pedicelo, de 0.34 a 1.95 cm y para el número de flores, de 2 a 12.

No se observan grandes diferencias entre las medias de los tres años para los caracteres evaluados.

d) Caracteres de vaina: Lo constituyen los siguientes caracteres: longitud de vaina inmadura, longitud de vaina madura, grosor de vaina, ancho de vaina inmadura, ancho de vaina madura, número de vainas por planta, y longitud de pico de la vaina.

En la Tabla 10 se muestra que en este grupo se encuentran los valores más altos de coeficiente de variación, siendo los máximos el número de vainas por planta y la longitud del pico de la vaina, con 0.53 y 0.43 respectivamente. Estos dos caracteres son los que presentan mayores diferencias entre los coeficientes de variación de cada uno de los tres años evaluados, no apreciándose grandes diferencias para el resto de los caracteres. Como se puede observar los límites de variación fueron también bastante amplios para los caracteres de este grupo, siendo de destacar los del carácter "número de vainas por planta" que como es lógico presenta también los mayores coeficientes de variación. Asimismo la longitud de la vaina, tanto madura como inmadura, presenta también un amplio intervalo de variación.

El menor número de vainas se dio en el año 89 debido a las condiciones de altas temperaturas y de sequía.

e) Caracteres de semilla: Está constituido por los caracteres: longitud de semilla, ancho de semilla, grosor de semilla, peso de semilla y número de semillas por vaina.

Como se puede notar en la Tabla 10, en este grupo los coeficientes de variación fueron muy similares en los tres años para cada uno de los caracteres, siendo los correspondientes al peso de la semilla los más altos. Los límites de variación fueron bastante amplios para todos los caracteres de este grupo; estos van de 0.81 a 1.81 cm en la longitud de semilla; de 0.51 a 1.04 cm en ancho de semilla; de 0.41 a 0.89 cm para grosor de semilla; de 13.40 a 85.49 gr para peso de semilla y de 2.60 a 9.40 en número de semillas por vaina.

Los promedios en los tres primeros caracteres fueron prácticamente los mismos para los tres años, mientras que para el peso de la semilla disminuyeron y para el número de semilla aumentaron año a año, quizá debido a que un mayor número de semillas implique un detrimento en volumen y peso de las mismas y a los efectos ambientales que se presentaron durante el cultivo.

f) Grosor del tallo: Su coeficiente de variación fue de 0.16 y sus límites de variación fluctúan, de acuerdo con la Tabla 10, desde los 0.31 cm a 1.28 cm. Los promedios fueron similares en los años 87, 88 y algo menores en el 89, quizás por los motivos ambientales antes expuestos (Tabla 9).

3.1.2. Análisis de componentes principales:

Se aplicó el Análisis de Componentes Principales (P4M del BMDP) al conjunto de los 24 caracteres utilizados y para las 112 poblaciones seleccionadas. Posteriormente se aplicó por separado a las poblaciones con hábito de crecimiento determinado (10) y a las que tenían el hábito de crecimiento indeterminado (102).

a) A.C.P. general:

En las Tablas 11, 12 y 13, se muestran los coeficientes de correlación mayores de 0.50 de los 24 caracteres originales sobre cada uno de los siete componentes principales una vez rotados, pertenecientes a los años: 1987, 1988 y 1989.

En la Tabla 11 (correspondiente a los datos elaborados de 1987) la varianza acumulada en los siete primeros factores corresponde a un 74.39%. El primer factor principal explica un 17.79% de la varianza y está compuesto por caracteres de espesor de vaina y semilla como lo son: grosor de la semilla y de la vaina, ancho de la semilla y de la vaina (inmadura y madura) y el peso de la semilla. También aparecen en este primer factor los caracteres anchura y longitud del foliolo.

El segundo factor explica un 13.79% de la varianza está formado por las longitudes de vaina madura e inmadura y de la semilla y por último el peso de la semilla, con un coeficiente de correlación menor (0.50).

El tercer factor explica un 11.17% de la varianza y lo componen caracteres correlacionados con la longitud de semilla, de pico y del pedicelo y con el número de semillas y el ancho del foliolo que presentan relación negativa y baja con los tres primeros mencionados.

El cuarto componente explica un 10.63% de la varianza y lo componen los caracteres de ciclo (fecha de fin de floración, fecha de floración y fecha de maduración). El quinto componente explica un 7.96% de la varianza y está formado por caracteres florales como el: número de flores y longitud de inflorescencia. El sexto componente principal explica un 6.63% de la varianza y está formado por las longitudes del cáliz y de la bráctea. El séptimo componente explica un 6.42% de la varianza y lo componen la longitud de la flor que presenta relación negativa y el diámetro.

Estos componentes de correlación corresponden también a coeficientes de una ecuación de regresión múltiple en la que la variable dependiente es el carácter original u observado y los independientes los componentes o factores principales y que por ser ortogonales nos hablan del peso real que cada uno tiene sobre el carácter original en cuestión. De esta forma si consideramos el número de vainas por planta como sinónimo de rendimiento, basándonos en las altas correlaciones encontradas entre estos dos caracteres por diversos autores (Denis y Adams, 1978; Ghaderi et al, 1984 y Prakash y Aradhya, 1988), podemos conocer la importancia que cada componente tiene sobre el rendimiento en nuestro caso de número de vainas por planta. Como es lógico, al ser este carácter el resultado de muchos otros caracteres, su variación queda más repartida entre los distintos componentes principales. Así pues se observa que los C.P.2 y 3 (componentes de longitud) son los que más influencia tienen sobre el rendimiento en este año, seguidos de los componentes 5 (foliolo), 4 (ciclo), 6 (flor) y 1 (espesor), con pocas diferencias entre ellos y por último el C.P.7 con muy poca importancia sobre la producción.

En la Tabla 12, se pueden observar los datos elaborados correspondientes a 1988. La varianza explicada por los siete primeros factores es de 79.64%. El primer componente explica un 19.75 de la variación total y los caracteres con mayor peso en dicho factor son los grosores de vaina y semilla, entre ellos: grosores de la semilla y de la vaina, ancho de las semillas, de las vainas inmaduras y maduras y del peso de las semillas. El segundo componente explica un 16.25%, y lo constituyen las longitudes del pico de la vaina, del pedicelo y del cáliz (todas estas con relación negativa), el número de semillas por vaina y los caracteres de ciclo (fecha de floración, fecha de fin de floración y fecha de maduración). El tercer componente explica un 15.79%, y está

constituido por caracteres de longitud como son los de vaina inmadura y madura, de las semilla y del peso de las semillas. El cuarto factor explica un 9.38% y lo forman los caracteres anchura y longitud del foliolo. El quinto componente explica un 6.63% y lo constituye el diámetro del tallo. El sexto factor explica un 6.38% y lo forman caracteres florales como son la longitud de la inflorescencia y el número de flores. El séptimo componente explica un 5.46% de la variación y esta constituido por la longitud de bráctea.

En este año el componente que más peso tiene sobre la producción es el C.P.2 (factor de longitud y de ciclo; 0.59), hay que tener en cuenta que este factor equivale al C.P.3 y C.P.4 del primer año (Tabla 11); el segundo en orden de importancia en cuanto a la producción es el C.P.3 (factor longitud; -0.37) que equivale al C.P.2 del primer año (Tabla 11), el tercero es el factor espesor (C.P.1; -0.21), el cuarto el C.P.4 (factor de hoja; 0.15) y los tres restantes C.P.5, C.P.6 y C.P.7, no parecen tener importancia sobre la producción.

Para el año 1989, como se puede observar en la Tabla 13, la varianza explicada es de 77.55%. El primer factor explica un 16.75% de dicha variación, esta constituido por caracteres de espesor de vaina y semilla, como lo son: grosores de vaina y de semilla; anchura de la vaina inmadura, madura y de la semilla y por el peso de la semilla. El segundo componente principal explica un 13.79% de la variación total y está explicado principalmente por longitud de vaina madura e inmadura, por lo que podríamos considerarlo un factor de longitud. El tercer componente explica el 12.67% de la variación y lo constituyen los caracteres de foliolo (longitud y ancho de foliolo; 0.90 y 0.86 respectivamente) y el diámetro (0.72). El cuarto componente explica un 12.50% de la variación y lo constituyen las longitudes de las semillas, del pico de la vaina,

del pedicelo, y del cáliz, así como el número de semillas que está relacionado negativamente, y el peso de las mismas; al igual que el factor 2 se podría considerar también como un factor de longitud. El quinto componente explica un 11.50% de la variación y esta constituido principalmente por los caracteres de ciclo. El componente sexto explica un 5.21% de dicha variación y corresponde al número de flores por planta. El último factor explica un 5.13% y está formado por la longitud de la bráctea.

Respecto a la producción los C.P.3 y 5 (factores de hoja y de ciclo; 0.53 y 0.50 respectivamente) son los que más peso han tenido seguido de los C.P.1 y 6 (factores de espesor y de flor; 0.2). El resto de los factores parece haber tenido poca importancia sobre la producción en este año.

La representación gráfica de los componentes principales anteriormente descritos se puede observar en las Figuras 8, 9 y 10 correspondientes a los años 1987, 1988 y 1989, en cada uno de las cuales se toma en cuenta las relaciones entre los factores primero y segundo, segundo y tercero y el primero y tercero. En estas figuras se puede ver la gran variabilidad existente de las poblaciones estudiadas.

b) A.C.P. de poblaciones determinadas:

En este caso no se llevó a cabo su estudio debido a que las matrices resultantes en los tres años fueron singulares y para poder interpretar mejor sus resultados tenían que eliminarse un gran número de variables que estaban relacionadas linealmente entre sí. Quizá dicha singularidad sea debida a que solamente son 10 las poblaciones determinadas.

c) A.C.P. de poblaciones indeterminadas:

Los componentes principales obtenidos para las poblaciones con hábito de crecimiento indeterminado, del total de los 24 caracteres empleados durante los años 1987, 1988, y 1989, se pueden observar en las Tablas 14, 15, y 16, al igual que en el caso del total de la colección, en las cuales se han tomado en cuenta aquellos coeficientes de correlación, mayores de 0.50. Los resultados obtenidos en este caso son muy similares a los obtenidos con el total de la colección para cada año, relación lógica ya que de las 112 poblaciones estudiadas 102 presentan crecimiento indeterminado.

Como se puede observar en la Tabla 14, que corresponde al año 1987, la varianza acumulada y explicada es de 73.21%, para los primeros componentes. El primer componente explica un 17.73% de dicha variación y está constituido por caracteres de espesor como lo son: grosores de la semilla y de la vaina, anchura de la semilla, de la vaina inmadura y los caracteres de foliolo (longitud y anchura). El segundo componente explica un 13.64% de la variación y es un componente de longitud en el que intervienen longitudes de las vainas maduras e inmaduras y de las semillas. El tercer componente explica un 10.55% de la variación, es un factor también de longitud y está constituido por las longitudes de la semilla; del pico de vaina y del pedicelo, por el peso de la semilla y el ancho del foliolo. El cuarto componente explica un 9.81% de la variación y está constituido por los caracteres de ciclo. En el quinto componente el porcentaje a explicar es de un 8.10% y está compuesto por los caracteres florales: longitud de inflorescencia y número de flores. El sexto componente explica un 6.73% de la variación y lo constituyen la longitud del cáliz y de la bráctea y por último el séptimo componente que

explica un 6.65% de la variación y lo forman la longitud de flor con relación negativa y el diámetro.

El componente que mayor peso tuvo sobre la producción fue el C.P.3. (factor de longitud; -0.32), seguido por tres componentes de coeficientes muy parecidos: C.P.5, C.P.2, y C.P.6 (0.26, 0.23, y 0.22 respectivamente); después se encuentra el componente de ciclo (C.P.4; 0.15) y por último dos componentes con coeficientes iguales (C.P.1, C.P.7; 0.11).

En la Tabla 15 se observa que el total de la varianza explicada en el año 1988 por los siete primeros factores fue de 78.07%. El primer componente explica un 20.45% de la variación y esta constituido por caracteres de espesor de vaina y semilla entre ellos: grosores de la vaina y de la semilla, ancho de vaina inmadura, madura y de semilla y peso de semilla. El segundo factor principal explica un 15.38% de la varianza y lo constituyen principalmente la longitud de la vaina madura e inmadura y de la semilla. El componente tercero explica un 11.96% de la variación y esta constituido por longitudes de pico de la vaina, de pedicelo y de semilla, y el número de semillas con relación negativa. El cuarto componente explica 9.08% de la variación y esta constituido por caracteres de foliolo. El quinto componente explica un 9.07% de la variación y lo constituyen los componentes de ciclo y el diámetro. El sexto explica un 6.42% y lo constituyen la longitud de la inflorescencia y el número de flores. Y el último explica un 5.70% y esta constituido por la longitud de la bráctea.

En este segundo año son los componentes de longitud C.P.3 y C.P.2, los que más influencia han tenido sobre la producción (-0.57 y -0.30 respectivamente), después tenemos el componente de espesor (C.P.1; -0.24) y el componente de ciclo (C.P.5; 0.14), después existen tres componentes

con coeficientes prácticamente iguales (C.P.4, C.P.6 y C.P.7; 0.10).

En la Tabla 16, correspondiente a 1989, la varianza total explicada por los siete primeros factores fue de 77.12%. El primer componente, explica un 16.05% de la variación, al igual que en los casos anteriores está constituido principalmente por caracteres de espesor de las vainas y de las semillas, entre ellos grosores de vaina y de semilla, anchura de la vaina madura e inmadura y de la semilla y el peso de la semilla. En el segundo componente se explica un 14.55% de la variación y esta compuesto principalmente por, la longitud de vaina madura e inmadura. El tercer componente es también un factor de longitud y explica un 12.76% de la variación, esta constituido por las longitudes de semilla, pico de la vaina y el pedicelo, por el peso de la semilla y la longitud del cáliz. El cuarto componente explica un 12.11% de variación y lo forman los componentes de hoja y el diámetro del tallo. El quinto factor explica un 10.44% de la variación, lo forman los caracteres de ciclo. El sexto explica un 6.39% y lo constituyen la longitud de la inflorescencia y la longitud de la flor y el último factor explica un 4.82% y lo constituye el número de flores.

En este último año fueron los factores de hoja y de ciclo, C.P.4 y C.P.5 los que más influencia tuvieron sobre la producción (0.51 y 0.46 respectivamente), seguidos del componente de espesor (C.P.1; -0.25). Es de destacar que los componentes de longitud (C.P.2 y C.P.3), no tuvieron influencia alguna sobre la producción en este año.

En las Figuras 11, 12 y 13 se puede apreciar que existe una gran dispersión en los resultados de las poblaciones indeterminadas indicando su gran variabilidad, en cada una de las figuras aparece la relación resultante de los factores primero y segundo, segundo y tercero y el primero y el tercero.

3.2. CARACTERIZACION

3.2.1. Selección de variables

Los resultados de los 24 caracteres estudiados por medio del análisis de varianza, se pueden apreciar en la Tabla 17. De ellos, 21 resultaron altamente significativos ($p < 0.1\%$) para el factor población, siendo eliminados los caracteres de longitud de inflorescencia y el número de flores, significativos al 1 % y los de la longitud de flor, que fue no significativa. De aquellos se eligieron 17 caracteres para la realización del análisis de grupos ("cluster") ya que se escogieron, de entre los siguientes pares de caracteres altamente correlacionados, los subrayados: la longitud del foliolo y el ancho de foliolo ($r = 0.91, 0.87, 0.90$ en 1987, 1988 y 1989 respectivamente); longitud de la vaina inmadura y madura ($r = 0.88, 0.93, 0.89$ en 1987, 1988 y 1989 respectivamente); el grosor de semilla y el grosor de vaina con ($r = 0.77, 0.87, 0.83$ en 1987, 1988 y 1989 respectivamente). Asimismo se eliminó el carácter "número de vainas por planta" por considerarlo muy influenciado por el ambiente.

3.2.2. Análisis de grupos

Los resultados obtenidos, por medio del programa S.P.S.S/PC, se pueden observar en las Tablas 18, 19 y 20 y en las Figuras 13, 14 y 15.

Una vez tipificada la matriz original de datos se obtuvo la matriz de distancias euclídeas al cuadrado y se formaron los grupos por medio de los métodos aglomerativos de distancias medias entre grupos (UPGMA),

el de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE) y el de WARD. No existe un criterio objetivo para la formación de grupos; en el caso de UPGMA y WAVERAGE se ha seguido el criterio de formar grupos a partir de cuando se da un salto cualitativo grande en sus coeficientes de fusión (Tablas 18 a 23), obteniendo en cada caso tres grandes grupos (Fig. 13 a 18). Asimismo, se han establecido tres grupos a partir de los dendrogramas obtenidos por el método WARD (Tablas 24 a 26 y Fig. 19 a 21). De estos tres métodos aplicados se ha escogido el método de WAVERAGE, por ser el que presenta un mayor número de entradas coincidentes (93 de 112) en los tres años de cultivo; los otros dos métodos, el UPGMA, y el WARD, se descartaron por presentar solo 80 y 50 entradas coincidentes respectivamente.

Según los resultados obtenidos por el método de WAVERAGE solamente 19 entradas resultaron no coincidir durante los tres años de cultivo. En 1987 el primer salto grande entre coeficientes de fusión se puede observar en la Tabla 18 (entre 25.68 y 30.14) lo que da lugar a la formación de tres grupos: A, B y C, respectivamente (Fig.13). El grupo "A" es el más numeroso, esta formado por 72 poblaciones, el "B" por 16, y el "C" por 24 poblaciones.

En la agrupación correspondiente al año 1988, el corte se realiza entre las distancias de fusión 24.55 y 29.76 (Tabla 19); a este nivel se forman, como en el caso anterior, 3 grupos (Fig.14), a los cuales se denomina con las letras "A", "B" y "C". El grupo "A" está formado por 85 poblaciones, el "B" por 12 y el "C" por 15.

Para los datos correspondientes a 1989, la distancia de fusión en donde se nota el primer salto grande está entre 21.6 y 24.70, pero se ha escogido el de 26.49 y 30.51 por unificar criterios en cuanto al número de grupos formados respecto a los dos años anteriores (Tabla 20). En el

grupo "A" hay 84 poblaciones, en el grupo "B" hay 12 poblaciones, y en el "C" hay 16.

Unificando los resultados anteriormente expuestos y en base a las agrupaciones coincidentes obtenidas para estos tres años de cultivo, se establecieron las poblaciones que componen los tres grupos principales (Fig. 13). El primer grupo "A" es el más numeroso; lo integran 70 entradas que han coincidido en los tres años en el mismo grupo. Este se caracteriza por semillas con cubiertas uniformes y de variados colores entre ellos: negros, morados, café, beige, crema, amarillo y blanco; hay también algunas entradas con cubiertas bicolors, con colores oscuros (púrpura y rojos) sobre colores claros (beige y blanco). También son típicos de este grupo las semillas con arilo coloreado alrededor del hilo. Presentan tamaños de mediano a grande y son de forma principalmente redondeada, cuboide y oval existiendo también semillas de forma arriñonada.

El segundo grupo, o grupo "B", esta formado por 11 poblaciones, cuyas semillas son de colores de testa uniformes y variados: blancos, amarillos, y asimismo bicolors, variegados, beige con manchas un poco más oscuras y también con dibujo púrpura sobre beige. Tamaños medianos a grandes y de formas alargadas, cilíndricas y arriñonadas.

El tercer grupo, o grupo "C", consta de 12 entradas. Los colores de la semilla son predominantemente uniformes y variados (negro, blanco, amarillo y rojo) algunos bicolors tipo cebrina (café sobre beige) y franjas amarillo pálido sobre beige. Presentan forma redondeada (tipo "Sanilac"), ovalada y cuboide y de pequeño tamaño a mediano.

En la Tabla 27, se observa la distribución dentro de los distintos grupos para algunos de los caracteres evolución más importantes que se han utilizado en estudios de evaluación del cultivo, con el fin de esclarecer los Centros de Origen de los que procede el germoplasma

estudiado. De dicha Tabla se deduce que el primer grupo (I), está constituido por plantas principalmente de tipo indeterminado y con más de 2 metros de altura, aunque se presenta un bajo porcentaje de plantas indeterminadas de guía media menores de 2m, y una determinada. En cuanto a caracteres de bráctea, este grupo presenta distintos tamaños; es en el que se encuentran las brácteas más pequeñas, aunque la mayoría son de tamaño medio y las formas que predominan son de lanceoladas a medio ovaladas. Las brácteas tienden a ser más pequeñas que el cáliz. Respecto a los caracteres del pico de la vaina, éste tiende a tener una posición media y la orientación es hacia abajo. Por lo que concierne al tamaño de la hoja, la mayoría es de mediana a grande.

El segundo grupo contiene 11 poblaciones; el 100% son determinadas y como es lógico menores de 2m, con brácteas de medianas a grandes de forma principalmente medio ovalada, normalmente más pequeñas que el cáliz. En cuanto a la posición del pico de la vaina, se presentan de los dos tipos: tanto rectos terminados por la vena dorsal, como medios entre las venas dorsal y ventral; la orientación es principalmente hacia abajo y entre las hojas predominan las de grandes tamaños.

El tercer grupo está formado por 12 poblaciones, de las cuales hay 9 indeterminadas y 3 determinadas; de éstas sólo dos la 87 y la 123, presentan más de dos metros. Entre las brácteas predominan las de tamaños medios a muy grandes; las formas son medio ovaladas y la relación bráctea/cáliz tiende a ser mayor que el cáliz. Predomina el pico de la vaina recto terminado dorsalmente y de orientación hacia abajo. El tamaño de la hoja está muy distribuido, aunque se puede decir que son de tamaño pequeño a medio.

En la Tabla 28, se puede ver dentro de que grupos se encontraron incluidas las 19 poblaciones no coincidentes en cada uno de los tres años. Como se puede observar, algunas coincidieron en un mismo grupo en dos años a la vez.

DISCUSION

EVALUACION

4.1.1. Análisis

a) Características

De los resultados

se deduce (Tabla 10),

que la variación durante

el intervalo de

floración osciló

entre el final de floración

y la fecha de maduración

de acuerdo a

la selección de población

autor obtuvo unos

valores de maduración resp

ecto al obtenido

en las zonas

orientales en

que corresponden a zonas

de maduración,

lo que se constata en nu

meros de maduración,

debido a la escasez de

datos obtenidos en u

na de la Península Ibe

rica. La duración (D)

de la floración (D)

es mayor en el

caso de Costa Rica

que en Europa para floras

de montaña (CIAT; 198

DISCUSION

La duración de la floración

de las plantas de la población

de autor en Costa Rica

osciló entre 15 y 25 días

de acuerdo a la selección

de población autor. Este

valor es menor que el

obtenido en las zonas

orientales de Costa Rica

de acuerdo a la selección

de población autor. Este

4- DISCUSION

4.1- EVALUACION

4.1.1. Análisis Univariante

a) Caracteres de ciclo:

De los resultados obtenidos se puede ver que para los caracteres de ciclo (Tabla 10), no se observó gran diferencia en sus coeficientes de variación durante los tres años de estudio.

El intervalo de variación fue alto para los tres caracteres, la fecha de floración osciló entre los 35 días (1988) y los 39 días (1989); para el final de floración, de 32 días en 1987 a 51 días en 1989 y para la fecha de maduración de 63 días en 1989 a 87 en 1987. Nuestros resultados están de acuerdo con los obtenidos por Puerta Romero (1961) en una amplia colección de poblaciones de la Península Ibérica (296 poblaciones); este autor obtuvo unos intervalos de 38 y 49 días para los ciclos de floración y maduración respectivamente; el de fecha de maduración fue menos amplio que el obtenido por nosotros posiblemente debido a las condiciones ambientales en donde se llevó a cabo su evaluación (Madrid), las cuales responden a zonas más áridas de la Península Ibérica. Este hecho se constata en nuestros resultados en donde el intervalo menor para fecha de maduración, 63 días se obtuvo en 1989, año que se caracterizó por una escasez de lluvias y altas temperaturas. Resultados similares se han obtenido en una colección de 47 poblaciones locales del noroeste de la Península Ibérica, aunque con un intervalo algo menor para la fecha de floración (De Ron y Gil, 1989).

En evaluaciones llevadas a cabo en otras latitudes, Turrialba (Costa Rica), Palmira (Colombia) y Cuba, se citan ciclos más precoces para floración y maduración (Pinchinat y Matarrita, 1970; Alfaro, 1983; CIAT; 1986; Castañeiras y Rivero, 1986 y 1988).

De todo lo visto anteriormente se deduce que estos caracteres de ciclo tienen valor para descriptores locales pero no generales, ya que son muy influenciados por los factores climáticos como la luz y la temperatura, pudiendo variar dentro del mismo cultivar si este se siembra en distintas localidades o en épocas de siembra diferentes (Andrews et al, 1983).

No se puede olvidar la importancia agronómica de estos caracteres por su valor adaptativo. Así pues, la gran variación que presenta nuestra colección es susceptible de ser utilizada en futuros programas de mejora, por ejemplo para obtener variedades precoces o tardías o para conseguir escapar de determinada enfermedad, plaga o condición ambiental no deseada, etc.

b) Caracteres de foliolo:

Los coeficientes de variación obtenidos son altos y muy similares en ambos caracteres para los tres años de cultivo, siendo los menores valores los del año 1988.

El intervalo de variación es amplio: de 6.66 a 20.72 cm y de 4.64 a 16.06 cm, para los caracteres longitud y anchura respectivamente. Para las variedades cubanas se citan valores que oscilan entre los 5.53 y los 13.30 cm de largo y entre los 7.25 y los 10.92 cm de ancho (Castañeiras y Rivero, 1988).

Como es lógico pensar, estas medidas están muy relacionadas con el tamaño del foliolo. Se distinguen tres tamaños grandes, medianos y pequeños. El carácter "tamaño del foliolo" se utiliza en la descripción varietal. Existe, además, gran variación en el color, la forma y la pubescencia de las hojas, de acuerdo con la variedad, la posición de la hoja en la planta y la edad (Voyses, 1983). Desde el punto de vista

agronómico el tamaño de la hoja es también un carácter importante por su posible relación con la producción.

c) Caracteres de flor:

Los coeficientes de variación son más bajos para longitud de flor, bráctea y cáliz, que para los otros tres caracteres de este grupo, presentando promedios muy similares para los tres años de cultivo (Tabla 10). El intervalo de variación de la longitud de flor (1.18 a 2.85) es un poco mayor que el de las variedades cubanas de (1.63 a 2.37; Castañeiras et al., 1986 y Castañeiras y Rivero, 1988). Para la longitud de bráctea, se encontró un intervalo de variación mayor que para la longitud del cáliz, siendo de 0.35 a 1.12 cm y de 0.35 a 0.82 cm respectivamente. De estos tres caracteres el de mayor interés es el de la longitud de la bráctea, ya que es un carácter ancestral (presente en las formas silvestres y que aún se conserva en las cultivadas) que, por el tamaño, permite relacionar a las formas cultivadas con su posible centro de origen, siendo las brácteas más pequeñas propias del Centro Andino y las más grandes del Centro Mesoamericano (Gentry, 1969). El color de la flor, más que su tamaño, es un carácter importante para descripción varietal.

Los otros tres caracteres florales (longitud de inflorescencia, de pedicelo y el número de flores por inflorescencia) presentan rangos amplios y sus coeficientes de variación son muy altos. Los márgenes de variación para la longitud del pedicelo, reportados por Miranda (1966b), concuerdan con nuestros datos.

Tanto la longitud de la inflorescencia como el número de flores, pueden influir indirectamente en la producción son caracteres que varían en función de las condiciones ambientales.

d) Caracteres de vaina:

De los resultados se puede observar que algunos de estos caracteres son los que presentaron mayores coeficientes de variación (Nº de vainas/planta y longitud del pico de la vaina).

Los resultados obtenidos para las longitudes de las vainas maduras e inmaduras son muy similares, siendo sus intervalos de variación de 13.72 cm y de 16.82 cm respectivamente, lo que concuerda con los descritos por Puerta Romero (1961) y De Ron y Gil (1989). Para el ancho de la vaina inmadura y la madura los resultados mostraron valores similares (0.76 a 1.82 cm y de 0.69 a 1.93 cm, respectivamente) y para el grosor de las vainas la amplitud fluctuó entre los 0.57 y 1.19 cm; y en la colección evaluada por Puerta Romero (1961), se citan valores que varían de 0.71 a 1.82 cm y de 0.58 a 1.28 cm para el ancho y el grosor de las vainas respectivamente. El intervalo citado por Puerta Romero (1961) para el tamaño de las vainas es un poco menor que el encontrado por nosotros quizás por ser éste un carácter influenciado por las condiciones ambientales de las localidades en que se cultivó la colección o por la etapa fisiológica elegida para hacer las mediciones de las vainas. El número de vainas/planta y la longitud del pico de la vaina presentaron, de acuerdo con los resultados de la Tabla 10, los valores más altos de coeficiente de variación, siendo el primero de los caracteres el más importante pues diversos autores han concordado en que es un componente principal del rendimiento por sus altas correlaciones con este (Chung y Golden, 1971; Denis and Adams, 1978; Conti, 1982; Gadheri et al, 1984 y Prakash y Aradhya, 1988).

La gran variabilidad en el tamaño de las vainas puede ser utilizada en mejora en el caso de consumo en verde.

e) Caracteres de semilla:

Los caracteres de tamaño y forma de semilla, han sido utilizados por Puerta Romero (1961) y Mateo Box (1961) para la clasificación y agrupamiento de las distintas variedades españolas. Los intervalos de longitud, anchura y grosor oscilaron entre 0.77 y 1.81; 0.51 y 1.04 y 0.43 y 0.89, respectivamente. Nuestros valores son similares a los obtenidos por otros autores (De Ron y Gil, 1989 y Castañeiras y Rivero, 1988). Miranda (1966b), cita márgenes más amplios para estos caracteres de semilla: de 0.40 a 2 cm para la longitud, de 0.30 a 1.50 cm para la anchura y de 0.20 a los 1.30 para grosor.

Para el peso de la semilla, carácter altamente relacionado con el tamaño, se obtuvo un alto coeficiente de variación y un intervalo de variación bastante amplio (Tabla 10), que está de acuerdo con lo obtenido por Puerta Romero (1961). El tamaño y el color de la semillas son caracteres muy utilizados en mejora por ser los que más solicita el consumidor de acuerdo con sus requerimientos, los cuales pueden ser muy diferentes de una localidad a otra por diferencias culturales.

El número de semillas por vaina es otro carácter de gran importancia por ser uno de los componentes del rendimiento. Presenta también un alto coeficiente de variación. Oscila en nuestro trabajo entre 2.60 y 9.40 y coincide con el descrito por diversos autores, (Mateo Box, 1961; Pinchinat y Matarrita, 1970 y Miranda, 1966b). En las poblaciones silvestres es mayor el número de semillas, pero menor el peso y el tamaño. El bajo número de semillas por vaina es debido al aborto de los rudimentos seminales por vaina y se puede saber el número potencial, agregando el número de lóculos vacíos. (Pechan and Webster, 1986).

El diámetro del tallo osciló entre los 0.31 a los 1.28 cm; hay mayor variación que en las variedades cubanas en donde se citan diámetros

de 0.54 a 0.69 (Castañeiras y Rivero, 1988). Es un carácter de importancia en mejora, pues un diámetro grueso puede sostener mejor al tallo y evitar el volcamiento, sobre todo en las poblaciones determinadas, o indeterminadas del tipo II, que no llevan soporte o guías.

Phaseolus vulgaris es una especie que presenta una gran variabilidad la cual se puede apreciar en la forma, tamaño, color y dibujo de sus semillas. Esta diversidad se aprecia tanto en sus Centros de origen como en otras zonas o regiones del mundo donde llegó en tiempos precolombinos. Según nuestros resultados aún se conserva una gran variabilidad en estas poblaciones en la Península Ibérica, no solo morfológica que es la detectada en este trabajo, sino incluso en lo referente a la frecuencia de los patrones electroforéticos de faseolina, muy diferentes de los del resto de Europa (Gepts and Bliss, 1988).

Desde el punto de vista de mejora de esta especie es muy importante saber que existe tal variabilidad y que se encuentra presente en la colección que se conserva en el Banco de Germoplasma del INIA (Madrid).

4.1.2. Análisis de Componentes Principales

El sentido o explicación biológica de cada componente viene dado por aquellos caracteres que estén fuertemente correlacionados con él. El estado ideal sería aquel en el que algunas variables estén altamente correlacionadas (>0.80) mostrando otras correlaciones bajas (<0.30-0.40) sobre el mismo componente; éste es el objetivo que se persigue cuando se efectúa la rotación de ejes. No obstante, no siempre se consigue tal finalidad pudiéndose encontrar también variables con coeficientes de correlación intermedios (0.50 a 0.70), cosa que ha ocurrido con nuestros resultados. Por esa razón hemos seguido como criterio mostrar en las

Tablas sólo aquellos valores de correlación iguales o superiores a 0.50. No obstante teniendo en cuenta que estos coeficientes de correlación equivalen también al coseno del ángulo que forma la variable observada con el componente principal, éste oscila entre 60° y 45.6° para coeficientes de 0.50 a 0.70 respectivamente, de donde se desprende la precaución con que hay que tomar estos coeficientes.

4.1.2.1. A.C.P. en el total de la colección

De los resultados expuestos en las tablas 11, 12, y 13, se ve que los siete primeros componentes principales explican un alto porcentaje de la variación en cada año en el total de la colección: 74.4%, 79.6% y 77.6% en 1987, 88 y 89 respectivamente).

El primer componente (C.P.1), es el más importante por explicar un mayor porcentaje de la variación y resultó muy similar para los tres años (16.75 a 19.75%). Es un componente con un significado biológico muy claro y al que hemos denominado "**componente de espesor**". Este viene determinado principalmente por los caracteres grosor de vaina, grosor y ancho de semilla, que presentan coeficientes altos que van de 0.81 a 0.90; y asociados a ellos, aunque con coeficientes menores (0.51-0.73), están el ancho de vainas maduras, de las inmaduras y el peso de la semilla. Estos seis caracteres aparecen asociados durante los tres años de cultivo. Es lógico pensar desde el punto de vista biológico que anchura y grosor de semilla tengan que ver con el tamaño de la semilla y con el grosor y anchura de vaina y posiblemente todos estos caracteres en el fondo, comparten un mismo sistema genético o existan al menos genes comunes. Los resultados de Denis y Adams (1978) y de Conti (1982) concuerdan en parte con los nuestros ya que el componente de mayor peso también incluyó

caracteres como grosor y ancho de vaina, con altos coeficientes (0.91 y 0.94 respectivamente). De estos caracteres el peso de la semilla se encuentra también repartido en el segundo componente o de "longitud", lo que es de esperar ya que el tamaño de la semilla será la expresión tanto de la anchura y grosor como de la longitud de la misma.

El año 1987 se diferenció de los otros por presentarse también asociados a este primer componente los caracteres de longitud (0.68) y anchura del foliolo (0.58). Sin embargo esto puede deberse a cálculos puramente matemáticos a la hora de la rotación, ya que hay que tener en cuenta que sus coeficientes son medianos y que, solo ocurre tal asociación en este año.

Un segundo componente es el "componente de longitud" siendo los caracteres que dan una mayor explicación biológica los de longitud de vainas maduras e inmaduras, que presentan altos coeficientes (0.91 a 0.94), y la longitud de la semilla, aunque con un coeficiente menor (0.55 a 0.79). En los años 87 y 88, aparece también sobre este componente el peso de la semilla, si bien con un coeficiente bajo (0.50 a 0.55), lo que ya ha sido discutido anteriormente. El año 89 se diferenció de los anteriores por presentar asociados caracteres como ancho de vainas madura e inmadura y número de semillas por vaina, aunque con bajos coeficientes (0.51-0.59) que corresponden a ángulos de 59° y 54° entre estos caracteres y el componente principal.

Teniendo en cuenta que estos componentes son ortogonales, se podría pensar que los sistemas genéticos de cada componente de espesor y longitud son independientes. Nuestros resultados difieren de los de Denis y Adams (1978), para quienes el primer componente aparece asociado con los caracteres de ancho, grueso y longitud de vaina, aunque los dos primeros con coeficientes mayores (0.90) y el último con un coeficiente

Tabla 1. Producción Mundial (FAO, 1988)

CONTINENTE	HECTAREAS (x 1000)			RENDIMIENTO (kg/ha)			PRODUCCION (1000 t)					
	1985	1986	1987	1988	1985	1986	1987	1988	1985	1986	1987	1988
Mundial	24308	26174	25437	27332	554	553	563	568	13482	14482	14315	15533
Africa	2351	2479	2467	2469	651	707	669	680	1524	1753	1651	1678
N.y C. América	2838	3067	3121	3095	922	835	853	783	2621	2560	2664	2429
S. América	5316	6175	5939	6677	514	453	431	532	2724	2799	2561	3549
Asia	12493	13069	12587	13821	465	490	523	513	5818	6401	6586	7091
Europa	1257	1324	1261	1208	580	671	613	599	728	888	773	724
Oceanía	4	7	11	12	682	748	722	583	3	5	8	7
Australia	4	7	11	12	682	748	722	583	3	5	8	7
Rusia	49	53	51	50	1303	1415	1392	1200	64	75	71	60

Tabla 2 : Distribución de la superficie cultivada en leguminosas de grano año 1987.

Comunidad Autónoma	Judías secas (ha)	Habas secas (ha)	Lentejas (ha)	Garbanzos (ha)	Producción judía seca (t)
Galicia	61.511	32	7	231	20.902
P. de Asturias	3.236	22	-	-	1.584
Cantabria	1.336	11	-	7	353
País Vasco	1.543	111	-	24	721
Navarra	428	588	24	34	504
La Rioja	452	485	4	125	806
Aragón	783	483	52	275	859
Cataluña	1.775	2.578	90	422	2.429
Baleares	1.784	3.549	169	649	5.570
Castilla-León	23.210	645	17.795	9.689	29.210
Madrid	190	176	931	1.125	325
Castilla-La Mancha	2.342	1.299	72.826	6.935	3.167
Valenciana	840	234	64	499	1.316
De Murcia	208	156	4	85	365
Extremadura	515	5.320	188	12.704	587
Andalucía	2.195	33.403	1.865	56.576	3.336
Balearias	340	50	89	294	20
España (TOTAL)	102.688	49.102	94.108	89.400	72.324

Tabla 3 : Serie histórica de la superficie rendimiento, producción y comercio exterior del frijol.

AÑOS	Superficie (x1000 ha)	Rendimiento (t/Ha)	Producción (miles t)	Comercio exterior	
				import. (t)	export. (t)
1980	131.5	0.61	80.8	4.182	4.216
1981	128.5	0.61	78.1	8.872	2.364
1982	119.6	0.61	73.3	17.365	678
1983	110.4	0.69	76.6	8.684	7.012
1984	109.4	0.69	75.8	7.096	7.857
1986	104.6	0.73	76.8	18.684	3.066
1987	102.7	0.70	72.3	20.187	2.329

Tabla 4: Producción de las judías en los distintos tipos de cultivo.

AÑOS	Monocultivo		Cultivo asociado con maíz	
	Superficie miles x ha	Producción miles x t	Superficie miles x ha	Producción miles x t
1980	35.7	47.1	85.8	33.7
1981	36.5	55.0	92.0	23.1
1982	36.1	46.6	83.5	27.7
1983	34.7	51.3	75.7	25.3
1984	35.9	51.2	73.4	24.6
1985	39.8	49.2	63.2	21.5
1986	42.0	57.2	62.6	19.7
1987	36.4	50.0	66.3	22.3

Tabla 5. Características distintivas entre las especies de Phaseolus:

Especie	<u>Ph. vulgaris</u>	<u>Ph. coccineus</u>	<u>Ph. lunatus</u>	<u>Ph. acutifolius</u>
Cotiledones	epígeos	hipógeos	epígeos	epígeos
Hojas	simples, pecioladas, con perfil curvo en la base.	simples, pecioladas, en la base un perfil curvo.	simples, pecioladas, en su base un perfil curvo.	simples, casi sentadas y perfil planado en la base.
Tam. bract.	colicinales, menores, iguales o más largas que los sépalos.	colicinales, menores, igual o más mas largas que los sépalos.	bracteolas de menor longitud que los sépalos.	bracteolas de menor longitud que los sépalos.
Filamento del estambre	libre, con aleta en la base.	libre, con aleta en la base.	libre, con semiesfera en la base.	libre, con un pequeño abultamiento en la base.
Posición del estigma.	lateral, en la parte apical del estilo.	no es completamente lateral y en el apice del estilo.	lateral, en la parte apical del estilo.	lateral, en el ápice del estilo.
Ciclo de la planta	Anual	Algunas perennes	perenne	anual

Tabla 6. Técnicas de cultivo in vitro, utilizadas en Phaseolus vulgaris, L.

Regeneración a partir de:	Respuesta morfogénica	Autor
-meristemas	regeneración de plantas	Thorpe, 1981
-callos: derivados de hojas	regeneración de plantas	Crocomo et al, 1976
-células en suspensión: células derivadas de hojas	embriogénesis somática	Martins y Sondahl, 1984
-cultivo de protoplastos: mesofilo	obtención de callos	Pelcher et al, 1974
-cultivo de anteras	obtención de callos	Peters et al, 1977
-cultivo de embriones:		
<u>Phas vulg.</u> X <u>Phas acut.</u>	F1 estéril	Alvarez et al (1981)
<u>Phas cocc</u> X <u>Phas acut.</u>	F1	Alvarez et al (1981)
<u>Phas cocc</u> X <u>Phas vulg.</u>	F1 fértil	Alvarez et al (1981)
<u>Phas vulg</u> X <u>Phas rit.</u>	F1	Braak y Kooistra 1975
<u>Phas vulg</u> X <u>Phas lun.</u>	F1 estéril	Mok et al. 1978
<u>Phas acut</u> X <u>Phas vulg.</u>	F1	Mok et al. 1978

Tabla 8. Colección estudiada.

N. Población	Localidad	Color grano	Habito crecim.
1)BG-3491*	Galicia	Bicolor	Guía media
2)BG-11069	Asturias	Blanca	Guía media
3)BG-3495*	Galicia	Amarilla	Determinada
4)BG-3480*	Asturias	Amarilla	Determinada
5)INDAL	V. comer.	Blanca	Guía larga
6)BG-2204*	Galicia	Crema	Guía media
7)BG-3116*	Galicia	Crema	Determinada
8)BG-3496*	Galicia	Crema	Guía larga
9)BG-3192*	Asturias	Blanca	Determinada
10)BG-2202*	Galicia	Blanca	Determinada
11)BG-3623*	Galicia	Bic.(ByM)	Guía media
12)BG-3584*	Asturias	Negra	Guía media
13)BG-2187*	Galicia	Bic.(CryC)	Guía media
14)BG-3071*	Galicia	Negra	Guía larga
15)BG-3195*	Asturias	Crema	Guía larga
16)BG-3197*	Asturias	Blanca	Guía larga
17)BG-2213*	Galicia	Verde Oliva	Guía larga
18)BG-11065	CIAT	Crema	Guía larga
19)BG-3167*	Galicia	Bic.(CryM)	Guía media
20)BG-3075*	Galicia	Bic.(CryC)	Guía larga
21)BG-3198*	Galicia	Blanca	Guía media
22)BG-3138*	Asturias	Morada	Guía larga

Tabla 8. continuación.

* 23)BG-11064*	CIAT	Blanca	Guía larga
24)BG-11059	La Rioja	Negra	Guía larga
25)BG-2134*	Galicia	Crema	Guía larga
* 26)BG-11061*	CIAT	Bic.(ByM)	Guía larga
* 27)Cb-10461*	CIAT	Bic.(CryC)	Determinada
28)BG-2208*	Galicia	Bic.(CryM)	Determinada
29)BG-11052*	Navarra	Blanca	Guía media
30)BG-11038*	Navarra	Blanca	Guía larga
31)BG-11041*	Navarra	Morada	Guía larga
32)BG-11042*	Navarra	Bic.(D.ByCr)	Guía larga
33)BG-11050*	Navarra	Morada	Guía larga
34)BG-3093*	Galicia	Blanca	Guía media
35)BG-3489*	Galicia	Bic.(CryC)	Guía media
36)BG-3242*	Asturias	Bic.(CryV.0)	Guía larga
37)BG-1003	Galicia	Blanca	Guía larga
38)BG-2114*	Santander	Crema	Guía larga
39)BG-3206*	Asturias	Bic.(CryM)	Guía larga
40)BG-3079*	Asturias	Bic.(ByM)	Guía larga
41)BG-3265*	Asturias	Blanca	Guía larga
42)BG-3036*	Galicia	Negra	Guía larga
43)BG-3213*	Asturias	Negra	Guía media
44)BG-3091	Galicia	Blanca	Guía media
45)BG-2116*	Santander	Bic.(D.ByC)	Guía larga

Tabla 8. continuación.

46)BG-3121*	Galicia	Verde oliva	Guía larga
47)BG-3477*	Asturias	Negra	Guía larga
48)BG-3025*	Asturias	V.Ol. y Am.	Guía media
49)BG-3252*	Asturias	Rojizo	Guía larga
50)BG-3086	Galicia	Bic(MyN)	Guía larga
51)BG-3131	Galicia	Blanca	Guía larga
52)Cb-13160	CIAT	Blanca	Determinada
53)BG-3128*	Asturias	Bic.(ByM)	Guía media
54)BG-2132*	Galicia	Am.limón yCr	Determinada
55)Cb-10156	CIAT	Blanca	Determinada
56)BG-3076*	Galicia	Bic.(CryM)	Determinada
57)BG-3073*	Galicia	V.ol y Cr.	Determinada
58)BG-3161*	Galicia	Cr y C	Determinada
59)BG-3521	Galicia	Blanca	Guía media
60)BG-3415*	Asturias	Blanca	Guía larga
61)BG-3202*	Asturias	V.oliva	Guía larga
62)BG-10954	Asturias	Blanca	Guía larga
63)BG-3044*	Asturias	Bic.(CryM)	Guía larga
64)Semilarga	V. comer.	Bic.(CryV.0)	Guía larga
65)BG-3267*	Asturias	Negra	Guía larga
66)BG-3084*	Asturias	Blanca	Guía larga
67)BG-3165*	Asturias	Bic.(GrisyC)	Guía larga
68)BG-11063	CIAT	Blanca	Guía larga
69)BG-2119*	Satander	Amar.limón	Guía larga

Tabla 8. continuación.

70)BG-3486*	Asturias	Bic(D.ByM)	Guía larga
71)BG-3485*	Asturias	Mor.osc	Guía larga
72)Alub.rañón	León	Blanca	Determinada
73)BG-3168*	Asturias	Amarillo	Guía media
74)BG-2189*	Galicia	Cr.,c.yAm.	Guía larga
75)BG-2201*	Galicia	Am.limón	Determinada
76)BG-3039*	Asturias	Blanca	Guía media
77)BG-11025*	P.Vasco	Negra	Guía larga
78)BG-11054*	Navarra	Blanca	Guía media
79)BG-11039*	Navarra	Morada	Guía larga
80)BG-11051*	Navarra	Morada	Guía larga
81)BG-11048*	Navarra	Negra	Guía larga
82)BG-11029*	P.Vasco	Bic.(CryM)	Guía larga
83)BG-11031*	P.Vasco	Blanca	Guía larga
84)BG-3251*	Galicia	Negra	Guía larga
85)BG-3074*	Asturias	Blanca	Guía larga
86)BG-11062	CIAT	Blanca	Guía media
87)BG-11019	CIAT	Cr,C,rojizas	Guía larga
88)BG-3488*	Galicia	Bic.(CryAm)	Guía media
89)BG-2108*	Santander	Amarillo	Guía larga
90)Canelini	V. comer.	Blanca	Guía media
91)BG-3082	Galicia	Blanca	Guía larga
92)BG-3078*	Galicia	Blanca	Guía larga
93)BG-3468*	Galicia	Crema rojizo	Guía larga

Tabla 8. continuación.

94)BG-3122*	Asturias	Bic.(ByM)	Guía media
95)BG-3120*	Asturias	Bic.(D.ByM)	Guía media
96)BG-2823*	P.Vasco	Blanca	Determinada
97)BG-2115*	Santander	Amarilla	Guía larga
98) V-100	Asturias	Blanca	Guía larga
* 99)BG-11045*	CIAT	Blanca	Determinada
100)BG-3418*	Galicia	Blanca	Guía larga
* 101)G-19891	CIAT	Cr,AmyRoj.	Guía larga
* 102)BG-11020*	CIAT	Cr,CyNar.	Guía larga
103)BG-11028*	P.Vasco	Bic.(CryM)	Guía larga
104)BG-11040*	Navarra	Negra	Guía larga
105)BG-11043*	Navarra	Blanca	Guía larga
106)BG-11024*	P.Vasco	Negra	Guía larga
107)BG-11023*	P.Vasco	Negra	Guía larga
108)BG-11055*	Navarra	Blanca	Guía media
109)BG-11021*	P.Vasco	Negra	Guía media
110)BG-2205*	Galicia	Blanca	Guía media
* 111)BG-11060*	CIAT	Bic.(ByM)	Guía larga
112)BG-11044*	Navarra	Blanca	Guía larga
113)BG-11030*	P.Vasco	Blanca	Determinada
114)BG-11022*	P.Vasco	Morado osc.	Guía larga
115)BG-11058*	La Rioja	Morada roj.	Guía larga
116)BG-11034*	P.Vasco	Negra	Guía larga

Tabla 8. continuación.

117)BG-11032*	P.Vasco	Bic(CryM)	Guía larga
118) V-158	Asturias	Blanca	Guía larga
119)BG-11033*	P.Vasco	Bic.(CryM)	Guía larga
120)BG-11056*	La Rioja	Bic.(D.ByC)	Guía larga
121)BG-11035*	P.Vasco	Negra	Guía larga
122)BG-11026*	P.Vasco	Negra	Guía larga
* 123)BG-11046*	CIAT	Negra	Guía media
124)BG-11057*	La Rioja	Blanca	Guía larga
* 125)BG-11047*	CIAT	Roja	Determinada
126)BG-11037*	Navarra	Blanca	Guía larga
127)BG-11036*	P.Vasco	Negra	Guía larga
128)BG-11053*	Navarra	Blanca	Guía media

* Poblaciones utilizadas para el computo de datos por aparecer durante los tres años de cultivo.

Tabla 9. Descripción de las variaciones climáticas en Asturias.

MES	AÑO	T.MAX	T.MIN.	MEDIA	T.MAX-MES	T.MIN-MES
MAYO	86	18.53	8.98	13.76	24.50	15.00
	87	17.80	7.90	12.38	23.00	2.50
	88	18.61	10.76	14.69	22.50	5.00
	89	20.40	10.50	15.10	25.00	5.00
	\bar{X}	18.84	9.17	13.98	23.75	6.88
JUNIO	86	20.15	11.37	15.76	25.00	4.50
	87	20.55	12.02	16.28	26.50	5.50
	88	21.23	13.28	17.26	25.00	6.50
	89	21.68	12.50	17.00	27.00	5.00
	\bar{X}	20.90	12.29	16.58	25.88	5.38
JULIO	86	22.66	13.84	18.09	26.00	8.00
	87	22.80	14.60	18.70	27.50	9.00
	88	22.69	13.46	18.03	26.50	8.00
	89	24.34	14.28	19.28	30.00	7.50
	\bar{X}	23.12	14.05	18.53	27.50	8.13
AGOS.	86	22.95	13.50	18.22	28.00	8.50
	87	24.20	15.00	19.60	29.00	11.00
	88	23.27	13.69	18.48	28.00	8.00
	89	24.60	14.13	19.42	28.50	9.50
	\bar{X}	23.76	14.08	18.93	28.38	9.25
SET.	86	21.42	13.27	17.49	27.00	6.50
	87	24.19	14.15	19.17	31.50	8.50
	88	22.78	12.38	17.58	37.50	0
	89	22.50	10.50	16.50	25.00	6.00
	\bar{X}	22.72	12.58	17.69	30.25	5.00
OCT.	86	19.74	11.50	15.36	24.00	5.50
	87	19.20	9	14.10	28.50	3.00
	88	20.19	8.30	14.60	31.00	4.00
	89	21.39	8.20	14.76	26.50	3.00
	\bar{X}	20.31	9.25	14.71	27.50	3.88
NOV.	86	16.00	4.70	10.38	20.50	1.00
	87	16.50	6.80	11.60	23.00	3.00
	88	17.58	5.06	11.32	26.00	-4.50
	89	-----	-----	-----	-----	-----
	\bar{X}	16.69	5.52	11.10	23.17	-----

Tabla 9. Continuación.

MES	AÑO	PRECIP. (mm)	N.DIAS de lluvia	MAX.PRECIP
MAYO	86	37.00	15.00	8.20
	87	16.15	12.00	5.60
	88	62.70	20.00	14.60
	89	36.30	9.00	15.60
	\bar{X}	38.04	14.00	11.00
JUNIO	86	25.40	11.00	12.85
	87	112.60	14.00	47.20
	88	91.80	15.00	52.60
	89	8.60	6.00	4.80
	\bar{X}	59.60	11.50	29.36
JULIO	86	14.10	6.00	6.30
	87	49.20	13.00	13.20
	88	53.10	16.50	10.80
	89	32.30	8.00	17.90
	\bar{X}	37.18	10.88	12.05
AGOS.	86	44.45	13.00	15.60
	87	37.10	16.00	7.90
	88	52.80	5.00	48.10
	89	36.95	7.00	16.80
	\bar{X}	42.83	10.25	22.10
SET.	86	156.10	14.00	74.90
	87	74.00	12.00	38.50
	88	57.40	11.00	29.50
	89	5.50	5.00	2.80
	\bar{X}	73.25	10.50	36.43
OCT.	86	133.70	15.00	38.90
	87	145.60	25.00	39.10
	88	24.20	11.00	11.90
	89	8.30	8.00	3.20
	\bar{X}	43.60	14.75	23.28
NOV.	86	44.3	14.00	17.40
	87	242.7	18.00	62.20
	88	33.6	5.00	24.40
	89	----	----	-----
	\bar{X}	106.9	12.33	34.67

Tabla 10. Valores medios, límites de variación y coeficiente de la variación de los 24 caracteres estudiados.

CARACTERES	AÑO	MEDIA \pm x	LÍMITES DE VARIACION		COEF. VAR. (%)
			MINIMO	MAXIMO	
CICLO					
FECHA DE FLORACION (FEFLO)	1987	63.53 \pm 0.81	47.00	85.00	14
	1988	60.91 \pm 0.80	46.00	81.00	14
	1989	60.05 \pm 0.70	46.00	85.00	12
FECHA FIN FLORACION (FEFINFLO)	1987	82.60 \pm 0.72	68.00	100.00	10
	1988	86.98 \pm 1.08	57.00	108.00	13
	1989	72.08 \pm 0.66	53.00	97.00	10
FECHA DE MADURACION (FEMAD)	1987	125.42 \pm 1.63	93.00	180.00	14
	1988	131.88 \pm 1.74	90.00	159.00	14
	1989	115.53 \pm 1.29	86.00	149.00	12
FOLIOLO					
LONGITUD FOLIOLO (LONFOL)	1987	14.08 \pm 0.27	9.00	20.72	20
	1988	12.72 \pm 0.18	7.73	17.78	15
	1989	11.29 \pm 0.22	6.66	18.42	21
ANCHO FOLIOLO (ANFOL)	1987	11.04 \pm 0.21	7.46	16.06	20
	1988	9.62 \pm 0.13	6.19	13.54	14
	1989	8.89 \pm 0.19	4.64	15.96	23
FLOR					
LONGITUD DE FLOR (LONFLO)	1987	1.95 \pm 0.02	1.18	2.85	11
	1988	2.04 \pm 0.01	1.65	2.45	10
	1989	2.03 \pm 0.02	1.49	2.50	10
LONGITUD BRACTEA (LONBR)	1987	0.60 \pm 0.01	0.35	1.12	18
	1988	0.66 \pm 0.01	0.44	0.99	16
	1989	0.57 \pm 0.01	0.39	0.83	17
LONGITUD DE CALIZ (LONCA)	1987	0.55 \pm 0.07	0.35	0.80	14
	1988	0.58 \pm 0.06	0.46	0.79	11
	1989	0.60 \pm 0.01	0.45	0.82	11
LONGITUD INFLOR. (LOINF)	1987	7.89 \pm 0.30	2.69	24.39	41
	1988	6.46 \pm 0.14	3.67	11.70	24
	1989	5.71 \pm 0.20	1.82	13.70	37

Tabla 10. Continuación.

LONGITUD PEDICELO (LONPED)	1987	0.81 ± 0.02	0.45	1.95	32
	1988	0.84 ± 0.03	0.34	1.77	33
	1989	0.73 ± 0.02	0.40	1.31	29
NUMERO DE FLORES (NUMFLO)	1987	5.72 ± 0.16	2.00	12.00	29
	1988	4.91 ± 0.11	2.00	7.40	23
	1989	4.59 ± 0.12	2.00	9.00	28
VAINA					
LONGITUD VAINA INM. (LOVAI)	1987	13.41 ± 0.25	9.17	22.74	20
	1988	13.65 ± 0.26	8.62	20.87	20
	1989	12.95 ± 0.26	7.92	21.64	22
LONGITUD VAINA MAD. (LOVAM)	1987	14.01 ± 0.29	9.37	24.83	20
	1988	13.90 ± 0.27	8.95	25.77	21
	1989	14.48 ± 0.29	9.22	24.86	22
GROSOR VAINA (GROVA)	1987	0.89 ± 0.12	0.60	1.19	14
	1988	0.90 ± 0.01	0.57	1.22	16
	1989	0.86 ± 0.02	0.63	1.13	13
ANCHO DE VAINA INM. (ANVAI)	1987	1.31 ± 0.02	0.88	1.81	13
	1988	1.24 ± 0.15	0.87	1.82	13
	1989	1.21 ± 0.02	0.76	1.77	14
ANCHO VAINA MADURA (ANVAM)	1987	1.13 ± 0.02	0.69	1.93	17
	1988	1.16 ± 0.02	0.77	1.87	16
	1989	1.15 ± 0.02	0.75	1.80	17
NUMERO DE VAINAS (NUMVA)	1987	23.49 ± 0.77	6.00	54.50	35
	1988	26.63 ± 1.06	8.00	68.35	42
	1989	20.42 ± 1.02	2.00	54.95	53
LONGITUD PICO VAINA (LONPI)	1987	1.20 ± 0.03	0.57	2.39	31
	1988	1.02 ± 0.04	0.45	2.50	43
	1989	1.20 ± 0.03	0.75	2.17	25
SEMILLA					
LONGITUD SEMILLA (LONSEM)	1987	1.27 ± 0.02	0.81	1.81	19
	1988	1.27 ± 0.02	0.77	1.76	18
	1989	1.30 ± 0.02	0.85	1.73	18
ANCHO DE SEMILLA (ANSEM)	1987	0.82 ± 0.01	0.51	1.00	10
	1988	0.82 ± 0.08	0.59	1.03	11
	1989	0.83 ± 0.01	0.63	1.04	10

Tabla 10. Continuación.

GROSOR SEMILLA (GROSEM)	1987	0.67 ± 0.01	0.41	0.83	15
	1988	0.67 ± 0.01	0.42	0.84	16
	1989	0.67 ± 0.01	0.43	0.89	15
PESO DE SEMILLA (PESEM)	1987	50.07 ± 1.30	13.70	74.60	27
	1988	49.08 ± 1.36	13.40	80.40	29
	1989	46.31 ± 1.24	16.32	85.49	28
NUMERO SEMILLA/ VAINA (NUMSEM)	1987	5.52 ± 0.11	2.60	7.80	21
	1988	5.98 ± 0.09	3.40	8.90	16
	1989	6.16 ± 0.10	3.60	9.40	17
CARACTER ESTRUCTURAL					
DIAMETRO (DIAM)	1987	0.75 ± 0.01	0.51	1.28	16
	1988	0.73 ± 0.01	0.52	1.09	16
	1989	0.63 ± 0.01	0.31	0.88	17

Tabla 11. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1987.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.89	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.83	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.81	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.62	0.50	----	----	----	----	----
ANVAI	0.61	----	----	----	----	----	----
ANVAM	0.51	----	----	----	----	----	----
LOVAM	----	0.94	----	----	----	----	----
LOVAI	----	0.94	----	----	----	----	----
LONSEM	----	0.71	0.51	----	----	----	----
LONPI	----	----	0.65	----	----	----	----
LONPED	----	----	0.63	----	----	----	----
NUMSEM	----	----	-0.70	----	----	----	----
FEFLO	----	----	----	0.84	----	----	----
FEFINFLO	----	----	----	0.88	----	----	----
FEMAD	----	----	----	0.73	----	----	----
LOINF	----	----	----	----	0.84	----	----
NUMFLO	----	----	----	----	0.85	----	----
LONCA	----	----	----	----	----	0.81	----
LONBR	----	----	----	----	----	0.80	----
ANFOL	0.58	----	-0.52	----	----	----	----
LONFOL	0.68	----	----	----	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	----	----	-0.63
DIAM	----	----	----	----	----	----	0.54
NUMVA	-0.14	-0.30	-0.38	0.18	-0.21	-0.16	0.07
V.Exp. (%)	17.79	13.79	11.17	10.63	7.96	6.63	6.42
V.ACUM. (%)	17.79	31.58	42.75	53.38	61.34	67.97	74.39

Tabla 14. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en poblaciones indeterminadas. Año 1987.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.89	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.82	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.76	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.60	----	0.52	----	----	----	----
ANVAI	0.56	----	----	----	----	----	----
ANVAM	----	----	----	----	----	----	----
LOVAM	----	0.90	----	----	----	----	----
LOVAI	----	0.93	----	----	----	----	----
LONSEM	----	0.72	0.52	----	----	----	----
LONPI	----	----	0.66	----	----	----	----
LONPED	----	----	0.57	----	----	----	----
NUMSEM	----	----	-0.72	----	----	----	----
FEFLO	----	----	----	0.84	----	----	----
FEFINFLO	----	----	----	0.88	----	----	----
FEMAD	----	----	----	0.67	----	----	----
LOINF	----	----	----	----	0.85	----	----
NUMFLO	----	----	----	----	0.84	----	----
LONCA	----	----	----	----	----	0.88	----
LONBR	----	----	----	----	----	0.73	----
ANFOL	0.68	----	-0.52	----	----	----	----
LONFOL	0.77	----	----	----	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	----	----	-0.60
DIAM	----	----	----	----	----	----	0.60
NUMVA	-0.11	-0.23	-0.32	0.15	-0.26	-0.22	0.11
V.Exp.(%)	17.73	13.64	10.55	9.81	8.10	6.73	6.65
V.ACUM.(%)	17.73	31.37	41.92	51.73	59.83	66.56	73.21

Tabla 15. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en poblaciones indeterminadas. Año 1988.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.92	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.89	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.88	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.71	----	----	----	----	----	----
ANVAI	0.74	----	----	----	----	----	----
ANVAM	0.69	0.51	----	----	----	----	----
LOVAM	----	0.93	----	----	----	----	----
LOVAI	----	0.91	----	----	----	----	----
LONSEM	----	0.74	0.52	----	----	----	----
LONPI	----	----	0.74	----	----	----	----
LONPED	----	----	0.69	----	----	----	----
NUMSEM	----	----	-0.75	----	----	----	----
FEFLO	----	----	----	----	0.65	----	----
FEFINFLO	----	----	----	----	0.76	----	----
FEMAD	----	----	----	----	0.70	----	----
LOINF	----	----	----	----	----	0.75	----
NUMFLO	----	----	----	----	----	0.74	----
LONCA	----	-0.54	----	----	----	----	----
LONBR	----	----	----	----	----	----	0.78
ANFOL	----	----	----	0.88	----	----	----
LONFOL	----	----	----	0.89	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	----	----	----
DIAM	----	----	----	----	0.51	----	----
NUMVA	-0.24	-0.30	-0.57	0.09	0.14	0.09	-0.10
V. Exp. (%)	20.46	15.38	11.96	9.08	9.07	6.42	5.70
V. ACUM. (%)	20.46	35.84	47.80	56.88	65.95	72.37	78.07

Tabla 16. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en poblaciones indeterminadas. Año 1989.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.92	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.89	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.84	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.59	----	0.54	----	----	----	----
ANVAI	0.59	0.66	----	----	----	----	----
ANVAM	0.61	0.60	----	----	----	----	----
LOVAM	----	0.91	----	----	----	----	----
LOVAI	----	0.94	----	----	----	----	----
LONSEM	----	0.55	0.70	----	----	----	----
LONPI	----	----	0.77	----	----	----	----
LONPED	----	----	0.71	----	----	----	----
NUMSEM	----	0.52	-0.64	----	----	----	----
FEFLO	----	----	----	----	0.81	----	----
FEFINFLO	----	----	----	----	0.83	----	----
FEMAD	----	----	----	----	0.59	----	----
LOINF	----	----	----	----	----	0.73	----
NUMFLO	----	----	----	----	----	----	0.88
LONCA	----	----	0.70	----	----	----	----
LONBR	----	----	----	----	----	----	----
ANFOL	----	----	----	0.85	----	----	----
LONFOL	----	----	----	0.89	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	-0.57	0.73	----
DIAM	----	----	----	0.76	----	----	----
NUMVA	-0.25	0.06	-0.04	0.51	0.46	0.02	0.13
V.EXP.(%)	16.05	14.55	12.76	12.11	10.44	6.39	4.82
V.ACUM.(%)	16.05	30.60	43.36	55.47	65.91	72.30	77.12

Tabla 12. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1988.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.93	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.89	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.90	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.73	----	0.55	----	----	----	----
ANVAI	0.72	----	----	----	----	----	----
ANVAM	0.67	----	----	----	----	----	----
LOVAM	----	----	0.92	----	----	----	----
LOVAI	----	----	0.91	----	----	----	----
LONSEM	----	----	0.79	----	----	----	----
LONPI	----	-0.75	----	----	----	----	----
LONPED	----	-0.64	----	----	----	----	----
NUMSEM	----	0.64	----	----	----	----	----
FEFLO	----	0.78	----	----	----	----	----
FEFINFLO	----	0.75	----	----	----	----	----
FEMAD	----	0.60	----	----	----	----	----
LOINF	----	----	----	----	----	0.80	----
NUMFLO	----	----	----	----	----	0.67	----
LONCA	----	-0.54	----	----	----	----	----
LONBR	----	----	----	----	----	----	0.78
ANFOL	----	----	----	0.90	----	----	----
LONFOL	----	----	----	0.88	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	----	----	----
DIAM	----	----	----	----	0.76	----	----
NUHVA	-0.21	0.59	-0.37	0.15	-0.03	0.07	0.05
V. Exp. (%)	19.75	16.25	15.79	9.38	6.63	6.38	5.46
V. ACUM. (%)	19.75	36.00	51.79	61.17	67.80	74.18	79.64

Tabla 13. Coeficientes de correlación entre caracteres observados y componentes principales rotados en el total de la colección. Año 1989.

CARACTERES	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
GROSEM	0.90	----	----	----	----	----	----
GROVA	0.88	----	----	----	----	----	----
ANSEM	0.86	----	----	----	----	----	----
PESEM	0.64	----	----	0.51	----	----	----
ANVAI	0.66	0.59	----	----	----	----	----
ANVAM	0.69	0.51	----	----	----	----	----
LOVAM	----	0.91	----	----	----	----	----
LOVAI	----	0.93	----	----	----	----	----
LONSEM	----	0.55	----	0.70	----	----	----
LONPI	----	----	----	0.80	----	----	----
LONPED	----	----	----	0.71	----	----	----
NUMSEM	----	0.52	----	-0.63	----	----	----
FEFLO	----	----	----	----	0.80	----	----
FEFINFLO	----	----	----	----	0.76	----	----
FEMAD	----	----	----	----	0.63	----	----
LOINF	----	----	----	----	----	----	----
NUMFLO	----	----	----	----	----	0.88	----
LONCA	----	----	----	0.66	----	----	----
LONBR	----	----	----	----	----	----	0.87
ANFOL	----	----	0.86	----	----	----	----
LONFOL	----	----	0.90	----	----	----	----
LONFLO	----	----	----	----	-0.57	----	----
DIAM	----	----	0.72	----	----	----	----
NUMVA	-0.20	0.09	0.53	-0.08	0.5	0.2	-0.05
V. EXP. (%)	16.75	13.79	12.67	12.50	11.50	5.21	5.13
ACUM. (%)	16.75	30.54	43.21	55.71	67.21	72.42	77.55

Tabla 17. Cuadrados medios, para cada uno de los caracteres estudiados, obtenidos mediante el Análisis de la Varianza factorial (año x población).

CARACTERISTICAS	C.M. (AÑO)		C.M. (POBLACION)		ERROR (AÑO X POBL)
FECHA DE FLORACION	366.65	***	140.18	***	28.40
FECHA DE FIN DE FLORACION	6.568.94	***	155.61	***	41.53
FECHA DE MADURACION	7.601.29	***	588.97	***	116.17
LONGITUD DEL FOLIOLO	217.77	***	12.55	***	2.28
ANCHO DE FOLIOLO *	133.07	***	7.49	***	1.84
LONGITUD DE FLOR *	0.32	***	0.04	ns	0.03
LONGITUD DE BRACTEA	0.25	***	0.02	***	0.01
LONGITUD DE CALIZ	0.08	***	0.01	***	0.03
LONGITUD DE INFLORESCENCIA*	136.90	***	7.75	**	4.61
LONGITUD DE PEDICELO	0.36	***	0.14	***	0.02
NUMERO DE FLORES*	38.15	***	2.71	**	1.54
LONGITUD DE VAINA INMADURA	13.93	***	19.51	***	1.22
LONGITUD DE VAINA MADURA*	10.49	***	23.27	***	1.12
GROSOR DE VAINA*	0.05	***	0.04	***	0.005
ANCHO DE VAINA INMADURA	0.28	***	0.06	***	0.01
ANCHO DE VAINA MADURA	0.02	ns	0.09	***	0.01
NUMERO DE VAINAS*	1.079.02	***	196.45	***	56.90
LONGITUD DEL PICO DE VAINA	1.24	***	0.34	***	0.04
LONGITUD DE SEMILLA	0.05	***	0.16	***	0.003
ANCHO DE SEMILLA	0.02	ns	0.18	***	0.01
GROSOR DE SEMILLA	0.00	ns	0.28	***	0.001
PESO DE SEMILLA	426.43	***	514.20	***	27.07
NUMERO DE SEMILLA	12.32	***	2.56	***	0.39
DIAMETRO	0.52	***	0.02	***	0.08

* caracteres descartados, ** y ***; niveles de significación al 1% y al 0.1 % respectivamente, n.s.; no significativo.

Tabla 18: Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1987.

Fase de la fusión	Nº de grupos	Coefficientes
1	112	1.207192
2	111	1.636118
3	110	2.176337
4	109	2.214891
5	108	2.478866
6	107	2.674059
7	106	2.914007
8	105	2.965573
9	104	3.027484
10	103	3.190808
11	102	3.693213
12	101	3.772360
13	100	3.809734
14	99	4.065656
15	98	4.151537
16	97	4.301332
17	96	4.386095
18	95	4.455194
19	94	4.538343
20	93	4.605505
21	92	4.920671
22	91	5.285030
23	90	5.592984
24	89	5.613643
25	88	5.650826
26	87	5.694265
27	86	5.743770
28	85	5.785918
29	84	6.143802
30	83	6.169417
31	82	6.280281
32	81	6.391850
33	80	6.451375
34	79	6.640075
35	78	7.037932
36	77	7.078836
37	76	7.250104
38	75	7.411010
39	74	7.433073
40	73	7.467392
41	72	7.596470
42	71	7.658319
43	70	7.716964

Tabla 18. Continuación

44	69	7.919837
45	68	7.952458
46	67	8.036110
47	66	8.132668
48	65	8.172682
49	64	8.519603
50	63	8.561138
51	62	8.635192
52	61	8.764162
53	60	9.121528
54	59	9.495123
55	58	9.530600
56	57	9.636390
57	56	9.683455
58	55	9.956070
59	54	10.174062
60	53	10.386327
61	52	10.416375
62	51	10.462800
63	50	10.879090
64	49	11.208976
65	48	11.336370
66	47	11.458707
67	46	11.468350
68	45	11.806343
69	44	11.914781
70	43	12.009925
71	42	12.047218
72	41	12.105327
73	40	12.155540
74	39	12.416131
75	38	12.678680
76	37	12.930425
77	36	13.357335
78	35	13.373228
79	34	13.420937
80	33	13.521369
81	32	14.138330
82	31	14.140539
83	30	14.466442
84	29	14.526521
85	28	14.615921
86	27	14.749381
87	26	15.305339
88	25	15.331280
89	24	15.962737
90	23	16.059553
91	22	16.101315

Tabla 18. Continuación

92	21	16.329966
93	20	16.613375
94	19	17.497271
95	18	17.539419
96	17	17.576052
97	16	17.992849
98	15	18.346083
99	14	18.775507
100	13	19.155085
101	12	19.834227
102	11	20.581949
103	10	21.378166
104	9	22.630018
105	8	23.025248
106	7	23.266012
107	6	23.408548
108	5	25.224363
109	4	25.676292
110	3	30.135393
111	2	33.999996

Tabla 19: Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1988.

Fase de fusión	Nº de grupos	Coficiente
1	112	1.826764
2	111	2.323373
3	110	2.549795
4	109	2.871494
5	108	3.286358
6	107	3.314997
7	106	3.354334
8	105	3.386847
9	104	3.502666
10	103	3.629071
11	102	3.862950
12	101	3.886801
13	100	3.901227
14	99	4.061330
15	98	4.131036
16	97	4.206197
17	96	4.319805
18	95	4.527188
19	94	4.617263
20	93	4.730306
21	92	4.786396
22	91	4.848369
23	90	4.998025
24	89	5.041947
25	88	5.116513
26	87	5.121543
27	86	5.234622
28	85	5.318231
29	84	5.369504
30	83	5.373882
31	82	5.449049
32	81	5.467142
33	80	5.666377
34	79	5.685173
35	78	5.690230
36	77	5.952079
37	76	5.983632
38	75	6.045020
39	74	6.206462
40	73	6.237494
41	72	6.436624
42	71	6.601037
43	70	6.862628

Tabla 19. Continuación

44	69	6.870330
45	68	6.996486
46	67	7.103649
47	66	7.114699
48	65	7.179547
49	64	7.494328
50	63	7.567276
51	62	7.619132
52	61	7.633562
53	60	7.718991
54	59	7.791066
55	58	7.969766
56	57	8.066554
57	56	8.121878
58	55	8.224750
59	54	8.336480
60	53	8.543249
61	52	8.633974
62	51	8.666802
63	50	8.797860
64	49	8.818957
65	48	8.943727
66	47	9.086110
67	46	9.173143
68	45	9.350483
69	44	9.646226
70	43	9.679887
71	42	9.695293
72	41	9.925939
73	40	9.953489
74	39	10.406595
75	38	10.681769
76	37	10.957635
77	36	11.157961
78	35	11.294991
79	34	11.435823
80	33	11.577477
81	32	11.646939
82	31	11.742137
83	30	11.773381
84	29	11.913194
85	28	12.139894
86	27	12.610672
87	26	12.744847
88	25	12.772721
89	24	12.812557
90	23	13.659175
91	22	13.659294

Tabla 19. Continuación

92	21	14.384439
93	20	14.453724
94	19	14.634695
95	18	14.906265
96	17	14.958679
97	16	15.311974
98	15	15.997277
99	14	16.706985
100	13	16.759796
101	12	17.474142
102	11	18.226908
103	10	19.626362
104	9	19.710737
105	8	20.087582
106	7	21.165026
107	6	21.322315
108	5	22.436586
109	4	24.554478
110	3	29.763288
111	2	34.000000

Tabla 20: Fases de fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias dentro de grupos (WAVERAGE). Año 1989.

Fase de fusión	Nº de grupos	Coefficientes
1	112	1.880542
2	111	2.084597
3	110	2.483742
4	109	2.613340
5	108	2.622734
6	107	2.668887
7	106	3.094902
8	105	3.106722
9	104	3.115799
10	103	3.471945
11	102	3.483928
12	101	3.575961
13	103	3.601639
14	99	3.911237
15	98	4.256815
16	97	4.257650
17	96	4.321922
18	95	4.411035
19	94	4.445216
20	93	4.747113
21	92	4.801291
22	91	4.816418
23	90	4.918917
24	89	4.994786
25	88	5.136542
26	87	5.231420
27	86	5.298627
28	85	5.428157
29	84	5.511030
30	83	5.514070
31	82	5.525420
32	81	5.576533
33	80	5.608875
34	79	5.642649
35	78	5.684905
36	77	5.933667
37	76	6.138966
38	75	6.234493
39	74	6.559680
40	73	6.669932
41	72	6.711983
42	71	6.864751
43	70	6.877543

Tabla 20. Continuación

44	69	6.968699
45	68	7.126321
46	67	7.179286
47	66	7.505933
48	65	7.617571
49	64	7.628893
50	63	7.716519
51	62	7.729427
52	61	7.821798
53	60	8.068503
54	59	8.146920
55	58	8.241169
56	57	8.255176
57	56	8.424280
58	55	8.551470
59	54	8.616400
60	53	8.620515
61	52	8.786537
62	51	8.834166
63	50	8.910877
64	49	9.786125
65	48	10.130018
66	47	10.144903
67	46	10.171522
68	45	10.317364
69	44	10.533775
70	43	10.633730
71	42	10.692790
72	41	10.743557
73	40	10.747425
74	39	11.258066
75	38	11.391295
76	37	11.508183
77	36	11.603455
78	35	11.856926
79	34	12.230280
80	33	12.308289
81	32	12.625022
82	31	12.659313
83	30	12.832175
84	29	13.268578
85	28	13.362535
86	27	13.790586
87	26	13.899553
88	25	14.281569
89	24	14.433387
90	23	14.448897
91	22	14.487847

Tabla 20. Continuación

92	21	14.679049
93	20	14.679049
94	19	15.570307
95	18	15.678722
96	17	15.679396
97	16	16.088213
98	15	16.395206
99	14	16.954552
100	13	17.339561
101	12	17.838348
102	11	18.291553
103	10	19.397842
104	9	19.436531
105	8	19.519279
106	7	19.525877
107	6	21.629126
108	5	24.706062
109	4	26.492575
110	3	30.511631
111	2	34.000000

Tabla 21: fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1987.

Fase de la fusión	Nº de grupos	Coefficientes
1	112	1.207192
2	111	1.850581
3	110	2.176337
4	109	2.478866
5	108	2.674059
6	107	2.793665
7	106	3.111330
8	105	3.301793
9	104	3.668330
10	103	3.693213
11	102	4.065656
12	101	4.151537
13	100	4.301332
14	99	4.517235
15	98	4.538343
16	97	4.732535
17	96	4.789692
18	95	4.923220
19	94	5.432062
20	93	5.458429
21	92	5.592984
22	91	5.694265
23	90	5.743770
24	89	5.754013
25	88	6.169417
26	87	6.280281
27	86	6.391850
28	85	6.767474
29	84	6.878137
30	83	7.018241
31	82	7.037932
32	81	7.411010
33	80	7.467392
34	79	7.716964
35	78	7.766232
36	77	7.779027
37	76	8.036110
38	75	8.159327
39	74	8.172682
40	73	8.519163
41	72	8.547573
42	71	8.799388
43	70	9.114294

Tabla 21. Continuación

44	69	9.121528
45	68	9.224704
46	67	9.264449
47	66	9.587605
48	65	9.591994
49	64	9.811527
50	63	9.892025
51	62	10.162632
52	61	10.677466
53	60	11.208976
54	59	11.560047
55	58	12.011157
56	57	12.084753
57	56	12.105027
58	55	12.149626
59	54	12.326828
60	53	12.639985
61	52	12.763669
62	51	12.816713
63	50	13.280264
64	49	13.677515
65	48	13.758012
66	47	13.969016
67	46	14.085934
68	45	14.294696
69	44	14.339453
70	43	14.684449
71	42	15.884991
72	41	16.227091
73	40	16.292313
74	39	16.391775
75	38	16.666307
76	37	16.900482
77	36	17.047676
78	35	17.194565
79	34	17.402710
80	33	17.539419
81	32	18.563040
82	31	18.646603
83	30	18.727007
84	29	18.949469
85	28	19.483974
86	27	19.851456
87	26	20.934755
88	25	21.480721
89	24	22.636002
90	23	22.915150
91	22	23.363337
92	21	23.594826

Tabla 21. Continuación

93	20	24.203482
94	19	25.132212
95	18	25.476294
96	17	25.835682
97	16	26.612488
98	15	27.361244
99	14	27.603140
100	13	29.652922
101	12	30.258295
102	11	33.298790
103	10	35.512257
104	9	38.572453
105	8	39.757008
106	7	41.679279
107	6	42.224514
108	5	44.138489
109	4	54.910194
110	3	55.934845
111	2	68.466515

Tabla 22: fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1988.

Fase de la fusión	Nº de grupos	Coefficientes
1	112	1.826764
2	111	2.323373
3	110	2.549795
4	109	2.871494
5	108	3.314997
6	107	3.354334
7	106	3.386847
8	105	3.502666
9	104	3.629071
10	103	3.862950
11	102	3.886801
12	101	4.016155
13	100	4.059322
14	99	4.319805
15	98	4.494760
16	97	4.527188
17	96	4.617263
18	95	4.909503
19	94	4.930309
20	93	4.998025
21	92	5.041947
22	91	5.234622
23	90	5.254416
24	89	5.318231
25	88	5.371277
26	87	5.418721
27	86	5.561810
28	85	5.666377
29	84	5.685173
30	83	5.690230
31	82	5.904696
32	81	6.171696
33	80	6.216717
34	79	6.302924
35	78	6.436624
36	77	6.523053
37	76	6.543214
38	75	6.807883
39	74	7.012586
40	73	7.103649
41	72	7.259283
42	71	7.390362
43	70	7.714406

Tabla 22. Continuación

44	69	7.718991
45	68	7.961994
46	67	8.066554
47	66	8.132602
48	65	8.270788
49	64	8.616776
50	63	8.632601
51	62	8.633974
52	61	8.711254
53	60	8.768562
54	59	8.901455
55	58	8.955379
56	57	8.999706
57	56	9.086110
58	55	9.206577
59	54	9.222730
60	53	9.679887
61	52	9.695293
62	51	9.702038
63	50	10.196089
64	49	10.198735
65	48	10.302948
66	47	10.365658
67	46	10.801673
68	45	11.100600
69	44	11.413691
70	43	11.618729
71	42	11.927175
72	41	11.932749
73	40	12.544044
74	39	12.607288
75	38	12.703665
76	37	12.748120
77	36	12.862033
78	35	13.506100
79	34	13.674771
80	33	13.752824
81	32	14.017128
82	31	14.110825
83	30	14.567884
84	29	14.828179
85	28	15.210281
86	27	15.483524
87	26	15.934723
88	25	16.505072
89	24	16.688751
90	23	16.749317
91	22	17.287361

Tabla 22. Continuación

92	21	17.501509
93	20	19.054794
94	19	19.831381
95	18	19.987347
96	17	20.827248
97	16	21.517149
98	15	21.580280
99	14	22.895012
100	13	24.275951
101	12	25.250648
102	11	25.299583
103	10	27.283859
104	9	27.857986
105	8	29.476372
106	7	34.314728
107	6	34.500362
108	5	35.691784
109	4	40.786030
110	3	49.606308
111	2	53.966255

Tabla 23: Fase de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo de distancias medias entre grupos (UPGMA). Año 1989.

Fase de la fusión	Nº de grupos	Coefficientes
1	112	1.880542
2	111	2.084597
3	110	2.483742
4	109	2.613340
5	108	2.622734
6	107	3.063060
7	106	3.094902
8	105	3.471945
9	104	3.544557
10	103	3.631400
11	102	3.813091
12	101	3.911237
13	100	4.052574
14	99	4.321922
15	98	4.344014
16	97	4.411035
17	96	4.445216
18	95	4.816418
19	94	4.918917
20	93	5.045046
21	92	5.119653
22	91	5.136542
23	90	5.608875
24	89	5.624474
25	88	5.641613
26	87	5.642649
27	86	5.662250
28	85	5.719859
29	84	5.781990
30	83	5.863014
31	82	6.048496
32	81	6.312647
33	80	6.390147
34	79	6.543048
35	78	6.559680
36	77	6.580049
37	76	6.877543
38	75	7.104133
39	74	7.179286
40	73	7.378839
41	72	7.508854
42	71	7.617571
43	70	7.628893

Tabla 23. Continuación

44	69	7.708745
45	68	7.716519
46	67	7.892690
47	66	8.019053
48	65	8.077013
49	64	8.079993
50	63	8.255176
51	62	8.552967
52	61	8.889783
53	60	9.029251
54	59	9.434636
55	58	9.471718
56	57	9.590163
57	56	9.916246
58	55	9.944785
59	54	10.093059
60	53	10.297554
61	52	10.593439
62	51	11.187105
63	50	11.373776
64	49	11.508183
65	48	11.837617
66	47	12.120330
67	46	12.290751
68	45	12.599042
69	44	12.688893
70	43	13.300263
71	42	13.482446
72	41	13.546655
73	40	13.761004
74	39	13.849152
75	38	13.958834
76	37	14.381019
77	36	14.572194
78	35	14.818683
79	34	15.148165
80	33	16.320656
81	32	16.392628
82	31	16.498631
83	30	17.013123
84	29	17.171127
85	28	17.208666
86	27	17.545507
87	26	17.976978
88	25	18.910446
89	24	18.976040
90	23	19.985510
91	22	20.955711

Tabla 23. Continuación

92	21	21.563927
93	20	22.937452
94	19	23.245783
95	18	24.113562
96	17	24.581884
97	16	24.906542
98	15	25.414370
99	14	28.086039
100	13	30.724501
101	12	32.068001
102	11	32.560081
103	10	34.146896
104	9	34.816952
105	8	35.467094
106	7	36.656284
107	6	36.936203
108	5	41.427330
109	4	41.729172
110	3	52.674141
111	2	57.238331

Tabla 24: Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1987.

Fase de la fusión	Nº de grupos	coeficientes
1	112	.603596
2	111	1.636118
3	110	2.724286
4	109	3.963719
5	108	5.300749
6	107	6.929292
7	106	8.615511
8	105	10.403563
9	104	12.250169
10	103	14.282997
11	102	16.358765
12	101	18.461405
13	100	20.612072
14	99	22.881245
15	98	25.386923
16	97	27.926411
17	96	30.557467
18	95	33.242298
19	94	36.038792
20	93	38.885925
21	92	41.757809
22	91	44.842518
23	90	47.968300
24	89	51.108440
25	88	54.304367
26	87	57.743435
27	86	61.262402
28	85	64.967903
29	84	68.701599
30	83	72.560081
31	82	76.451889
32	81	80.440468
33	80	84.458527
34	79	88.544868
35	78	93.105629
36	77	97.668617
37	76	102.280968
38	75	106.991646
39	74	111.740982
40	73	116.686996
41	72	121.709969
42	71	126.757927
43	70	131.849625

Tabla 24. Continuación

44	69	137.042023
45	68	142.646515
46	67	148.275253
47	66	153.944885
48	65	159.875992
49	64	165.868805
50	63	172.070663
51	62	178.273941
52	61	184.682297
53	60	191.133377
54	59	197.972137
55	58	205.048538
56	57	212.144928
57	56	219.292282
58	55	226.462006
59	54	233.716110
60	53	241.162933
61	52	249.054626
62	51	257.025665
63	50	265.132355
64	49	273.729645
65	48	282.401031
66	47	291.170746
67	46	299.945709
68	45	308.891022
69	44	318.170807
70	43	327.452332
71	42	337.396057
72	41	347.361816
73	40	357.656769
74	39	368.026245
75	38	378.418549
76	37	390.967896
77	36	403.585999
78	35	416.723663
79	34	429.923157
80	33	443.442688
81	32	456.994568
82	31	470.672089
83	30	485.153442
84	29	499.773651
85	28	514.734863
86	27	530.082642
87	26	546.111206
88	25	562.288940
89	24	580.076416
90	23	599.474304
91	22	620.428101

Tabla 24. Continuación

92	21	641.449707
93	20	663.729492
94	19	687.423767
95	18	711.160278
96	17	735.645325
97	16	761.568665
98	15	788.233887
99	14	815.688965
100	13	846.577332
101	12	879.925293
102	11	913.879944
103	10	950.168457
104	9	988.292358
105	8	1031.090942
106	7	1077.078491
107	6	1148.355713
108	5	1224.444702
109	4	1337.918335
110	3	1560.040771
111	2	1887.000122

Tabla 25: Fases de la fusión en el Análisis de Grupos mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1988.

Fase de la fusión	Nº de grupos	coeficientes
1	112	.913382
2	111	2.075068
3	110	3.349966
4	109	4.785713
5	108	6.443211
6	107	8.120378
7	106	9.813802
8	105	11.565135
9	104	13.379670
10	103	15.311145
11	102	17.254545
12	101	19.284206
13	100	21.444109
14	99	23.707703
15	98	26.016335
16	97	28.389311
17	96	30.780972
18	95	33.279984
19	94	35.800957
20	93	38.418266
21	92	41.077381
22	91	43.785908
23	90	46.526123
24	89	49.359310
25	88	52.201897
26	87	55.047012
27	86	57.921883
28	85	60.821526
29	84	63.923794
30	83	67.142105
31	82	70.546043
32	81	73.950348
33	80	77.461845
34	79	81.013672
35	78	84.627113
36	77	88.245285
37	76	92.054932
38	75	95.914429
39	74	99.775780
40	73	103.809059
41	72	107.944450
42	71	112.216164
43	70	116.533150

Tabla 25. Continuación

44	69	120.882111
45	68	125.332840
46	67	129.875900
47	66	134.559662
48	65	139.399612
49	64	144.247253
50	63	149.125580
51	62	154.193542
52	61	159.282455
53	60	164.433929
54	59	169.662277
55	58	175.284256
56	57	180.991104
57	56	186.699432
58	55	192.416580
59	54	198.444427
60	53	204.531204
61	52	210.803223
62	51	217.164902
63	50	223.595917
64	49	230.109940
65	48	236.733566
66	47	243.375275
67	46	250.023682
68	45	256.854797
69	44	263.881195
70	43	270.938446
71	42	278.063141
72	41	285.314819
73	40	293.295532
74	39	301.639893
75	38	310.298981
76	37	319.310120
77	36	328.368958
78	35	338.520264
79	34	349.160492
80	33	359.935913
81	32	370.735107
82	31	382.886261
83	30	395.094421
84	29	407.756500
85	28	421.175568
86	27	435.535126
87	26	449.904388
88	25	464.909271
89	24	480.001434
90	23	495.251160
91	22	510.680115
92	21	526.774658

Tabla 25. Continuación

93	20	543.342163
94	19	560.730042
95	18	579.044800
96	17	601.324951
97	16	623.606445
98	15	648.678650
99	14	678.097961
100	13	709.101624
101	12	740.289124
102	11	771.638550
103	10	803.213440
104	9	841.560120
105	8	896.377075
106	7	964.189209
107	6	1041.110596
108	5	1124.541504
109	4	1263.137329
110	3	1560.712280
111	2	1887.000000

Tabla 26: Fases de la fusión en el Análisis de Grupo mediante el método aglomerativo (WARD). Año 1989.

Fase de la fusión	Nº de grupos	coeficientes
1	112	.940271
2	111	1.982570
3	110	3.224441
4	109	4.531110
5	108	5.842477
6	107	7.389928
7	106	9.075082
8	105	10.811054
9	104	12.766673
10	103	14.784013
11	102	16.857513
12	101	19.018475
13	100	21.223991
14	99	23.446600
15	98	25.711193
16	97	28.119402
17	96	30.578861
18	95	33.101383
19	94	35.646770
20	93	38.207283
21	92	40.775555
22	91	43.579994
23	90	46.392231
24	89	49.213554
25	88	52.044678
26	87	54.935673
27	86	57.892822
28	85	60.918724
29	84	64.075050
30	83	67.354889
31	82	70.646347
32	81	74.085121
33	80	77.525970
34	79	81.115616
35	78	84.795151
36	77	88.603935
37	76	92.418381
38	75	96.276642
39	74	100.286171
40	73	104.302353
41	72	108.336601
42	71	112.375107
43	70	116.502693
44	69	120.935074

Tabla 26. Continuación

45	68	125.378250
46	67	129.892883
47	66	134.556488
48	65	139.569305
49	64	144.766205
50	63	150.009766
51	62	155.306488
52	61	160.632584
53	60	166.270599
54	59	172.024689
55	58	177.832779
56	57	183.890656
57	56	189.970734
58	55	196.172760
59	54	202.445435
60	53	208.789886
61	52	215.887924
62	51	223.140564
63	50	231.055466
64	49	239.113022
65	48	247.273346
66	47	255.458755
67	46	264.149231
68	45	273.017517
69	44	282.034485
70	43	291.091156
71	42	300.190430
72	41	309.853424
73	40	319.997986
74	39	330.256470
75	38	340.881683
76	37	351.535522
77	36	362.440918
78	35	373.448578
79	34	384.577148
80	33	395.847809
81	32	407.347046
82	31	419.034363
83	30	432.563995
84	29	446.141266
85	28	460.045288
86	27	474.543091
87	26	489.966492
88	25	505.621979
89	24	521.655701
90	23	538.095337
91	22	554.681335
92	21	572.486450
93	20	592.731262

Tabla 26. Continuación

94	19	613.025024
95	18	633.658630
96	17	655.820557
97	16	681.349548
98	15	707.365234
99	14	734.754578
100	13	766.164124
101	12	798.022705
102	11	830.083252
103	10	862.490601
104	9	898.209229
105	8	934.491638
106	7	982.572510
107	6	1061.707520
108	5	1175.934814
109	4	1306.511475
110	3	1508.169556
111	2	1886.999756

Tabla 27. Distribución de algunos caracteres en los 4 grupos formados (%)

GRUPO	N	IND	DET	ALTURA		LONBRA							BRACTEOLAS▼							VAINAS +							HOJAS*																		
				>2m	<2m	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7																
A*	70	69	1	59	11	13	44	13	18	52	0	47	19	4	25	45	4	15	51	11	39	20	98.6	1.4	84.3	15.71	18.6	62.8	18.6	25.7	74.3	0	67.14	27.14	5.7	35.7	64.3	5.7	21.4	72.9	15.7	55.7	28.6		
B	11	0	11	0	11	0	6	5	1	10	0	9	2	0	5	6	1	2	8	2	3	6	0	0	100	0	100	0	54.5	45.5	9	91	0	81.8	18.2	0	45.5	54.5	9.10	18.2	72.7	18.2	27.3	54.5	
C	12	9	3	1	11	0	5	7	1	11	0	5	6	1	12	0	0	0	12	3	5	4	75	25	8	92	0	41.7	58.3	8.3	91.7	0	41.7	50	8.3	100	0	0	100	0	0	100	25	41.7	33.3

* primera fila frecuencias absolutas y segunda fila frecuencias relativas (%).

▼ LONBRA= longitud de bracteolas.

FORBRA= forma de bracteolas.

RELBRA= relación bracteola/cáliz.

† POSPIVA= posición pico de vaina.

♦ ORPIVA = orientación pico de la vaina.

◆ TAMHOJA= tamaño de hoja.

Tabla 28. Grupo en el que aparecen las entradas no coincidentes, en los tres años de cultivo.

Nº Entrada	1987	1988	1989
10	A	C	C
102	A	C	C
53	B	A	B
94	B	A	A
95	B	A	A
28	B	A	B
73	B	A	A
76	C	A	A
124	C	A	A
6	C	A	C
42	C	A	A
110	C	C	A
74	C	A	A
67	C	A	A
89	C	A	A
97	C	A	A
29	C	A	A
125	C	A	C
34	C	A	A



Fig. 1. Rendimiento y producción de la judía en España. Año 1987.

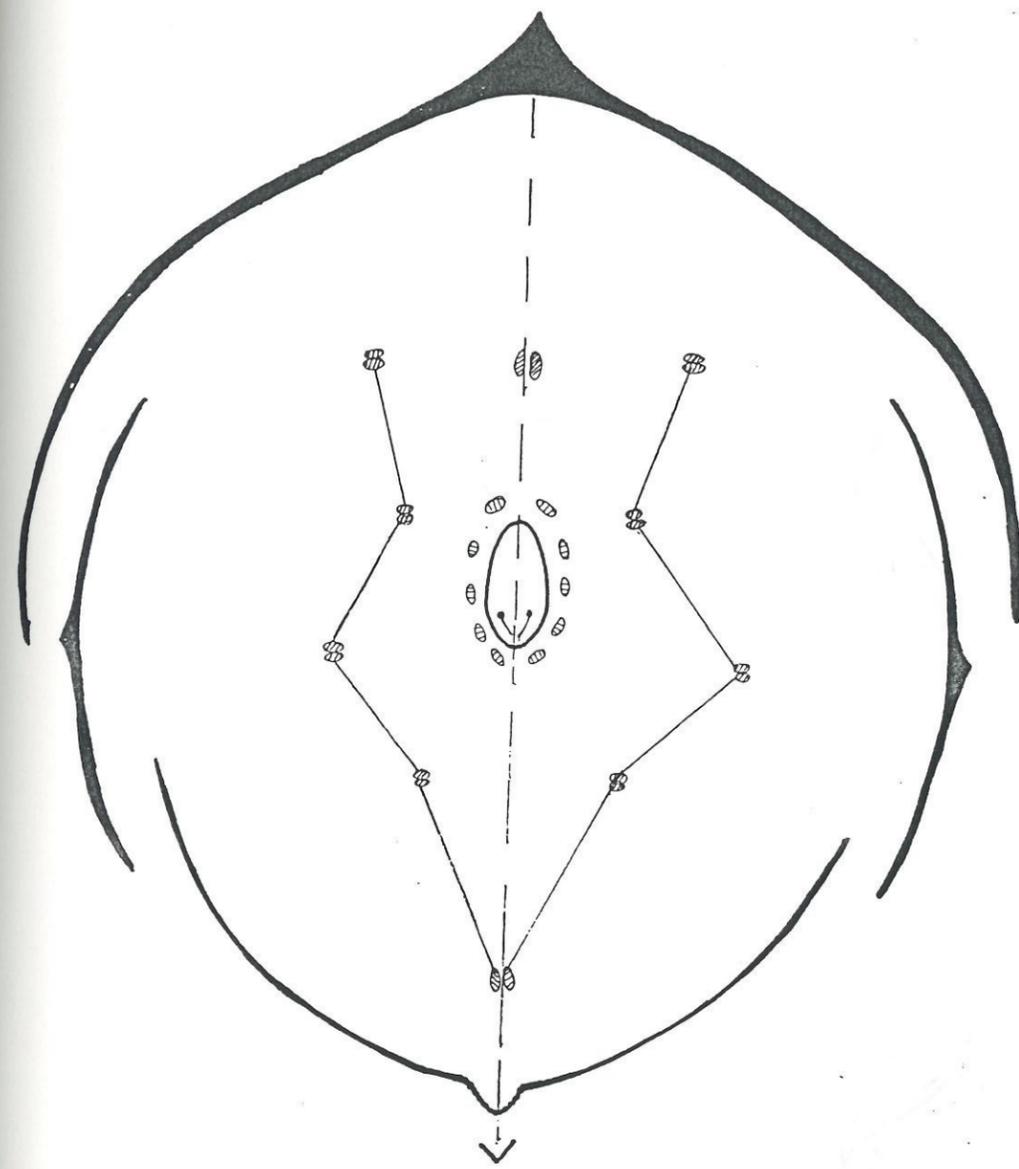
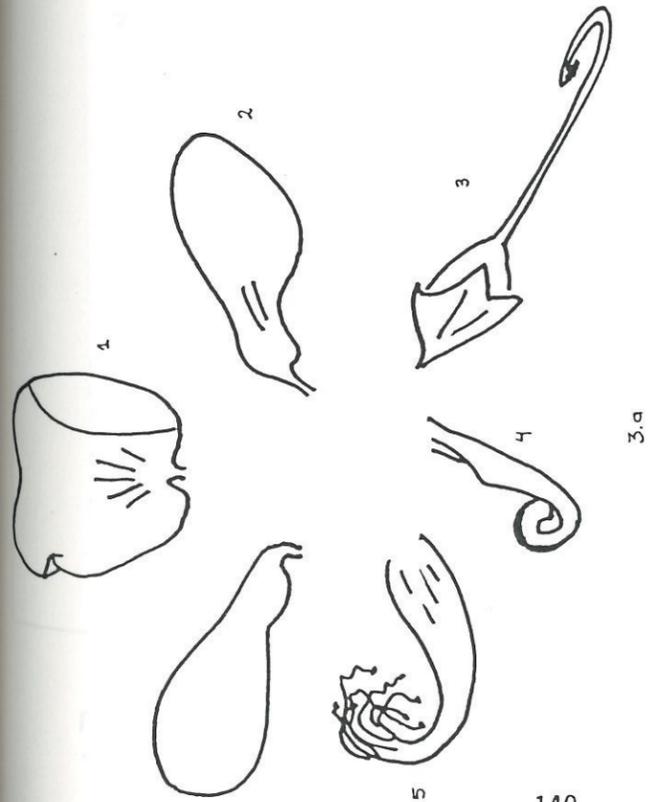
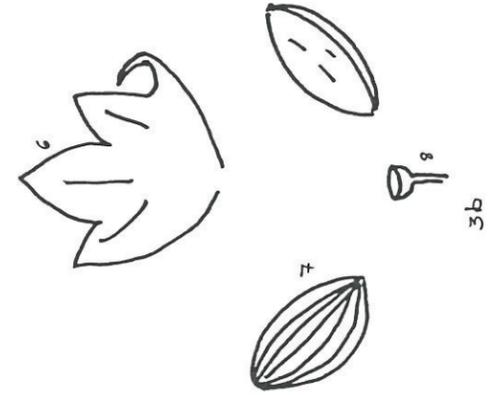


Fig. 2. Diagrama floral. (Marechal, 1988)



3a



3b



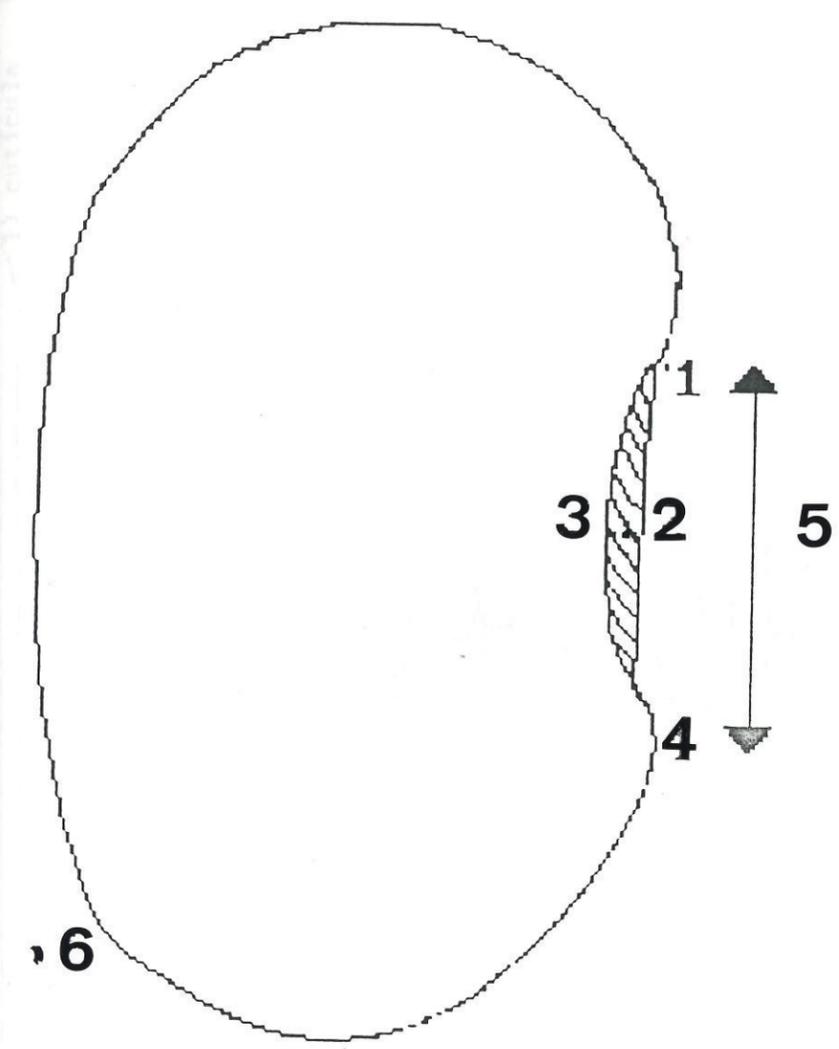
3c

3a) FLOR:
 1) Estandarte
 2) Alas
 3) Gineceo
 4) Quilla
 5) Androceo

3b) CALIZ:
 6) Sépalos
 7) Bracteolas
 8) Pedúnculo

3c) FRUTO:
 9) Semilla
 10) Vaina

Fig. 3. Organos reproductivos.



- 1) micropilo
- 2) arilo
- 3) corona
- 4) estrofiolo
- 5) hilo
- 6) testa

Fig. 4. Detalle del hilo en el grano de judía. (Marechal, 1988).

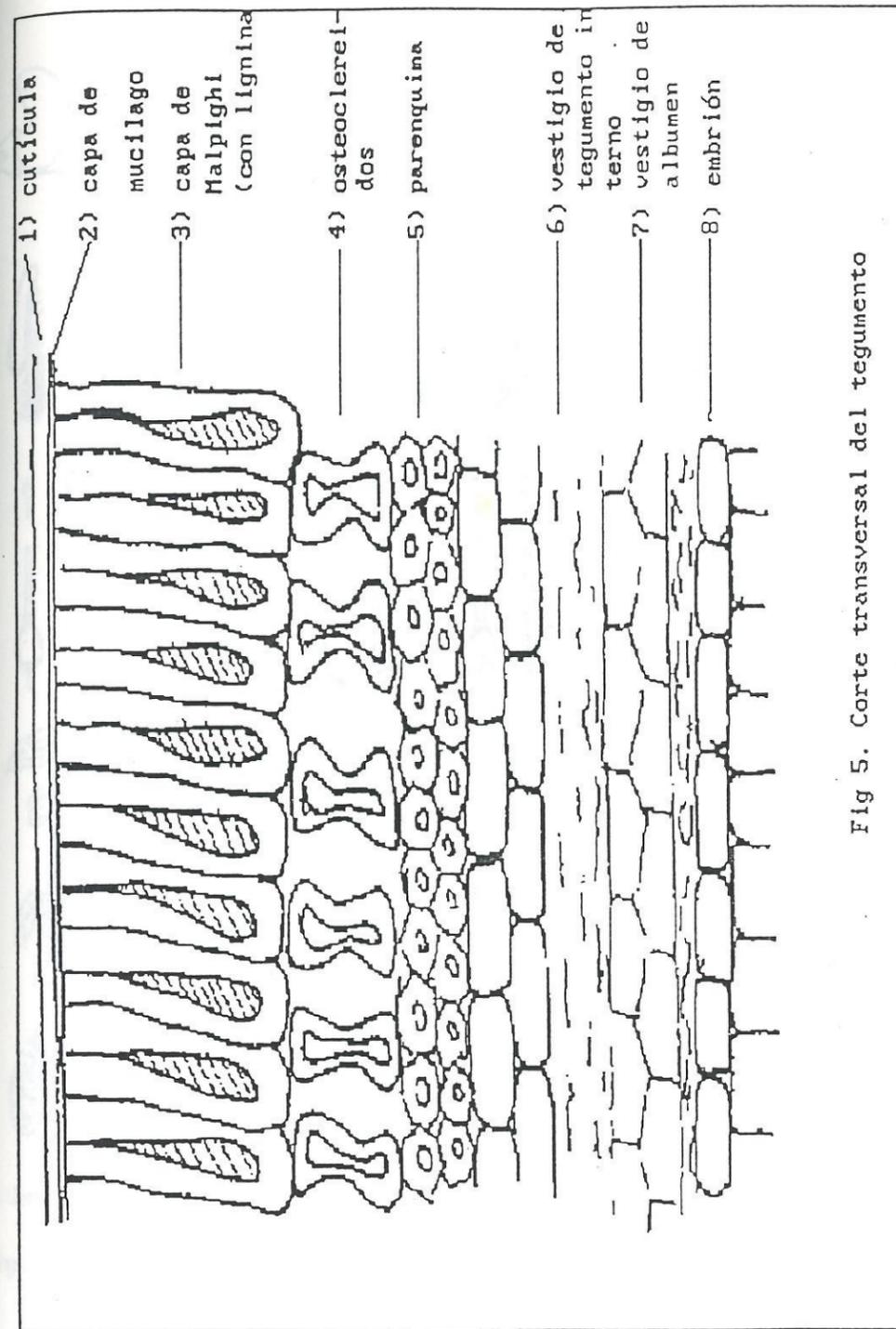
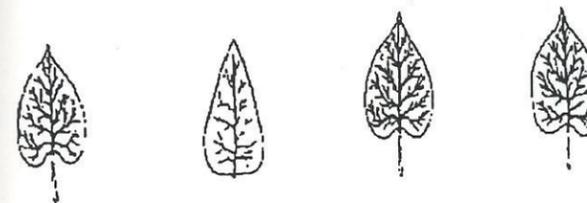
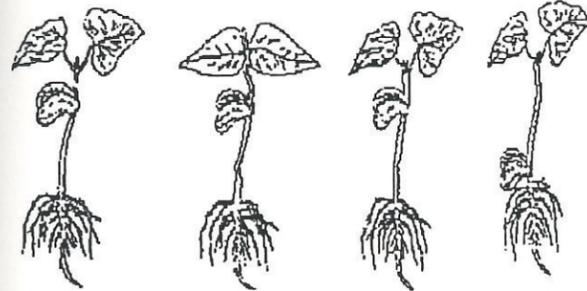
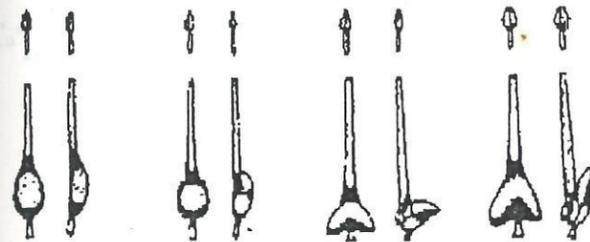
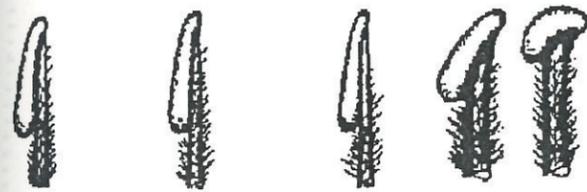


Fig 5. Corte transversal del tegumento



Ph. Lunatus *Ph. acutifolius* *Ph. vulgaris* *Ph. coccineus*

Fig. 6. Diferencias interespecíficas de 4 especies del género *Phaseolus*.
(Miranda, 1966).

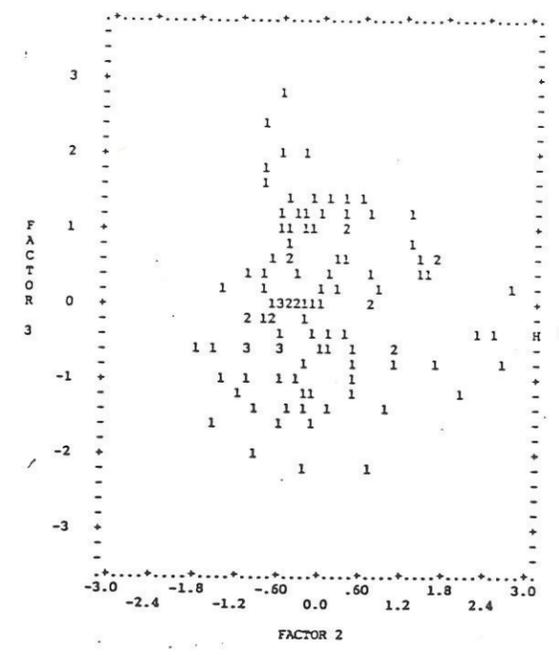
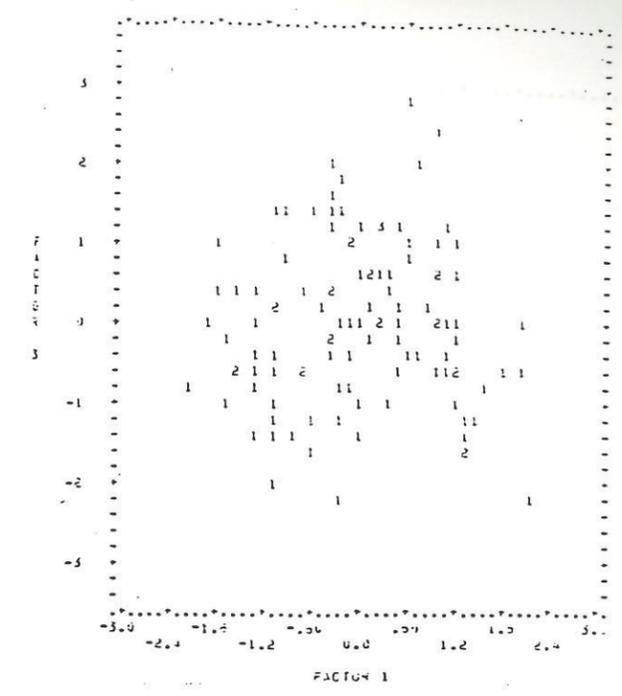
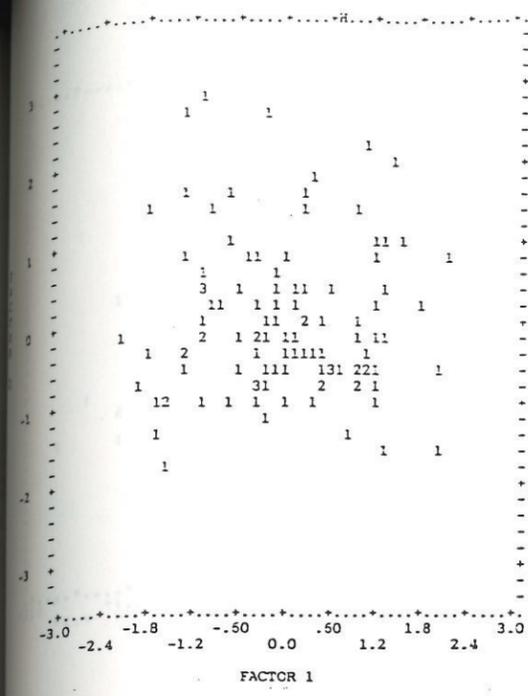


Figura 9. A.C.P. General 1989.

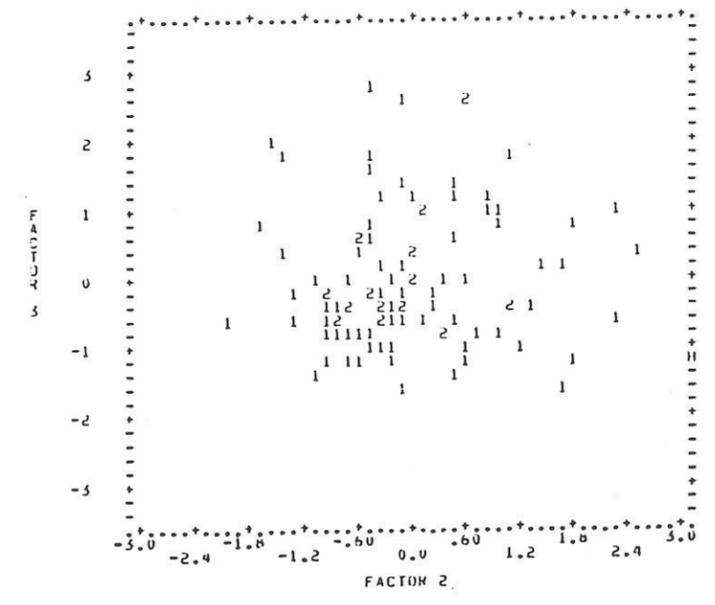
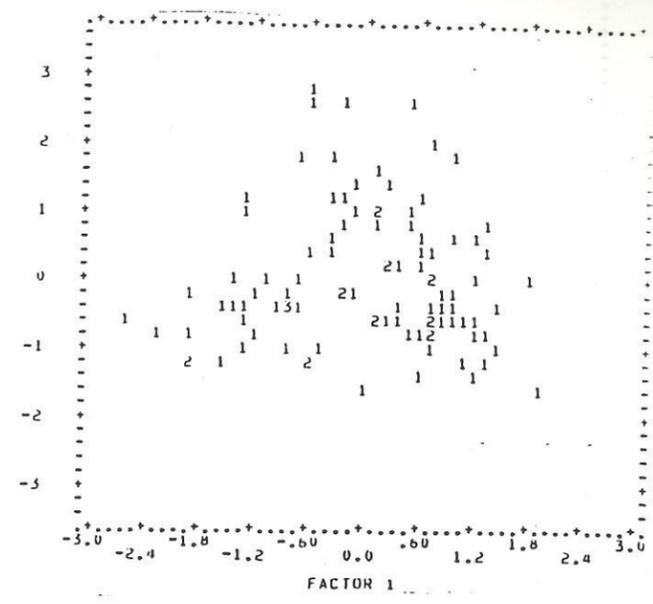
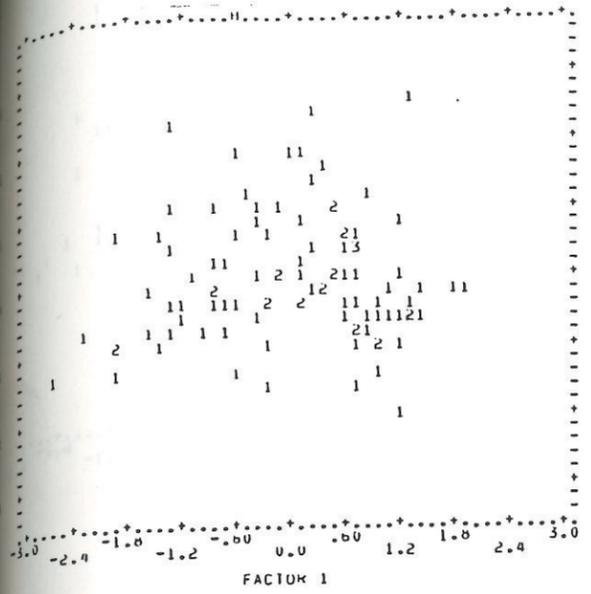


Figura 10. A.C.P. Poblaciones Indeterminadas. Año 1987.

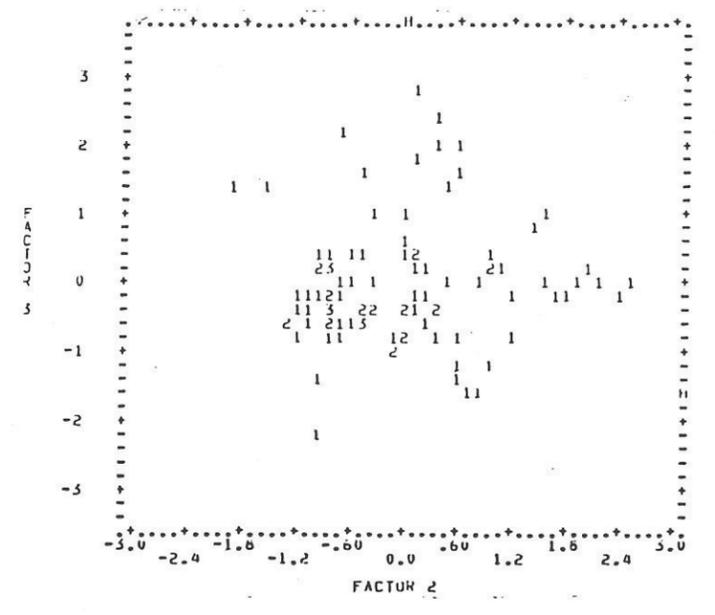
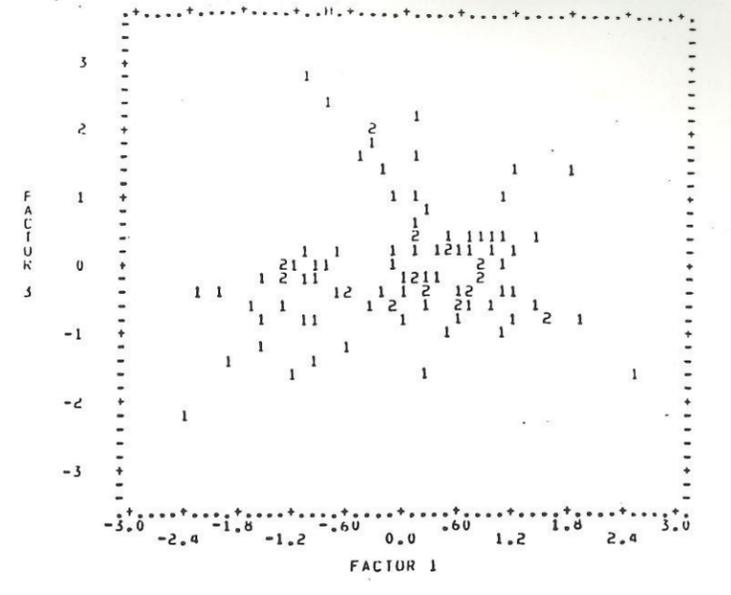
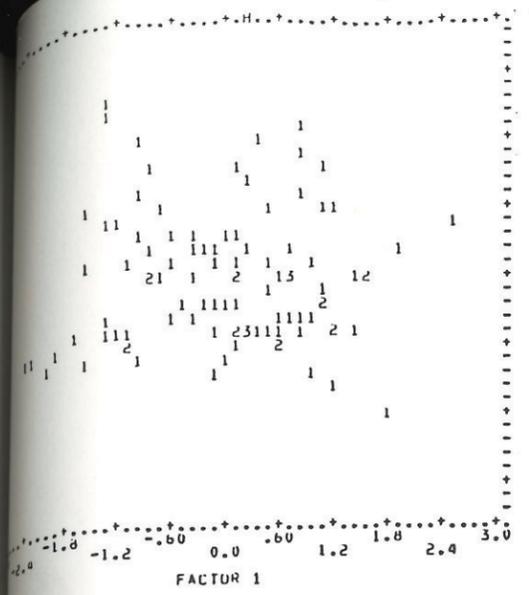


Figura 11. A.C.P. Poblaciones Indeterminadas. Año 1988.

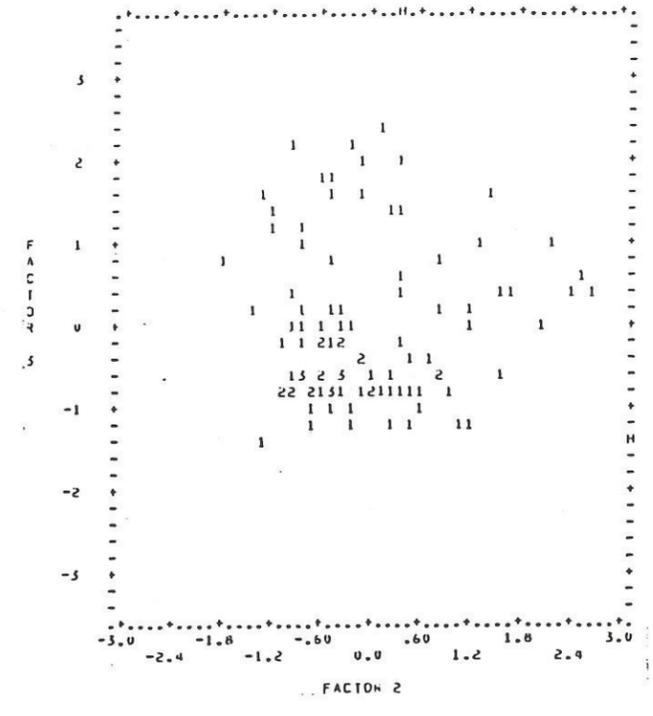
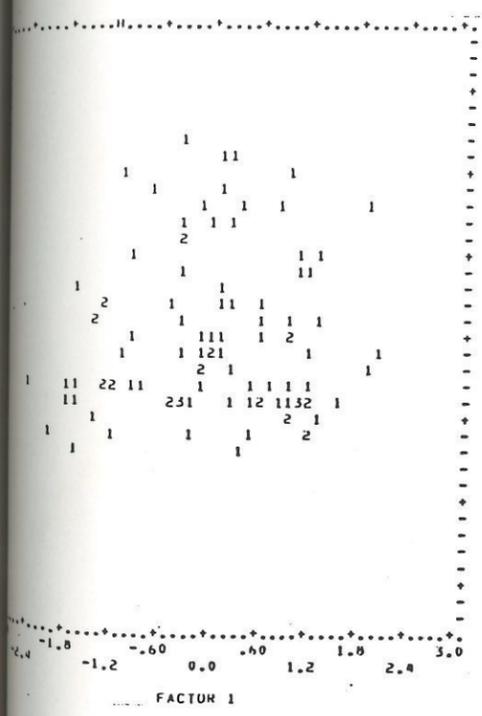
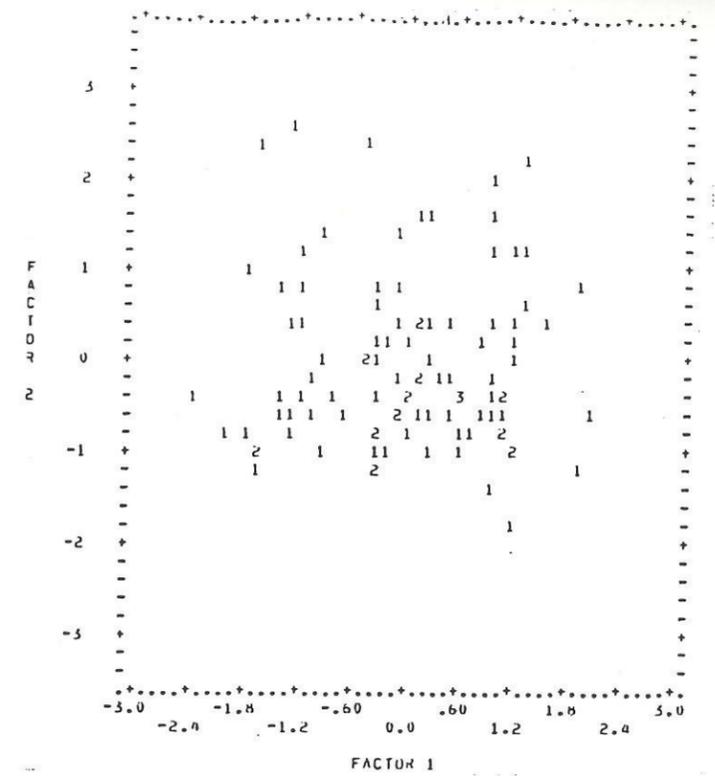


Figura 12. A.C.P. Poblaciones Indeterminadas. Año 1989.

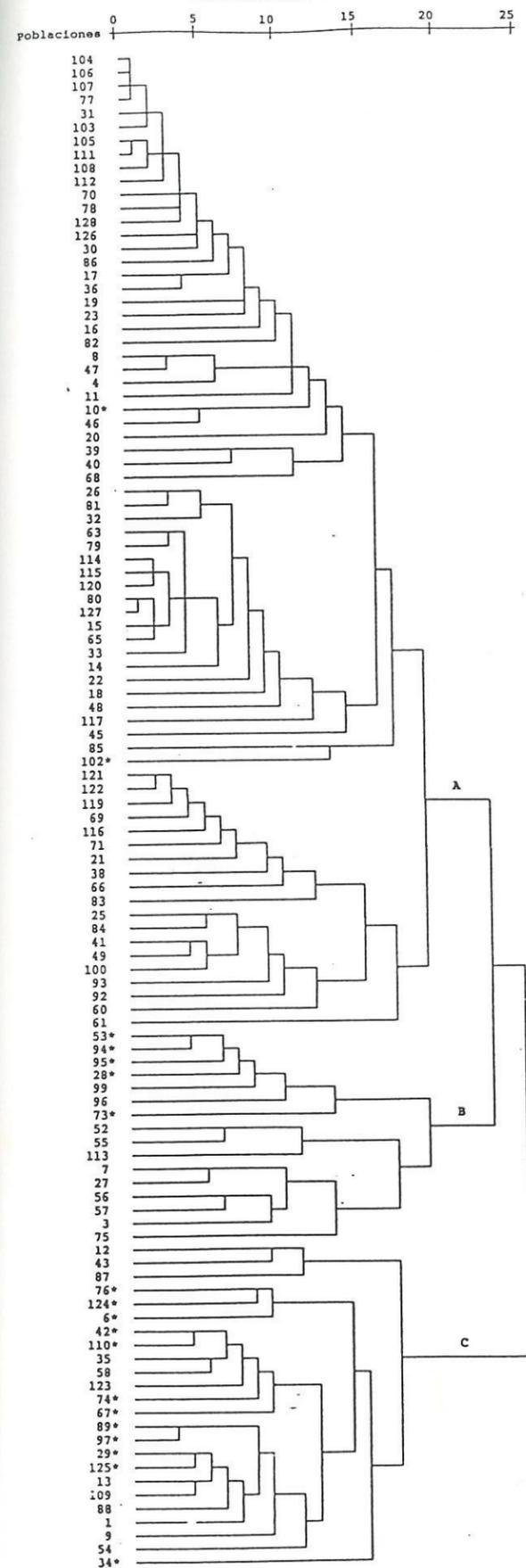


Figura 13. Dendrograma de los datos de 1987 (WAVERAGE).

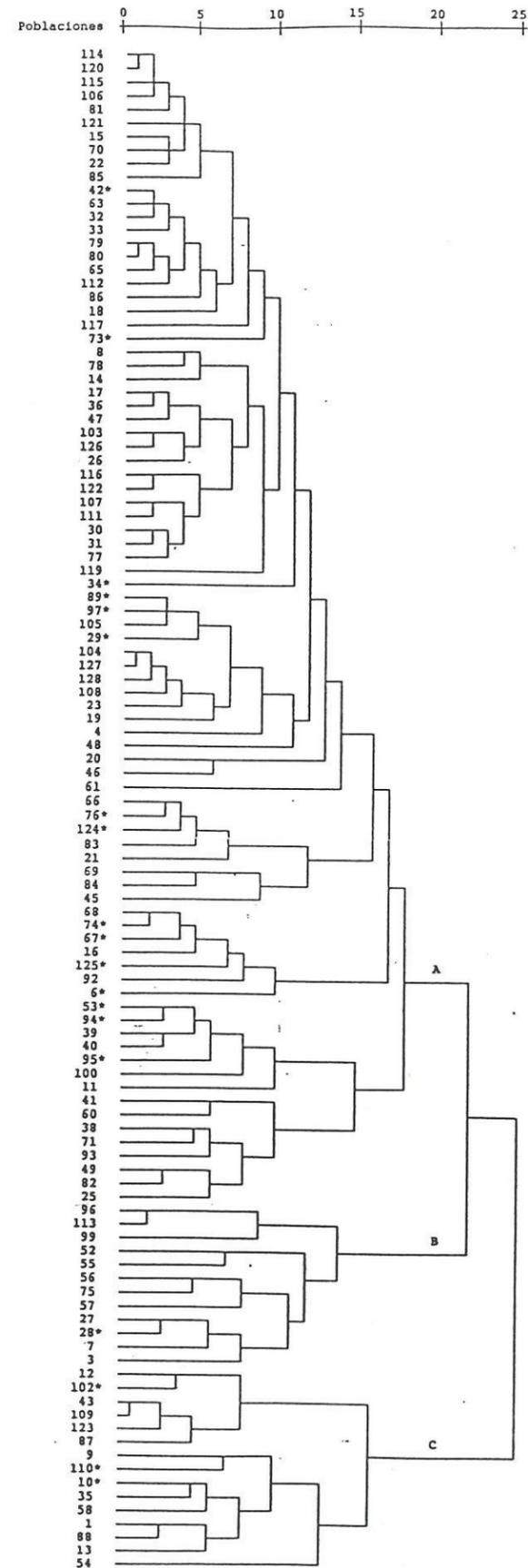
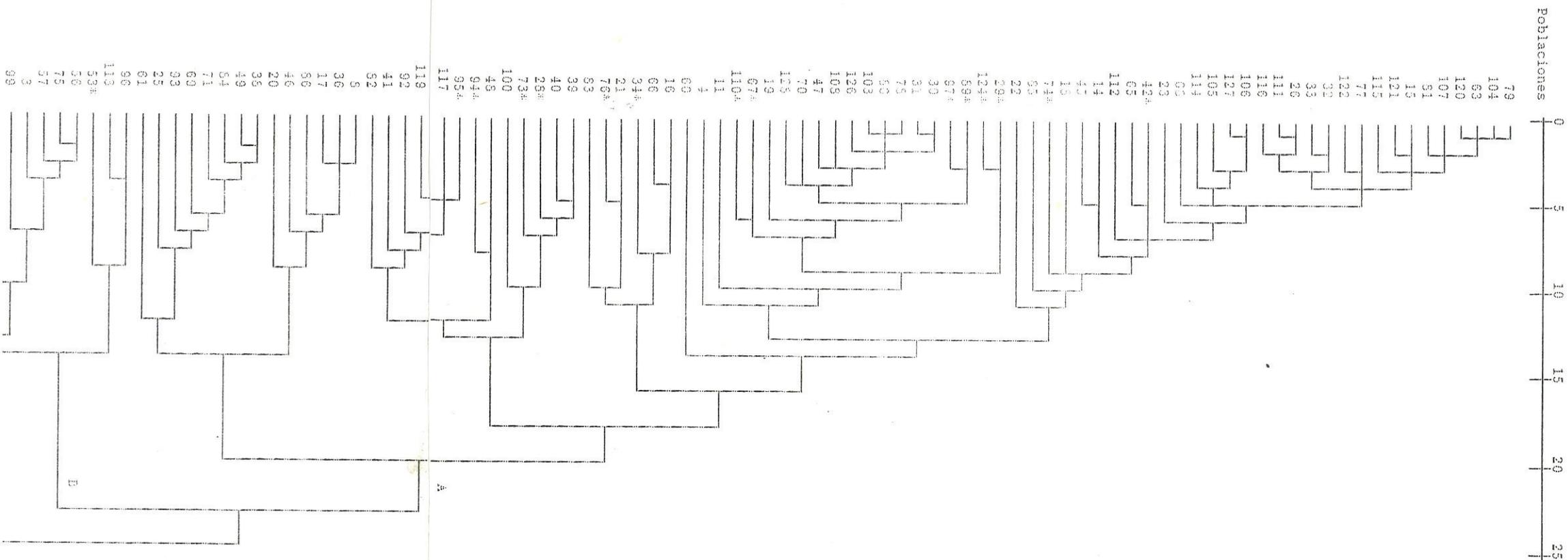


Figura 14. Dendrograma de los datos de 1988 (WAVERAGE).

Distancias reescalaada de agrupamiento.



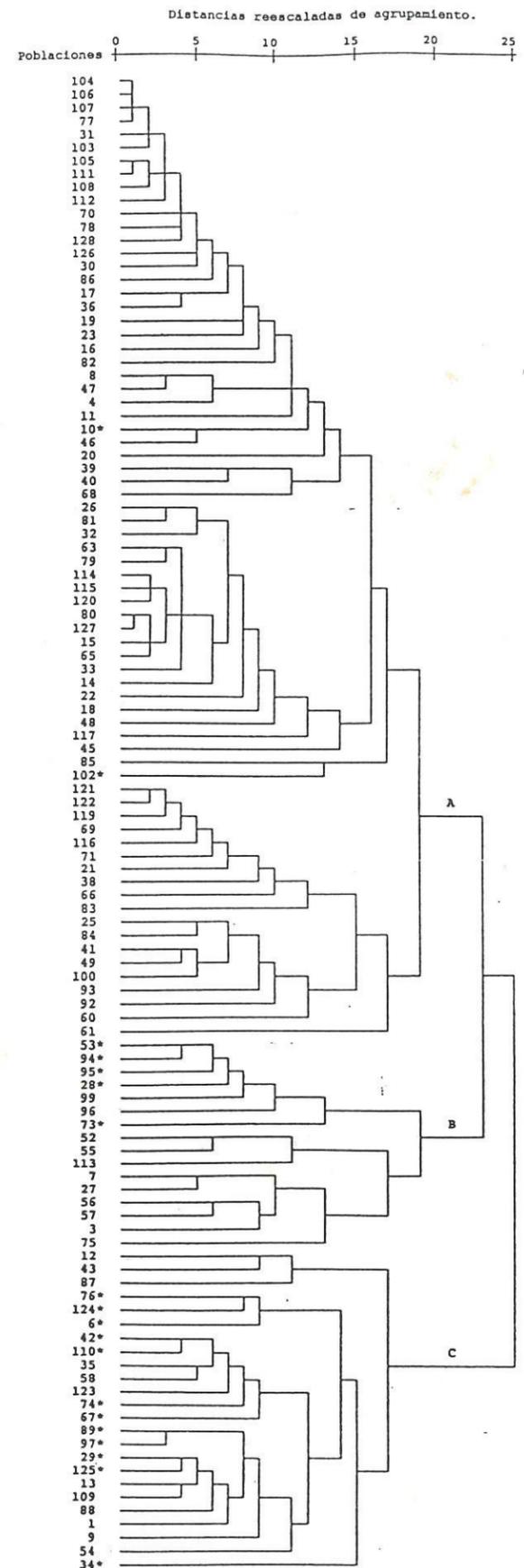


Figura 15. Dendrograma de los datos de 1989 (WAVERAGE).

Poblaciones 0 5 10 15 20 25

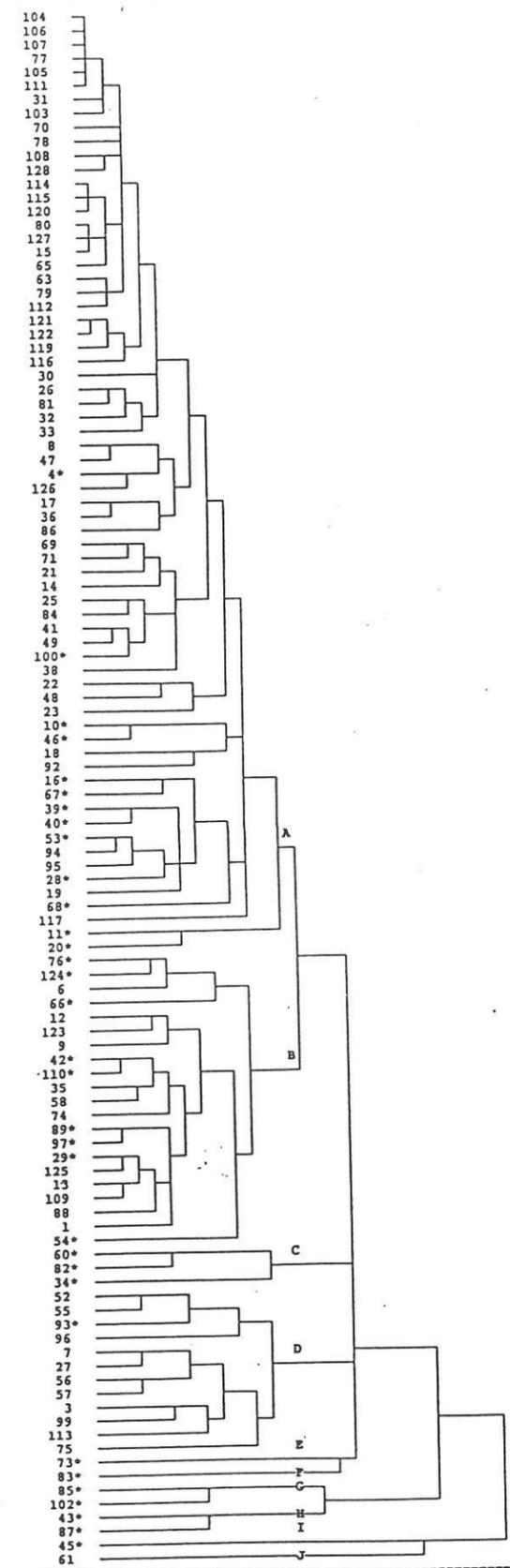


Figura 16. Dendrograma de los datos de 1987 (UPGMA).

Distancias reescaladas de agrupamiento.

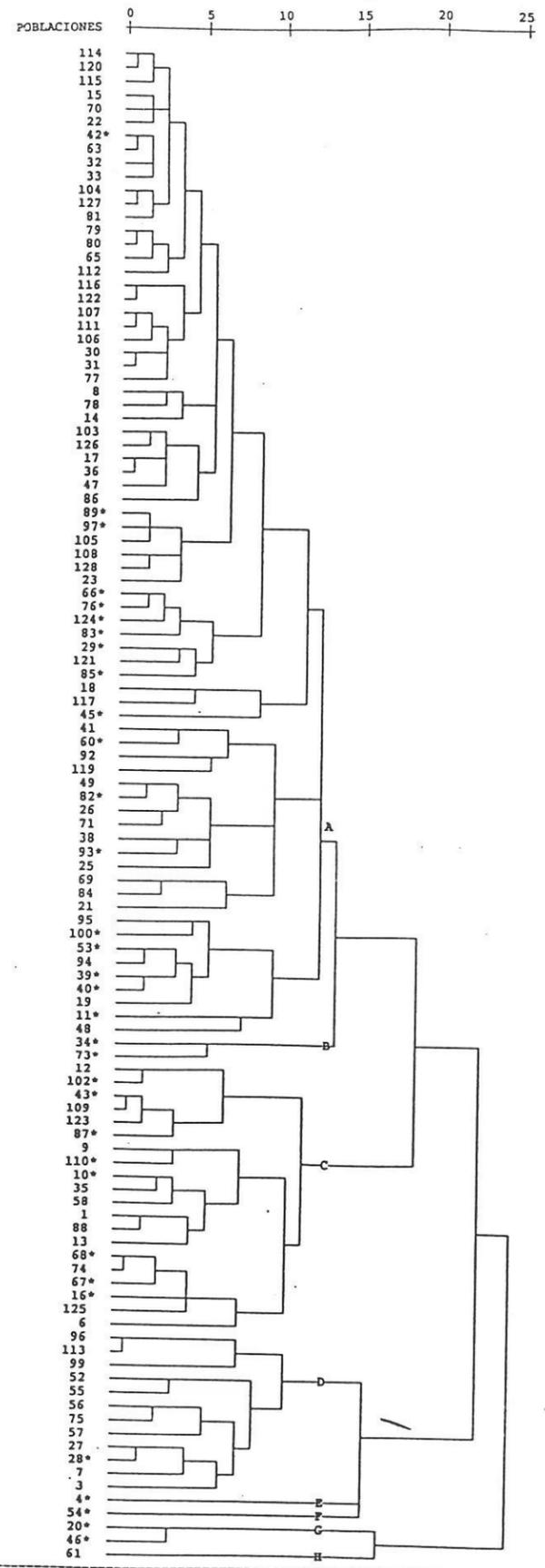


Figura 17. Dendrograma de los datos de 1988 (UPGMA).

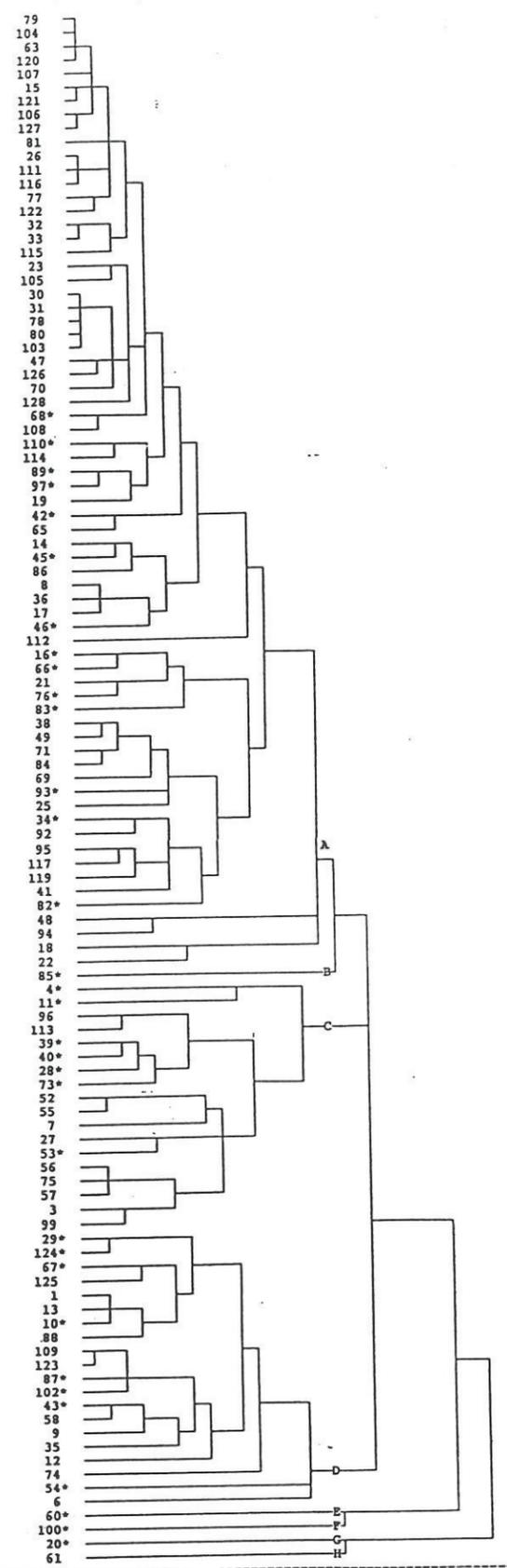


Figura 18. Dendrograma de los datos de 1989 (UPGMA).

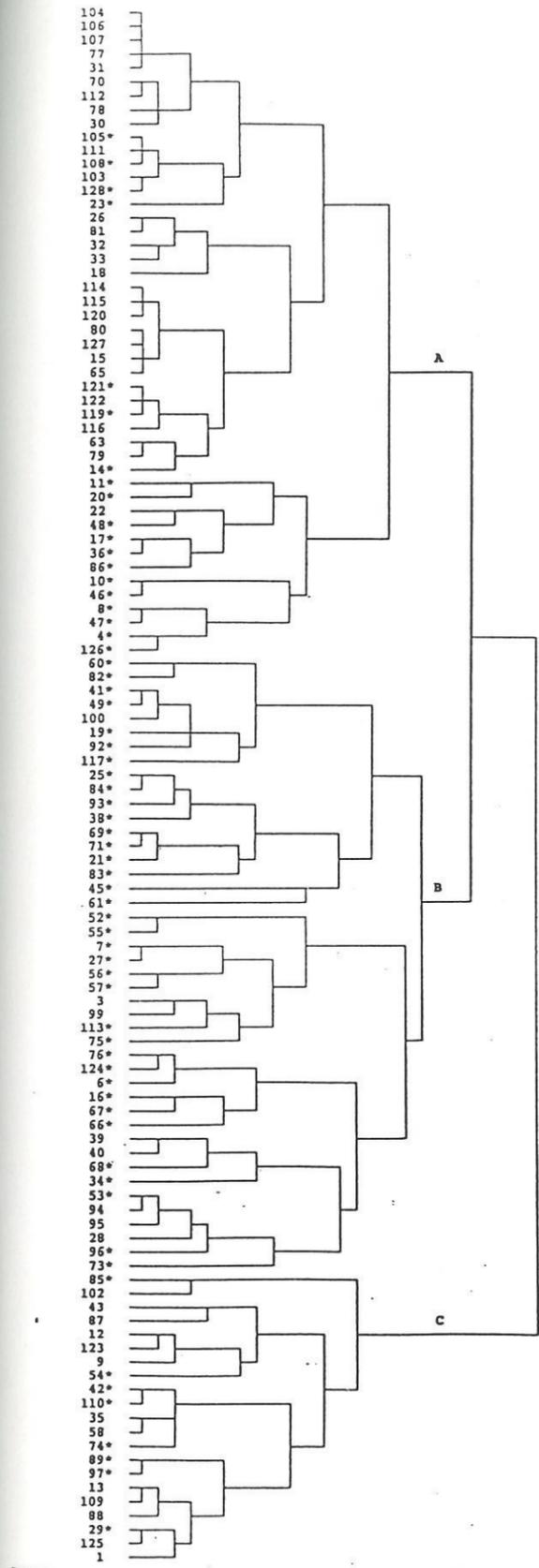


Figura 19. Dendrograma de los datos de 1987 (WARD).

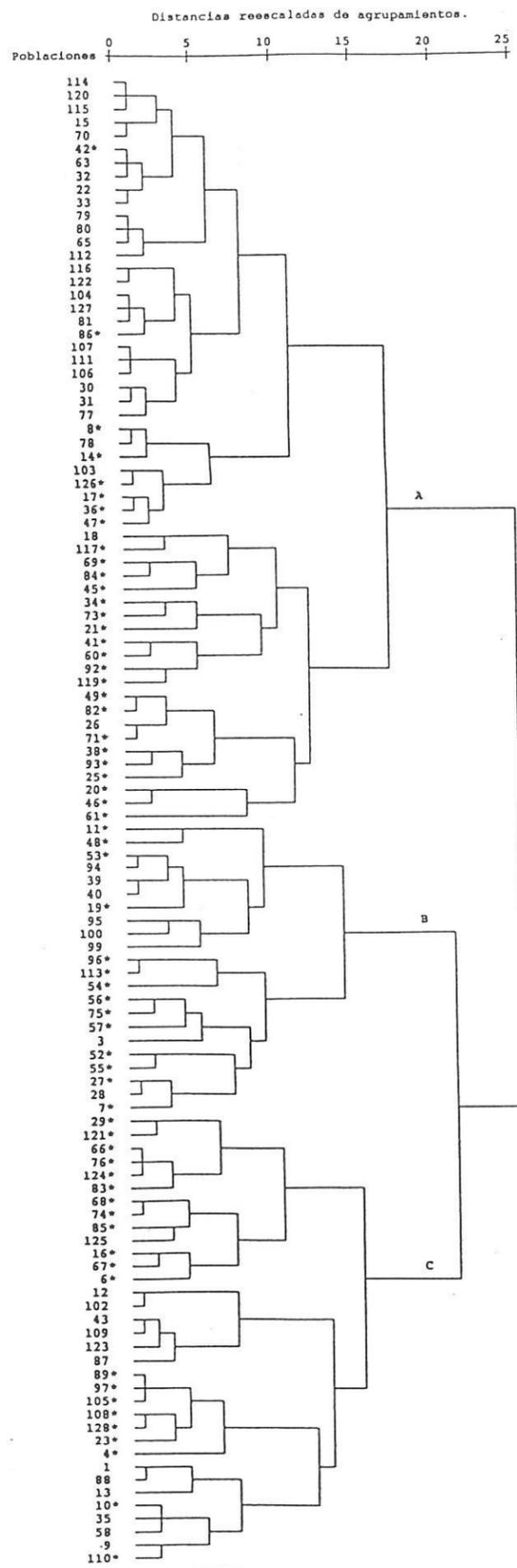


Figura 20. Dendrograma de los datos de 1988 (WARD).

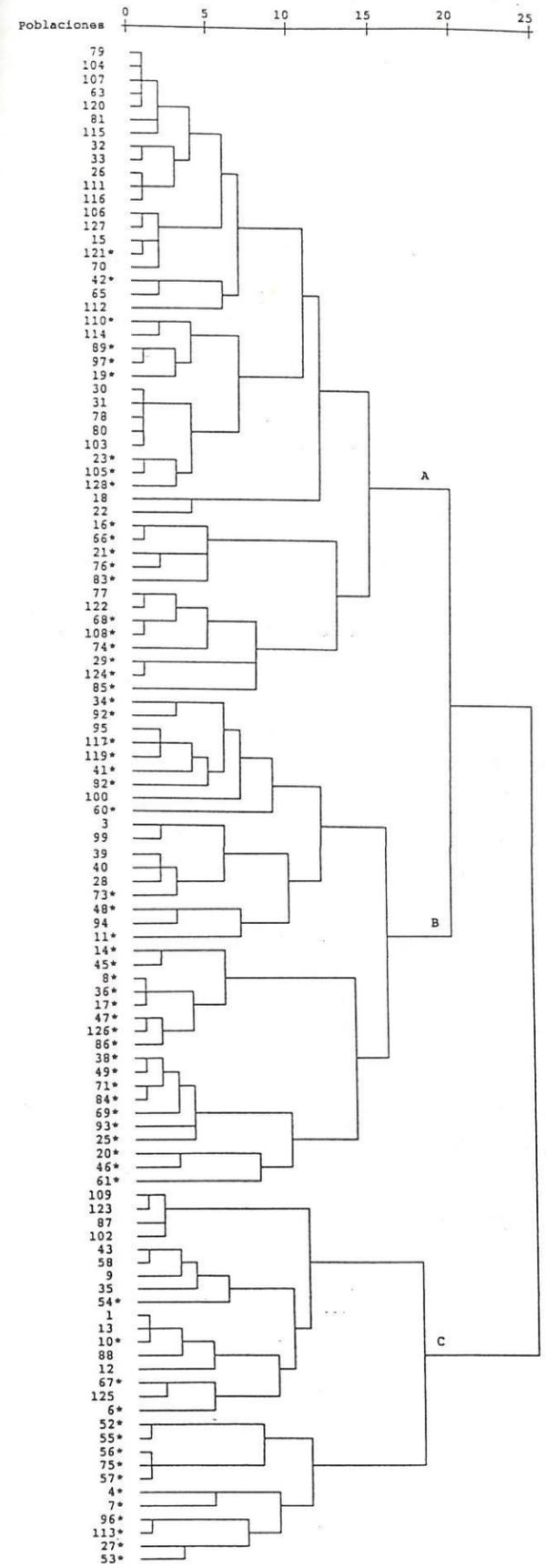


Figura 21. Dendrograma de los datos de 1989 (WARD).

GRUPO "A"

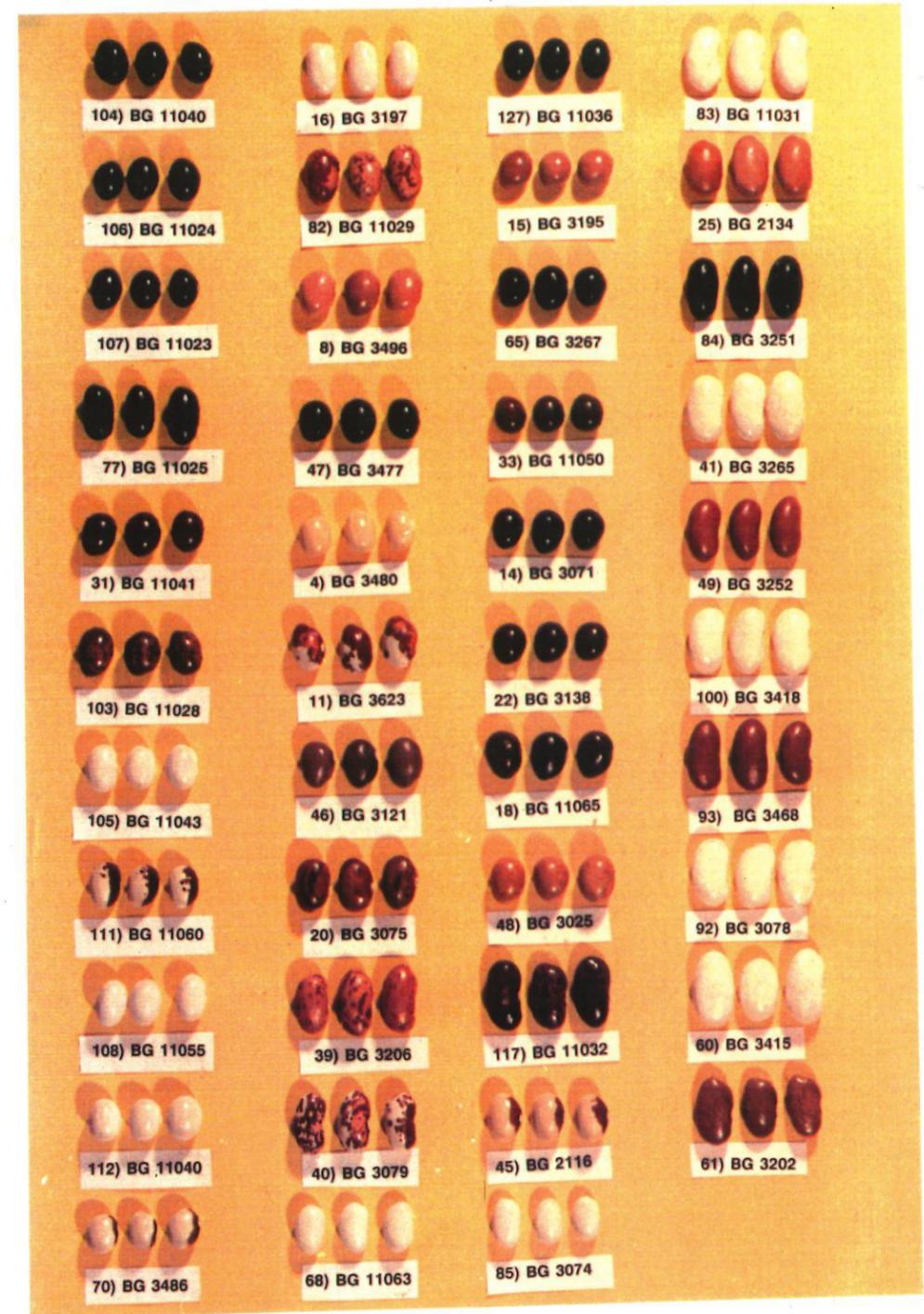


Fig. 22a. Grupos de judías del Norte de España.

GRUPO "A"

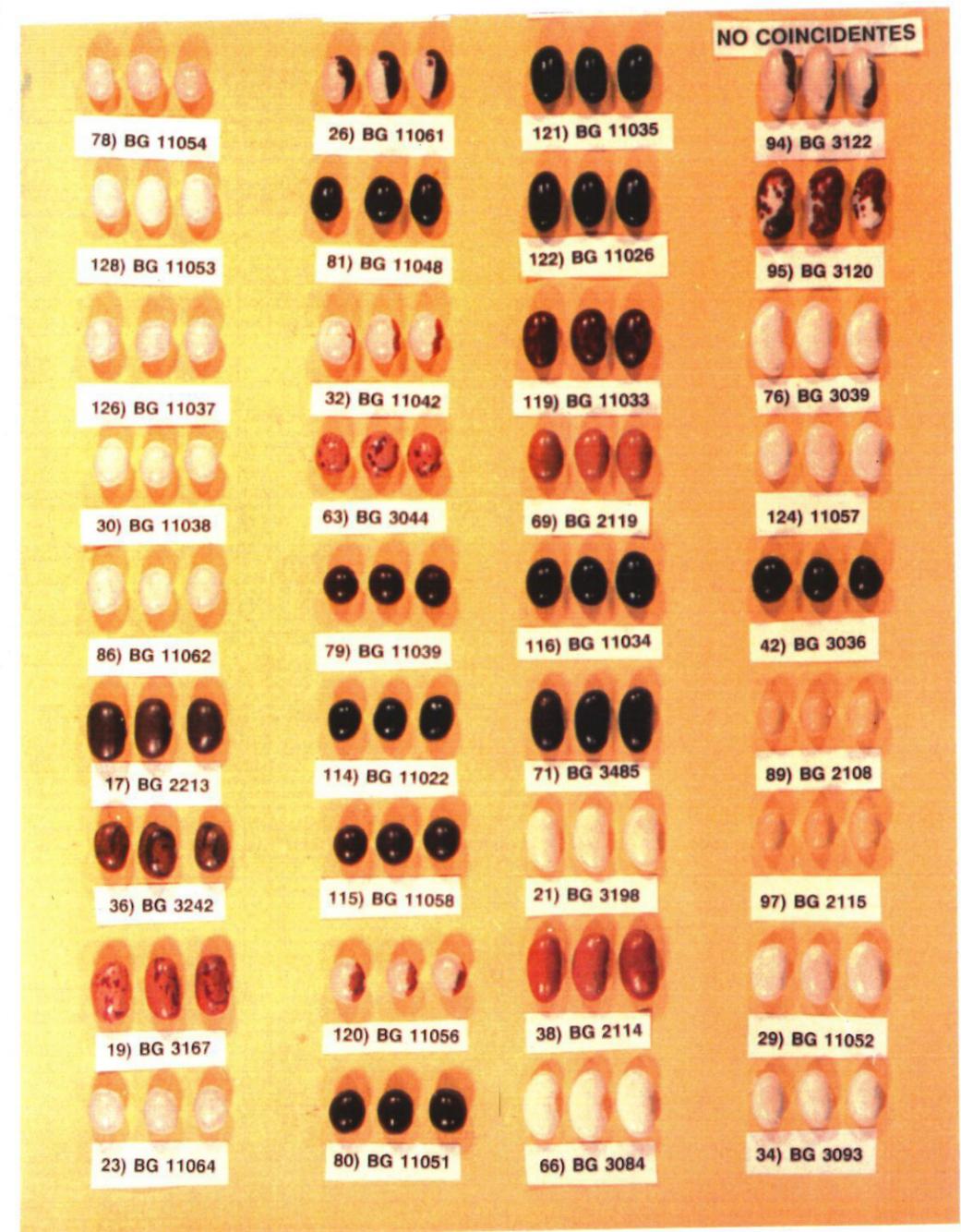


Fig. 22b. Grupos de judías del Norte de España.

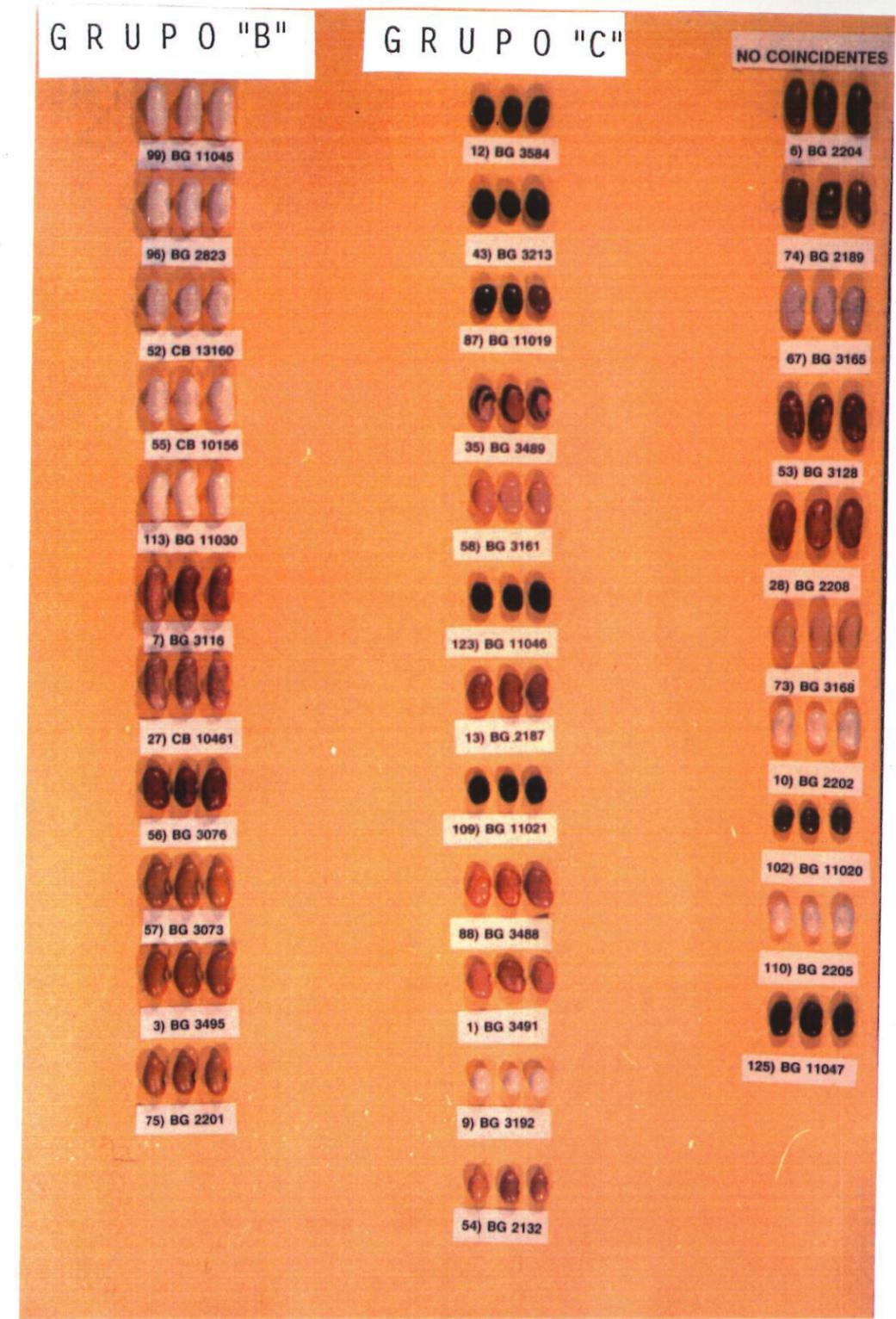


Fig. 22c. Grupos de judías del Norte de España.

BIBLIOGRAFIA

6- BIBLIOGRAFIA

- Adams, M.W. 1973. Plant Architecture and physiological efficiency in the field bean. En: Potentials of Field Beans and Other Food Legumes in Latin America. CIAT Seminar Series 2E. CIAT, Cali, Colombia. pp. 266-278.
- Adams, M.W. 1977. An estimation of homogeneity in Crop plants, with special reference to genetic vulnerability in the dry bean, Phaseolus vulgaris, L. Euphytica, 26:665-679.
- Adams, M.W., D.P. Coyne, J.H.C. Davis, P.H. Graham, and C.A. Francis. 1985. Common bean (Phaseolus vulgaris, L) In: R.J. Summerfield and E.H. Roberts. Grain Legume Crops. pp. 433-519.
- Alamán, C, C. Casanova y M.A. Bueno. 1983. Expedición de recogida de germoplasma vegetal en España. 1981. Comunicaciones INIA. Madrid. Serie: Producción vegetal, 53. 63p.
- Alamán, C., C. Casanova y M.A. Bueno. 1983. La recogida de germoplasma por el noreste de España. Plant Genetic Resource Newsletter. FAO/IBPGR, 53:41-43.
- Alfaro, R. 1983. Cultivo del frijol. Ed. Cafesa. San José, Costa Rica. 100p.
- Alvarez, M.N, P.D. Ascher and D.W. Davis. 1981. Interspecific hybridization in Euphaseolus through embryo rescue. Hort. Sci., 16(14):541-543.
- Andrews, D.J., R.C. Hardwick, and J.M. Hardaker. 1983. An analysis of the seasonal variation in the dry seed yields of eleven cultivars of Phaseolus vulgaris. Ann. appl. Biol., 102:203-211.
- Antunes, I.F., J.G da Costa, and E.H. Oliveira. 1973. Natural hibridization. In: Phaseolus vulgaris in Pelotas, R.S. Brazil. Rep. Bean. Improv. Coop., 16:61-62.
- Anuario Estadístico. 1987. MAPA. pp. 86-89.
- Atkin, J.D. 1963. The nature of stringy rogue of snap beans. Annual Rep. Bean Improv. Coop. 6:5.
- Bassiri, A. and M.W. Adams. 1978. An electrophoretic survey of seedling isozymes in several Phaseolus species. Euphytica, 27:447-459.
- Baudet, J.C. 1977. Origine et classification des espèces cultivées du genre Phaseolus. Bul. Soc. Roy. Bot. Belg., 110:65-70.
- Baudet, J.C. 1978. Prodrome d'une classification générique des Papilionaceae-Phaseolae. Bull. Jard. Nat. Bot. Belg., 48:183-220.
- Berglund-Brücher, O. 1967. Wildbohnens-Funde in Sudamerika. Naturwiss, 54(17):466-468.

- Berglund-Brücher, O. and H. Brücher, 1976. The South American wild bean (Phaseolus aborigineus Burk.) as ancestor of the common bean. *Econ. Bot.*, 30:257-272.
- Bliss, F.A. 1980. Common Bean. American Society of Agronomy Crop Science Soc. of America. pp. 273-284.
- Braak, J.P. and E. Kooistra. 1975. A successful cross between Phaseolus vulgaris, L. and P.rittensis Jones with the aid of embryo culture. *Euphytica*, 24:669-679.
- Bressani, B. and L.G. Elias. 1979. The world protein and nutritional situation. Seed Protein Improvement. In: Cereals and Grains Legumes International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 3-23.
- Brooks, R.H., L. Kaplan, H.S. Cutler and T.W. Whitaker. 1962. Plant material from a cave on the Rio Zape, Durango, Mexico. *Amer. Antiquity*, 27:356-369.
- Brücher, H. 1968. Die evolution der gartenbohne Phaseolus vulgaris, L. aus der sudamerikanischen wild bohne P. aborigineus Burk. *Angew. Botanik*, 42(3-4):119-128.
- Brücher, H. 1988. The wild ancestor of Phaseolus vulgaris in South America. En: P.Gepts, ed. Genetic Resources of Phaseolus beans. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. pp. 185-214.
- Bueno, M.A. y M.C.Alamán. 1983. Los recursos genéticos de leguminosas de grano en España. En: J.I. Cubero y M.T. Moreno. Leguminosas de grano. pp. 321-337.
- Bueno, M.A., M.C.Alamán y C. Casanova. 1980. El banco de germoplasma vegetal del INIA. Ministerio de Agricultura. INIA. Madrid. 16p.
- Burkart, A. 1943. Las Leguminosas Argentinas. Buenos Aires. 590p.
- Burkart, A. and H. Brücher, 1953. Phaseolus aborigineus Burkart, die mutmaßliche andine stamform der Kultur Bohne. *Der Züchter*, 23(3):65-72.
- Castagnaro, A. 1988. Revisión sobre la hibridación interespecífica del Phaseolus. En: Curso de Leguminosas de grano. IAMZ. Zaragoza. 37p.
- Castiñeiras, L., N. Rivero, y V. Moreno. 1986. Caracterización de 17 variedades cultivadas de frijol común (Phaseolus vulgaris, L.). Reporte de Investigación del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. INIFAT. Cuba, 37:14p.
- Castiñeiras, L. y N. Rivero. 1988. Caracterización de 8 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris, L.). Reporte de Investigación del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. INIFAT. Cuba, 47:16p.
- CIAT. 1980a. Bean Production Problems. Eds. Schwartz, H.Fand G.I. Gálvez. Cali, Colombia. 424p.

- CIAT. 1980b. Informe Anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. 101p.
- CIAT. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de Estudio. Cali, Colombia. 26p.
- CIAT. 1984. Morfología de la planta de frijol común. Guía de Estudio. Cali, Colombia. 55p.
- CIAT. 1986. Informe Anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. 341p.
- CIAT. 1987a. Informe Anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. 383p.
- CIAT. 1987b. El mejoramiento genético de la habichuela en América Latina. Documento de trabajo N°30. Cali, Colombia. 44p.
- CIAT. 1988. Informe Anual. Programa de frijol. Cali, Colombia. 399p.
- Conti, L. 1982. Bean germoplasm evaluation of the collection at Minoprio (Como, Italy) in view of a breeding program for the improvement of the proteic content of the seed. *Genet. Agr.*, 36:375-392.
- Crocomo, O.J., W.R. Sharp, and J.C. Peters, 1976. Plantlet morphogenesis and the control of callus growth and root induction of Phaseolus vulgaris with the addition of bean seed extract. *Z. Pflanzenphysiol.*, 78:456-460.
- Cubero, J.I. 1983. Origen, evolución y mejora genética de leguminosas-grano. En: J.I. Cubero y M.T. Moreno. 1983. Leguminosas de grano. Mundi Prensa, Madrid. pp. 35-51.
- Cubero, J.I. 1984. Utilization of wild relatives and primitive forms of food legumes. En: J.R. Witcombe y W. Erksine (eds.) Genetic resources and their exploitation. Chickpeas, faba, beans and lentils. M. Nijhoff -W. Junk Publishers for ICARDA and IBPGR.
- Chung, J.H. and D.S. Goulden. 1971. Yield components of Haricot beans (Phaseolus vulgaris, L.) grown at different plant densities. *N.Z.J. Agric. Res.*, 14:227-234.
- Debouck, D.G. 1986a. Phaseolus germplasm collection in western Guatemala, C.A. International Board For Plant Genetic Resource, Rome, Italy. AGPG/IBPGR, 86/40:30p.
- Debouck, D.G. 1986b. Phaseolus germplasm collection in Cajamarca and Amazonas, Perú. International Board For Plant Genetic Resource, Rome, Italy, AGPG/IBPGR, 86/161:38p.
- Debouck, D.G. 1986c. Primary Diversification of Phaseolus in the Americas: Three Centres? FAO/IBPGR. PLant Genetic Resources Newsletter, 67:2-8.
- Debouck, D.G. 1987. Recolección de germoplasma de Phaseolus en el Centro y Centro-Sur del Perú. International Board For Plant Genetic Resources, Rome, Italy, AGPG/IBPGR, 87/112:36p.

- Debouck, D.G. 1988. Recolección de germoplasma de Phaseolus en Bolivia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, mimeografiado, 24p.
- Debouck, D.G. y J. Thome 1988. Implicaciones que tienen los estudios sobre los orígenes del frijol común, Phaseolus vulgaris, L. para los mejoradores de frijol. En: Temas actuales en Mejoramiento Genético del Frijol Común. Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol. CIAT, Cali, Colombia. Documento, 47:3-29.
- Debouck, D.G., R. Araya, W.G. Gonzalez y J. Thome. 1988. Presencia de formas silvestres de Phaseolus vulgaris, L. en Costa Rica. Actas XXXIV Reunión Anual Programa Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA, San José, Costa Rica, p.75.
- De Candolle, A. 1964. Origin of Cultivated Plants. 2nd. edit., originally published 1886. Reprint, 2nd printing. Hafner, New York.
- De Haro, A. 1983. La calidad nutritiva de las leguminosas de grano y control genético. En: J.I. Cubero y M.T. Moreno. Mundi-Prensa, Madrid. En: Leguminosas de grano. pp. 211-248.
- De Haro, 1984. Las Leguminosas de grano autóctonas, fuente de proteínas. Agricultura., 626: 690-692.
- Denis, J.C and Adams, M.W. 1978. A Factor Analysis of Plant Variables Related to Yield in Dry Beans. I. Morphological traits. Crop Sci., 18:74-78.
- De Ron, A.M. y J. Gil. 1989. Variabilidad de las poblaciones de judías del N.O. de la Península Ibérica. Actas de Horticultura, 3: 227-232.
- De Ron, A.M., M.R. Escribano y J. Gil. 1989. Prospección de germoplasma de judías en el N. de la Península Ibérica. Actas de Horticultura, 3: 221-226.
- Drijfhout, E. 1988. Inheritance of temperature-dependent string formation in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Netherlands J. Agric. Sci., 26:99-105.
- Elias, L.G. 1985. Algunos factores que afectan la disponibilidad y el consumo del frijol en Centroamérica. F.A.O. -U.C.R. Taller sobre almacenamiento y endurecimiento del frijol, San José, Costa Rica. pp. 36-62.
- Esquinas, J. 1983. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. INIA. Madrid. 44p.
- Esquinas, J. 1990. Las agriculturas y los recursos genéticos. En: Seminario "Las Agriculturas Duras y Blandas". Sevilla. 25p.
- Essau, K. 1977. Anatomy of seed plants. 2ª Ed. Ed. Willey. 550p.

- Evans, A.M. 1973. Exploitation of the variability in plant architecture in Phaseolus vulgaris. In: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Series, Seminar 2 E. CIAT, Cali, Colombia. pp. 279-286.
- Evans, A.M. 1980. Structure, variation, evolution, and classification in Phaseolus. In: R.J. Summerfield and A.H. Banting (Eds), Advances in Legume Science, pp. 337-347.
- Evans, A. 1976. Beans Phaseolus spp. In: N.W. Simmonds (Ed.) Evolution of Crop Plants. Longman, N.Y. pp. 168-172.
- Flores, E. y A. Espinoza. 1977. Estudio ultraestructural de la epidermis foliar de Phaseolus vulgaris, L. Turrialba, Costa Rica. Turrialba, 27(2): 117-124.
- Font Quer. 1977. Diccionario botánico. Editorial Labor. Barcelona. España. 1244p.
- Food and Agriculture Organisation. 1987. Production Yearbook. Rome: FAO, 41: 148-149.
- Food and Agriculture Organisation. 1988. Production Yearbook. Rome: FAO, 42: 148-149.
- Fouilloux, G. 1985. Apuntes para el curso de Mejora Genética Vegetal y Producción de semillas. IAMZ. Zaragoza.
- Freitag, G.F. 1955. Variation of the Common Bean (Phaseolus vulgaris) in Central America. Ph. D. thesis. Henry Shaw School of Botany, Washington Univ. St. Louis, MO. Michigan. 65p.
- Frets, G.P. 1951. The heredity of the dimensions and the weight of the seeds of Phaseolus vulgaris. Genética, 25: 338-356.
- Fueyo, M.A., M.P. Sánchez y P. Gonzalez. 1990. Memoria del proyecto "Multiplicación, caracterización, evaluación de leguminosas de grano, desarrollado en el Centro de Experimentación de Villaviciosa (Asturias), durante el período (86-89) sobre la judía grano (Phaseolus vulgaris L.)". 25p.
- Gadheri, a., M.W. Adams, and A.M. Nassib. 1984. Relationship Between Genetic Distance and Heterosis for Yield and Morphological Traits in Dry Bean and Faba Bean. Crop Science, 24:39-42.
- García, J. 1976. Sociedad y organización tradicional del Espacio tradicional en Asturias. pp. 102-105.
- Gentry, H.S. 1969. Origin of the common bean, Phaseolus vulgaris. Econ. Bot., 23:55-69.
- Gepts, P. 1988. Phaseolin as an evolutionary marker. En: P. Gepts, ed. Genetic Resources of Phaseolus beans. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. P:215-241.
- Gepts, P. and F.A. Bliss. 1985. F1. Hybrids weakness in the common bean. Journal of Heredity, 76:447-450.

- Gepts, P. and F.A. Bliss. 1986. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (Phaseolus vulgaris) from Colombia. *Economic Botany*, 40(4):469-478.
- Gepts, P. and F.A. Bliss. 1988. Dissemination Pathways of Common Bean (Phaseolus vulgaris, Fabaceae) Deduced from Phaseolin Electrophoretic Variability. II. Europa and Africa. *Economic Botany*, 42(1):86-104.
- Gepts, P., T.C. Osborn, K. Rashka and F.A. Bliss. 1986. Phaseolin-protein Variability in wild forms and landraces of the Common Bean (Phaseolus vulgaris): Evidence for Multiple Centers of Domestication. *Economic Botany*, 40(4):451-468.
- Gepts, P., K.Kmiecik, P. Pereira, and F.A. Bliss. 1988. Dissemination Pathways of Common Bean (Phaseolus vulgaris, Fabaceae) Deduced from Phaseolin Electrophoretic Variability. I. The Americas. *Economic Botany*, 42(1):73-85.
- Goldblatt, P. 1981. Cytology and the Phylogeny of Leguminosae. *Advances in Legume Systematics*, ed. R.M. Polhill y P.M. Raven pp. 427-461.
- Haq, M.N., G.R. Lane, and J. Smartt. 1980. The cytogenetics of P. vulgaris, L., P. coccineus, L., their interspecific hybrids, derived amphidiploid and backcross progeny in relation to their potential exploitation breeding. *Cytologia*, 45: 791-798.
- Harlan, J.R and J.M. De Wet. 1971. Towards a rational classification of cultivated plants. *Taxon.*, 20: 509-517.
- Harlan, J.R. 1971. Agricultural origins: Centers and noncenters. *Science*, 174: 468-474.
- Harlan, J.R. 1975. *Crops and man*. American Society of Agronomy Madison, Wisconsin. 295p.
- Honma, S. 1956. A beans interspecific hybrid. *J. Hered.*, 47:217-220.
- Hucl, P., and G.J. Scoles. 1985. Interspecific hybridization in the common bean: a review. *Hort Science*, 20: 352-357.
- IBPGR.(International Board of plant Genetic Resources) 1982. Descriptor list for Phaseolus vulgaris. Roma. Italia. 32p.
- Isely, D. 1982. Leguminosae and homo sapiens. *Economic Botany*, 36(1): 40-70.
- Kaplan, L. 1956. The cultivated beans of the prehistoric Southwest. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 43:189-251.
- Kaplan, L. 1965. Archeology and domestication in American Phaseolus. *Econ. Bot.*, 19:358-368.
- Kaplan, L. 1967. Archaeological Phaseolus from Tehuacan. Chapt. 10. En: T.F.Linch. *Guitarrero Cave:Early man in the Andes*. Academic Press.

- Kaplan, L. 1981. What is the origin of the common bean? *Econ. Bot.*, 35:240-254.
- Kaplan, L. and R.S. Mac. Neish. 1960. Prehistoric bean remains from caves in the Ocampo region of Tamaulipas, Mexico. *Bot. Mus. Leafl. Harvard Univ.*, 19:33-56.
New York.
- Karpechenko, G.D. 1925. On the chromosomes of Phaseolinae. W. text. *Eigs Bull. Appl. Bot. Pl. Breed. Leningrad.*, 14(2): 143-148.
- Khairallah, M.M y M.W. Adams. 1988. Polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción mitocondrial en razas de frijol Malawi. En: *Temas actuales en Mejoramiento Genético del Frijol Común. Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol. CIAT, Cali, Colombia.*
- Kloz, J., E. Klozoba, and V. Turkova. 1966. Protein characters and the relationships between Phaseolus vulgaris ssp. aborigenus Burk. and related taxa of the genus Phaseolus. *Biol. Pl.*, 8:187-196.
- Koenig, R.L. and P. Gepts. 1989a. Segregation and linkage of genes for seed. *The journal of Heredity*, 80(6):455-459.
- Koenig, R.L. and P. Gepts. 1989b. Alloenzyme diversity in wild Phaseolus vulgaris: further evidence for two major centers of genetic diversity. *Theor. Appl. Genet.*, 78:809-817.
- Koenig, R.L., S.P. Singh, and P. Gepts. 1990. Novel phaseolin types in wild and cultivated common bean (Phaseolus vulgaris, Fabaceae). *Econ. Bot.*, 44:50-60.
- Lamprecht, H. 1941. Die ortgrenze zwitche Phaseolus vulgaris, L: und Phaseolus multiflorus Lam. *Hereditas*, 27: 51-175.
- Leatherdale, D y M.J. Gabrao. 1982. Tesauro multilingüe de terminología Agrícola. FAO. pp: 220-222.
- Le Marchand G. 1971. Observations sur quelques hybrides das le genre Phaseolus III. P. Lunatus: nouveaux hybrides et considérations sur les affinités interspécifiques. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 11: 183-200.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. Reprinted in 1957 by the Ray Society, London.
- Lioi, L. 1989. Variation of the storage protein phaseolin in common bean (Phaseolus vulgaris) from the Mediterranean area. *Euphytica*, 44:151-155.
- Manshardt, R.M. and M.J. Bassett, 1984. Inheritance of stigma position in Phaseolus vulgaris x Phaseolus coccineus hybrid populations. *The Journal of Heredity*, 75: 45-50.
- MAPA. 1987. Consumo alimenticio en España. Tomo I. pp. 633-678.

- MAPA. 1988. Consumo alimenticio en España. Tomo II. pp. 1165-1180.
- Maréchal, R. 1970. Données cytologiques sur les espèces de la sous tribu des Papilionaceae - Phaseolae - Phaseolinae. Deuxième série. Bull. Jard. Bot. Natl. Belg., 40: 307-348.
- Maréchal, R. 1971. Observation sur quelques Hybrides dans le genre Phaseolus II. Les phénomènes méiotiques. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 4: 461-489.
- Maréchal, R. 1988. Les leguminosés. Apuntes del Curso de Especialización: Mejora Genética de Leguminosas de Grano. IAMZ, Zaragoza. 32p.
- Maréchal, R., J.M. Mascherpa and F. Stainier. 1978. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres Phaseolus et Vigna 1978 (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques traitées par l'analyse informatique. Boissiera, 28: 1-273.
- Martin, G.B and M.W.Adams. 1987. Landraces of Phaseolus vulgaris (Fabaceae). in northern Malawi. 2. Generation and maintenance of variability. Econ. Bot., 41(2):204-215.
- Martins, I.S., and Sondahl, M.R. (1984). Early stages of somatic embryo differentiation from callus cells of bean (Phaseolus vulgaris, L.) ground in liquid medium. J. Plant Physiol., 117:97-103.
- Mateo Box, J. 1961. Leguminosas de grano. Madrid. pp. 292-419.
- Mc Neish, R.S. 1964. The origin of New World Civilization. Scientific American, 211(5):37-39.
- Mc Bryde, F.W. 1945. Culture and historical geography of Southwest Guatemala Smithsonian Inst. Washington, Publ., 4:184p.
- Miranda Colin, S. 1966a. Identificación de las sp - mexicanas y cultivadas- del género Phaseolus. Serie 8. Escuela de Posgraduados Chapingo, Mexico. 15p.
- Miranda Colin, S. 1966b. Mejoramiento del frijol en Mexico. INIA, 13:1-35.
- Miranda Colin, S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris, L. (Frijol común). Agrociencia, 1(2):99-109.
- Mok, M.C., D.W. Mok and A. Rabakoarihanta. 1978. Interspecific hybridization of Phaseolus vulgaris with P.lunatus and P.acutifolius. Theor. Appl. Genet., 52(5):209-215.
- Moreno, M.T. 1983. Las leguminosas de grano: una visión de conjunto. En: J.I. Cubero y M.T. Moreno. Leguminosas de grano. Mundi- Prensa, Madrid. pp. 35-52.
- Moreno, M.T., A. Martinez y J.I. Cubero. 1985. Bean production in Spain. In: Potential for field beans (Phaseolus vulgaris, L.) in West Asia and North Africa. Ed. by CIAT, Cali, Colombia. pp. 70-85.

- Nabhan, G.P. 1985. Native Crop Diversity in Aridoamerica: Conservation of regional gene pools. *Econ. Bot.*, 39(4):387-399.
- Ninhuis, J. and S.P. Singh. 1985. Effect of location and plant density on Yield and Architectural traits in dry beans. *Crop. Sci.*, 25:579-584.
- Ninhuis, J. and S.P. Singh. 1986. Combining Ability Analyses and Relationships Among Yield, Yield Components, and Architectural traits in dry bean. *Crop Science*, 26:21-27.
- Ninhuis, J. and S.P. Singh. 1988. Genetic of Seed Yield and its Components in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American origin. I. General Combining Ability. CIAT, Cali, Colombia. 12p.
- Pachico, D. 1989. Trends in world common bean production. In: H.F. Schwartz and M.A. Pastor Corrales (eds.) *Bean production problems in the tropics*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 1-8.
- Pechan, P. and B.D. Webster, 1986. Seed and Pod Set of Red Kidney Beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 11(1):87-89.
- Pelcher, L.E., O.L. Gamborg, and K.N. Kao, 1974. Bean mesophyll protoplasts: Production, culture and callus formation. *Plant Sci. Lett.* 3:107-111.
- Peters, J.E., O.J. Crocomo, W.R. Sharp, E.F. Paddock, L. Tengenkamp, and T. Tengenkamp. 1977. Haploid callus cells from anthers of *Phaseolus vulgaris*. *Phytomorphology* 27, 79-85.
- Pickersgill, B. and C.B. Heiser. 1978. Origins and distribution of plants domesticated in the New World Tropics. In: D.L. Bowman (ed.). *Advances in Andean Archaeology*. Mouton Publishers, The Hage. Paris. pp. 135-165.
- Pinchinat, A.M. y V.M. Matarrita. 1970. Lista de las introducciones de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) y otras leguminosas del IICA-CEI. IICA. Turrialba, Costa Rica. 37p.
- Prakash, K.S. and K.M. Aradhya. 1988. Sequential path analysis in frenchbean (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Legume Reserch*, 11(4):163-166.
- Puerta Romero, J. 1949. << Claves para la clasificación de las variedades de *Phaseolus vulgaris* (L.exp.) Savi>>. *Bol. INIA.*, 9: 557-568.
- Puerta Romero, J. 1961. Variedades de judías cultivadas en España. Publicaciones Ministerio de Agricultura, Madrid. 798p.
- Quagliotti, L., G. Lepori and A. Baldi. 1983. Problems of seed production in runner beans. Edited by P.D. Hebblethwaite. Butterworths. London-Boston. pp. 569-581.
- Sarbhoy, R.K. 1977. Cytogenetical studies in the genus *Phaseolus* L. III. Evolution in the genus *Phaseolus*. *Cytologia*, 42: 401-413.

- Shii, C.T., M.C. Mok, S.R. Temple and D.W.S. Mok. 1980. Expression of developmental abnormalities in hybrids of Phaseolus vulgaris, L. interaction between temperature and allelic dosage. *J. Heredity*, 71:218-222.
- Silbernagel, M.J. 1986. Snap Bean breeding. In: M.J. Bassett (ed.). *Breeding Vegetables Crops*. pp. 243-282. Avi, Westport, C.N. USA. 584p.
- Singh, S.P. 1989. Patterns of variation in cultivated common bean, (Phaseolus vulgaris Fabaceae). *Econ. Bot.*, 41:39-54.
- Singh, S.P. 1990. Mejora genética de las judías, Phaseolus vulgaris, L. en los trópicos y subtrópicos. Curso de Especialización: Leguminosas de Grano y Oleaginosas. CIDA. Córdoba. 52p.
- Singh, S.P. and J.A. Gutierrez. 1984. Geographical distribution of the DL1 and DL2 genes causing hybrid dwarfism in Phaseolus vulgaris, L. their association with seed size and their significance to breeding. *Euphytica* 33:337-345.
- Singh, S.P.; D.G. Debouck y Paul Gepts. 1988. Razas de frijol común Phaseolus vulgaris L. En: *Temas actuales en Mejoramiento Genético del Frijol Común*. Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol. CIAT, Cali, Colombia. Documento, 47:78-93.
- Smartt, J. 1970. Interspecific hybridization between cultivated American species of the genus Phaseolus. *Euphytica*, 19: 480-489.
- Smartt, J. 1978. The evolution of pulse crops. *Econ. Bot.*, 32: 185-198.
- Soustelle, J. 1979. *Les Olmeques*. Arthaud, Paris, 221p.
- Smartt, J. 1985. Evolution of grain legumes. IV. Pulses in the genus Phaseolus. *Exp. Agric.*, 21:193-207.
- Summerfield, R.J. and E.H. Roberts. 1985. Recent Trends in internationally orientated research on grain legumes. In: Summerfield, R.J. and E.H. Roberts. *Grain Legume Crops*. pp. 801-843.
- Thome, J., J. Vargas, W. Roca y D.G. Debouck. 1988. ¿Son los Andes meridionales una zona más amplia de domesticación del frijol común (Phaseolus vulgaris L.? En: *Temas actuales en Mejoramiento Genético del Frijol Común*. Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol. CIAT, Cali, Colombia. pp. 437.
- Thorpe, T.A. 1981. *Plant Tissue Culture. Methods and Applications in Agriculture*. 370p.
- Towle, M.A. 1961. The ethnobotany of Pre-colombian Perú. Viking Fund Publications in Anthropology 30. Winner Green Foundation For Anthropological Research, Inc. New York.
- Tucker, C.L. and J. Harding. 1975. Outcrossing in Common Bean Phaseolus vulgaris, L. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 100: 283-285.

- Vanderborght, T. 1987. The study of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) variability by the use of multivariate statistical methods applied to a data base. Diss. Abstr., 47:3190B-3191B.
- Vavilov, N.I. 1931. Mexico and Central American as the principal centers of origin of cultivated plant of the new world. Bull. Appl. Bot. Genet. Breed. (Lening) 26:135-199.
- Vavilov, N.I. 1951. The origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Chronica Botanica. pp. 14-54.
- Verdcourt, B. 1970. Studies in the leguminosae - Papilionoideae for the "flora of Tropical East Africa: IV Kew Bulletin, 24(3):507-570.
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 87p.
- Wall, J.R. 1969. Experimental introgression in the genus *Phaseolus*. I. Effect of mating systems on interspecific gene flow. Evolution, 24:356-366.
- Wilkes, H.G. 1977. The world's crop plant germplasm -an endangered resource. Bull. Atom. Sci., 33:7-16.
- Wittmack, L. 1988. Die Nutzpflanzen der alten Peruaner. Compt. Rend. 7 Congres Americanistes: pp. 325-348.
- Yarnell, S.H. 1965. Cytogenetics of the Vegetable crops. IV. Legumes. Bot.Rev., 31:247-330.
- Yarnell, R.A. 1964. Aboriginal relationships between cultures and plant life in the Upper Great Lakes Regio. Anthropological Papers, Museum of Anthropology. Univ. of Michigan. 23. Ann. Arbor.