

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**ESCUELA DE POST GRADO**  
**MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS**



**FORMACIÓN DE POBLACIONES COMPLEJAS SUPERIORES DE  
CRUCES INTERESPECIFICOS DEL GÉNERO *Phaseolus* Y SU  
COMPORTAMIENTO PARA LAS ZONAS ALTOANDINAS DEL  
PERÚ**

**Tesis para optar el grado de  
*Magister Scientiae***

**MACK HENRY PINCHI RAMIREZ**

**Lima – Perú  
2009**

# **ESCUELA DE POST GRADO**

**Especialidad de Mejoramiento Genético de Plantas**

## **FORMACIÓN DE POBLACIONES COMPLEJAS SUPERIORES DE CRUCES INTERESPECIFICOS DEL GÉNERO *Phaseolus* Y SU COMPORTAMIENTO PARA LAS ZONAS ALTOANDINAS DEL PERÚ**

**Tesis para optar el grado de  
Magister Scientiae**

**MACK HENRY PINCHI RAMIREZ**  
Sustentado y aprobado ante el jurado :

**†**

Ing. Mg. Sc. Luis Chiappe Vargas

**PRESIDENTE**

Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín

**PATROCINADOR**

Dr. Félix Camarena Mayta

**MIEMBRO**

Ing. Mg. Sc. Jorge Nakahodo Nakahodo

**MIEMBRO**

## RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo formar poblaciones élites complejas, a partir de las poblaciones segregantes en generación F3 y F4 de las cruzas (*P. coccineus* wild x *P. vulgaris*) x *P.coccineus*) con 92 familias; ((*P.coccineus* wild x *P.vulgaris*) x *P. vulgaris*) x *P.coccineus*) con 25 familias y la cruja (*P.vulgaris* x *P. polyanthus*) x (*P.vulgaris* x *P. coccineus*) con 8 familias, realizadas durante las campañas (1988/1989), (1989/1990) y (1990/1991) en las localidades de Tingua, y Chiquián (Ancash) y evaluar el comportamiento agronómico de las poblaciones sobresalientes. La secuencia de evaluaciones del material experimental se hizo en tres etapas. En la etapa I El material genético se dispuso en parcelas de observación, luego las poblaciones seleccionadas se evaluaron en la etapa II bajo el Diseño de Bloques Completo al Azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Finalmente, en la etapa III se evaluó las poblaciones promisorias Bulk 1H y Bulk 2H en el Diseño de Bloques Completo al Azar comparado con el testigo Anc 034, en diferentes sistemas de cultivo.

Como resultado de esta investigación se formaron 11 poblaciones bulk élites complejas a partir de 61, 80 y 125 selecciones según los tipos de cruzas y éstas fueron: Bulk 1H, Bulk 2H, Bulk 3H, Bulk 4H, Bulk 5H, Bulk 6H, Bulk 7H, Bulk 8H, Bulk 9H, Bulk 10H y Bulk 11H. De estas poblaciones destacaron las poblaciones Bulk 1H, Bulk 2H, Bulk 6H, Bulk 7H, Bulk 9H y Bulk 10H como promisorias. El análisis de variancia de las poblaciones evaluadas bajo el sistema de tutor, mostraron una interacción genotipo x tutor significativa para las características peso de 100 semillas, número de vainas por planta, número de granos por vaina y el rendimiento en grano seco.

Según la prueba de Duncan los Bulk 9H, Bulk 10H y Bulk 2H fueron más precoces, en peso de 100 semillas destacaron Bulk 9H y Bulk 10H, mientras que los Bulk 2 H y Bulk 9H sobresalieron en número de vainas por planta. En rendimiento fueron superiores el Bulk 2H y Bulk 9H con 2.5 y 2.4 t/ha mientras que el testigo rindió 0.71t/ha. El Bulk 1H y Bulk 2H se formaron con 18 y 25 selecciones de familias F6. Al evaluar el comportamiento agronómico el Bulk 1H, Bulk 2H y el testigo bajo el sistema con tutor rindieron 1470, 2970 y 835 kg/ha, respectivamente; mientras que la floración fue a los 90, 96 y 122 días. Cuando se evaluó bajo el sistema asociado con maíz en promedio de dos ensayos, los rendimientos fueron: 255 kg/ha para Bulk 1H, 343 kg/ha para Bulk 2H y 195

kg/ha para el testigo. Estas nuevas poblaciones élite fueron denominados UNAGEM 1 y UNAGEM 2, respectivamente.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	
2.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN.....	
2.2 POSICIÓN TAXONOMICA DEL GENERO <i>Phaseolus</i>	
2.2.1 <i>Phaseolus vulgaris</i> L. ....	
2.2.2 <i>Phaseolus coccineus</i> L.....	
2.2.3 <i>Phaseolus polyanthus</i> Greenm.....	
2.3 ADAPTACIÓN.....	
2.4 FACTORES AMBIENTALES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN	
2.4.1 LUZ SOLAR.....	
2.4.2 TEMPERATURA.....	
2.4.3 HUMEDAD.....	
2.4.4 SUELO.....	
2.5 SANIDAD DEL CULTIVO	
2.5.1 MALEZAS.....	
2.5.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	
2.6 INFLUENCIA DE LOS TUTORES EN LA PRODUCCIÓN.....	
2.7 ESTRUCTURA DE LA FLOR DEL FRIJOL.....	
2.8 HIBRIDACIÓN INTERESPECIFICA DENTRO DEL GENERO <i>Phaseolus</i>	
2.8.1 EMPLEO DEL <i>Phaseolus vulgaris</i> COMO PROGENITOR FEMENINO..	
2.8.2 EMPLEO DEL <i>Phaseolus coccineus</i> COMO PROGENITOR FEMENINO..	
2.8.3 INTERES DE LA UTILIZACIÓN DE <i>Phaseolus polyanthus</i> .....	
2.8.4 INTERES DE LA UTILIZACIÓN DE <i>Phaseolus coccineus</i> COMO PROGENITOR FEMENINO.....	

2.9 OBSTACULOS DE LA INTROGRESIÓN.....	
2.9.1 CASOS DE LA UTILIZACIÓN DE <i>Phaseolus vulgaris</i> COMO PROGENITOR FEMENINO.....	
2.9.2 CASOS DE LA UTILIZACIÓN DE <i>Phaseolus coccineus</i> COMO PROGENITOR FEMENINO.....	
2.10 HIBRIDACIÓN INTERESPECIFICA.....	
2.11 SELECCIÓN ACUMULATIVA.....	
2.12 SELECCIÓN EN BULK COMO MÉTODO DE MEJORAMIENTO.....	
III. MATERIALES Y METODOS	
3.1 UBICACIÓN.....	
3.2 MATERIAL GENÉTICO.....	
3.2.1 ETAPAS DEL ESTUDIO.....	
3.3 METODOLOGÍA.....	
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	
3.5 EVALUACIONES REGISTRADAS EN LOS EXPERIMENTOS.....	
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
4.1 ETAPA I: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN.....	
4.2 ETAPA II: FORMACIÓN DE POBLACIONES “BULK”.....	
4.3 ETAPA III: EVALUACIÓN AGRONÓMICA.....	
4.3.1 INCREMENTO DE LAS POBLACIONES BULK EN NUCLEOS AISLADOS .....	
4.3.2 EVALUACIÓN AGRONÓMICA.....	
V. CONCLUSIONES.....	
VI. RECOMENDACIONES .....	
VII. BIBLIOGRAFIA.....	

## I.- INTRODUCCION

Los frijoles *P. vulgaris* L. es una de las leguminosas más importantes, en el Perú y América Latina. Las especies silvestres que por sus características de resistencia y tolerancia a condiciones desfavorables (*P. polyanthus*, *P. coccineus*, *P. glabellus*), y la mayoría oriundas de América del sur; son especies de alto contenido de proteínas (22 %), y su interés ha incrementado tremendamente por su valor alimenticio, especialmente para los sectores con menos recursos, no solo por su bajo costo en relación a las carnes; sino también, por su calidad gustativa y aceptación. También es mejorador de la fertilidad de los suelos por fijar nitrógeno en simbiosis con la bacteria *Rhizobium*.

Por estas razones, el mejoramiento de leguminosas ha alcanzado una importancia fundamental, cuyos fines y objetivos, buscan aumentar los rendimientos, resistencia a enfermedades, tolerancia a plagas y factores climáticos, entre las principales características.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es cultivado básicamente por pequeños agricultores de las zonas alto andinas del Perú y de América Latina. En esta región los rendimientos son bajos debido a múltiples factores, tales como la presencia de enfermedades endémicas como la mancha de la ascochyta ocasionado por *Phoma exigua* var. *diversispora*, (GTM, KEN & RWA), además del clima adverso como las heladas y las sequías, suelos pobres y deficiencias en el manejo agronómico. Ante este problema en estudios previos, se determinó que las especies *P. coccineus* L. y *P. polyanthus* Greenm, próximos filogenéticamente a *P. vulgaris*, tienen genes favorables que pueden ser introducidos en esta última especie mediante el método de mejoramiento de cruas interespecíficas.

Las poblaciones segregantes de estas cruas son inestables debido especialmente, a su retorno hacia el *P. vulgaris*, cuando es utilizado este como progenitor femenino. Sin embargo, las cruas recíprocas utilizando *P. coccineus* o *P. polyanthus* como progenitor femenino atenúa este retorno hacia *P. vulgaris* pudiendo de esta manera incrementar la frecuencia de recombinación tales como, entre otros caracteres, la tolerancia a Phoma propio de *P. polyanthus* y de *P. coccineus* con la fertilidad y calidad de grano propio de *P.*

*vulgaris*. La tasa de recombinación es favorecida por la presencia de insectos del género *Bombus* sp. dado el carácter alógama de estas poblaciones.

Por otra parte, las condiciones agronómicas a que son sometidos el cultivo del frijol común, requieren que las poblaciones mejoradas estén constituidas por un complejo de genes superiores de manera que la diversidad de ambientes a que son sometidas para su cultivo permita una producción sostenida. Los métodos adecuados para mejorar estas poblaciones son las sugeridas para plantas alógamas basadas en la selección familiar, para la formación de poblaciones “bulk” y la selección acumulativa, entre otros métodos. Estas poblaciones obtenidas deben ser evaluadas luego en las condiciones de manejo agronómico a que son sometidas por los agricultores y en otros sistemas potenciales.

La producción de menestras en los últimos años viene participando dentro del PBI agropecuario con el 1.3 por ciento del total y el volumen producido en el año 2006 ha generado un valor bruto de producción de casi 152 millones de dólares y ha generado 14 millones de jornales; con un promedio de rendimiento de 1.09t/ha . La exportación de leguminosas han incrementado sobresaliendo el frijol común *Phaseolus vulgaris* L. después del frijol castilla y frijol de palo y los pallares tipo big lima y bebe.( Ministerio de Agricultura 2007).

Por las consideraciones antes expuestas en el presente estudio los objetivos son los siguientes:

1. Formar poblaciones élites complejas producto de cruzamientos interespecíficos que recombinen caracteres de *P. polyanthus* y *P. coccineus* con aquellos de *P. vulgaris*.
2. Evaluar el comportamiento agronómico de las poblaciones élites en diferentes sistemas de cultivo.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN

En base a estudios sobre domesticación del fríjol común *P. vulgaris* L., (Kaplan 1981) llega a definir tres diferentes centros de origen:

- Meso América: Sudoeste de EE.UU., México, Guatemala, Costa Rica y Oeste de Panamá.
- Nor Andino: Ande Oriental de Colombia
- Sur Andino: Perú, Norte de Chile y Argentina.

El origen Americano del fríjol común ha sido mucho tiempo discutido, Wittmarck en 1988 (citado por Baudet, 1977) fue el primero en reconocerlo basándose en descubrimientos de granos de *P. vulgaris* en antiguas sepulturas en las cercanías de Lima. Al respecto, las excavaciones han demostrado la existencia del frijol común desde hace 8000 años en el Perú, 7000 años en México y 2000 años en el Sudoeste de EE.UU., refiriéndose al descubrimiento más reciente (Kaplan 1981).

Si bien la domesticación de *Phaseolus* ha comenzado tempranamente (10000 años a.c.), la transformación de las formas silvestres a formas cultivadas se ha hecho en un tiempo relativamente corto (alrededor de 1000 años). La domesticación ocurrió probablemente a partir de las diversas formas silvestres ancestrales (Debouck, 1986).

Evans (1973), muestra que la domesticación del frijol común ha dado origen a cultivares de granos generalmente más grandes en Sudamérica que en América central. Esto habría podido realizarse independientemente a partir de la var. *aborigineus* en Sudamérica y a partir de la var. *mexicanus* en Centroamérica. También Delgado, 1985; Freytag y Debouck, 2002 citado por ACOSTA-GALLEGOS et al., 2007 señalan que el género *Phaseolus* se ha originado en el continente americano y un gran número de sus especies es encontrado en Mesoamérica.

## 2.2 POSICIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *Phaseolus*

Según Marechal et al., (1978) y Delgado (1985), el género *Phaseolus* pertenece:

Orden: Leguminosales (Fabales)  
Familia: Papilionaceae  
Tribu: Phaseoleae  
Sub-tribu: Phaseolinae

La Sub-tribu *Phaseolinae* se sub-divide en dos grupos: *Dolichastrae* y *Phaseolastrae*. El grupo *Phaseolastrae* comprende dos grandes géneros *Vigna* y *Phaseolus*. El género *Phaseolus* fue dividido en cuatro secciones: *Chiapasana*, *Phaseolus*, *Minkelersia* y *Txanthotrica*.

La sección *Phaseolus* es la más importante por el número de especies que contiene. Según Gepts 2001 esas especies representan un amplio rango de ciclos de vida (anuales y perennes), hábitos de crecimiento (arbustivos a trepadores), sistemas reproductivos y adaptaciones (de climas frescos a cálidos y de secos a húmedos). El género también contiene cinco especies domesticadas: en orden de importancia decreciente *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *P. lunatus* L. (pallar o frijol lima), *P. coccineus* L. (frijol ayocote o escarlata), *P. acutifolius* A. Gray (frijol tepari) y *P. polyanthus* Greenman (frijol de toda la vida) con distintas adaptaciones y sistemas reproductivos, predominantemente autopolinizados; cálidos y húmedos predominantemente autopolinizados; cálidos y secos, cleistógamos; frescos y húmedos de polinización abierta, respectivamente. Esto coincide con lo señalado por (Delgado, 1985)

### 2.2.2 *Phaseolus vulgaris* L.

Delgado (1985), establece la siguiente clasificación:

*Phaseolus vulgaris* L. var. *vulgaris*, agrupa las formas cultivadas caracterizándose por su distribución bastante amplia.

*Phaseolus vulgaris* L. var. *aborigineus* (Burk) Baudet, es una planta silvestre o semisilvestre, distribuida en la Cordillera de los Andes, norte de Argentina, Colombia entre 1500 a 2800 m.s.n.m.

*Phaseolus vulgaris* L. var. *mexicanus*. A. Delgado, es una planta silvestre, distribuido desde el oeste de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, entre 800 y 1900 m.s.n.m. En forma independiente, se descubre la forma silvestre de *P. vulgaris* en Argentina y Guatemala (Debouck, 1986).

### 2.2.2 *Phaseolus coccineus* L.

El área de origen de *P. coccineus* se encuentra dentro de las regiones húmedas y altas del sur de México y al norte de Guatemala según CIAT 1980 y Miranda 1967. Esta distribuido en el trópico y se encuentra generalmente en zonas altas, también es cultivado en la zona templada en donde se consume como habichuela. Su cultivo es tan antiguo como el frijol de Lima. Este frijol presenta tres sub especies, una de ellas de forma cultivada: *P. coccineus* subsp. *coccineus* (cultivada), y *P. coccineus* subsp. *formosus* (Kunt) Marechal, Mascherpa & Stainer (silvestre), y *P. coccineus* subsp. *glabellus* (Piper) A. Delgado (silvestre), distribuidas ampliamente en la zona de México y Guatemala (Camarena 1988). Se desarrollan en países tropicales por encima de los 1700 a 3000 m.s.n.m.

### 2.2.3 *Phaseolus polyanthus* Greenman

Hernández Xolocotszi et al., (1959), describen una nueva subespecie cultivada de *Phaseolus coccineus* subespecie *darwinianus* HDZX & Miranda c., y plantean la hipótesis de que la nueva subespecie proviene del cruzamiento interespecífico natural entre formas cultivadas de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus*.

Miranda (1967), dentro del marco de un estudio biosistemático, confirmó la hipótesis emitida por Hernández Xolocotszi et al., y sostiene que éste es un caso típico de infiltración genética de *P. vulgaris* dentro de *P. coccineus*.

Esta forma se aproxima más a *P. coccineus*, por una serie de retrocruzamientos repetidos en esta última especie, pero tiene ciertos caracteres de *P. vulgaris* como la germinación epigea.

Los descubrimientos de formas silvestres de *P. polyanthus* según Debouck en 1986, confirman como centro de domesticación las regiones montañosas de Guatemala con una difusión posterior hacia el norte y sur de América. Al norte, en Meso América, las formas cultivadas y silvestres se encuentran entre 1000 y 2300 m.s.n.m. dentro las regiones que cubren la Sierra Madre Occidental, al sur de Oaxaca, la Sierra de San Cristóbal de las Casas. En Chiapas y al oeste de Guatemala (Delgado, 1985). Al sur, en Sudamérica, las mismas formas cultivadas se encuentran entre 1500 y 2700 m.s.n.m. dentro las regiones de las planicies de Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia y al Norte de Argentina (Marechal et al., 1978).

En cuanto al origen de *P. polyanthus* muchas hipótesis han sido emitidos y éstas son:

- Se sostiene que es una subespecie de *P. coccineus*, los partidarios de esta posición se basan en la introgresión por hibridación interespecífica natural entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* probablemente por intermedio de formas silvestres de esta última especie.
- También se sostiene que proviene de una domesticación independiente y los partidarios de esta posición se basan en los recientes descubrimientos de formas silvestres del taxón *polyanthus* en América Central.

Las características que le aproximan a *P. vulgaris* son: la germinación epigea, el pedúnculo corto y la ausencia de una coloración escarlata de las flores (Marechal et al., 1978). Lo aproximan a *P. coccineus* la posición del estigma (extrorso) y el comportamiento dentro de los híbridos entre *P. vulgaris*. Pero *P. polyanthus* presenta también toda una serie de características intermedias entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*: las raíces frondosas pero no tuberosas, longitud de la inflorescencia y el tamaño de las flores. (Smartt, 1972).

*P. polyanthus* es como todos los *phaseolus* una planta que necesita de luz, pero soporta un sombreado ligero. Las formas silvestres de *P. polyanthus* así como de *P. coccineus* son fotoperiódicos, que no florecen en días cortos, (Smartt, 1972). *P. polyanthus* tanto como *P. coccineus* son especies bien adaptadas a los pH, variando entre 4.9 y 8.2, aunque proliferan mejor cuando el pH esta comprendido entre 6.0 y 7.0.

### 2.3 ADAPTACIÓN

Crispín (1968), sostiene que la adaptación varietal de frijol es un proceso multicondicional, en el juega un papel muy importante la acción selectiva del medio ambiente sobre el genotipo de la planta, el que un cultivar prospere o no en una determinada zona es el resultado de la influencia positiva de la calidad, intensidad y duración de la luz; las temperaturas diurnas y nocturnas; la humedad, las plagas y enfermedades y por último el tipo de suelo. Por otra parte, Laing (1979) señala, que el crecimiento y desarrollo de una planta está dado por su constitución genética, por el medio ambiente y por la interacción de ambos. Según el cual, el resultado de esta interacción, se podrá decir que un cultivar determinado, es una adaptación local; si es a diversos medios, se trata de una amplia adaptación.

León (1968), considera que la adaptabilidad o respuesta de una especie a un nuevo ambiente depende de las características de sus componentes (poblaciones) y que no hay forma de predecirla. Aunque es evidente que existan requerimientos amplios para toda especie, el comportamiento de sus unidades (poblaciones o cultivares), solo pueden medirse mediante las pruebas de campo. Señala además, que la adaptación varía entre cultivares de la misma especie.

Restrepo y Laing (1979), manifiesta que la manera más generalizada de medir la adaptación, es a través de su habilidad para medir por unidad de superficie, ya sea en producto biológico o económico. Silvera (1975), investigando los caracteres que conducían a una amplia adaptación del frijol encontró que los genotipos con características, tales como: hábito de crecimiento determinado, precocidad y foliolos pequeños están más adaptados a diferentes ambientes. CIAT (1976), sostiene que una forma de mejorar el rendimiento es, prolongando el período de prefloración para permitir un mayor desarrollo de nudos y en consecuencia aumentar el potencial de sitios de acumulación, incrementándose además el área foliar.

Cuadro 1. Principales características morfológicas de las especies cultivadas del género *Phaseolus*.

Caracteres Morfológicos	<i>P. coccineus</i>	<i>P. polyanthus</i>	<i>P. vulgaris</i>
<b>Planta</b>			
Periodo Vegetativo.	Perenne	Anual, tardía o semitardía	Anual
Sistema radicular	Tuberoso	Frondoso tuberoso	Superficialmente fasciculada
Tipo de germinación	Hipógea	Epígea	Hipógea
Hab. de crecimiento.	Determinado Indeterminado	Indeterminado o voluble	Deter. pequeño a indeterminado
<b>Inflorescencia</b>			
Racimos (cm.)	10 a 60	10 a 50	7 a 30
Largo pedúnculo	10 a 35	4 a 15	5 a 15
Nº de inserciones florales.	2 a 35	5 a 40	1 a 10
<b>Flor</b>			
Color	Rojo a blanco	Blanco o violeta	Violeta o blanco
Tamaño de la flor	Grande	Grande	Mediano
Posición del estigma	Extrorso	Terminal extrorso	Introrso
Forma y largo de la bractéola	Ovalado y variado	Lanceolado y largo	Espatulado e igual al cáliz
Nº de nervaduras de la bractéola.	5 a 7	3 a 5	6 a 9
Aberturas de alas	Cerrada	Abierta	Cerrada
Presencia de pilosidad en el estandarte.	Si	Si	No
Polinizac. Prepond.	Alógama	Intermedia	Autógama
<b>Vaina</b>			
Vaina	Corto y ancho	Corto y ancho	Largo y delgado
Forma de corte transversal	Comprimido	Comprimido	Ovalado
Nº de lóculos/vaina	5 a 10	3 a 5	5 a 14
<b>Grano</b>			
Tamaño	Grande	Grande	Mediano a pequeño
Hilium	Elíptica alargada	Ovalada	Circular
Peso de 100 semillas (gr.)	90 a 120	60 a 80	20 a 50

Fuente : Miranda 1967; Maréchal et al.,1978; Gepts, 1980; Debouck 1986

## **2.4 FACTORES AMBIENTALES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN**

### **2.4.1 Luz Solar**

Influye como factor limitante en el crecimiento, al afectar principalmente la fotosíntesis. También afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de fotoperíodo y elongación (etiolación), a intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta. La luz también juega un papel muy importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos de fotoperíodo. Esta reacción es muy importante para trabajos de adaptación de nuevas líneas y puede causar cambios dramáticos en el patrón de crecimiento (White, 1985).

### **2.4.2 Temperatura**

El frijol es un cultivo de clima templado y cálido, se considera que el óptimo de su temperatura está entre 18 y 21 °C; las temperaturas mínimas que pueden soportar está en función a las etapas de desarrollo del cultivo: germinación de 8 a 10 °C, floración de 15 °C y para la maduración de 18 a 20 °C (Chiappe, 1981).

Laing (1979), señala que temperaturas altas mayores de 28 °C, en variedades de adaptación local y sensibles llevadas a un medio diferente causan desarrollo anormal y abscisión de las flores, más aún cuando hay deficiente humedad en el suelo. El rango de variación diaria de la temperatura o la variación de la temperatura promedio de la estación, origina el aborto de las flores reflejándose en un menor número y peso de vainas (White, 1985).

El frijol común según Bruno 1990, soporta mejor las temperaturas elevadas cuando es cultivada con irrigación en ausencia de lluvias, que cuando es cultivada en estación lluviosa.

### 2.4.3 Humedad

La humedad del suelo debe ser bien distribuidas durante las diferentes fases del período vegetativo, principalmente durante la floración y fructificación (Chiappe, 1981).

Scheuch (1981), sostiene que un déficit de humedad en el suelo durante los períodos críticos puede significar pérdidas de rendimiento de 25 % o más. Para esto es necesario que durante el desarrollo de la planta se realice tres riegos sumamente importantes:

- Cuando se ha formado la hoja trifoliada del cultivo y esto sucede 20 días después de la siembra, dependiendo de la variedad y el ambiente.
- Al comienzo de la floración
- En la formación de vainas

El cultivo del frijol requiere de climas con cierto grado de humedad atmosférica, así se estima como una humedad favorable de 50 % (Chiappe, 1981).

Calolus (1967), sostiene que la humedad relativa durante el crecimiento y desarrollo del cultivo puede ejercer una acción limitante evitando la caída de flores e incrementando así los rendimientos hasta en un 27 %. A la vez correlacionado fuertemente con la temperatura, es así que ante una alta temperatura y una humedad relativa baja, hay caída de flores, principalmente si ocurre en las primeras etapas de la floración con la consiguiente disminución de vainas en formación.

### 2.4.4 Suelo

El cultivo se adapta a diferentes tipos de suelos pero prefiere, franco arenoso a franco arcillosos, bien aireados y fértiles (Barrios y Ortega, 1972). El frijol es sensible a la reacción del suelo, prefiriendo los suelos ligeramente ácidos de pH 5,6 a 6,2 sobre los muy ácidos o alcalinos. Se considera un pH óptimo de 5.8 a 6.5 para las regiones húmedas y de 6.0 a 7.5 para las zonas andinas (Coyne, 1966). Aunque Chiappe (1981), sugiere que no debe cultivarse en suelos húmedos, calizos o salinos.

## 2.5 SANIDAD DEL CULTIVO

### 2.5.1 Malezas

Indirectamente las malas hierbas causan pérdidas económicas al afectar los costos de producción y calidad de productos o por una mayor incidencia de insectos y enfermedades. Las malas hierbas pueden albergar tantos insectos perjudiciales, que posteriormente pueden constituirse en plagas para los cultivos, como también patógenos que pueden ser causantes de enfermedades.

Nieto (1960), indica que las malezas causan dos tipos de pérdidas; la primera y más importante es la competencia por agua, luz y nutrientes. El otro tipo de pérdida es el producido al impedir la recolección de los frutos y servir de hospedero a las plagas y enfermedades.

### 2.5.2 Plagas y enfermedades

El CIAT (1979), reporta pérdidas de más de 50 % como consecuencia del daño de plagas y enfermedades desde la siembra hasta el grano cosechado. La magnitud de los daños varía con las condiciones meteorológicas, épocas de siembra, cultivares utilizados y especialmente con el medio geográfico o ecosistema natural. Pero se considera que los daños más severos están asociados a mayor temperatura y a menor altitud. Para el cultivo del frijol se puede deducir que las incidencias de plagas son mas graves en la costa, menos graves en la sierra.

Huaytalla (1993), sostiene que los rendimientos en granos de *P. vulgaris* en la región andina, son bajos debido a la presencia de enfermedades como ascochyta (*Phoma exigua* var. *diversispora*), siendo uno de los principales problemas que afronta los agricultores de esta región.

## 2.6 INFLUENCIA DE LOS TUTORES EN LA PRODUCCIÓN

El empleo de tutores tiene por objeto mantener las plantas erguidas, lo que permite hacer uso económico de un espacio limitado y por otra parte facilita las labores culturales, como la aplicación de pesticidas y con la cosecha (Villarreal, 1980).

Este sistema se ajusta en las variedades de crecimiento indeterminado para su desarrollo, no así en las de hábito determinado (Giacconi, 1989 y Tejada, 1979) y es utilizado en diversos cultivos como frijol, arveja, tomate, entre otros. Knot, citado por Cannock (1990), sostiene que las variedades trepadoras de leguminosas (frijol, arveja, etc.) crecen mejor cuando son conducidas con tutores, los que son colocadas antes o después de la emergencia de las plantas, y previene que los frutos estén en contacto con el suelo.

Tejada (1980), menciona que es importante considerar dos aspectos: la clase y la calidad de los tutores, por un lado y su altura óptima, para así tomar la decisión que permita maximizar los ingresos del agricultor y a su vez sea de fácil disponibilidad en la zona de cultivo.

Villarreal (1980), menciona que el tutoraje eleva los costos de producción, pero también aumenta sustancialmente el rendimiento, mejorando la calidad del producto y facilitando la cosecha. La mejora de la cosecha se debe a un mejor control de las plagas y enfermedades ya que las hojas son mejor cubiertas por los pesticidas. El tutoraje en plantas como el pepinillo y arveja, permite realizar mayores recolecciones, porque la planta sufre un deterioro (Giacconi, 1989)

El tutoraje se puede hacer planta por planta o colocando estacas al final del surco y luego se siguen colocando a intervalos de 3 a 4 metros, sobre los cuales se coloca alambre trenzado conforme la planta vaya creciendo. Cannock (1990) comprobó en arveja de vaina comestible, que el uso de tutores o espalderas incrementó el rendimiento en primavera-verano en un 64% y en un 12 % en otoño. Para el experimento se utilizaron mallas de 5x5

cm. hechas de pabito y palos de eucalipto como soporte. Las espalderas se colocaron cuando la planta tenía 15 cm. de altura.

Montero (1991), utilizó tutores en siembra de melón, obteniendo rendimientos superiores al 23.4 %, así como también mayor proporción de frutos de primera calidad, con respecto al cultivo conducido en camas. Maroto (1986), menciona que las ventajas del uso de tutores cualquiera que sea el cultivo es la recolección de frutos limpios y sanos al no estar en contacto con el suelo. Análogamente, las condiciones de aireación e iluminación son mejores y los tratamientos fitosanitarios y las restantes labores de cultivo pueden verificarse más fácil y homogéneamente. El problema es el alto costo que supone en mano de obra y el problema de que la cosecha mecanizada no se puede aplicar a este sistema.

Leñano (1978) menciona que muy frecuentemente se emplean tutores con el fin de que las plantas de pepinillo pueden trepar; muchas veces, en lugar de estacas o cañas se usan redes de malla ancha, ligeramente inclinadas para el desarrollo del pepino. Los mayores gastos que resulten del empleo de tutores se compensan por el mayor desarrollo, mayor productividad, aumento el número de frutos, mejor colorido y forma más regular, siendo las plantas menos atacadas por los parásitos.

## **2.7 ESTRUCTURA DE LA FLOR DEL FRÍJOL**

Las partes que integran la flor son: el pedicelo, que es el talluelo que une la flor al eje de inflorescencia. El receptáculo es la expansión que se encuentra en el extremo del pedicelo donde descansan los verticilios de la flor. Las bractéolas calicinales son pequeñas hojas modificadas que circundan parcialmente el cáliz. El cáliz es el primer verticilio de la flor y está formado por cinco sépalos unidos por sus bordes laterales. La corola constituye el segundo verticilio de la flor, y los pétalos que la integran están dispuestos en varias formas. En la parte superior y exterior, se halla el estandarte, el cual protege a los dos pétalos denominados alas; en el centro y ocupando la parte inferior, se encuentran los dos pétalos restantes, cuyos bordes laterales están soldados formando la quilla. El androceo corresponde al tercer verticilio de la flor y está formado por 10 estambres diadelfos cuyas series son en número de 9 y 1; este verticilio rodea al gineceo y está protegido a su vez por

la quilla. El gineceo constituye el último verticilio de la flor y está formado por un solo carpelo, en el cual se pueden distinguir el ovario, el estilo y el estigma.

## 2.8 HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA DENTRO DEL GÉNERO *Phaseolus*

La hibridación interespecífica tiene como finalidad introducir dentro del genotipo una planta cultivada nuevos genes de otro genotipo. El conjunto de todas las formas que pueden ser utilizadas para mejorar un cultivo dado constituye su reserva genética total o “pool genético”. El pool genético primario corresponde a las especies biológicas e involucran tanto a las formas cultivadas y las silvestres. El pool genético secundario y terciario comprende todas las taxas entre las cuales el flujo genético es posible a través de hibridaciones interespecíficas, pero con incremento en el grado de dificultad (Harlan y Wet, 1971).

El factor dirección de las cruzas está demostrado en muchos casos por una interacción núcleo citoplasma. Tales incompatibilidades no se presentan en cruzas de *P. vulgaris* por *P. coccineus* y *P. vulgaris* x *P. polyanthus*. Aquí el éxito es obtenido solamente cuando la especie *P. vulgaris* en cada combinación se utiliza como progenitor femenino (Miranda, 1967 y Camarena, 1988).

Las generaciones tempranas de las cruzas *P. vulgaris* x *P. coccineus* se caracterizan por un regreso al tipo *P. vulgaris* (Lamprecht, 1941 y Wall y Cork, 1957). Esto provoca una pérdida simultánea hasta del 50 % de caracteres de *P. coccineus* en cada generación (Gepts, 1980). Los caracteres del progenitor dador se eliminan rápidamente en las generaciones avanzadas debido notablemente a una interacción entre el citoplasma y el genomio (Camarena, 1988).

Los cruzamientos inversos, *P. coccineus* y *P. polyanthus* como femeninos son muchos más difíciles de realizar y para lograr éxito se requiere el uso de la biotecnología; es decir, de la técnica del cultivo de embriones inmaduros o la utilización de formas silvestres como puente de futuras cruzas. Los cruzamientos de *P. vulgaris* x *P. polyanthus* son más variables y más fértiles comparados con los cruzamientos de la F1 de *P. vulgaris* x *P. coccineus* y según la combinación de progenitores (CIAT, 1988).

Las dificultades de selección de los híbridos entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* se encuentran también en los híbridos *P. vulgaris* x *P. polyanthus*. Las combinaciones entre *P. vulgaris* x *P. polyanthus* son fáciles de realizar al igual que *P. vulgaris* x *P. coccineus* aunque los primeros presentan una mejor productividad que los últimos, quienes pueden presentar caso de esterilidad y desequilibrio según las combinaciones parentales (Gepts, 1980). Sin embargo un retorno rápido hacia el progenitor recurrente, existe también dentro de la generaciones posteriores (Camarena, 1988).

### 2.8.1 Empleo de *P. vulgaris* como Progenitor femenino

Usando *P. vulgaris* como progenitor femenino el híbrido es más fácil de obtener, pero el grado de esterilidad en la F1 es más elevado, en relación a los híbridos recíprocos (Ibrahim y Coyne, 1975). Un fenómeno muy importante de remarcar es la eliminación selectiva de caracteres de *P. coccineus* en el curso de generaciones segregantes teniendo hacia una constitución genómica similar al de *P. vulgaris*, el progenitor femenino (Lamprecht, 1941).

Manshardt (1980), manifiesta que se produce una eliminación selectiva de gametos o de los cigotos de mala competitividad más próximo a *P. coccineus*. Se puede decir que existe una interacción entre el genoma y el citoplasma y la existencia de interferencias génicas entre los cromosomas de los progenitores de especies diferentes (Marechal, 1971). En los híbridos *P. vulgaris* x *P. coccineus*, se observa la presencia de una barrera de esterilidad mucho más importante y de naturaleza diferente comparado a la barrera manifestada para los otros híbridos estudiados: *P. vulgaris* x *P. polyanthus* y *P. vulgaris* x *P. purpurascens* (erróneamente llamado formosus).

### 2.8.2 Empleo de *P. coccineus* como progenitor femenino

Esta especie de *P. coccineus* es la forma cultivada y existen dificultades para su obtención; las razones pueden ser, la existencia progenitora y los genes de la otra especie. Los obstáculos para la obtención de estos híbridos sobreviven al momento o después de la fecundación (Evans, 1973).

La diferenciación citoplasmática entre *P. coccineus* y *P. vulgaris* provoca la letalidad del embrión híbrido y esta proviene del tejido maternal de *P. coccineus*. Esta diferenciación citoplasmática nace por la presencia de barreras pequeñas en el desarrollo del embrión en el tejido maternal de *P. coccineus*. El núcleo diploide del embrión híbrido tienen la misma constitución cromosómica en las cruzas directas o recíprocas en cambio el núcleo triploide del albumen difiere entre los cruzamientos recíprocos por la proporción de los genomas parentales (Smartt y Haq, 1972).

Ibrahim y Coyne (1975), sostienen que existen sustancias inhibitoras en las hojas de *P. coccineus* que traslocadas hacia las vainas en vías de desarrollo, serían el origen del aborto de embriones híbridos en las cruzas *P. coccineus* x *P. vulgaris*. Las dificultades de los cruzamientos entre *P. coccineus* x *P. vulgaris*, se pueden vencer usando formas silvestres de *P. coccineus* como puente de futuras cruzas, pruebas que se viene realizando en el CIAT (Camarena, 1988).

De acuerdo a estos, existen trabajos donde se usan formas silvestres o cultivadas del complejo *P. coccineus*, obteniéndose por primera vez el híbrido *P. coccineus* subsp. *purpurascens* x *P. vulgaris*. El taxón *purpurascens* es una forma silvestre de *P. coccineus*. Este híbrido se muestra muy vigoroso y con muy buena productividad comparativa al híbrido recíproco. El híbrido F1 *P. coccineus* Subsp. *purpurascens* x *P. vulgaris* podría ser utilizado como un puente para combinar los genes de la forma cultivada de *P. vulgaris* y de *P. coccineus*. La presencia del citoplasma silvestre de *P. coccineus* facilitaría el intercambio interespecífico de genes (Baudoin, 1985).

### 2.8.3 Interés de la utilización de *P. polyanthus*

Según Miranda (1967), *P. polyanthus* se caracteriza generalmente por:

- Una mayor precocidad que *P. coccineus* ; su ciclo de desarrollo se aproxima a las ventajas del frijol común y presenta polinización intermedia entre alógama y autógena.

Esta leguminosa es también menos agresiva que *P. coccineus* dentro los sistemas de cultivos asociados con el maíz.

- *P. polyanthus* es más rústico que *P. vulgaris*: la especie presenta una mejor resistencia a enfermedades y daños, particularmente tienen un nivel muy elevado de resistencia a la ascochyta, enfermedad fungosa en la zona andina y en las regiones montañosas del este de África (CIAT, 1988), muy buena resistencia a la antracnosis, al oidium y a la roya.

- El tiempo de cocción de los granos de *P. polyanthus* son menores que *P. coccineus*. Se ha observado que la dimensión más grande y la coloración más clara de los granos de *P. polyanthus* constituyen dos factores favorables para sus aceptación en la zona andina. Estos dos factores, la adaptación ecológica de *P. polyanthus*, explican la predominancia de su cultivo frente al *P. coccineus* en las regiones andinas (Debouck, 1986).

#### 2.8.4 Interés de la utilización de *P. coccineus* como progenitor femenino

- Presenta sistema radicular tuberosa, epicotilo largo, gran número de inserciones florales, la estructura de la flor permite la polinización cruzada, es alógama. Prospera bajo condiciones térmicas relativamente bajas durante un largo período de crecimiento, manteniéndose vivo durante varios años por tener sus raíces tuberosas. Es tolerante el déficit hídrico (Miranda, 1967).

- Resistente a enfermedades virales: Virus del mosaico común (BCMV), virus del mosaico amarillo (BYMV), virus del mosaico dorado (BGMV).

- Resistente a enfermedades bacterianas: *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Buró holder) Young & al *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith).

- Resistente a enfermedades fungosas: *Phoma exigua* var. *diversispora*, *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn), Briosi et Cav., *Pythium ultimum* Trow, *Fusarium solana* (Mart.), *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Barry, *Isariopsis griseola* Sacc., *Uromyces phaseoli* (Rebe) Wint, *Erysiphe polygoni* D.C. ex Merat según el CIAT (1983), citado por Camarena (1988).

- Resistente a insectos: *Ophiomya phaseoli* Tryon según el CIAT, citado por Camarena (1988).

## 2.9 OBSTACULOS DE LA INTROGRESIÓN

Muchas veces para la obtención de un híbrido con una fertilidad satisfactoria y con una amplia variabilidad, teóricamente se obtienen en la F2. Aun cuando las especies estén muy relacionadas, la transferencia de un carácter de una especie a otra siempre está acompañada de un efecto de esterilidad (Stephans, 1949; Demarly, 1963). La reducción de la variabilidad se explica en los mecanismos en el núcleo de los híbridos interespecíficos por estar limitadas desfavorablemente las recombinaciones.

Stephans (1949) y Demarly (1977), observaron casos en zanahoria, cafetos y leguminosas, entre otras especies, descendencias F2, que manifiestan un retorno anormal hacia las formas de los progenitores. Ellos sostienen que las diferencias estructurales, por muy pequeñas que sean entre los cromosomas de las especies parentales, provocan los apareamientos preferenciales en la meiosis, provocándose la eliminación selectiva de los genes del progenitor donador en las autofecundaciones y la transferencia en bloque de varios genes ligados entre sí, en algunos cruzamientos observaron malformaciones entre el embrión híbrido y las anomalías del albumen; este tipo de anomalías es por la incompatibilidad entre el embrión y el albumen como fue sugerido por Thomas (1964) en un estudio de cruzamiento entre *P. coccineus* como progenitor femenino y *P. vulgaris* como progenitor masculino.

### 2.9.1 Casos de la utilización de *P. vulgaris* como progenitor femenino

El híbrido es más fácil de obtener cuando el *P. vulgaris* es utilizado como progenitor femenino, pero el grado de esterilidad en la F1 es más elevado en relación a los híbridos recíprocos (Haq, 1974; Ibrahim y Coyne, 1975 y Nassar, 1978). Un fenómeno muy importante de recalcar es la eliminación selectiva de caracteres de *P. coccineus* en el curso de generaciones segregantes.

Según Lamprecht (1941), los gametos que tienen la más grande probabilidad de sobrevivir son los que tienen una constitución genómica similar al de *P. vulgaris* el progenitor

maternal. Wall y Cork (1957), Smartt (1970) y Manshardt (1980), dicen que los gametos de los cigotos presentan una fuerte proporción de alelos de *P. vulgaris* del citoplasma de la misma especie manifestando un mayor grado de selectividad. Manshardt (1980), piensa que se produce una eliminación selectiva de gametos o de los cigotos de mala competitividad mas próximos a *P. coccineus*.

Marechal (1971), Cheng (1979) y Cheng et al., (1981), emiten una hipótesis de la interacción entre el genoma y el citoplasma y la existencia de interferencias génicas entre los cromosomas de los progenitores de especies diferentes.

### 2.9.2 Casos de la utilización de *P. coccineus* como progenitor femenino

Las dificultades para obtener estos híbridos son explicados por la hipótesis siguiente:

- El bloqueo del crecimiento del tubo polínico de *P. vulgaris* por los tejidos del estigma de *P. coccineus* (Lamprecht, 1941; Thomas, 1983), es debido a la presencia de una cutícula del estigma de esta especie (Helsop – Harrison, 1983). Esta hipótesis del bloqueo del tubo polínico para el cruzamiento fue desmentido por los estudios de Hawkins y Evans (1973). Estos autores demostraron que los obstáculos sobrevivieron en el momento o después de la fecundación.
- La diferenciación citoplasmática entre *P. vulgaris* y *P. coccineus*, provoca la letalidad del embrión híbrido, y esta proviene del tejido maternal de *P. coccineus*. Esta diferenciación citoplasmática nace por la presencia de barreras pequeñas en el desarrollo del embrión en el tejido maternal del *P. vulgaris*. Los autores de esta hipótesis (Smartt y Haq, 1972), explican también que el núcleo triploide del albumen difiere entre los cruzamientos recíprocos por la proporción de los genomas parentales.
- Existen sustancias inhibitoras en las hojas de *P. coccineus*. Estas sustancias trasladadas hacia las vainas en vías de desarrollo, serían el origen del aborto de embriones híbridos en las cruas *P. coccineus* x *P. vulgaris* (Ibrahim y Coyne, 1975).

Es posible vencer en parte las dificultades de los cruzamientos entre *P. coccineus* x *P. vulgaris*, no utilizando formas cultivadas, sino mas bien formas silvestres de *P. coccineus* como puente de futuras cruza; esto se viene demostrando en numerosas combinaciones realizadas en colaboración con el CIAT (Baudoin, 1986), citado por Camarena (1987).

Cuando a nivel del campo, el investigador realiza una crusa interespecífica, con el objeto de reunir en un solo individuo los mejores caracteres de ambos progenitores, se corre el riesgo de no lograr viabilidad u obtención de semillas por efectos de incompatibilidad sexual. Sin embargo, en algunas ocasiones la fecundación se realiza, pero posteriormente se presentan casos de aborto embrional razones por las cuales y con el propósito de rescatar estos embriones, se hace uso de la técnica denominada “Cultivo in Vitro de embriones inmaduros”, asegurando así un normal crecimiento y desarrollo hasta la obtención in Vitro de plantas híbridas.

Camarena y Baudoin, (1987), lograron los primeros híbridos interespecíficos entre *P. vulgaris* y *P. polyanthus* como progenitor femenino, mediante la técnica del cultivo de embriones.

## 2.10 HIBRIDACIÓN INTERESPECIFICA

Huaytalla S. (1993), encontró que el tipo de cruza interespecíficas que sobresalió en los ensayos de rendimiento es (*P. coccineus* Wild x *P. vulgaris*) x *P. coccineus*, por tener buenos componentes de rendimiento y semiprecocidad. Las plantas observadas producen un número desigual de lóculos, siendo el de mayor número aquellas con citoplasma de *P. vulgaris* en las cruza directas; con mayor número de lóculos cuando *P. coccineus* silvestre actúa como progenitor femenino.

El tipo de crusa (*P. coccineus* Wild x *P. vulgaris*) x *P. coccineus*, se comportaron como semiprecoces respecto a los progenitores y de los tipos de cruza *P. vulgaris* x *P. coccineus* que se comportan como tardías. Miranda (1967) y Vanderborht, Baudoin y Smith, manifiestan que el frijol es susceptible a las enfermedades como la antracnosis y ascochyta, a diferencia de *P. coccineus* y *P. polyanthus* si muestra resistencia para dichas

enfermedades. Con *P. vulgaris* como progenitor femenino, en las poblaciones segregantes de cruza interespecíficas se tiene susceptibilidad a ascochyta (Huaytalla, 1993).

## **2.10 SELECCIÓN ACUMULATIVA**

El método de selección acumulativa o recurrente simple, consiste en cruzar los mejores individuos resultantes del primer ciclo de selección para generar el material que será integrado en el ciclo de selección siguiente.

Este método se caracteriza por un amplio incremento de la variabilidad genética, es importante el aumento de la diversidad que conduce a un incremento de la heredabilidad de los caracteres por la cual fueron seleccionados, ello conduce también al aumento de los alelos favorables; es decir, permite que todos los caracteres favorables aumentan progresivamente hacia una eficaz etapa de homocigosis. Este método es recomendable para buscar variedades adaptadas a grandes rangos de medios ecológicos diferentes. Es importante tener en cuenta que este método de selección deben satisfacer las siguientes consideraciones:

- Conserva la variabilidad genética, durante el proceso de selección.
- Ejercer una presión de selección precoz a fin de acortar la duración de cada ciclo, y acrecentar el número de ciclos de selección por una unidad de tiempo. Esta selección se realiza sobre la descendencia interna de cada planta de selección base, cuyos cruzamientos pueden ser juzgados validamente en la F2 y F3.
- Introducción regular de nuevas fuentes de variabilidad, con el fin de reproducir el performance medio de la población fuente.

## **2.12 SELECCIÓN EN BULK COMO METODO DE MEJORAMIENTO**

Es un método de selección utilizado después de la hibridación de las variedades progenitoras para escoger entre la progenie segregante los genotipos deseados de una población, esto ocurre generalmente en la generación F5 o F6, puesto que en esta

generación la segregación habrá cesado virtualmente; se agrupan las accesiones de acuerdo a características similares como: período vegetativo, tipo de planta, tipo y color de grano. Estas mezclas denominadas Bulks son realizadas en igual proporción de cada genotipo o selección.

Este método puede conducir a una pérdida substancial de líneas de generación a generación. A la vez puede favorecer igualmente la frecuencia en cada población de aquellos individuos que se caracterizan por un coeficiente de multiplicación elevado, no se puede evitar entonces una presión de selección. Sin embargo, a pesar de las dos desventajas de este método de poblaciones híbridas o bulk, se caracteriza por un aumento de la variabilidad al interior de las líneas restantes. Además muchas plantas pueden tener un progenitor común. A pesar que con el método “Bulk” los estudios genéticos pierden su valor, el número de líneas puras obtenidas al final del ciclo no es representativo del número de líneas puras, que pueden ser potencialmente obtenidas a partir del cruzamiento de partida.

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

En el proceso desarrollado de las tres etapas del trabajo de investigación, fue realizado en las localidades de Chiquián, Marcará, Tingua y principalmente en la localidad de Chiquián (Ancash) en la primera etapa. La segunda etapa se desarrolló en las localidades de Chiquián y Tingla y la tercera etapa en la localidad de Chiquián, cuyas condiciones ambientales y situación geográfica no es muy diferenciada, situado a 10 ° 09' latitud sur, 77° 09' longitud oeste y 3300 msnm. Presenta fisiográficamente una estrecha cuenca interandina del río Pativilca. La temperatura durante el período de cultivo del frijol común, fluctúa de 3,0 a 18 °C, con una humedad relativa de 61 a 82% y una precipitación media durante todo el período de cultivo es de 750 mm.

#### 3.2 MATERIAL GENÉTICO

El material genético estaba constituido por 92 entradas del cruce de (*P.coccineus* silvestre x *P. vulgaris* L.) x *P. coccineus* cultivado en generación F4, 25 poblaciones del cruce de ((*P.coccineus* silvestre x *P. vulgaris* L.) x *P.vulgaris* L.) x *P. coccineus* cultivado en generación F5 y 8 poblaciones del cruce (*P. vulgaris* L. x *P. polyanthus*) y *P. vulgaris*L. x *P. coccineus* cultivado en generación F3 y F4, material segregante en la primera etapa del proceso (Cuadro N° 2). Evaluadas en dos localidades (Chiquián y Tingua – Callejón de Huaylas), durante las campañas agrícolas 1989 a 1992.

Dicho material proviene de cruza realizadas en tres instituciones: El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali Colombia, en la Faculté Universitaire es Sciences Agronomique de Gembloux, Bélgica y en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

De los materiales segregantes evaluados en las tres campañas, se seleccionaron : 61 materiales sobresalientes en 1989, 80 en 1990 y 125 en 1991, que fueron los se utilizaron para la segunda etapa en la formación de las 11 poblaciones Bulks, que fueron: 1H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, 8H, 9H, 10H y 11H. En la tercera etapa de la evaluación agronómica sobresalieron el Bula 1H, 2H, 6H, 7H, 9H y 10H. De los cuales se

seleccionaron como más sobresalientes el Bulk 1H, con 18 familias y Bulk 2H con 25 familias.

**Cuadro 2.- Material genético segregante evaluado durante tres campañas agrícolas en las localidades de Chiquián y Tingla, Ancash.**

Tipo de cruce	N° inicial de entradas evaluadas	Generación segregante	Procedente
(Cw x V) x C	92	F4	CIAT, Gembloux
(Cw x V) x V) x C	25	F5	CIAT, Gembloux
V X P y V x C	08	F3 y F4	CIAT, UNALM

Cw = *P. coccineus* Wild.

P = *P. polyanthus*

C = *P. coccineus*

V = *P. vulgaris*

### 3.3 METODOLOGIA

Para establecer la población base , se realizaron una serie de cruzamientos según se presenta en el cuadro N°1, donde los progenitores fueron seleccionados teniendo en cuenta las características a mejorar y transferir, cuya dirección de cruzamientos fue determinada por el efecto maternal, para evitar la regresión de dicha característica hacia uno de los progenitores, siguiendo el esquema cónico; el cruce se realiza evitando la consanguinidad hasta completar el esquema y obtener la población base, constituidos por individuos de medios hermanos. A partir de esta población se realiza la formación de las poblaciones Bulk y la evaluación agronómica posterior.

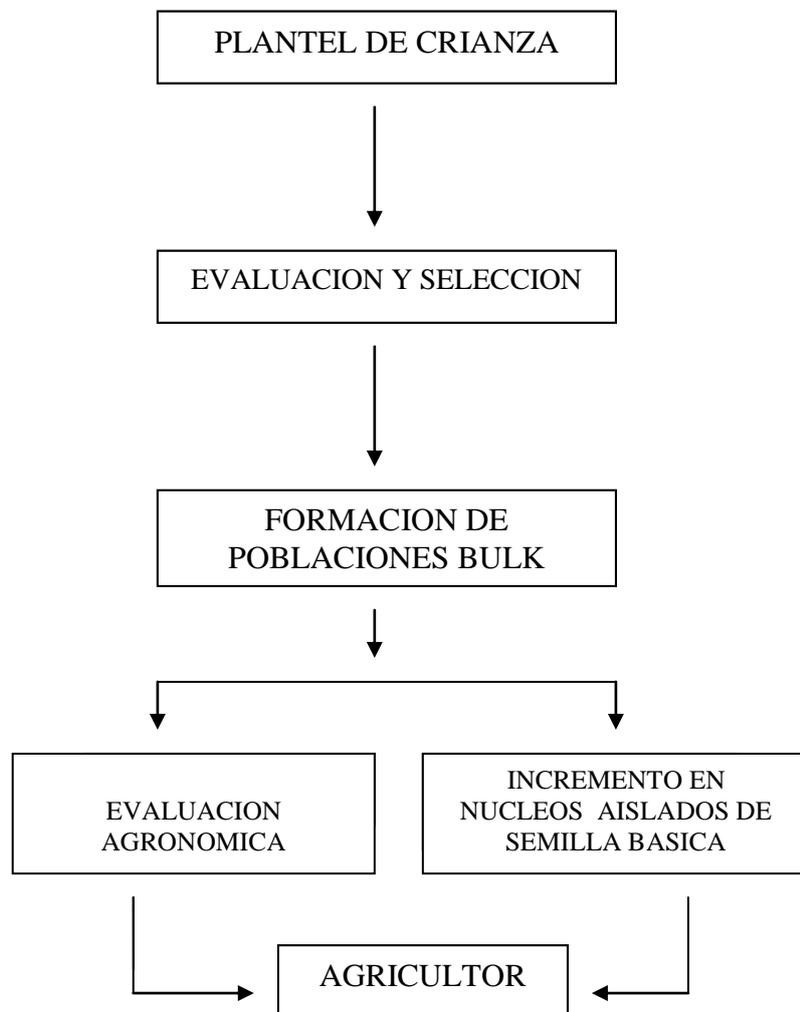
En cada una de las etapas la selección se realiza visualmente, por el hábito de crecimiento, forma y color de granos, rendimiento, así como la resistencia a ascochyta y antracnosis, tolerancia a factores climáticos (baja temperatura y sequía).

### 3.3.1 Etapas del Estudio

El estudio comprende tres etapas:

- a.- Evaluación y Selección del material genético segregante, procedente de cruzas interespecíficas.
- b.- Formación de las poblaciones Bulk
- c.- Incremento de las poblaciones Bulk superiores en núcleos aislados de semilla básica y evaluación agronómica.

En el gráfico 1, se presenta el proceso seguido para la obtención de poblaciones “Bulk” superiores.



Gráfica N° 1. Proceso seguido para la obtención de poblaciones “bulk” superiores.

## **ETAPA 1. EVALUACION Y SELECCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO**

Esta primera etapa se realizó en las localidades de Tingla, Marcará, Cajamarca y principalmente en Chiquián, la cual se desarrolló durante tres campañas a partir de la población F3, F4, F5.

La población segregante se dispuso en parcelas de observación de un surco por entrada cuya longitud fue de 6 m y 0.80 m entre surcos, la siembra se realizó a 0,50 m entre golpes con tres semillas por golpe, quedando 1 o 2 plantas por golpe. Por cada 10 entradas se instaló el testigo Anc 034 como variedad local de frijol común.

### **Manejo agronómico de Campo**

Como se trata de plantas con hábito de crecimiento indeterminado, se utilizó tutores por cada planta para observar el potencial de producción en cada una de ellas. Igualmente para mantener la identidad genética de la planta se procedió al embolsado de las inflorescencias con papel glycine evitando así el cruzamiento por insectos y el viento. No se hizo aplicación de productos químicos para controlar plagas y enfermedades y poder observar en condiciones de campo la respuesta a los agentes fitopatógenos; tampoco se utilizó fertilizantes químicos. El resto de labores de campo fue el mismo que se utiliza para el frijol común en la zona alto andina del Perú.

### **Evaluación Morfo-Agronómica**

Se evaluaron teniendo en cuenta las características : cualitativas ( color de grano, respuesta a enfermedades bajo los parámetros de intensidad y severidad) y cuantitativas ( Número de plantas por parcela, días a floración, días a madurez fisiológica, rendimiento de grano seco, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas).

a) Evaluaciones cualitativas

- Color de Grano.- Según sugerencia del IBPGR.(1982)

- Enfermedades.- Para la cual se tomó en cuenta dos parámetros:

- Intensidad, que es el porcentaje de la población de plantas que son afectadas por una enfermedad determinada.
- Severidad, que es la cuantificación promedio del área foliar atacado de la planta. Se utilizó la escala propuesta por GUOQING (1993), en evaluaciones de germoplasma de haba (*Vicia faba L.*).

- Antracnosis y ascochyta.

- |   |   |
|---|---|
| 0 | No existe infección visible                   |
| 1 | Infectado menos del 5 % del área del follaje  |
| 3 | Infectado del 6 al 10 % del área del follaje  |
| 5 | Infectado del 11 al 30 % del área del follaje |
| 7 | Infectado del 31 al 50 % del área del follaje |
| 9 | Infectado mayor del 51 % del área del follaje |

- Roya

- |   |  |
|---|--|
| 0 | No existe infección visible  |
| 1 | Infección menor al 5 %, pero con pústulas cuyo diámetro sea menor a 0,5 mm     |
| 3 | Infección menor al 5%, pero con pústulas cuyo diámetro comprende de 0,51 a 1mm |
| 5 | Infección entre 6 a 10 % del área foliar                                       |
| 7 | Infección entre 11 a 25 % del área foliar                                      |
| 9 | Mas de 25 % del área foliar  |

### Escala de clasificación de la resistencia

HR (alta resistencia)	0,0 – 2 %
R (resistencia)	2,1 – 15 %
MR (moderadamente resistente)	5,1 – 40 %
MS (moderadamente susceptible)	40 – 60 %
S (susceptible)	60,1 – 80 %
HS (alta susceptibilidad)	80,1 – 100 %

Para el uso de esta escala, se tiene que determinar el Índice Masas de Enfermedad (IME).

$$\text{IME} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ Plantas} \times \text{nivel de infección}) \times 100}{(\text{Total de N}^\circ \text{ plantas} \times 9)}$$

#### b) Evaluaciones Cuantitativas

- Número de plantas por parcela, contado al momento de la cosecha, referida al número total de plantas por parcela.
- Días a floración, es el número de días transcurridos a partir de la siembra, hasta que un 50% de las plantas de la parcela presenten una primera flor.
- Días a madurez fisiológica, número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 90 % de las vainas han cambiado del color verde a un color intermedio.
- Rendimiento en grano seco en kg/ha, corregido al 14 % de humedad relativa, del registro de peso de cada parcela llevado a kg/ha.
  
- Número de vainas por planta, es el número total de vainas de 10 plantas tomadas al azar de cada entrada.
- Número de granos por vaina, es el número de granos por vaina de 10 plantas tomadas al azar por cada genotipo.
- Peso de 100 semillas, en gramos, tomadas al azar de cada genotipo.

## **Selección**

En cada campaña agrícola y en cada localidad se efectuó la selección masal de tipo negativo, entre familias y dentro de familias, eliminando tanto a nivel de campo como de laboratorio aquellas plantas que presentaron caracteres indeseables, tomando como referencia al testigo Anc. 034; tales como la susceptibilidad a *Phoma* y a *Colletotrichum* (antracnosis), plantas fuera de tipo, pobre adaptación y carácter agronómico. También se efectuó la selección individual de plantas superiores en cada familia.

### **ETAPA 2. FORMACION DE POBLACIONES “BULK”**

El principio es la formación de poblaciones complejas denominadas “bulk”, agrupadas según el método de similitudes de componentes principales como resultado de evaluaciones de caracteres agronómicos.

Luego se procedió a formar dichas poblaciones “bulk”, constituidos por la mezcla en igual proporción de las familias seleccionadas según el método experimental expuesto, durante dos campañas; esta mezcla está formada por genes favorables en relación al testigo Anc 034. Para desarrollar esta etapa se tomó en cuenta las siguientes restricciones:

- Caracteres Cualitativos, Constituido por los siguientes caracteres: Tipo de cruza, hábito de crecimiento, color de grano, tolerancia a phoma y antracnosis.
  
- Caracteres Cuantitativos. Constituido por los caracteres. Días a floración y madurez a cosecha, componentes de rendimiento : Número de granos por vaina, número de vainas por planta, tamaño de grano.

### ETAPA 3. EVALUACION AGRONOMICA

Para realizar la evaluación agronómica de las poblaciones élites, generadas en el proceso de mejoramiento, se tuvo que incrementar la semilla de éstas poblaciones superiores, para el cual se utilizó el siguiente procedimiento:

- Multiplicación. Este incremento se desarrolló en tres campañas agrícolas en las localidades de Chiquián y Tingla (1988 al 1990), bajo dos modalidades:

- Embolsado de las inflorescencias antes de la apertura de la flor para entrar al cruzamiento y la intervención de insectos, además de facilitar la autopolinización.
- En núcleos aislados de semilla básica, los núcleos fueron establecidos a una distancia mayor a los 100 m. de otro cultivo de frijol común, para evitar el cruzamiento y la participación de insectos especialmente *Bombux* y abejas.

b) Evaluación de las poblaciones élites. La evaluación de estas poblaciones se realizó en las localidad de Chiquián, durante la campaña 1993/1994, con 6 genotipos seleccionados ( Bulk 1H, bulk2H, bulk6H, bulk7H, bulk9H, bulk10H y el testigo Anc 034) seleccionados por su mayor tasa de multiplicación, para el cual se utilizó el diseño experimental de bloque completo randomizado, con tres repeticiones, en cuatro surcos por parcela cuya, longitud fue de 6 m. de largo, 0.80 m. entre surco y 0,50 cm. entre golpe con tres semillas por golpe. Como variedad testigo se utilizó el canario local Anc 034 de tipo indeterminado. En monocultivo con tutores.

El análisis de los híbridos se realizó para las características : días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento de granos rendimiento por hectárea. Para determinar la diferencia entre los tratamientos, se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5%.

- Evaluación agronómica de las poblaciones élites seleccionadas.

Para evaluar el comportamiento agronómico de las poblaciones Bula 1H y Bula 2H, se establecieron ensayos experimentales, en tres campañas 1993/1996, bajo el sistema de monocultivo con y sin tutor y también en asociación maíz-frijol. El número de ensayos para cada sistema fue variable. Siendo las características evaluadas : Días a floración, rendimiento (kg/ha), peso de 100 granos; reacción a las enfermedades como: Ascochita, Antracnosis y Roya, bajo los parámetros de intensidad y severidad del daño ocasionado por el patógeno.

### **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los granos procedentes de la población base constituyen las familias de la población de donde se inicia la primera etapa del proceso, donde se instaló parcelas de observación sin utilizar diseños estadísticos.

Para la segunda etapa en la formación de las poblaciones Bulk, las poblaciones seleccionados fueron instalados de acuerdo al Diseño de Bloques Completo Randomizado con cuatro repeticiones y la Prueba de Comparación de Medias de Duncan al 5%, evaluados sus generaciones posteriores con el fin de formar las poblaciones complejas “Bulk breeding method”, en las localidades de Tinguá, Chiquián, marcará, Cajamarca.

En la tercera etapa de la evaluación agronómica de los bulks sobresalientes se utilizó el Diseño Completo al Azar y la Prueba de comparación de Medias de Duncan al 5%

### **3.5 EVALUACIONES REGISTRADAS EN LOS EXPERIMENTOS**

En la primera etapa, se realiza la evaluación y selección durante las campañas agrícolas 1988. 1989 y 1990 con 156, 148 y 135 familias respectivamente, en las localidades de Chiquián y Tinguá; de estas evaluaciones se formó 11 poblaciones sobresalientes, que corresponde a la segunda etapa. Las características evaluadas fueron: Días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento. La tercera etapa corresponde a las evaluaciones agronómicas de las poblaciones seleccionadas en la segunda etapa la cual se desarrolló en tres fases : multiplicación de las poblaciones Bulk, evaluaciones de las poblaciones élites de donde proceden 6 familias seleccionadas y las evaluaciones agronómicas de estas poblaciones. De la evaluación de esta última fase

sobresalen 2 poblaciones élites sobresalientes que son el Bulk 1H y Bulk 2H, cuyos resultados se presentan en los cuadros 5,6,7,8,9,10 y 11

### **3.6 ANALISIS ESTADISTICOS**

El análisis estadístico se realizó teniendo en cuenta del diseño experimental propuesto, tanto para la formación de poblaciones Bulk, como para las evaluaciones agronómicas, así como, la Prueba de Comparación de Medias de Duncan al 5%.

Los resultados del análisis de variancia y su respectiva prueba de Duncan se presentan en el cuadro 7 y 8, en los sistemas de siembra con tutor para las características : días a madurez fisiológica, peso de 100 granos, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento.

En los resultados analizados a partir de las campañas de 1993 de las 11 poblaciones Bulk, llegaron a destacar las poblaciones Bulk 1H y Bulk 2H, que se denominaron variedades UNAGEM -1 y UNAGEM- 2, cuyo comportamiento agronómico se presenta en el cuadro 10.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Evaluación y selección

#### a) Evaluación de las poblaciones segregantes de cruzas interespecíficas

La evaluación de estos materiales se realizaron durante tres campañas agrícolas; en 1988-1989, 1989-1990, 1990-1991, con 156, 148 y 135 familias respectivamente en dos localidades (Chiquián y Tingua), se observó un rango de variación bastante amplia para diferentes características en comparación al testigo *P. vulgaris* local, dicha variación se presenta en el cuadro N° 3.

**Cuadro N° 3. Rango medio de variación de algunas características observadas del plantel segregante de cruzas interespecíficas en comparación al testigo *P. vulgaris* local.**

Carácter	Rango de variación cruza interespecíficas	<i>P. vulgaris</i> (Anc 034)
Tipo de germinación	Epígea – hipógea	Epígea
Días a floración	72 - 140	99
Días a madurez fisiológica	150 - 240	180
N° de granos/vaina	1,8 - 4,2	4,5
N° de vainas/planta	8,0 - 90,0	30,0
Longitud de vainas, cm.	9,1 - 13,5	12,0
Peso 100 semillas, gr	45,0 - 94,0	50,0
Rendimiento gr./planta	5,75 - 109,70	70,0
Antracnosis *	0,0 - 9,0	9,0
Ascochyta *	0,0 - 9,0	9,0
Oidiosis *	3,0 - 9,0	9,0
Cigarrita (Empoasca) *	5,0 – 9,0	9,0

\* Se evaluó la reacción a las enfermedades teniendo en cuenta el parámetro de severidad en base a la escala propuesta por Guoqing (Del 1 al 9)

Aquí observamos familias que son más precoces que el testigo Anc 034, igualmente hay aquellas con buen rendimiento y resistentes a ciertas enfermedades que prevalecen en las zonas altoandinas como antracnosis y ascochyta, otro aspecto importante un rango de variación alto tanto para las características cuantitativas y cualitativas.

## **b) Selección**

La selección de las poblaciones de las tres campañas en las localidades de Chiquián y Tingua se realizó teniendo en cuenta la selección masal de tipo negativo, tal como se resume en el cuadro N° 4.

**Cuadro N° 4. Selección masal en tres campañas y dos localidades.**

Campana Agrícola	N° de Selecciones
1988-1989	61
1989-1990	80
1990-1991	125

Los materiales sobresalientes durante las campañas 88/89, 89/90 y 90/91 fueron 61, 80 y 125 selecciones que corresponden a las cruzas (Cw x V) x C de los siguientes genotipos (NI 889 x D 145) x NI 16 y la crusa (NI 889 x D 145) x NI 15 que alcanzan rendimientos de 4 t/ha. Y días a madurez fisiológica a los 150 y 174 días frente al testigo Anc. 034, que alcanzó rendimiento de 2.17 t con 180 días a madurez fisiológica.

## **4.2 Formación de Poblaciones**

### **a) Formación de Poblaciones “Bulk”**

Como resultado de evaluaciones y de selección masal durante tres campañas agrícolas en las localidades de Chiquián y Tingua, Callejón de Huaylas Ancash, se formó 11 poblaciones, tal como se presenta en el Cuadro N° 5.

Las poblaciones sobresalientes son el Bulk 1H, con 18 familias, grano mediano de color blanco y hábito de crecimiento IV y el Bulk 2, con 25 familias, grano grande de color negro y hábito de crecimiento IV; el obtuvo el más bajo fue la población 7H, con 5 familias, grano chico de color blanco, hábito de crecimiento IV.

**Cuadro N° 5. Caracteres morfológicos de cada uno de las poblaciones “Bulk”**

Denomi Nación	Tipo de Cruza	Generac.	N° de familias Seleccionadas	Tamaño Grano	Color grano	Hábito de Crecimien to
Bulk 1H	(Cw x V)x C	F4,F5,F6	18	Mediano	Blanco	IV
“ 2H	(Cw xV)x C	F4,F5,F6	25	Grande	Negro	IV
“ 3H	((CwxV)xV) X C	F3,F4,F5	06	Grande	S-J	IV
“ 4H	(Cw x V)x C	F4,F5,F6	07	Grande	L-J	IV
“ 5H	(Cw x V)x C	F4,F5,F6	09	Mediano	Lila	IV
“ 6H	((CwxV)xV) X C	F3,F4,F5	08	Grande	Bayo	IV
“ 7H	V x P y Vx C	F3,F4,F5	05	Chico	Blanco	IV
“ 8H	((CwxV)xV)xC	F3,F4,F5	06	Chico	B-J-L	IV
“ 9H	(Cw x V) x C	F4,F5,F6	10	Grande	L-M-N	IV
“ 10H	(Cw x V)x C	F4,F5,F6	12	Grande	L-C	IV
“ 11H	(Cw x V) x C	F4,F5,F6	06	Mediano	L-O	IV

Cw = *P. coccineus* silvestre      V = *P. vulgaris*      C = *P. coccineus* cultivado

Color de grano

BI= Blanco                      S-J = Semi jaspeado                      C-L = Lila claro  
 N = Negro                      L-J = Lila jaspeado                      L-O = Lila oscuro  
 B = Bayo                      B-J-L = Bayo jaspeado lila      L-M-N = Lila manchas negras  
 L = Lila

H.C. = Hábito de crecimiento, IV = Plantas de crecimiento indeterminado trepadores  
 Además observamos que las poblaciones Bulk 1H y Bulk 2H están formadas por el mayor número de familias y una cantidad mayor de semillas inicial, en comparación al resto de poblaciones, lo cual es una ventaja debido a que se cuenta con un mayor número de plantas que permitirá una mayor posibilidad de recombinación y una estabilidad genética en la población. Aquellas familias con menos de un kilogramo de semilla son los formados por pocas accesiones, las cuales tenderán a la consanguinidad y tendrán una segregación para alelos desfavorables.

Así mismo las poblaciones que predominan son las de tipo de cruza (Cw x V) x C con germinación hipógea, grano de color blanco, negro y lila, de tipo IV en la generación F6

que son las más avanzadas; le siguen las cruzas [(Cw x V) x V] x C con germinación epígea grano de color bayo y finalmente la cruza (V x P) con grano de tamaño chico, de color bayo tipo IV y germinación epígea.

Los Bulks seleccionados son en general de grano grande, hábito de crecimiento tipo IV, en generación F5 o F6 y el color del grano varía entre blanco, negro, bayo, lila uniforme o estos mismos colores pero con jaspes de color negro, o marrón claro y oscuro.

### **4.3 Evaluaciones agronómicas**

Esta etapa se realizó en tres fases

#### **a) Multiplicación de las Poblaciones “Bulk” superiores en núcleos aislados de semilla básica.**

El incremento de las 11 poblaciones Bulk se llevó a cabo bajo dos modalidades: en lotes aislados y con el embolsado de las inflorescencias. La tasa de incremento de estas multiplicaciones se expresan en el Cuadro N° 6. Hay familias con una cantidad inicial de siembra bastante baja, la cual originó poblaciones con baja cantidad de plantas, limitando en consecuencia la recombinación durante la meiosis por el proceso de autogamia; finalmente esta poblaciones van a desaparecer entre aquellas poblaciones con elevado número de plantas, de manera que permitan un aumento de entrecruzamiento favoreciendo un flujo elevado de genes, en equilibrio dentro de una población con variación genética.

En cuanto a la segregación de granos de otros colores, varían desde el 5% en el Bulk – 7H hasta el 44% del Bulk- 10 H. En los Bulk- 1H y Bulk- 2H, se tiene una segregación del 15 % y 11 % respectivamente. Es importante determinar genes marcadores ligados al carácter color de grano, con el fin de que se vaya uniformizando por dicho color, eliminando las plantas antes de la floración.

Los Bulks se incrementaron en la localidad de Obrajes- Chiquián, tomando la precaución de estar aislado a una distancia menor de 100 m de otro cultivo de frijol común.

Estos lotes aislados son de incremento y recombinación favorecidos por la presencia de insectos del género *Bombus sp.* Este proceso de recombinación evita que las plantas de las

nuevas poblaciones retornen hacia el carácter de uno de sus progenitores originales. Aquí se mantiene la heterogeneidad y la heterocigosis de la población, evitando la aparición de caracteres negativos por endocría, carácter que todavía puede haber quedado en el proceso de selección.

En estas poblaciones se pueden ir eliminando todavía las plantas indeseables y las segregantes por granos de otros colores, esta eliminación, es de preferencia antes de la floración para evitar la contaminación polinización con otras plantas con buenas características. También se puede ir incorporando selecciones nuevas que puedan ir mejorando estas poblaciones.

**Cuadro N° 6. Tasa Media de Incremento de las Poblaciones “Bulk”**

Identificación	Cantidad inicial de siembra(Kg)	Cantidad cosechada (Kg)	Tasa de multiplicación	Tasa de Segreg. De granos de otros colores (%)
Bulk 1H	4,6	41,5	9,02	15
“ 2H	10,5	72,5	6,90	11
“ 3H	1,3	4,5	3,50	20
“ 4H	1,2	6,5	5,42	38
“ 5H	1,6	6,5	4,06	82
“ 6H	1,7	8,0	4,71	22
“ 7H	1,2	6,4	5,33	5
“ 8H	1,0	3,0	3,00	15
“ 9H	0,8	9,0	11,25	33
“ 10H	0,8	10,0	12,50	44
“ 11H	0,6	7,0	11,67	25

Los rendimientos más altos, se obtuvieron con Bulk 2H luego con Bulk 1H, conducidos en ensayos en monocultivo con tutores que llegaron a 2970 1470 Kg/ha., respectivamente; en segundo lugar se obtuvieron con los ensayos conducidos sin tutor y finalmente en asociación con maíz. Sin embargo, como el sistema de cultivo que se utiliza en la zona altoandina es con maíz, se viene realizando ensayos adicionales, estudiando la oportunidad de siembra de frijol y maíz y de modalidad de siembra, tratando de reducir el efecto competitivo en ambas especies conduciendo a un efecto complementario de ellas. Igualmente en el cuadro N° 6, se observa que estas nuevas variedades son más precoces que el frijol local y el tamaño de grano es mayor que el testigo. En cuanto al aspecto sanitario se observó que son tolerantes a la ascochyta y a la antracnosis, de tipo de fecundación alógama y de período vegetativo perenne.

#### **b) Evaluación de Poblaciones Élites**

Esta fase se llevó a cabo en la localidad de Chiquián en la campaña 1993/1994, donde se evaluó el rendimiento y sus componentes de rendimiento como son: Días a floración, días a madurez fisiológica , peso de 100 granos, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento en kg/ha., cuyos resultados se presenta a continuación:

**Cuadro N° 7. Resultados del Análisis de Variancia del Rendimiento y sus Componentes del ensayo conducido en Chiquián 93/94.**

F.V	G.L.	DMF	Peso 100 gr.	NV/PL	GR/V	Rdto.
Tutor (T)	1	0,144**	387,05**	0,143**	0,025**	3360,34**
Bloques/T	4	0,009	42,31	0,008	0,007	49,47
Genotipos (G)	6	1,291 **	2627,73**	0,065**	0,105**	3217,66**
T x G	6	0,019	101,41*	0,021*	0,007*	113,79*

\* Significativo al 5%

\*\* “ “1%

G.L. Grados de libertad

DFM = Días a madurez fisiológica.

Peso 100g = Peso de 100 semillas

NV/PL = N° de vainas por planta

G/R/V = N° de granos por vaina.

En el cuadro N° 7, se observan los resultados del análisis de variancia del ensayo conducido con y sin tutor, donde se encontró que para el uso de tutor es altamente significativo para grano seco, frente a la no utilización. Esto es importante para la obtención de semillas de buena calidad por su buena sanidad y libre de pudriciones por humedad del suelo. Igualmente se aprecia que hay diferencias altamente significativas entre el material genético, destacando el “Bulk” 2H con 2,5 t/ha y el 9H con 2,4 t/ha., También tenemos una respuesta significativa a la interacción genotipo x tutor, es decir que nuestro material genético responde diferentemente al uso de tutores.

**Cuadro N° 8. Resultados promedios de las características evaluadas de las variedades interespecíficas de Phaseolus del ensayo conducido con tutor en la localidad de Chiquián y la prueba de significación de Duncan al 5% .**

Identificación	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Peso 100 semillas(g)	N° de vainas/pta	N° de granos/vain.	Rdto. de granos (Tn/ha)
Bulk 1H	96 d	132 c	73,9 c	41 b	2,6 b	1,21 c
“ 2H	91 e	132 c	82,3 bc	53 a	2,8 b	2,50 a
“ 6H	116 b	138 b	43,5 d	21 c	3,6 a	0,86 dc
“ 7H	106 c	136 b	48,9 d	23 c	2,8 b	0,94 d
“ 9H	86 f	123 e	85,0 ab	51 a	2,6 b	2,40 a
“ 10H	89 ef	127 d	93,4 a	39 b	2,4 b	1,43 b
Anc 034 (T)	122 a	157 a	45,8 d	14 d	3,8 a	0,71 e

T = Testigo *P. vulgaris*

En el cuadro N° 8 se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias según Duncan al 5% de las características evaluadas. Así tenemos el siguiente comportamiento:

- Días a floración, el más precoz es el Bulk 9H, seguido por el Bulk10H con 86 y 89 días, respectivamente y el más tardío es el testigo Anc 034 con 122 días

- Días a madurez fisiológica, también los más precoces son el Bulk 9H y Bulk 10 H con 123 y 127 días, respectivamente, siendo el más tardío el testigo Anc 034 con 157 días.
- Peso de 100 semillas, el Bulk 10H es superior al resto con 93,4 gramos y es similar estadísticamente al Bula 10H con 85.0 gr, siendo el de menor peso el Bulk 6H con 43,5 gr.
- Número de vainas por planta, el Bulk 2H fue superior a los demás con 53 vainas por planta y el menor fue el testigo Anc 034 con 14 vainas/planta.
- Número de granos por vaina, en este carácter el testigo Ancash 034 y el Bulk 6H fueron superiores al resto con 3,8 y 3,6 granos por vaina, respectivamente.
- En este ensayo los mayores rendimientos se obtuvieron con el Bulk 2H, que tiene grano de color negro, con rendimiento de 2,5 t/ha y con el Bulk 9H de grano lila claro con 2,4 t/ha y el Bulk 1H de grano blanco con 1,2 t/ha. Si observamos el tipo de cruce, todas estas poblaciones corresponden a (Cw x V) x C; es decir, que son cruces realizadas inicialmente entre *P. coccineus* silvestre x *P. vulgaris* y esta progenie fue cruzada por *P. coccineus* cultivado, es decir, se utilizó el *P. coccineus* silvestre como puente para que posteriormente este híbrido cruzado con *P. coccineus* cultivado se obtuvo descendencias altas.

**Cuadro N° 9. Resultados promedios de la reacción de los Bulk a las enfermedades más prevalentes en el frijol común *Phaseolus vulgaris*.**

Identificación	Ascochyta		Antracnosis		Roya	
	S	I	S	I	S	I
Bulk 1H	0,0	0,0	26,0	100	0,0	0,0
“ 2H	0,0	0,0	2,4	100	0,0	0,0
“ 6H	50,0	24,0	56,0	100	63,5	100
“ 7H	56,5	14,0	58,0	100	61,5	100
“ 9H	0,0	0,0	2,5	100	0,0	0,0
“ 10H	55,0	18,0	2,7	100	0,0	0,0
Anc 034	64,0	20,0	62,0	100	68,0	100

T = Testigo *P. vulgaris*, S = Severidad, I = Intensidad

La reacción a las enfermedades, ascochyta, antracnosis y roya, teniendo en cuenta la severidad e intensidad de ataque, está evaluado utilizando la escala previamente establecida por Guoqing, 1993 citado por Fernández, cuadro N° 9.

Se puede ver que los “Bulk” 1H, 2H, 9H y 10H, no tuvieron ataque por ascochyta y roya, mientras los que fueron atacados en mayor porcentaje y área foliar por planta, fue el testigo Anc 034, seguido por el Bulk 6H y Bulk 7H, respectivamente. En cuanto a la antracnosis tiene la misma tendencia con respecto a las mismas poblaciones Bulk y el testigo.

### **c). Evaluación agronómica de las Poblaciones seleccionadas.**

Durante las campañas agrícolas 1993/1994 y 1995/1996 se hizo los análisis comparativos de rendimiento de las poblaciones Bulk seleccionadas mediante manejo agronómico en diferentes modalidades de cultivo en cuanto al uso de tutores.

De las poblaciones “bulk” evaluadas, solo el Bulk 1H y Bulk 2H, llegaron a destacar y éstos fueron denominados como variedades UNAGEM-1 y UNAGEM-2. Es decir, al final de este proceso se encontró dos poblaciones superiores: “Bulk” – 1H, de grano de color blanco y “Bulk” – 2H de grano de color negro y ambos de tamaño grande.

El “Bulk”- 1H que tomó la denominación de UNAGEM – 1 y el “Bulk”- 2H que tomó la denominación de UNAGEM-2 fue en honor al convenio entre la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Faculte de Sciencies Agronomiques de Gembloux de Bélgica.

En el cuadro N° 10, se presenta el comportamiento agronómico de estas variedades.

En estos ensayos de evaluación agronómica se registraron las siguientes características de importancia agronómica: Días a floración, rendimiento kg/ha, porcentaje de rendimiento sobre el testigo y peso de 100 semillas en gramos.

La variedad UNAGEM 2, en monocultivo sin tutor, registró un promedio de 94 días a floración, un rendimiento mayor con 1712 kg/ha sobre el UNAGEM 1 (235 kg/ha) y el testigo (408 kg/ha), también en peso de 100 semillas con 78 gr superior a los dos.

**Cuadro N° 10. Resultado de ensayos agronómicos realizados durante los años 1993 a 1996 con las variedades UNAGEM- 1 y UNAGEM – 2**

**Ensayo en monocultivo sin tutor (5 ensayos)**

Variedad	Número días floración	Rdto. (Kg/ha)	% Rdto. sobre el testigo	Peso de 100 granos (gr.)
UNAGEM-1	94	984	235	71
UNAGEM-2	94	1712	408	78
Anc 034	124	419	100	47

**Ensayo en monocultivo con tutores (2 ensayos)**

UNAGEM-1	90	1470	176	76
UNAGEM-2	96	2970	356	76
Anc 034	122	835	100	46

**Ensayo conducido en asociado con maíz( 2 ensayos)**

UNAGEM 1	67	255	130
UNAGEM 2	96	343	175
Anc 034	85	195	100

En el cuadro N° 10, se puede observar que en la evaluación realizada en la variable días a floración en monocultivo con y sin tutor: utilizando tutores disminuyó para UNAGEM-1 y el testigo de 94 a 90 y de 124 a 122 días respectivamente, mientras para UNAGEN-2 aumentó de 94 a 96 días. Con respecto al rendimiento, se observa un incremento sustancial utilizando tutores, para el UNAGEM 1 1470 kg/ha, UNAGEM 2 2970 kg/ha y el testigo 835 kg/ha; con respecto a la no utilización de tutores, siendo su rendimiento de 984 kg/ha para el UNAGEM-1, 1 712 kg/ha, para el UNAGEM-2 y 419 kg/ha para el testigo. Para la variable peso de 100 semillas (con sin tutor), hubo una pequeña variación para las variedades que van desde 71 a 76 gr, mientras el testigo de 47 a 46 gr .

Para el caso del ensayo conducido en asociación con maíz (Cuadro N° 10), en las localidades de Chiquián y Tingua, en la cual se observa una gran variación con respecto a

las variables estudiadas: para días a floración UNAGEM 1, 67 días; UNAGEM 2, 96 días y el testigo bajó a 85 días. En cuanto a rendimiento disminuyó en forma significativa con respecto al ensayo con tutor, para UNAGEM 1, 255 kg/ha; UNAGEM 2, 343 kg/ha y el testigo 195 kg/ha.

Es importante mencionar el ensayo en asociación con maíz, puesto que es una alternativa, para los agricultores alto andinas, aunque la producción es muy baja; para lo se está realizando más experimentos sobre el mismo.

## V.- CONCLUSIONES

- 1.- En este estudio se formaron poblaciones élites complejas a partir de 61, 80 y 125 selecciones realizadas durante las campañas (1988/1989), (1989/1990) y (1990/1991), mediante las cruzas interespecíficas entre (*Phaseolus coccineus* silvestre x *P. vulgaris*) x *P. coccineus* cultivado)), formándose 11 poblaciones bulk en la F6.
- 2.- Entre las poblaciones Bulk evaluadas, destacaron el Bulk 1H y Bulk 2H formado por 18 y 25 selecciones respectivamente, que tuvieron alta tasa de recombinación y mayor estabilidad genética.
- 3.- Se encontró una alta significación estadística entre el comportamiento del Bulk 1H, Bulk 2H y el testigo para el rendimiento de grano en el ensayo sin tutores, obteniendo un rendimiento de 984, 1712 y 419 kg/ha, respectivamente.
- 4.- También se encontró una alta significación estadística entre el comportamiento del Bulk 1H, Bulk 2H y el testigo para el rendimiento de grano en el ensayo con tutores, obteniendo un rendimiento superior en 1470, 2970 y 835 kg/ha, respectivamente.
- 5.-Las poblaciones Bulk 1H y Bulk 2H destacaron por su comportamiento agronómico en las pruebas experimentales avanzadas y por ello se las denominan variedades de frijol UNAGEM-1 y UNAGEM-2, obtenidas por cruzas interespecíficas entre *Phaseolus coccineus* Wild x *Phaseolus vulgaris*) x *Phaseolus coccineus*.
- 6.- Las variedades de frijol UNAGEM-1 y UNAGEM-2 tienen las siguientes características:
  - Resistencia a las enfermedades endémicas como la de las zonas altoandinas, tales como: la mancha de la ascochyta (*Phoma exigua* var. *diversispora*) y la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), así como tolerancia a la sequía y reacción a bajas temperaturas.

- Precocidad, con 90 días al inicio de floración frente a 120 días del testigo Anc 034 y días a madurez fisiológica de 132 en promedio.
  
- Las variedades de frijol UNAGEM-1 y UNAGEM-2 son alógamas.
- El rendimiento promedio fue de 1470 y 2970 kg/ha para UNAGEM 1 y UNAGEM 2, respectivamente frente al testigo Anc 034 con 835 kg/ha, en cultivo con tutor.
  
- El peso de 100 semillas en la variedad UNAGEM 1 es de 73,9, de color blanco mientras que en la variedad UNAGEM 2 el peso es de 82,3 y de color negro; ambos de sabor agradable y buena perspectiva para el consumo interno y para la exportación.

## VI.- RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones del presente trabajo, podemos recomendar lo siguiente:

1. Realizar nuevas evaluaciones con las poblaciones élites seleccionadas, en otras localidades o regiones.
2. Evaluar y mejorar el sistema de asociación frijol-maíz en agricultores de sierra donde se siembra los *P.coccineus*, *P. polyanthus* y *P. vulgaris*.
3. Desarrollar trabajos de adaptación del UNAGEN1 Y UNAGEN2 en otros agrosistemas ecológicos

## **VII.- BIBLIOGRAFIA**

1. ACOSTA-GALLEGOS, J.D. KELLY y GEPTS, 2007. Prebreeding in Common Bean and Use of Genetic Diversity from Wild Germoplasm, Crop Sci : 47 pp.
2. ALLARD, R.M. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Edt. Omega. Barcelona. España. Pg 49
3. BARRIOS, G. Y ORTEGA, S. 1972. Población y rendimiento por hectárea de siembra de caraota negro (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de riego y secano. En Agronomía Tropical. 22 (4): 390-396.
4. BAUDET, J. C. 1977. Origine et clasification des especes cultivées du genre *Phaseolus*. Bull Soc. Roy. Bot. Belg. 110 : 65-76.
5. BAUDOIN, J.C.; CAMARENA, F. MARECHAL, R. 1986. Interespecific Crosses between *Phaseolus coccineus* Subs.. Polyanthus M.M.S., as Seed parent, and *Phaseolus vulgaris* L. Annual Report of the Bean Improv. Coop.
6. BAUDOIN, J.P.; MARECHAL, R.; OTOUL, E. Y CAMARENA F. 1986. Interespecific hybridizations within the *Phaseolus vulgaris* L. *Phaseolus coccineus* L. Complex ann Rep of the bean Improv. Coop. 28: 64-65.
7. BAUDOIN, J.P. ; CAMARENA, F. 1987. Obtention des premiers Hybrides interespecificques entre *Phaseolus vulgaris* L. et. *Phaseolus polyanthus* Greenm avec le cytoplasme de cette cerniere forme. Bull Reach. Agrom. Gembloux. Bélgica.
8. BRUNO, H.J. 1990. Legumiosas alimenticias. Ed. Fraele S.A. Lima- Perú 82-85 pp.
9. BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas.
10. CALOLUS, R. L. 1967. Controle de I' evapotranspiration en plain air par pulverisation d' lau: Influence sur la qualite et le rendement des cultures marailcheres et fructitieres pepnierstes. 73: 3889-3891.
11. CALZADA, B.J. 1982. "Métodos Estadísticos para la Investigación". Edt Milagros S.A. Lima-Peru. 756 pp.
12. CAMARENA, M.F. 1988 Edute de la transmisión de caracteres de *Phaseolus polyanthus* Greenm dans *Phaseolus vulgaris* L. au travers de I' utilization du cytoplasme *Phaseolus polyanthus*. Fac. Sc. Agrom. De letal Gembluox, Bélgica. Tesis Doctoral.
13. CANNOCK, R.M. 1990. "Comportamiento de tres cultivares de arveja de vaina comestible (*Pisum sativum* var. *saccharatum*) conducidas con y sin espalderas". Tesis UNALM, Lima-Peru. 42 pg.
14. CIAT. 1976. Lista descriptiva del germoplasma de *Phaseolus spp.*, sistemas de producción del frijól. Informe anual, Cali- Colombia.
15. CIAT. 1978. Problemas de campo de los cultivadores de frijól en América Latina. Boletín Informativo Serie Gs-19 136 pp

16. CIAT. 1980. Diversidad genética de las especies cultivadas del género. *Phaseolus*. Guía de estudio. Cali. Colombia.
17. CIAT. 1988. Mejoramiento de caracteres por variabilidad deseada en el programa de fríjol. Informe anual 1987. Cali – Colombia.
18. CIAT. 1988. Catálogo de germoplasma de : *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus polyanthus* Greenm. Documento de trabajo. 42-106 pp.
19. COYNE, P. 1966. The genetics of the photoperiodism and the effects of the temperature on the photoperiodic response for time of flowering in *Phaseolus vulgaris* L. Vol. 1 CIAT. Serie US29.
20. CRISPIN, 1968. Las variedades de fríjol con amplio rango de adaptación. Agricultura Técnica de México. 2 ): 412-416.
21. CRUZ, C. 1966. “Estudio de la floración de tres variedades de fríjol” Tesis UNALM. Perú.
22. CHENG, S.S. 1979. Cytogenetic studies of common bean *Phaseolus vulgaris* and the scarlet runner bean *Phaseolus coccineus* University of Florida. Tesis; 87 pp
23. CHENG, S.S.; BASSETT & QUESENBERY. 1981. Cytogenetic analysis of interspecific hybrids common bean and scarlet runner bean. Crop Science.
24. CHIAPPE, L. 1981. Requerimiento ambiental de fríjol (*P. vulgaris* L.) copia mimeografiada. UNA-La Molina. Lima-Peru.
25. DEBOUCK. D. 1978. Diversidad del fríjol en México y actividades de recolección de germoplasma. CIAT. Seminarios internos. Serie SE-05-79.
26. DEBOUCK. D. 1986. La búsqueda de diversidad genética de *Phaseolus* en los tres centros americanos como servicio al fitomejoramiento del cultivo: CIAT. Seminarios internos SE-02-86-37 pp.
27. DELGADO, S. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. Ph D. Thesis. The University of Texas at Austin. 363 pp.
28. DEMARLY, Y. 1963. Génétique des tétraploïdes et amélioration des plantes. Ann. Amélior. Planty. 13 : 307-400
29. DEMARLY, Y. 1977. Génétique et amélioration des plantes. Ed. Masson, Paris. 287 pp
30. EVANS, A.M. 1973. Genetic improvement of *Phaseolus vulgaris* in nutritional improvement of food legumes by of food legumes by breeding. Proc. Of a Symposium, Rome. 107- 115.
31. FALCONER, D.S.;1971. Introducción a la genética cuantitativa. Ed. Continental. México. 430 pp.

32. FERNANDEZ, E. 1995. Ensayos de híbridos interespecíficos en el genero *Phaseolus*. 60-87 pp.
33. FREYTAG, G. 1953. I. El complejo de subespecies de *Phaseolus coccineus*. L. como fuente de sistemas de raíces mejoradas para variedades del fríjol común. II. Taxonomía y clasificación de los frijoles mexicanos.
34. FRENCH; E.R. y HEBERT, T.T. 1982. Métodos de Investigación. Fitopatología. IICA. San José. Costa Rica. 289 pp.
35. GEPTS, P. 1981. Introducción de las hibridaciones interespecíficas con el fríjol común, *Phaseolus vulgaris* L. CIAT. Boletín informativo. 50 pp.
36. GEPTS, P. 1988. Genetic resources of *Phaseolus* as their maintenance, domestication evolution and utilization. Genetic Resources of *Phaseolus* Beans.
37. GIACONI, V. 1989. El cultivo de hortalizas. Edt. Universitaria Santiago, Chile 308 pp.
38. HAQ, A.N.M.N. 1974. Studies on cross compatibility of *Phaseolus coccineus* L. and *Phaseolus vulgaris* L. Ph. D. Thesis, Southampton University, Biology Dto. England.
39. HARLAN, J.R. & de Wet, J.M, 1975. Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxonomy* 20(4): 509-517
40. HAWKINS, C.F. y EVANS, A.M. 1973. Elucidating the behaviour of pollen tubes in intra and interespecific pollinations of *P. vulgaris* L. and *P. coccineus* (Lam). *Euohytica* 22:378-385 pp.
41. HERNANDEZ XOLOCOTZI, E. MIRANDA COLIN, S. & PRYWER, C. 1959. El origen de *Phaseolus coccineus* L. darwinianus Hdz. X & Miranda Subs.. *Nova. Revista Soc. Mex. Historia Natural*. 20: 99-121.
42. HUARCAYA V. M. 1996. Determinación y componentes agronómicos en *Phaseolus polyanthus* e Híbridos Interespecíficos del Género *Phaseolus* en la zona Altoandina del Perú. 75-86.
43. HUAYTALLA, T.G. 1993. Selección por resistencia a *Ascochyta Phoma exigua* var. *diversispora* (GTM, KEN & RWA) y otras características agronómicas en Poblaciones Segregantes F4 y F5 de cruces en el Genero *Phaseolus* sp. Tesis magíster Scientiae. Lima – Perú. 70-83 pp.
44. IBPGR. 1982. Descriptores para *P. Vulgaris* L. International Boar and plant Genetic Resources. Roma. Italy 32.
45. IBRAHIM, A.M. y COYNE, D.P. 1975. Genetic of stigma shape cotyledon position and flower color in reciprocal crosses between *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* (Lam). And implications in breeding. *J. Amer. Scoc. Hort Sci*.
46. KAPLAN, L. 1981. What is the origin of the common bean *Phaseolus vulgaris* L. *Econ. Bot.* 35(2): 240-254.

47. LAING; D. 1979. Adaptación del frijol común. En V curso Internacional de Adiestramiento Post- graduación en Investigación para la producción del frijol. Cali-Colombia.
48. LAMPRECHT, H. 1941. Die artgrenze zwischn *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus multiflorus* Lam. Hereditas 27:51-175.
49. LEÑANO , F. 1978. Hortalizas de fruta Edit. Vechi S.A. Barcelona- España. 165 pp.
50. LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales IICA. San José-Costa Rica.
51. MANSHARDT, R.M. 1943. Origen dispersal and variability of the Lima bean *Phaseolus lunatus*. Hilgardid. 15(1): 1-29.
52. MARECHAL, R.; MASCHERPA, J.M. y STAINIER, F.1978 Etude taxonomique d`un groupe complexe d`espèces des genres *Phaseolus* et vigna sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l`analyse informatique. Boissiera 28 : 273 pp.
53. MARECHAL, R. 1971. Observations sur quelques hybrides dans le genre *Phaseolus*. II Les phenomenes meiotiques. Bull Reach. Agron. Gembloux.
54. MARQUEZ, F. 1988. Genotecnia Vegetal. Edt. AGT S.A. Tomo I, II. Mexico pg. 665.
55. MIRANDA COLIN, S. 1967. Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. Colegio de Postgrado. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. México. Serie de Investigación N° 948 pp.
56. MIRANDA COLIN, S. 1979. Evolución de *Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus*. Ed. Contribuciones al conocimiento del frijol *phaseolus* en México. Chapingo México. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados. 191-205 pp.
57. MONTERO, M. 1991. “Efecto de la densidad de siembre en el rendimiento del cultivo del melón conducido con o sin espalderas bajo R.L.A.F. : exudación”. Tesis UNALM. Lima-Peru. 53 pp.
58. NASSAR, M.A.S. 1978. Studies of reciprocal interespecific hybridizations between *Phaseolus coccineus* L. and *Phaseoluys vulgaris* L. Ph D. thesis, Southampton University Biology Department, England. 287.
59. NIETO, H. 1960. Elimine sus malezas a tiempo. Agricultura. Técnica de México. 16-19 pp.
60. ORTIZ, R. 1996. Comportamiento del frijol de híbridos interespecíficos del género *Phaseolus* (Bulk 1H), asociado con maíz en condiciones de sierra. Tesis Ing. Agron. UNALM. Lima- Perú. 75-85 pp.
61. POHELMAN, R. 1980. Mejoramiento de las cosechas. Ed. Limusa. México.

62. QUINECHE F, F. 1997. Cultivo asociado de un híbrido interespecífico de *Phaseolus* (Bulk 2H) con maíz en condiciones de Chiquián. Tesis Ing. Lima-Peru 105-129 pp.
63. RESTREPO, M. Y LAING, D. 1979. Conceptos básicos en la fisiología del frijol. Curso intensivo de Adiestramiento post-grado en investigación para la producción CIAT- Colombia.
64. ROBINSON, H.F. Y COCKERHAM, C. 1985. Estimación y significado de los Parámetros Genéticos Fitotecnia Latinoamericano. Vol. 2 N° 1 y 2 : 23-38 pp.
65. SCHEUCH, F.G. 1981. Factores en leguminosas coordinador de los trabajos en el Perú del Programa del frijol del CIAT.
66. SILVERA, G.A. 1975. Frijol latinoamericano de adaptación amplia. Turrialba 25(3) : 217 pp. Costa Rica.
67. SMART, T. 1970. Interspecific hybridizations between cultivated american species of the genus *Phaseolus*. Euphytica- 19 pp.
68. SMART, T. 1980. Evolution and evolutionary problems in food legumes. Economic Botany 34.
69. SMARTT, J. & Haq, D. 1972. Fertility and segregation of the amphidiploid *Phaseolus vulgaris* L. x *Phaseolus coccines* L. and its behaviour in backcrosses. Euphytica 21: 496-501.
70. STEPHENS, S.G. 1949. The cytogenetics of speciation in *Gossypium*. selective elimination of the donor parent genotype in interespecific backcrosses. Genetic 34.
71. TEJADA, V.H. 1980. Factores Agronomicos en la Asociación Maíz-Frijol. Cali- Colombia. CIAT. 26 pp.
72. THOMAS, H. 1964. Investigations into the inter-relationships of *Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* Genética 35
73. VILLAREAL, R. 1980. Tomatoes in the tropics Internacional Agricultura Development Service Colorado, U.S.A. 174 pp.
74. WALL, J.R. Y YORK, T.L 1957. Inheritance of seedling cotyledon position in *Phaseolus* species. J. Heredity. 48 pp. (Corregir es Cork o York???)
75. WHITE, J.W. 1985. Frijol Investigación y Producción. Cali- Colombia. CIAT. Referencia de los cursos de Capacitación sobre frijol. 43-60 pp.

## **VIII.- ANEXO**



Vainas y tipo de planta *P. vulgaris*

Figura 1. características morfológicas de *P. vulgaris*



Vainas y granos

Floración

Figura 2. Características morfológicas de *P.coccineus*

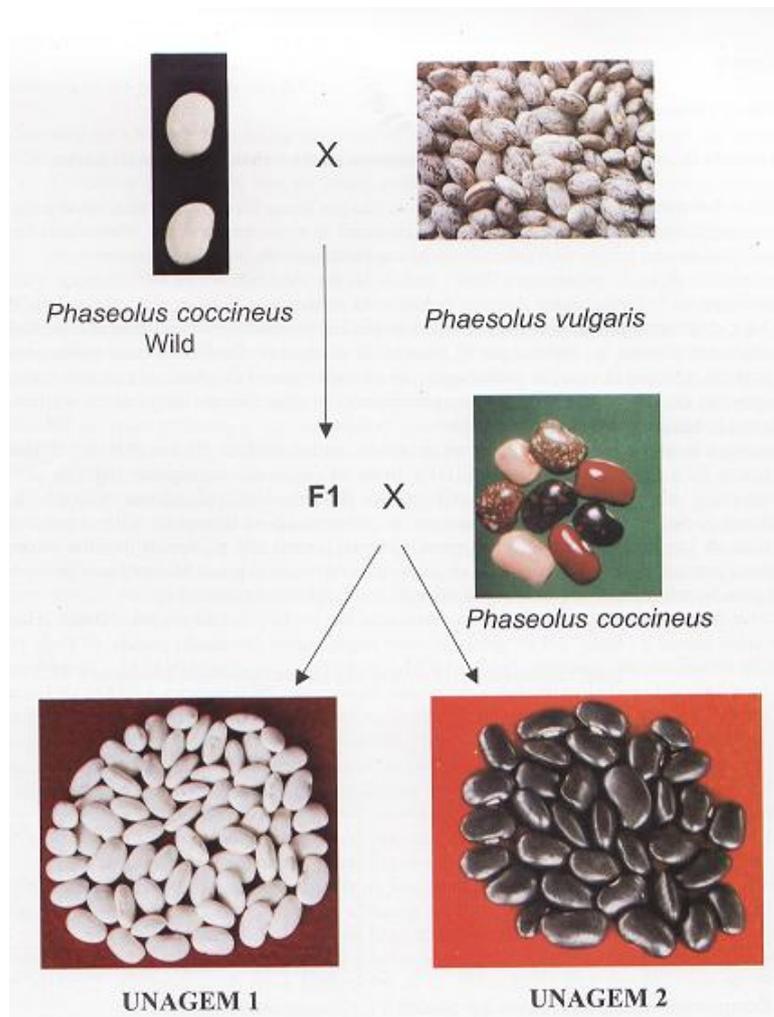


Fig. 3. Secuencia de cruza en la obtención de las variedades UNAGEM1 y UNAGEM2