

Mediante evaluaciones se escogieron 32 descriptores del comportamiento del frijol en crecimiento y de la calidad de las semillas para usarlos en la clasificación posterior. El Cuadro 2 resume los totales de las accesiones evaluadas con respecto a varios de tales caracteres.

La evaluación de accesiones continúa y ya se ha completado un catálogo con la información correspondiente a 10 000 accesiones. Conjuntamente con el Comité Consultivo para el Germoplasma de *Phaseolus* del IBPGR se han añadido nuevos descriptores para obtener una documentación más completa sobre la colección.

Se han iniciado evaluaciones preliminares de *P. lunatus* y *P. acutifolius* que utilizarán algunos descriptores de *P. vulgaris*. Ya se han evaluado más de 200 accesiones de *P. lunatus* y los materiales seleccionados de esta colección se han distribuido ampliamente en América Latina.

C t	N
D hast la m g	4929
L g t d d l h p t l	4918
C l d l h p t l	8684
l g t d d l h j l l	4801
Alt d l l l j	6401
A h d l h j l l	4801
N d d l fl	6845
N d d l m d	5832
D h s t l fl	6971
D d l fl	6938
C l d l fl	8694
H b t d m t	9846
Alt d p l t	7360
C d l t a l l	4786
N d a m p p l t	7690
N d s p p l a t	8890
A g l d l m	3665
S m l l p	6544
F m d l a m l l	10 258
C l p u n p l d l m l l	10 256
C l d d l m l l	10 256
B l l t d l s e m l l	10 290
P d l m l l	9940
R d m t p p l t	4542
M t s e t t l	4562
R l y	2084
R l t	10 000
R l B C M V	10 000
R l b l b t l	4000
R m l l t h j	8682

l q ll q m d l C m C l
 d C m p l m d // l l J p R Ge é V g l
 j l d 1978

Otros materiales de *Phaseolus* En colaboración con la Universidad de Gembloux Bélgica se está estudiando el uso de algunos materiales silvestres de *P. vulgaris* y *P. coccineus* para mejorar los cultivos de *P. vulgaris*.

En el caso de *P. vulgaris* se han aumentado las semillas de por lo menos 336 accesiones. De las 90 accesiones evaluadas hasta ahora por caracteres morfológicos y agronómicos ninguna fue de interés como fuente de caracteres arquitectónicos para la planta.

En cuanto a resistencia a plagas y enfermedades se han seleccionado materiales promisorios por su posible resistencia al anublo bacteriano común (tres accesiones) a la mancha angular de la hoja (una accesión), al virus del mosaico dorado del frijol (dos accesiones) y al saltahoja (quince accesiones). Después de pruebas adicionales estos materiales serán considerados como fuentes de germoplasma para un programa de cruzamiento con *P. vulgaris* cultivado.

Se dio comienzo a un método para incrementar la semilla de *P. coccineus*. La eficiencia de la polinización (medida en términos de producción de semillas) aumentó de 10 a 30% cuando se usaron abejas en lugar de polinización manual. Todas las polinizaciones se realizaron en cajas con nueve plantas cada una para prevenir autocruces entre las accesiones. Actualmente se están repitiendo los experimentos de polinización para comparar la producción de semilla y la polinización cruzada según se usen medios manuales abejas o abejones. Después de este estudio se hará multiplicación a gran escala de las semillas de la colección de *P. coccineus*.

Distribución de *P. vulgaris*

Además de distribuir germoplasma de *P. vulgaris* a personal del Programa de Frijol para sus respectivas evaluaciones disciplinarias y para su utilización en proyectos de mejoramiento del cultivo la unidad de Recursos Genéticos también envía materiales a otros centros instituciones y programas nacionales. Durante 1980 se distribuyó fuera del CIAT un total de 3245 muestras.

Estos materiales se están evaluando y los promisorios serán los progenitores en programas de cruzamiento. En el CIAT las variedades que se ajustan a los tipos comerciales en cuanto a tamaño de la semilla color etc son evaluados posteriormente por la unidad de Recursos Genéticos y el Programa de Frijol.

Mejoramiento de Fríjoles Arbustivos

Durante 1980 se continuo la evaluacion preliminar de las accesiones del banco de germoplasma en relacion con su adaptacion general y características agronomicas. Todas las disciplinas del Programa de Fríjol contribuyen a la evaluacion y seleccion de accesiones de germoplasma y a la reselection de progenies hibridas. Las accesiones seleccionadas de los primeros 13 500 materiales del banco (previamente evaluados en parcelas aporcadas) fueron re evaluadas en parcelas en surco en CIAT Palmira y en Popayán. Posteriormente unas 500 accesiones ingresaron al vivero de polinizacion y otras 1700 accesiones se han multiplicado para evaluaciones mas completas.

Las actividades de hibridacion durante 1980 se enfocaron al desarrollo de caracteres especificos al mejoramiento de cultivares seleccionados ampliamente cultivados y a la recombinacion de resistencias multiples a insectos y enfermedades dentro de progenies bien adaptadas con tipos de grano comercial.

El Cuadro 3 presenta los cruzamientos que se realizaron durante 1980 agrupados por proyecto de mejoramiento u objetivo. La aparente reducción en el numero de cruzamientos por características arquitectonicas y bajo contenido de P en el suelo y la ausencia de nuevos cruzamientos para cultivares de programas nacionales reflejan la carencia de nuevos progenitores basicos en tales proyectos así como la disponibilidad incompleta de materiales segregantes a partir de ciclos de cruzamiento previo.

En 1980 se inicio el mejoramiento por resistencia al mildew polvoso y al anublo de halo el proyecto de desarrollo de germoplasma a largo plazo se dividió debido a su manejo especial diseñándolo para ampliar la base genetica de lineas experimentales futuras y para aumentar el valor de las poblaciones de hibridos para ciclos subsiguientes.

La seleccion y agrupacion de las accesiones del banco para hibridacion se basan en el origen geografico y en el tipo de grano con lo cual se reducirá gradualmente la necesidad de hacer mejoramiento de cultivares nacionales especificos. Puesto que las poblaciones hibridas de estos cruzamientos pocas veces se someten a estreses severos de clima y de enfermedades y la presion de seleccion es generalmente baja (30-35%) el progreso relativo es más lento.

Cuadro 3. Cruzamientos de fríjoles arbustivos realizados en el Programa de Fríjol de CIAT durante 1980.

Proyecto de mejoramiento	Número de cruzamientos
Enfermedades	
Mhgladhj	101
At	115
Vdlm mundlfjl (retrocruce genes multipl)	220
Vudlm d d d l f j l	151
Abblt l m	322
Abldhl	1
Mld pl	51
Ry	38
Mthlh	51
Mhbl d l h j	16
Insectos	
Pddl (Af)	51
Slthj (Emp)	85
Otros fines	
Aqtt	55
Mduetmp	4
Mdt d	2
Mj m t d g m pl m l g pl	181
Tl l b j P	1
Mlá	48
Ft m l t pl	665
Fj m j d d t g	202
Total	2380

Los cruzamientos diseñados para mejorar los cultivares nacionales han producido dentro de un periodo de tiempo relativamente corto lineas experimentales mejoradas con tipos de grano similares a Flor de Mayo Pinto y Ojo de Cabra (las tres de México) Carioca Mulatinho Bico de Ouro y Roxão (las cuatro de Brasil) y una diversidad de tipos de semilla roja pequeña para atender las preferencias de America Central y varios tipos de Pompadour y Calima.

Todas estas lineas nuevas son resistentes a BCMV y además muchas aportan fuentes de resistencia a antracnosis, anublo bacteriano, anublo de halo y/o roya. Para varios grupos con grano de colores diversos la resistencia a *Empoasca* es marcadamente superior a la de variedades locales comparables.

El Cuadro 4 presenta un resumen de las lineas experimentales que avanzaron al VEF de 1980 agrupadas de acuerdo con proyectos especificos y de factores multiples.

C d 4 L p m t l d f j l b u t o q e p s a o l
V d l E q p d F j l (V E F) d 1980

P y t d m j m t	N d l i c a	T p d g a n
E f e m e d d		
M h g l d l h j	19	Bra l ñ
A t	32	Bra l m c a
V d l m d d d l f j l	19	C t m c a b l
A b l b t a l m u n	71	V a
A b l d h l	15	M o
I t o s		
P d d l (A p)	9	Ce t a m c a
S l t h j (E p a s j)	11	V
O t f t e s		
A q t t	40	Bra l
M j o a m t d g m o p l a m a l a r g p l a o	11	
T l l p b l	22	Bra l
F a t m l t p l	112	V
M j r a m e t o d e l t l	13	V
T t l	374	

Mejoramiento de Frijoles Volubles

Metodología En este año las variedades progenitoras seleccionadas del banco de germoplasma y las líneas avanzadas de mejoramiento genético se agruparon en poblaciones para fines de mejoramiento por hibridación y selección (Cuadro 5) Se busca variabilidad en progenitores de otros tipos de granos solamente cuando una población carece de alguna variabilidad específica como es el caso de resistencia a ciertas enfermedades y plagas El propósito es definir más claramente los objetivos para tipos particulares de granos y limitar la segregación en cuanto sea posible a los factores prioritarios Las pruebas internacionales de líneas de frijol voluble están formadas por lo mejor de las poblaciones respectivas

El año pasado los proyectos de mejoramiento genético de frijoles volubles se dividieron entre localidades correspondiendo a CIAT Palmira y CIAT Popayán la mayor selección de poblaciones para clima templado y a ICA La Selva e ICA Obonuco las poblaciones para clima frío

Toda la selección de campo se hizo bajo el sistema de relevo o de asociación (siembra simultánea) con maíz de acuerdo al esquema que presenta el Cuadro 6

C d 5 P y t d m j m t d f j l l u b l e d I P g m d F r j l d l C I A T p t n f m d d m t p t d
d l g l m á t i y l a p f c u b t p d g A m L a t a

C l m	P b l o	l p o d e g a o	R t i a f m e d a d							R s t e c u a e c t	
			BCMV	BYMV	ANT	ANG	ASC	ROYA	CBB	HALO	EMP
C l e t (18 25 C)	VNB	N g p que	X				X	X		X	
	VRB	R o j p que	X				X	X		X	
	VCB	B l r e m a m a r i l l c a f	X	X	X	X					
F (13 18 C)	VNA	N g	(X)		X	X	X				X
	VRA	C m a j	(X)		X	X	X		X		
	VCA	B l r e m a m a l l	(X)		X	X			X		X
	VNU	N n a	(X)		X	X	X		X		

V p V I R A F (V l i d A d p ó y R d m p a r a f l j l A m é c a L a t) N R y C p l g j y m p m B A
y U p r a r a b a j l t a y g d l f r j l p e c m
BCMV V r u d l m s a m d l f j l B Y M V r u d l m s a m a l l d l f j l A N T A N G m h g l d l h j A S C m h
d A s c o c h y t a C B B ñ b l b a r i a l m u n H A L O b l d l h l E M F E m p A P I O N A p
L a B C M V d b l d l m a r i a l p m a l m t n a f r m d d i m p l m f (X)
N n a p d f j l q s e m t a d c e c a l m u n r e g m t a s a

C d 6 S t m d l t m p l a d p p o t d e l o
p y e t d m j m t d e f j l o l b l e

Clima y localidad	Temperatura promedio (C)	Sistema según edad y grupo		
		Selección planta dada F ₂ /F ₄	Pruebas familia F ₃ /F ₅	Pueblos avanzada (VEF) F ₆
Caliente				
CIAT Palmira	25	R	A	A
CIAT Popayán	19	R	A	A
Frío				
ICA La Selva	17	R	R	R
ICA Obonuco	13	A	A	A

R C l d r e l m a i (f j l m b d c a d l m a d r e f l o g c a
d l m a i) A C l d m a i (f j l m b r a d m l t a n e a m
m a i)

La cosecha de relevo con su tasa más alta de multiplicación de semillas es más conveniente para la selección de plantas individuales pero no es posible en ICA-Obonuco debido a los ciclos más largos de crecimiento para ambos cultivos

Evaluación de Germoplasma En CIAT Palmira y CIAT Popayán se evaluó en cuanto a rendimiento y a resistencia en el campo a plagas y enfermedades locales una colección de 479 variedades de frijol voluble en asociación con maíz esta colección procedía de Guatemala y era principalmente de granos negros pequeños. Se escogió un total de 17 selecciones de las dos localidades

En ICA La Selva se evaluaron en cultivos de relevo con maíz 723 materiales provenientes de España y Portugal y de las altiplanicies de Colombia Ecuador y Perú se hicieron 56 selecciones. En ICA Obonuco se evaluaron en asociación con maíz 204 materiales consistentes principalmente de colecciones de las altiplanicies de Ecuador y Perú y se hicieron 16 selecciones

Los ensayos de rendimiento también se sembraron en las cuatro localidades para evaluar más detalladamente las 180 selecciones de germoplasma hechas el año anterior. Entre las cinco variedades de más alto rendimiento en cada localidad en CIAT Palmira sobresalieron los materiales de semilla negra de Guatemala en CIAT Popayán y en ICA La Selva predominaron los granos de varios colores incluyendo accesiones de grano negro de los bancos de Guatemala y México y en ICA Obonuco predominaron materiales de varios colores a excepción del negro provenientes de Colombia y Ecuador

El Cuadro 7 muestra los rendimientos y otras características de los grupos probados en cada localidad. Los días hasta la floración y la madurez fisiológica aumentaron con el descenso de la temperatura pero la duración del día fue constante ya que todas las localidades están dentro de los 6° del Ecuador el peso de las semillas también aumentó al disminuir la temperatura. Los efectos genéticos fueron similares a los efectos del medio ambiente las variedades adaptadas a localidades de temperatura fría (grupo 4) tendieron a ser tardías y a tener granos más grandes en todas las localidades

Las mayores interacciones de las variedades con las temperaturas fueron evidentes particularmente entre los grupos 4 y 1. En CIAT Palmira no hubo diferencias significativas entre los rendimientos de los grupos 2 y 3 y en ICA Obonuco no hubo diferencias entre los granos de los grupos 1 a 3 (Cuadro 7). Por lo demás todas las diferencias fueron significativas

Los resultados indican que no se puede prescindir de ninguna de las localidades pero que ICA La Selva y CIAT Popayán son las más similares. El mejor comportamiento general de todas las variedades ocurrió en ICA La Selva

El comportamiento de las variedades en el grupo 4 (adaptadas a temperaturas frías) fue completamente opuesto al de las variedades de los otros grupos indicando una aguda interrupción en la adaptación entre los 13 y 17°C. Las variedades en el grupo 4 tienen ciertas características en común con *P. coccineus* subsp. *polyanthus* de la cual puede haber ocurrido introgresión natural

Viveros de selección de plantas individuales Estos se componen en cada localidad de poblaciones de generaciones F₂ y F₄ habiendo pasado la última por las pruebas de rendimiento de progenie en F₃. El número de poblaciones manejadas y el número de selecciones realizadas se muestran en el Cuadro 8. Se puso considerable énfasis en la selección de materiales con adaptación a tierras altas puesto que los tipos de grano grande adaptados a temperaturas frías habían recibido poca atención anteriormente

Pruebas de progenie Estas se sembraron por primera vez en ICA La Selva e ICA Obonuco en la segunda mitad de 1980. Los frijoles se sembraron a densidades relativamente bajas (40 000 plantas/ha) sin control de enfermedades y con solo un control mínimo de plagas para favorecer los tipos rústicos capaces de producir bajo condiciones de bajos insumos

Localidad	Sistema de riego	Genotipo	Rendimiento de frijol (kg/h)	Días hasta la floración	Días hasta la madurez fisiológica	Producción (g)
CIAT Palmira (25 C)	A	1	1406	46	93	21
		2	804	4	93	4
		3	752	4	94	25
		4	23	64	10	3
		DMS 5%	150	Pomdo 49	96	26
CIAT Popayán (19 C)	A	1	871	5	93	3
		2	1574	47	100	30
		3	1277	5	10	30
		4	96	67	113	31
		DMS 5%	208	Pomdo 55	10	9
ICA La Selva (17 C)	R	1	2127	63	137	26
			2611	6	130	35
		3	3076	63	139	32
		4	1186	76	153	40
		DMS 5%	348	Pmd 66	140	33
ICA Obispo (13 C)	A	1	84	99	188	2
		2	139	96	189	38
		3	78	96	188	36
		4	1635	103	188	56
		DMS 5%	222	Pmd 99	188	38

A Alocamiento de riego: 1) riego por inundación, 2) riego por surcos, 3) riego por aspersión, 4) riego por goteo. CIAT Palmira 2, CIAT Popayán 3, ICA La Selva 4, ICA Obispo.

Pamot	Línea de regresión (F ₂ /F ₄) de frijol y maíz						Total
	CIAT Palmira		CIAT Popayán	ICA La Selva		ICA Obispo	
	1979B	1980A	1979B	1979B	1980A	1979B	
Número de plantas	77	132	10	84	25	17	345
Número de plantas por hectárea	16 600	13 120	3600	32 680	7511	5100	78 611
Número de plantas por hectárea	188	279	42	707	334	291	1841

Igualmente en CIAT Palmira y en CIAT Popayán se ensayaron 881 progenies de 228 familias (Cuadro 9) en la primera localidad se encontró la relación negativa usual entre los rendimientos de frijol y de maíz y las selecciones se realizaron por encima de la línea de regresión como se

informo el año pasado (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979) las líneas seleccionadas no solamente produjeron más frijoles sino que también permitieron unos rendimientos de maíz más altos que el promedio

P d	Loc l d d	N d f m l a d f j l	N d p g n	N d f m l i a s l c c a d	F ₃ y F ₅ d f n j l d l c a l d d			
					F j l	S l d f j l	M i z	M i z c s l d f n j l
1979B	CIAT P lm	80	253	27	527	876	5518	5609
1980A	CIAT P p y	45	140	23	629	755		
1980A	CIAT P paya	58	488	26	592	696		

El oef d g l d m t d f j l y m a f l i s

Las progenies seleccionadas se retornaron a selecciones de plantas individuales en F₄ o pasaron a la fase de ensayos VEF en la F₆

La eficiencia de la metodologia de seleccion de la generacion temprana usada para obtener los máximos rendimientos de frijol y a la vez reducir al minimo las perdidas en el rendimiento del maiz debidas a la competencia se ensayo en una prueba especial en CIAT Palmira con la variedad de maiz Suwan I El objetivo fue descubrir la heredabilidad de la seleccion por rendimiento para frijol y maiz en las familias F₃ Las familias de un ensayo de progenie F₃ se dividieron en los siguientes grupos (A) bajo rendimiento de maiz y frijol (familias 22 25 32 37) (B) alto rendimiento de maiz y bajo rendimiento de frijol (familias 1 2 12) (C) alto rendimiento de ambos cultivos (familias 5 15 18 28) y (D) bajo rendimiento de maiz y alto rendimiento de frijol (familias 10 21 29) Las lineas de estas familias se sembraron en la generacion F₄ en un diseño de látice y los promedios de rendimiento por familia de frijol y de maiz se calcularon y compararon con los obtenidos en la generacion F₃ sembrada en la estacion anterior (Figura 1)

El valor mas bajo (16%) para el volcamiento del maiz se obtuvo en el grupo B y el valor más alto (10%) con el grupo D este ultimo fue tambien el ultimo en florecer (38 días) y en alcanzar la madurez fisiologica (81 días) mientras el grupo B fue el más precoz para ambas características (36 y 77 días respectivamente) Las familias del grupo C resultaron intermedias para todos los caracteres y generalmente tuvieron un tipo IVA de hábito de crecimiento Estos resultados indican que las lineas de frijol se pueden seleccionar en las generaciones tempranas para rendimientos combinados de frijol y maiz en asociacion

Un total de 86 lineas de frijoles volubles se avanzó de las pruebas de progenie al VEF junto con 79 selecciones del banco de germoplasma

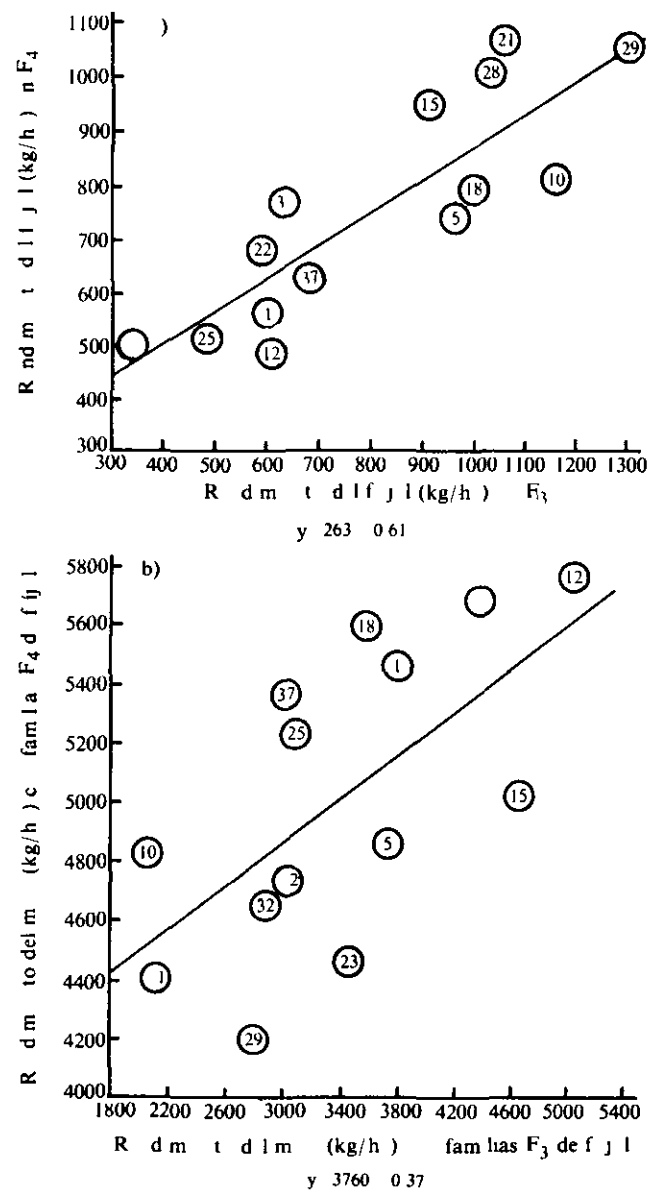


Fig 1 a) R d m t d f m l d f j o l l u b l l d a s l g n o F₃ p b d l F₄ b) d m t d l m a S u l d d h f m l d f j o l

c) Inoculación de plantulas cultivadas a partir de muestras de 20 semillas de las selecciones individuales hechas en el campo con una mezcla de razas de BCMV para detectar líneas F₃ homocigotas resistentes en condiciones de casa de anejo (Figura 3)

d) Prueba de confirmación en las líneas F₄ para identificar y eliminar materiales que tengan sólo genes recesivos para resistencia al BCMV prueba de necrosis en las líneas seleccionadas que no presentan síntomas para confirmar la presencia del gene I dominante (Figura 4)

Cultivos		Planta		Cepa		Resistencia	
Am	Lat	Gen	Gen	FLA	NY 15	NL 3	NL 4
				PI 1	PI 2	PI 1 2	PI 1 2
Resistencia recesiva							
Dbl Whit							
Ima		b 1					
Rdld G l f B		b 1					
M h l t		b 2					
P t 114		b 1 b 2					
G t N rth m 31		b 1 b 2					
Resistencia dominante							
W d		l				N	
J b l		l b l				N	
T p C op		l b l				N	
Am d		l bc l					

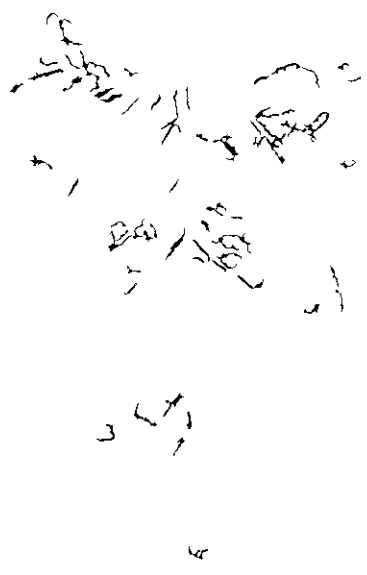


Figura 3. Plántulas de maíz inoculadas con una mezcla de razas de BCMV para detectar líneas F₃ homocigotas resistentes en condiciones de casa de anejo.



F g r a 4 I l d p l i l d f n j l n l d j o p d t t t n a l r u s d l m o m u n d l j j l (B C M V) n l f F₃

Las evaluaciones combinadas de campo casa de anejo e invernadero realizadas este año para BCMV involucraron más de un cuarto de millón de plantas o un promedio de 2000 plantas inoculadas y evaluadas por día hábil. La eficiencia en la selección de líneas homocigotas resistentes a BCMV en la F₄ estuvo por encima del 95% en aquellos materiales con los cuales se siguieron los procedimientos de selección recomendados.

Virus del mosaico amarillo de frijol (BYMV) Este continúa siendo un problema severo en algunas áreas productoras de frijol en el mundo. En América Latina Chile es el país más afectado debido al ambiente favorable a los abundantes vectores y a las cepas de virus que causan tanto mosaico como necrosis.

Por esta razón los esfuerzos iniciales del CIAT para controlar el BYMV están dirigidos hacia el desarrollo de cultivares resistentes con la cooperación de científicos chilenos. Se ha observado que las fuentes de resistencia seleccionadas para transferir los genes recesivos que protegen los cultivares de frijol con gene I dominante contra las razas necróticas de BCMV, por ejemplo Great Northern y las selecciones IVT, parecen conferir algún grado de resistencia a algunas cepas de BYMV. Por lo tanto en Chile se evaluarán simultáneamente las

progenies de cruzamientos con estos materiales para observar su resistencia tanto a cepas de BCMV como de BYMV que inducen mosaico y necrosis.

Virus del mosaico de la soya (SMV) Se investigó acerca de los informes del Brasil respecto al desarrollo de necrosis sistémica en cultivares de frijol con el gene I dominante que se habían infectado con algunas cepas del SMV. En CIAT varios aislamientos de este virus obtenidos de semillas infectadas de soya se probaron en cultivares de frijol diferenciales para el BCMV. Los resultados indican que aunque todos los aislamientos causaron necrosis en las nervaduras de las hojas primarias inoculadas de algunos cultivares con gene I, esa reacción permaneció localizada, contrariamente a la necrosis inducida por cepas necróticas del BCMV, la cual se extiende de las hojas inoculadas a toda la planta.

Asimismo los aislamientos del SMV ensayados en CIAT causaron necrosis sistémica en algunos cultivares sin el gene I, tales como Double White, lo que sugiere que la interacción genética entre *P. vulgaris* y BCMV difiere con relación al SMV. Sin embargo, el virus del mosaico de la soya se debe tener en cuenta cuando se cultiven frijoles en proximidad a campos de soya.

Moteado clorótico del frijol En 1980 se completó un estudio preliminar sobre la etiología de esta enfermedad. Los resultados obtenidos hasta ahora indican la existencia de un complejo de virus en lugar de un virus único transmitido por la mosca blanca como se creyó antes.

Los virus que frecuentemente se encuentran asociados con el síndrome del moteado clorótico son los del mosaico del pepino cohombro, mosaico suave del frijol y una cepa de virus del mosaico sureño del frijol. Además en Wageningen Países Bajos se aisló un geminivirus similar a los agentes transmitidos por la mosca blanca a partir de plantas colectadas en CIAT. La epidemiología del complejo viral se estudiara en los viveros de frijol en CIAT para luego delimitar el problema y evaluar su importancia económica.

Virus del mosaico dorado de frijol (BGMV) Durante 1980 los esfuerzos de mejoramiento genético se reorientaron hacia metas específicas para varios tipos de granos. Para los tipos de semilla negra en los que existen niveles excelentes de resistencia al BGMV en las nuevas variedades de Guatemala (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979) el manejo de cruzamientos y progenies está diseñado para incorporar en los materiales superiores para el BGMV las características de precocidad y resistencia al anublo bacteriano común y a la antracnosis.

Por varios años se ha dispuesto de buenos niveles de resistencia a BGMV en los frijoles que se consumen en la parte central y central sur de Brasil. No obstante el ensayo y la selección de progenies más resistentes así como la recombinación con factores adicionales se ha hecho difícil debido a la frecuencia de complejos virales.

insectos y condiciones de temperatura en los invernaderos de BGMV. Se necesita más investigación en Brasil para aclarar el problema.

El progreso de las investigaciones en los tipos Pompadour para la República Dominicana ha sido lento por dos razones: por una parte la susceptibilidad de los tipos progenitores a BCMV que hace necesaria la selección y por otra la susceptibilidad general del Pompadour al saltahojas y al anublo bacteriano común. Actualmente se está ensayando la progenie de varias selecciones de interés de un tipo Pompadour de grano pequeño. También ha sido más lento el progreso de los tipos rojos de semilla brillante y pequeña debido a la susceptibilidad total a enfermedades (incluyendo BCMV) y a la falta de continuidad en el proceso de evaluación, selección y prueba de progenie.

Actualmente la mayoría de los cruzamientos para BGMV solo incluyen líneas progenitoras resistentes al mismo, de modo que los programas nacionales puedan cosechar en masa de acuerdo al tipo de grano las mejores plantas de la F₂ con resistencia a la roya y al saltahojas y evaluarlas en la F₃ bajo condiciones locales sujetas al BGMV.

En el Cuadro 11 se muestran los resultados de los ensayos de 1979 del Vivero Internacional para Virus del Mosaico Dorado del Frijol (IBGMVN) en dos localidades. Pocas selecciones híbridas se adaptaron bien en ambas localidades; aquellas predominantemente no negras presentaron una adaptación y resistencia al BGMV generalmente menor que la de las cinco variedades de grano negro usadas como testigos, las cuales se han usado ampliamente como progenitores en el proyecto BGMV. Pocos materiales fueron superiores al grupo de testigos en cada localidad.

Cuadro 11. Progreso de la adaptación de las selecciones de la parte central y central sur de Brasil al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) en las localidades de Guatemala y Brasil. Se usaron como testigos cinco variedades de grano negro.

Localidad	Adaptación			Virus del mosaico dorado del frijol		
	Progenie la mejor	La mejor selección	Testigo	Progenie de la selección	La mejor selección	Testigo
Guatemala	39	27	36	75	46	64
Brasil	38	26	32	72	54	60

Progenie de la parte superior de la población de semilla negra y pobre
Progenie de la parte inferior de la población de semilla dorada del frijol de la zona 9 muy susceptible

Resistencia a Enfermedades Fungosas y Bacteriales

El germoplasma y las progenies mejoradas del Programa de Frijol se evalúan rutinariamente por resistencia a enfermedades en proyectos específicos de mejoramiento y en viveros tales como el Vivero del Equipo de Frijol (VEF) de 1980 y en Ensayos Preliminares (EP)

El énfasis principal continúa siendo la identificación y selección para resistencia a roya antracnosis mancha angular de la hoja y anublo bacterial común. Los materiales avanzados sobre todo las accesiones EP se evaluaron además para resistencia a patógenos causantes de enfermedades de más baja prioridad como mildew polvoso anublo de halo mancha blanca de la hoja pudrición de la raíz y al nematodo de los nudos de la raíz.

Varias accesiones de germoplasma y materiales desarrollados por el Programa resultaron resistentes al anublo de halo a la mancha blanca de la hoja y al mildew polvoso en Popayán. La última enfermedad redujo los rendimientos en materiales susceptibles hasta un 69%. Muy pocas líneas avanzadas expresaron niveles promisorios de resistencia a la pudrición de la raíz y ninguna de ellas a los nematodos de la raíz.

Patógenos Fungosos

Uromyces phaseoli causante de la roya y *Colletotrichum lindemuthianum* agente causal de la antracnosis son hongos altamente variables desde el punto de vista patogénico debido a la existencia de numerosas razas fisiológicas que infectan diferencialmente las diversas fuentes de resistencia de la planta. Investigaciones recientes en CIAT confirmaron informes según los cuales *Isariopsis griseola* patógeno de la mancha angular de la hoja también muestra especialización patogénica.

Esta variación inherente ha complicado los esfuerzos básicos de CIAT para identificar y desarrollar germoplasma mejorado con resistencia a poblaciones endémicas de roya antracnosis y/o mancha angular de la hoja para diversas regiones productoras de frijol a lo largo de América Latina y recientemente del Oriente de África.

En busca de la mayor eficiencia en el empleo de los recursos existentes en el CIAT y su capacidad científica para evaluar grandes cantidades de germoplasma en CIAT Palmira se evalúa por resistencia a poblaciones

locales del hongo de la roya y en Popayán por resistencia a poblaciones locales de los patógenos de la antracnosis y la mancha angular de la hoja.

Los materiales con niveles de resistencia altos e intermedios se evaluaron sucesivamente en el sitio primario para verificar sus reacciones a la enfermedad y/o en sitios secundarios en el campo o en el invernadero para identificar fuentes más estables y de amplia base de resistencia efectiva contra diferentes poblaciones regionales de cada patógeno.

Esta estrategia de resistencia a enfermedades permite al Programa de Frijol identificar y distribuir materiales resistentes agrónomicamente deseables para ensayos posteriores a nivel internacional en viveros formales tales como el Vivero Internacional para Rendimiento y Adaptación del Frijol (IBYAN) y el Vivero Internacional de Roya del Frijol (IBRN) o en viveros informales a solicitud de los colaboradores y del personal destacado fuera del CIAT.

El valor de estos ensayos regionales para identificar resistencia más estable a roya mancha angular de la hoja y antracnosis se aprecia en la Figura 5 la cual ilustra el grado de resistencia por raza y por sitio específico. Factores que se eliminaron en los ensayos VEF 1979 EP 1980.

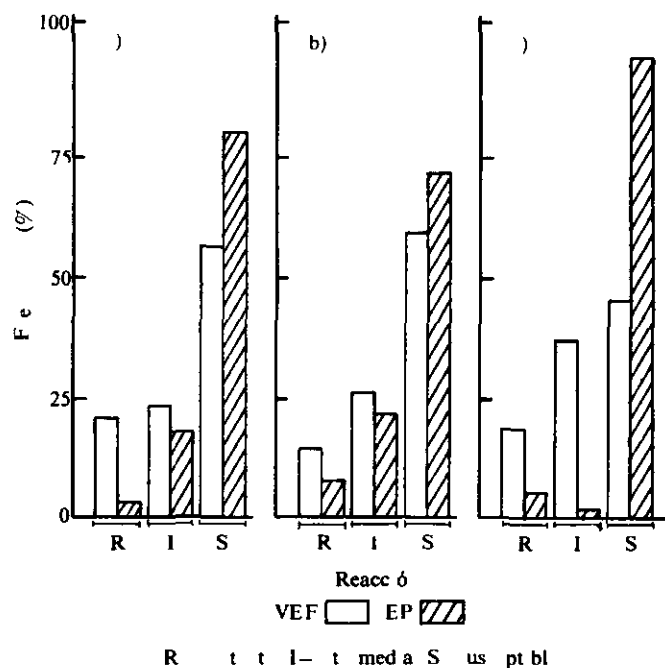


Fig 5 R f m d d o b d 105 VEF de 1979 h j b) R y) A t p to g é n a m n t bl d t d f j l n l M h a n g u l d e l

Los esquemas de los ensayos internacionales posteriores tales como el IBRN confirman la estabilidad de una fuente de resistencia o alertan a los programas sobre la presencia de razas que difieren de las disponibles en las poblaciones colombianas seleccionadas

El Cuadro 12 resume las respuestas recibidas hasta la fecha sobre varios materiales que se habían incluido en el IBRN 1979/1980 sobre la base de sus respuestas a la roya en los anteriores VEF de 1978 y en los ensayos regionales EP de 1979 en Colombia. El germoplasma resistente a antracnosis y a la mancha angular de la hoja que se ha identificado en los ensayos de Colombia será probado progresivamente a niveles internacionales con el fin de identificar resistencia más estable a enfermedades para uso de los colaboradores e investigadores del CIAT

Material	Roya VEF 1978 y EP 1979	Gravedad IBRN 1979/1980		
		R	I	S
Pint N 650	Su pt bl	1	0	17
BAT 445	I t m d	11	7	0
BAT 256	Inte m d	14	3	1
BAT 76	I t med o	15	3	0
BAT 332	R s t t	11	4	3
BAT 93	R s t t	12	6	0
BAT 261	R t t	13	5	0

Antracnosis De nuevo se ha dado énfasis a la identificación de fuentes de resistencia a antracnosis que sean más amplias que las de Cornell 49 242 (G 5694) hay más de 50 accesiones del banco en las fases finales de evaluación y purificación

A partir de un número limitado de cruzamientos realizados en 1978 se desarrollaron para Brasil y México 32 líneas de frijoles arbustivos que contienen cinco fuentes de resistencia diferentes. Ahora que se dispone de más y mejores fuentes de resistencia y puesto que las líneas híbridas para este proyecto también portan resistencia a BCMV la actividad de cruzamientos de frijoles arbustivos en 1980 se amplió para incluir tipos de granos comerciales para Argentina y las altiplanicies

andinas. Además se han cruzado hasta tres progenitores a la vez con el propósito de combinar fuentes únicas de resistencia en tipos comerciales representativos

En el programa de mejoramiento de frijoles volubles el germoplasma seleccionado de las evaluaciones de 1979 se avanzó a pruebas de rendimiento de campo de localización múltiple y se ensayó separadamente bajo condiciones controladas para resistencia a antracnosis y al virus del mosaico común del frijol (BCMV). Las reacciones a enfermedades que presenta el Cuadro 13 indican una alta frecuencia de resistencia a antracnosis entre las selecciones en el campo se presentaron niveles altos de infección natural especialmente en ICA La Selva. Los niveles de resistencia a BCMV fueron mucho más bajos y todos los materiales resistentes fueron de grano de color negro o blanco

El programa modificado de retrocruzamientos iniciado en 1979 para incorporar resistencia tanto a antracnosis como a BCMV en accesiones de frijoles volubles de alto rendimiento se amplió para incluir además de Cargamanto las líneas ICA L 32980 M(4) e ICA L 32980 M(8) de semilla roja y adaptadas a las altiplanicies y las dos variedades tipo canario de la altiplanicie peruana Ancash 143 y Compuesto II

El programa se inició usando Cornell 49 242 como el progenitor donante para resistencia a BCMV + antracnosis pero esta fuente ha sido reemplazada por tres líneas mejoradas de frijoles volubles V 7917 V 7918 y V 7920. Estas son resistentes a BCMV y por lo menos a seis razas de antracnosis incluyendo aquellas conocidas como virulentas para la fuente de resistencia Cornell (como lo determino el programa colaborativo con IVT Países Bajos). Del programa de retrocruzamiento con Cargamanto 57 progenies de plantas de doble resistencia están en pruebas de rendimiento

Efectividad	Número y d	Frecuencia de enfermedad (%)			
		R	I	S	
Ant	58	19	28	19	34
V d l m m d l f g l	57	14			86

Mancha angular de la hoja Las actividades de cruzamiento se intensificaron en 1980 cuando se identificaron seis progenitores nuevos resistentes a los aislamientos colombianos de *Isariopsis griseola* causante de la mancha angular de la hoja. Todos los materiales híbridos incluyendo 19 líneas experimentales desarrolladas a partir de los cruzamientos que dieron origen a la línea A 21 se transfirieron a este proyecto. Sin embargo se supo que en Costa Rica A 21 estuvo entre los materiales más susceptibles al patógeno de la mancha angular de la hoja. Esta información y el hecho de que recientemente se ha notado variación de patógenos entre los aislamientos procedentes de las diferentes partes de Colombia puede hacer relativamente difícil el mejoramiento para resistencia a esta enfermedad.

Patógenos Bacteriales

Xanthomonas phaseoli causante del anublo bacterial común y *Pseudomonas phaseolicola* causante del anublo de halo son serias enfermedades del frijol. Estas varían en patogenicidad debido a la existencia de varios aislamientos o cepas que difieren en la habilidad y grado en que pueden infectar una variedad.

Algunos investigadores consideran que la variación patogénica de la bacteria del anublo de halo ocurre en realidad a partir de razas patogénicas que infectan diferencialmente las fuentes de resistencia. Actualmente se realizan investigaciones en CIAT para definir el potencial patogénico de las colecciones colombianas con relación al anublo de halo y para determinar si esta variación es causada por razas o simplemente por aislamientos que poseen diferentes grados de virulencia como es el caso con aislamientos que causan el anublo bacterial común.

La investigación del anublo bacterial común en CIAT ha concentrado sus esfuerzos en la identificación de altos niveles de resistencia foliar y su incorporación al germoplasma agrónomicamente deseable a base de inoculaciones en el campo y en invernaderos con el aislamiento de mayor virulencia de *X phaseoli* previamente obtenido en el CIAT. Luego se da énfasis a la verificación de esta resistencia foliar en la progenie y al mejoramiento del nivel de resistencia de la vaina para reducir el potencial de la semilla en la transmisión del patógeno.

La frecuencia de los materiales resistentes en los ensayos VEF de 1979 y 1980 mencionada más adelante indica claramente el progreso obtenido. Los esfuerzos futuros darán énfasis a la incorporación de resistencia a

los frijoles de semilla pequeña rojos brillantes y a los opacos de color crema así como al incremento de la resistencia al saltahojas en las poblaciones resistentes al anublo.

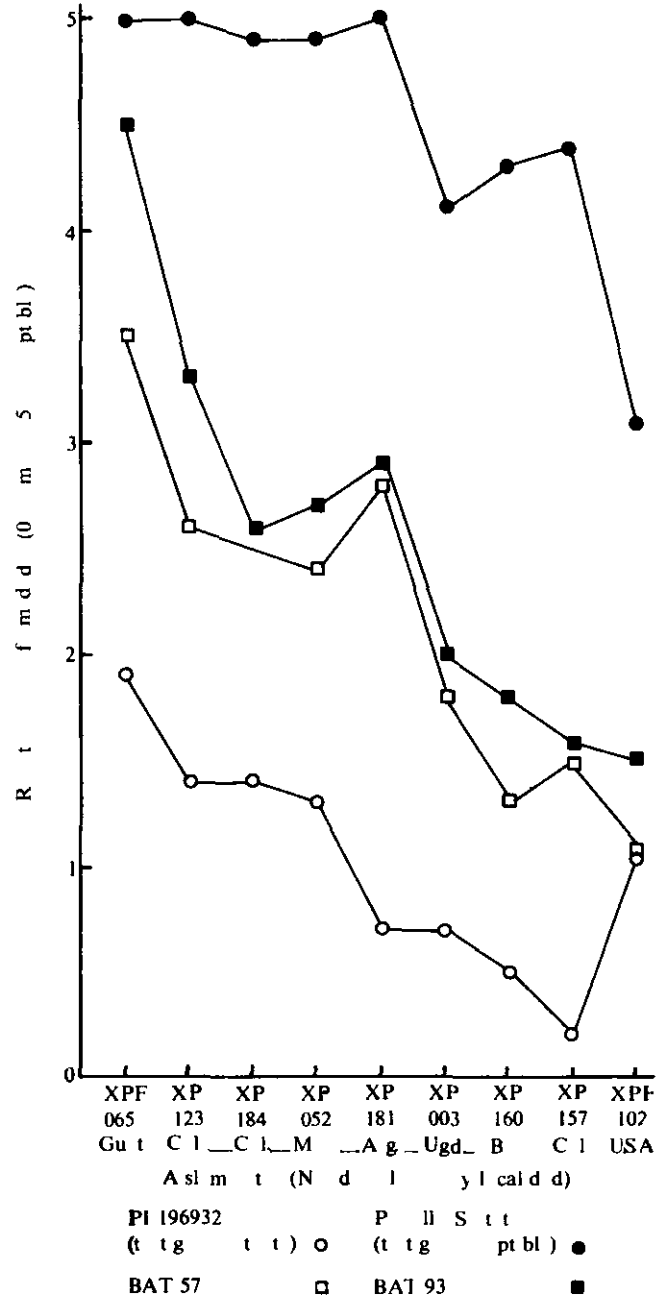


Fig 6 R pu d l l n d d f j l n u l n e
df l m n t d l p t g o d l m b l o
b t l m u (XP) d l b l f u s c a n s (XPF).
G G i m l C l C l m b M x M x
A g A g i n a U g d U g d B r B r a s l

Recientemente se realizó una investigación para determinar la efectividad o estabilidad de la resistencia de las fuentes y de las progenies cuando se inoculan individualmente en el invernadero con una serie de aislamientos de *X phaseoli* o *X phaseoli* var *fuscans* recogidos en diferentes regiones de Colombia y del mundo. La Figura 6 ilustra la respuesta de los materiales con diferentes niveles de resistencia que van desde la que presenta el testigo resistente (P I 196932 una accesión de *P acutifolius*) hasta la del testigo susceptible (Porrillo Sintético).

La Figura demuestra claramente los avances que CIAT ha conseguido en el mejoramiento del nivel de resistencia de nuestras líneas mejoradas (resistencia derivada de materiales de Estados Unidos originados en un cruce interespecífico entre *P vulgaris* y otra accesión de *P acutifolius*) seleccionadas según su respuesta al aislamiento individual de CIAT (XP 123). La Figura 6 también ilustra la amplitud de la variación patogénica inherente a las colecciones de aislamientos de *X phaseoli* (XP) x *X phaseoli* var *fuscans* (XPF).

El aislamiento XPF incitó más infección que el XP 123. Por lo tanto, la estrategia para resistencia al añublo se continuará a base de la evaluación de los aislamientos más virulentos. Sin embargo, se vigila rutinariamente la estabilidad general de las selecciones resistentes a las colecciones de *X phaseoli*, *X phaseoli* var *fuscans* y eventualmente a otras especies patógenas de *Xanthomonas*.

Añublo de halo. Se desarrollaron quince líneas avanzadas por resistencia al añublo de halo a partir de los cruzamientos más antiguos de G 2858 y Aete 1/37, las dos fuentes de resistencia a esta enfermedad bacteriana. Sin embargo, actualmente se insiste en buscar mejores fuentes de resistencia y en transferir sus niveles disponibles a los tipos de grano para las altiplanicies andinas y para las regiones semiáridas templadas de México.

Resistencia/Tolerancia a Insectos-Plaga

En 1980 el énfasis continuó dirigido a la identificación de materiales progenitores con potencial para el fortalecimiento de los niveles de resistencia contra el saltahojas. La metodología de selección se modificó para suministrar evaluaciones más precisas de los niveles de resistencia expresados en las pruebas de rendimiento. Se iniciaron estudios básicos sobre los mecanismos de resistencia contra la araña roja.

Saltahojas

Evaluación de germoplasma. Durante 1980 se evaluaron por resistencia al saltahojas (*Empoasca kraemeri*) casi 4000 materiales de varios viveros. Solamente 13% de los mismos se clasificó como resistente (menos de 2 en una escala de 1 a 5 para la clasificación visual del daño). La mayoría se utilizaron como progenitores en el programa de selección recurrente para aumentar niveles de resistencia. No se identificaron fuentes de resistencia entre los 128 materiales silvestres de *P vulgaris*, pero se hicieron unas pocas selecciones a partir de cruzamientos interespecíficos entre *P vulgaris* y *P coccineus* y de estudios relacionados con la heredabilidad de resistencia a *Empoasca* en *P lunatus*.

En el vivero internacional de resistencia a *Empoasca* se incluyeron nuevos materiales con semillas no negras. Versiones actualizadas de este vivero se enviaron a Brasil, República Dominicana, Guatemala, Honduras, México y Perú para su posterior evaluación.

Análisis de pruebas de rendimiento. Los resultados obtenidos el año anterior en un ensayo de rendimiento para evaluar el progreso en resistencia a *Empoasca* fueron decepcionantes después de dos ciclos de selección recurrente y cruzamientos (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979). Por lo tanto se planeó una serie de ensayos de rendimiento para examinar entre otros factores el potencial de las interacciones entre la fecha de siembra y la resistencia expresado por las reducciones en el rendimiento.

En 1980 se realizaron cinco ensayos de rendimiento en serie. Los materiales de los primeros cruces se compararon con los del segundo ciclo de selección recurrente. Los resultados confirman las correlaciones pobres y no significativas entre las poblaciones del insecto y las evaluaciones visuales del daño y entre estas y el porcentaje de la reducción en el rendimiento causada por *Empoasca*. Por otro lado, el coeficiente de correlación de rangos entre los rendimientos sin protección y el porcentaje de reducción en rendimiento fue alto (-0.748) y significativo al nivel del 1%. Lo anterior sugiere que los conteos de insectos y las evaluaciones visuales del daño pueden ser un criterio engañoso para la selección de resistencia contra *Empoasca* y que los rendimientos sin protección pueden constituir un mejor criterio de selección. Asimismo se deben registrar los puntajes sobre la adaptación reproductiva en las poblaciones segregantes bajo una fuerte presión de saltahojas.

Tomando esos resultados como base se modificaron los procedimientos de selección utilizados en el mejoramiento genético para resistencia a *Empoasca* como sigue a) los progenitores potenciales se seleccionarían de acuerdo con las evaluaciones visuales del dano y con la reducción en los rendimientos b) las selecciones individuales en la F₂ se harían de acuerdo con la evaluación visual y la adaptación reproductiva c) los viveros de F₃ tendrían tantas replicaciones como fuera posible y las familias se seleccionarían por su baja evaluación visual de dano y por su buena adaptación reproductiva d) los ensayos replicados que ahora se realizan en la fase F₄ se harían en la generación más temprana posible además se repetirán por lo menos dos veces por temporada de cosecha ya que se detectó una interacción significativa entre genotipo y medio ambiente

Veintiocho familias F₃ del tercer ciclo de inter cruces se ensayaron en cuanto a rendimiento en la fase F₄ y se detectó un significativo progreso bajo una fuerte infestación (58 ninfas/hoja y 38 adultos/planta) (Cuadro 14) Así los materiales no negros tales como EMP 81 EMP 90 EMP 83 y EMP 89 no solo tienen un buen potencial de rendimiento cuando se protegen sino que además son significativamente superiores a los controles Bunsí y BAT 41 en términos de reducción de pérdidas en rendimiento De nuevo hubo correlación entre los conteos de insectos y el porcentaje de pérdidas en rendimiento mientras que el coeficiente de correlación de rangos entre los rendimientos no protegidos y el porcentaje de pérdida en rendimiento ($r = 0.77$) fue significativo al nivel del 1%. En términos de rendimientos sin protección la diferencia entre el control susceptible (BAT 41) y el mejor material (EMP 81) realza la importancia de este parámetro para la selección (Figura 7)

Durante este experimento se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones de ninfas y adultos (Cuadro 15) esto sugiere la posibilidad de estudios adicionales sobre los mecanismos de resistencia a *Empoasca* Se encontraron otras diferencias interesantes en los conteos de población cuando las accesiones resistentes y susceptibles de *P acutifolius* se ensayaron por pérdidas en rendimiento algunos de estos materiales se usarán en el futuro para este tipo de estudios básicos

El proyecto de mejoramiento *Empoasca* entró este año al cuarto ciclo de cruzamientos Bajo una altísima infestación de insectos (140 ninfas/hoja y 89 adultos/planta) se seleccionaron 323 plantas individuales de las 123 poblaciones de F₂ Se consideraron secundarios los tipos de grano comercial no negro y no

mulatino con resistencia a la roya y al anublo bacterial Actualmente se dispone de progenies resistentes al saltahoja de grano con otros colores comerciales

C d 14 I m d d d t p l p t g d y
p t t l t h j (E f k) y
pe d d d t d m t l F₄ de f j l
l d p t l pl ga CIAT
P lm a 1980B

Ide t f ca	C l d l m ll	R d m e t (kg/h)		I d d d m t ()
		C p t on	S p t o	
EMP 81	C ema	2385 b	1978 a	16.8
EMP 90	C fe	2115 d	1497 b	28.6 b
EMP 83	C f	1716 de	1215 b d	30.5 b
FMP 89	C ma	1923 d	1290 bcd	31.8 bc
EMP 84	N g	3278	2112	35.7 b
EMI 94	P p	1903 d	1160 bcde	36.3 bc
EMP 92	Bl	1456	908 ef	39.1 b
EMP 93	Bl	1912 cde	1048	43.7 b
FMP 82	N g	2774 b	1467 bcd	46.8 b
EMP 85	Am ll	2059 d	1077 d	47.2 b
ER 5029.6	R j	2252 b d	1093 cde	57.1 b
EMP 70	C ma eg	2187 cd	1539 b	28.9 bc
ICA Iu	N g o	1954 d	882 f	54.3 b
ICA B	Bla c	2102 d	941 f	55.7 b
BAI 41	R jo	2120 d	605 f	70.4

V l d t d l l m g d p l m mal d f re
g fcat m l l d 5
T t g m j d T t g med T g p bl

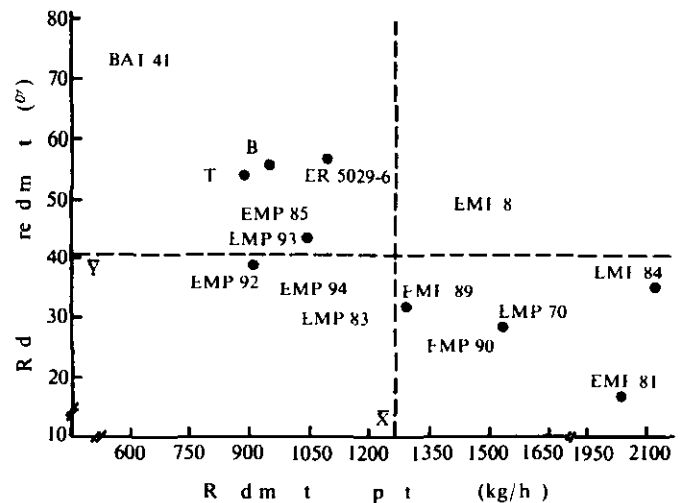


Fig 7 R l o l nd m nt p t y l
p nt j d l d on d m t us d p l
l h j (Emp as kra m i) n l F₄ d f jol
ele n d po ia CIAT P lm 1980

Cu d 15 P m d d p bl d f y d lt d saltahoja
 (En p a k) m t l d f j l F4 sel
 d p t CIAT P lm 1980B

Id nt fca	N f /h ja	Adult s/planta
EMP 82	83	42 b
EMP 85	74 b	45
BAT 41	74 b	41 bcd
EMP 84	69 b	43 b
EMP 93	65 b d	40 b d
ICA T	64 b d	46
ICA Bu	60 b d	34 bcd
EMP 70	58 b d	38 ab d
ER 5029 6	55 d	34 ab d
EMP 90	52 d f	38 abcd
EMP 92	50 d f	29 cd
EMP 81	49 d f	35 abcd
EMP 83	46 fg	38 abcd
EMP 89	37 fg	32 b d
EMP 94	32 g	28 d

V l re d d l l m seg d p l misma l tra on d f re
 g f m l d 5
 T g p bl T g m d T g m j rad

Arañita Roja

Después de desarrollar una metodología confiable de evaluación para la arañita roja (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979) se estudiaron más de 500 materiales en condiciones de campo. De estos se seleccionaron 81 para evaluaciones futuras y se usaron cinco para estudiar los posibles mecanismos de resistencia a *Tetranychus desertorum*. En el laboratorio el ciclo de vida completo de *T. desertorum* duro dos días más (12 26 días) cuando se criaron en el material resistente BAT 93 el patrón de oviposición y la longevidad del adulto fueron afectados significativamente por este material. La mortalidad total en BAT 93 fue 30% más alta que en el control susceptible ICA Pjao. Estos resultados confirmados tanto bajo condiciones de invernadero como de laboratorio sugieren que la antibiosis puede jugar papel como un mecanismo de resistencia a *T. desertorum* en frijol.

Rendimiento y Arquitectura de la Planta

Se busca una reducción general en el tamaño del follaje en la longitud de los entrenudos y en el tamaño de las vainas en los tres hábitos de crecimiento de los frijoles arbustivos. El objetivo es aumentar el número de vainas y semillas por planta, dos características altamente asociadas con el rendimiento en granos. Se desarrollaron

cuarenta líneas a partir de cruzamientos realizados en 1978 en algunos de estos fue posible transferir las principales características arquitectónicas mencionadas antes a las líneas resistentes a BCMV con mejores tipos de grano. Aunque ninguna de tales líneas tiene rendimientos excepcionalmente altos, todas son mejores que los progenitores originales.

Se espera que los programas nacionales puedan usar estos materiales directamente o como progenitores en cruzamientos para aumentar al máximo el potencial de rendimiento de cultivares comerciales y para mejorar la expresión de características específicas.

Entre las líneas que muestran una o más características positivas están líneas A 55 y A 56 con ramificación reducida y erecta, A 132 y A 133 con entrenudos cortos A 199 (Tipo I) con 10 o más nudos en el tallo principal y las líneas A 64 a A 68, A 152, A 153, A 154, A 155, A 156, A 157 y A 201 que combinan follaje reducido, entrenudos cortos y ramas erectas.

Tolerancia a Suelos Moderadamente Ácidos

La metodología de mejoramiento por selección de materiales eficientes en el aprovechamiento de suelos con niveles bajos en P y tolerantes a suelos con niveles moderadamente altos de Al y Mn se ha descrito previamente (CIAT Informe Anual 1978 y CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979).

A finales de 1979 las líneas mejoradas ensayadas por rendimiento en el EP 1979 se ensayaron por eficiencia en P. Los rendimientos fueron generalmente altos, pues variaron de 700 a 2300 kg/ha en las parcelas con bajo contenido de P y de 900 a 3100 kg/ha en parcelas con alto contenido de P, pero de todas maneras el método de selección permitió distinguir entre materiales eficientes e ineficientes. En forma similar a lo observado el año pasado, los 10 materiales más eficientes para suelos pobres en P y tolerantes a suelos moderadamente ácidos fueron todos negros o de semilla de color diferente al rojo (Cuadros 16 y 17).

Líneas tales como EMP 28, BAT 458 y Carioca estuvieron entre las 10 mejores en la evaluación combinada para tolerancia a suelos ácidos (Figura 8). Se confirmó el informe del año pasado de que plantas eficientes en el uso de suelos pobres en P no eran necesariamente tolerantes a Al y Mn moderadamente altos.

C d 16 R p t d m t l pl d d l d
 P l 10 m t l d i j l m f c t u e l s
 b j t d d l m d l 10 d s a t r a d
 A l C I A T Q l h 1979 B

Id t f a	C l d l m l l	H b t d c m t	R d m n t d f j l (kg/h) l p l a	F a t o r e p u e t a P
			22 kg/h d P	132 kg/h d l

Ca a C m y d	III	2558	3129	23
BAT 449 N g	II	2543	3045	20
EMP 28 C m	II	2216	2739	21
BAT 115 N g	II	2155	3063	36
A 22 C m	III	2107	2824	29
BAT 458 N g	II	2061	2717	26
BAT 450 N g	II	2057	2715	26
BAT 263 N g	III	2049	2660	25
BAT 317 C m	II	2011	2698	28
BAT 76 N g	II	1977	2436	18

$$F t p = \frac{R d l P d b a j P}{T l u a d l s a b j d P}$$

C d o 17 R p t d m t d e l d s a t r a d
 A l b t d l 10 m t l m t l t e l s
 m d d m t l t d A l y M l l C I A T
 Q l h 1979 B

Id t f c n	C l d l m l l	H á b t d m t	R d m n t d l f j l (kg/ha)	F a c t d p t a
			sat de Al	
			65%	10%

BAI 64 N g	II	616	2394	32
BAI 520 N g	II	555	2297	32
BAI 458 N g	II	555	2717	39
C C y d	III	472	2311	33
C 3645 N g	II	466	2354	34
EMP 28 C m	II	457	2739	42
S t y 45 N g	II	456	2584	39
A 25 C f m t d	III	452	2446	36
BAI 518 N g	II	450	2806	43
BAI 470 N g	II	450	2406	36

$$f p = \frac{R d m e s R d m e s p A l M}{\Delta s n d A l (- p A l M)}$$

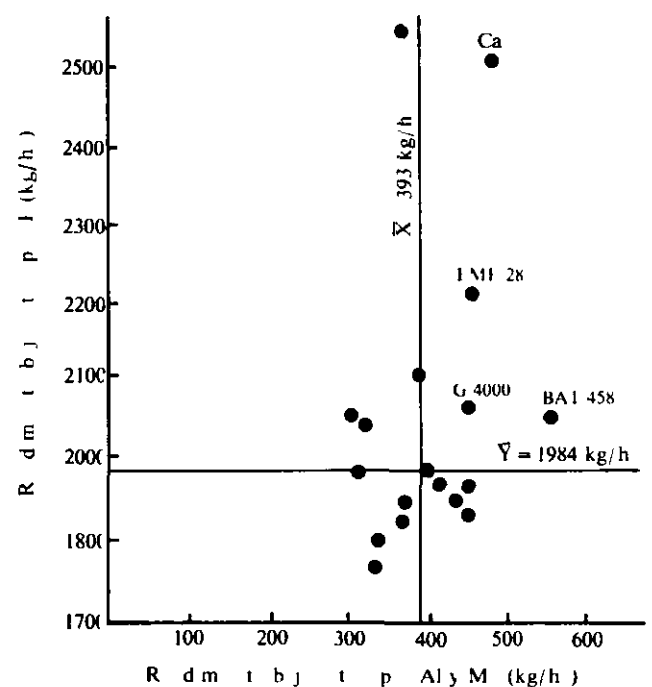


Fig 8 E l o h d d d m t p m t l d f j l l l l j t l n d w d l o n d d n t d

Niveles de estrés para evaluaciones Un material eficiente (G 4000) y tres ineficientes (ICA Pjao Diacol Calima y BAT 54) se compararon bajo ocho niveles de aplicacion de fertilizantes fosforados (de 0 a 704 kg/ha de P) El experimento se realizo en un suelo similar al de CIAT Quilichao en proximidades de esta

Todos los materiales respondieron a las aplicaciones adicionales de P Veintiun dias despues de la germinacion las plantas eficientes parecian más pequeñas que las ineficientes pero en la epoca de floración las primeras estaban ligeramente mas vigorosas es pecialmente en el desarrollo del tallo Los datos sobre los pesos de las hojas y los tallos a los 21 dias despues de la germinacion y a la floracion confirmaron este patron de desarrollo en ambos tipos de planta

El indice total del area foliar (LAI) mostro pocas diferencias entre las plantas eficientes e ineficientes a niveles más bajos de P pero por encima de 88 kg/ha de P las plantas eficientes produjeron unos LAI ligeramente mas altos Este hecho indica que el desarrollo vegetativo no se puede usar como un parametro para distinguir entre los materiales que son eficientes o ineficientes para aprovechar el P del suelo

Dentro del rango de estrés en el sitio experimental (0 33 kg/ha de P o 0 75 kg/ha de P₂O₅) la línea eficiente G 4000 excedió en rendimientos a las líneas ineficientes (Figura 9) En los dos niveles más bajos de P aplicado Diacol Calima produjo rendimientos similares a G 4000 esto se puede explicar por el tamaño de semilla grande cuyos cotiledones suministran suficiente P durante el crecimiento temprano el tamaño grande de la semilla es común en muchas variedades comerciales de América Latina

Las diferencias en rendimiento a los niveles más bajos de P son muy pequeñas sin embargo entre 22 y 23 kg/ha de P (50 y 75 kg de P₂O₅) tales diferencias son lo suficientemente grandes para la selección El rendimiento aumentó con aplicaciones de P hasta de 352 kg/ha lo que indica que el nivel sin estrés de 132 kg/ha de P establecido en evaluaciones previas aun permite una respuesta a la fertilización adicional con P

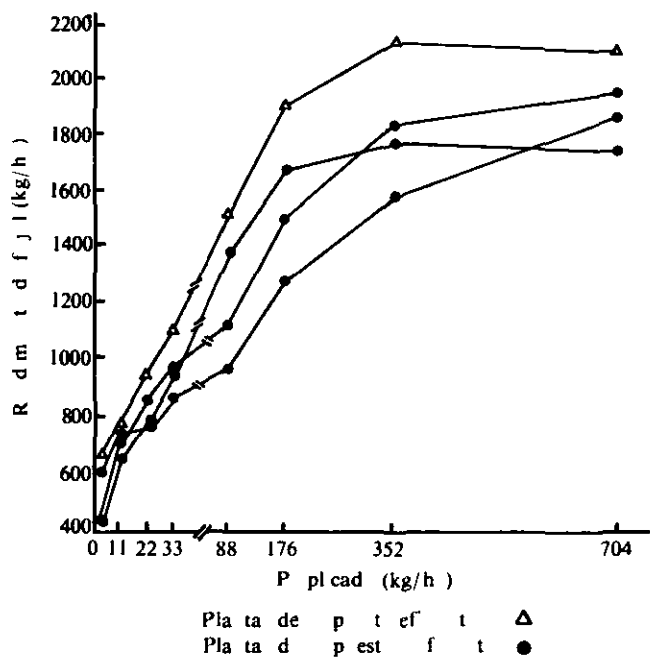


Fig 9 P t n d d m n t d e p l n t a s d f r i j o l f n t n f t e n p u t l P p l d u d h d n u n u l m d a d m t d

Contenido y absorción de P en plantas de frijol Al aumentar la tasa de fertilización con P aumentó el contenido del mismo en hojas tallos paredes de la vaina y semillas de las plantas eficientes e ineficientes a los 21 días después de la germinación a la floración y a la madurez fisiológica No se encontraron diferencias significativas en el contenido y la absorción de P entre los dos tipos de

plantas pero se observó una tendencia consistente Las plantas eficientes tuvieron a los 21 días después de la germinación más P en las hojas pero la absorción de este elemento fue más baja el contenido y la absorción de P fueron más altos en los tallos a la floración y en la madurez fisiológica El contenido y la absorción de P en la pared de la vaina fueron los mismos en ambos tipos de plantas en la semilla los contenidos de P fueron los mismos pero la absorción fue más alta en las plantas ineficientes

Se puede concluir que a niveles bajos de P en el suelo (<33 kg/ha de P aplicado) los materiales eficientes absorben menos P pero producen rendimientos más altos que los de los materiales ineficientes (Figura 10)

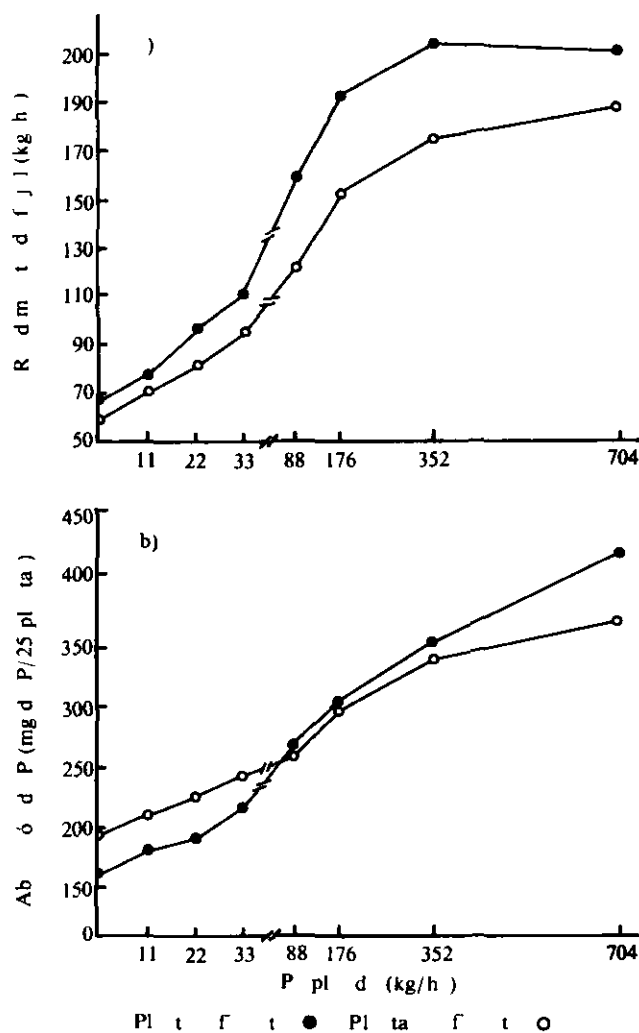


Fig 10 R n d m n t d f r i j o l (a) y b ó n d e P (b) n l n f t i n f n t s u p s t l P a p l c a d o u a d h a n d n u l m d a d m n t d u d

Mejoramiento genético para tolerancia a suelos moderadamente ácidos Las 22 líneas avanzadas que se desarrollaron a partir de los cruzamientos realizados en 1978 son de tipos de grano brasilenos similares a Carioca o Mulatinho (ver Cuadro 4) Algunas de éstas son líneas derivadas de cruzamientos en los cuales ambos progenitores fueron tolerantes a suelos con bajo contenido de P La hibridación más extensa en este proyecto se ha postergado hasta que las líneas de los cruzamientos anteriores se hayan evaluado a fondo en CIAT Quilichao y en CIAT Popayan para medir el avance bajo selección

Los nuevos cruzamientos efectuados en 1980 se diseñaron para combinar tolerancia a bajo contenido de P con resistencia a antracnosis mancha angular de la hoja y anublo bacteriano común

Tolerancia a la Sequía

La selección de líneas tolerantes a la sequía continuó en 1980 usando como criterios el porcentaje de reducción en rendimientos y la sumatoria de los diferenciales de la temperatura de la cobertura foliar ($\Sigma \Delta T^{\circ}C$) durante el período de sequía

En el pasado la variación del suelo encontrada en el campo había causado problemas Entonces se usó un diseño de bloques al azar concatenados para eliminar esta variación con la ayuda de la unidad de Estudios Agroecológicos se preparó un programa de computador para este diseño experimental con el fin de permitir la evaluación de un gran número de líneas El diseño eliminó el 16% de la variación del suelo encontrada normalmente

en el campo Los resultados para las líneas que se muestran tolerantes a la sequía se presentan en el Cuadro 18

Factores asociados con la reducción en rendimientos En CIAT Palmira se realizó un experimento para determinar los factores asociados con la reducción en los rendimientos por estrés de sequía se buscaba información para ayudar en la evaluación de las poblaciones segregantes para tolerancia a la sequía

En el experimento se sembraron 10 líneas variables en su tolerancia a la sequía de manera que florecieran al mismo tiempo al comenzar la floración la irrigación en las parcelas sometidas a estrés se suspendió por 15 días Los datos fisiológicos se registraron semanalmente durante el período total de crecimiento de la planta

Los resultados aparecen en el Cuadro 19 en orden ascendente con respecto a la reducción de rendimiento Todos los datos del cuadro son diferencias porcentuales entre los lotes testigo y los lotes sometidos a estrés Hubo una reducción general en la duración del área foliar (LAD) casi igual para todas las líneas que posiblemente fue la responsable de una reducción básica no menor del 30% en el rendimiento para algunas líneas la reducción fue aun mayor La disminución en el rendimiento mayor de la proporcional al LAD varió fuertemente de una línea a otra desde cero en BAT 66 hasta un 33% de reducción adicional en G 3776 Esta variación en la habilidad del follaje para producir en condiciones de estrés parecería estar genéticamente determinada y tal vez se podría explotar en los programas de mejoramiento

Cuadro 18. Líneas de maíz (P. l.) que se toleran a la sequía según el porcentaje de reducción en rendimiento y la sumatoria de los diferenciales de la temperatura de la cobertura foliar ($\Sigma \Delta T^{\circ}C$)

Identificación	Rendimientos (kg/ha)		Reducción de rendimiento (%)	$\Sigma \Delta T^{\circ}C$	Clasificación	
	Testigo	Baja sequía			Reducción de rendimiento (%)	$\Sigma \Delta T^{\circ}C$
G 5743	2389	2310	3.3	28.9	1	3
A 54	2644	2292	13.3	32.7	2	8
BAT 336	2519	2028	19.5	38.6	7	10
BAT 258	2411	1844	23.5	31.0	12	7
A 27	2987	2126	28.8	27.9	18	2
BAT 131	1932	1391	28.0	25.5	19	1
Régimen			33.937	25.51231	1216	1216
DMS (0.01)			25.6	31.4		

Temperatura 23 días de sequía

Cuadro 19. Parámetros de crecimiento y rendimiento por planta de maíz en condiciones de sequía.

Identificación	Rendimiento (g/m ²)	LAD (cm)	Rendimiento/LAD (g/cm)	Reducción de temperatura (ΣΔT) (°C)	Reducción de temperatura (°C)	Número de espigas/planta	Número de granos/planta	Número de vainas/planta	Número de semillas/planta	Producción de biomasa (g/planta)	Producción de biomasa (g/m ²)	Índice de eficiencia de área foliar	Índice de eficiencia de área foliar	Tasa máxima de crecimiento (g/m ² /día)	Tasa máxima de crecimiento (g/m ² /día)
BAT 83	33	29	6	30	27	11	31	0	9	7	37	0	20	14	28
BAT 66	39	40	0	27	35	29	24	42	11	0	33	0	30	39	23
C 4459	42	30	18	28	38	8	32	17	3	7	39	13	18	21	22
G 4495	51	29	33	43	44	28	43	13	8	5	56	12	12	6	41
G 4445	55	32	35	57	50	19	48	15	2	13	64	8	14	19	48
BAT 71	57	30	33	46	53	24	24	81	0	6	36	14	19	30	44
BAT 70	58	42	29	42	55	3	30	62	2	12	47	4	40	34	61
G 2005	59	23	47	44	54	14	48	31	27	11	48	3	2	5	46
G 0076	62	34	41	47	61	5	35	49	16	38	49	40	28	9	62
G 3776	69	36	53	49	70	25	44	72	14	41	62	38	28	12	67
				91		76	87	77	63	91	88		62	73	92

LAD Diferencia de temperatura (ΣΔT) / LAD. Sumatoria de las diferencias de temperatura (ΣΔT) de la cobertura foliar. Rendimiento por planta (g/planta). Producción de biomasa por planta (g/planta). Índice de eficiencia de área foliar. Tasa máxima de crecimiento (g/m²/día).

Para todas las líneas del Cuadro 19 el LAD se redujo con el tratamiento de estrés, hubo sin embargo diversidad genética entre las líneas. Existe una alta correlación entre las pérdidas en rendimiento y la reducción del área foliar ($R^2=0.96$) por una parte y entre aquella y la relación rendimiento/LAD ($R^2=0.93$) por la otra. Esta última es una medida de eficiencia del área foliar. Los datos anteriores sugieren un marcado efecto del estrés por sequía sobre la eficiencia de la fotosíntesis y sobre la senectud de la planta.

La medida de la eficiencia fotosintética es una actividad que consume mucho tiempo. Por lo tanto, las líneas que mostraron ser tolerantes a la sequía a través de la evaluación descrita arriba se podrían probar más adelante por eficiencia fotosintética bajo estrés para determinar los mejores progenitores posibles para un programa de mejoramiento.

Puesto que rendimiento/LAD mide la eficiencia del área foliar, esta da un buen estimativo de los efectos residuales de otros componentes fisiológicos y morfológicos que inciden en la reducción de rendimientos por estrés. El rendimiento por LAD estuvo altamente correlacionado ($R^2=0.91$) con la sumatoria de los diferenciales de temperatura ($\Sigma\Delta T$) de la cobertura foliar. El valor de $\Sigma\Delta T$ es un índice del estrés que soporta cada parcela sometida a ese tratamiento durante el período respectivo (CIAT Informe Anual 1978). Los principales componentes morfológicos que resultan afectados por la disminución en la eficiencia del área foliar son el número de vainas con semillas, la tasa de crecimiento del grano (GGR) y el peso de la semilla. La tasa de crecimiento del grano disminuyó de 10.5 a 8.5 para la línea tolerante y de 16.5 a 5 para la línea susceptible (Figura 11).

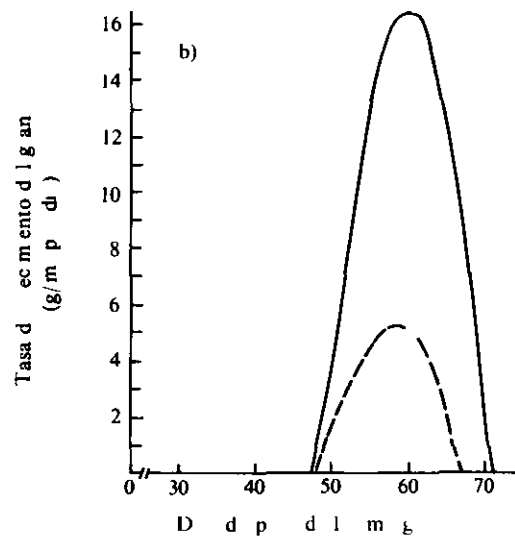
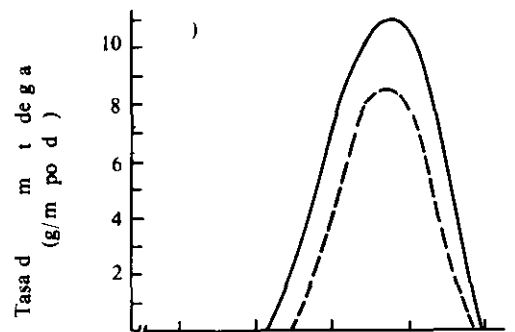


Figura 11. Tasa de crecimiento del grano (g/m²/día) en función de los días post-floración (D d p d l m s) para líneas tolerantes (a) y susceptibles (b) a la sequía. Línea sólida: Tolerante a la sequía (BAT 83). Línea punteada: Susceptible a la sequía (G3776).

Estos datos confirman el efecto del estrés de sequía sobre la eficiencia fotosintética y posiblemente sobre la distribución del fotosintato en la planta. Es interesante anotar que aunque la sequía afecta la tasa de crecimiento del cultivo no incide mucho en la reducción de la eficiencia del área foliar (rendimiento/LAD). Esto se debe a la alta diversidad genética para GGR que existe en el germoplasma.

Variabilidad de la Hibridación Interespecífica

Viabilidad y fertilidad en cruzamientos interespecíficos Se continúa la investigación para determinar los factores que influyen en la viabilidad y la fertilidad de los cruzamientos de *P. vulgaris* x *P. coccineus* y las maneras de aliviar estos problemas.

La viabilidad y la fertilidad en la generación F₁ se discutieron el año pasado (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979). Los factores importantes fueron por una parte las subespecies de *P. coccineus* implicadas en el cruzamiento (los cruzamientos de la F₁ de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subespecie *polyanthus* son más

viabiles y más fértiles comparados con los cruzamientos de la F₁ de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subespecie *coccineus*) y por otra la combinación de progenitores.

Los resultados de este año confirmaron esas conclusiones para la generación F₂ la cual presenta una segregación muy importante tanto para viabilidad como para fertilidad. El Cuadro 20 muestra como la germinación en este caso fue más baja que la de los materiales intraespecíficos y algunas de las plantas no produjeron ninguna semilla (ya sea porque no alcanzaron el estado de floración o porque sus flores permanecieron estériles). La proporción de plantas productoras de semillas fue más alta en las progenies F₂ de *vulgaris* x *polyanthus* pero existió variación de acuerdo con la combinación de progenitores especialmente en las progenies de *vulgaris* x *coccineus*.

La producción de semillas varió considerablemente de acuerdo con los tipos de cruzamientos (*vulgaris* x *coccineus* vs *vulgaris* x *polyanthus*) y la combinación de progenitores (Figura 12). En promedio las progenies F₂ de *vulgaris* x *polyanthus* fueron alrededor de cinco veces más fértiles que las progenies F₂ de *vulgaris* x *coccineus*. En algunas progenies se observaron plantas muy fértiles.

Cuadro 20. Viabilidad y fertilidad de progenies F₂ de cruzamientos de *Phaseolus vulgaris* x *P. coccineus* y de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subespecie *polyanthus*.

Cruzamiento	Número de semillas sembradas	Número de semillas germinadas	Plantas florecidas	Plantas fértiles	Plantas productoras de semillas
<i>vulgaris</i> x <i>coccineus</i>					
Nep 2 x NI 132	52	34	14	10	10 (19.2%)
NI 161 x NI 191	11	6	2	1	3 (27.3%)
NI 161 x NI 2	29	23	6	8	9 (31.0%)
NI 161 x NI 229	76	68	23	28	27 (35.5%)
ICA Palma x NI 2	13	9	1	2	6 (46.1%)
PI 310805 x Publ 56-C	29	25	4	5	16 (55.2%)
Total	210				
Promedio		78.6	23.8	25.7	33.8
<i>vulgaris</i> x <i>polyanthus</i>					
NI 161 x PI 201304	56	39	4	3	32 (57.1%)
PI 165078 x NI 490	88	64	4	5	55 (62.5%)
ICA Pj x NI 490	67	51	5	4	42 (62.7%)
G 2047 x PI 201304	328	279	24	29	226 (68.9%)
Total	539				
Promedio		80.3	6.9	7.6	65.9

m d m p j d l l d m ll mb d

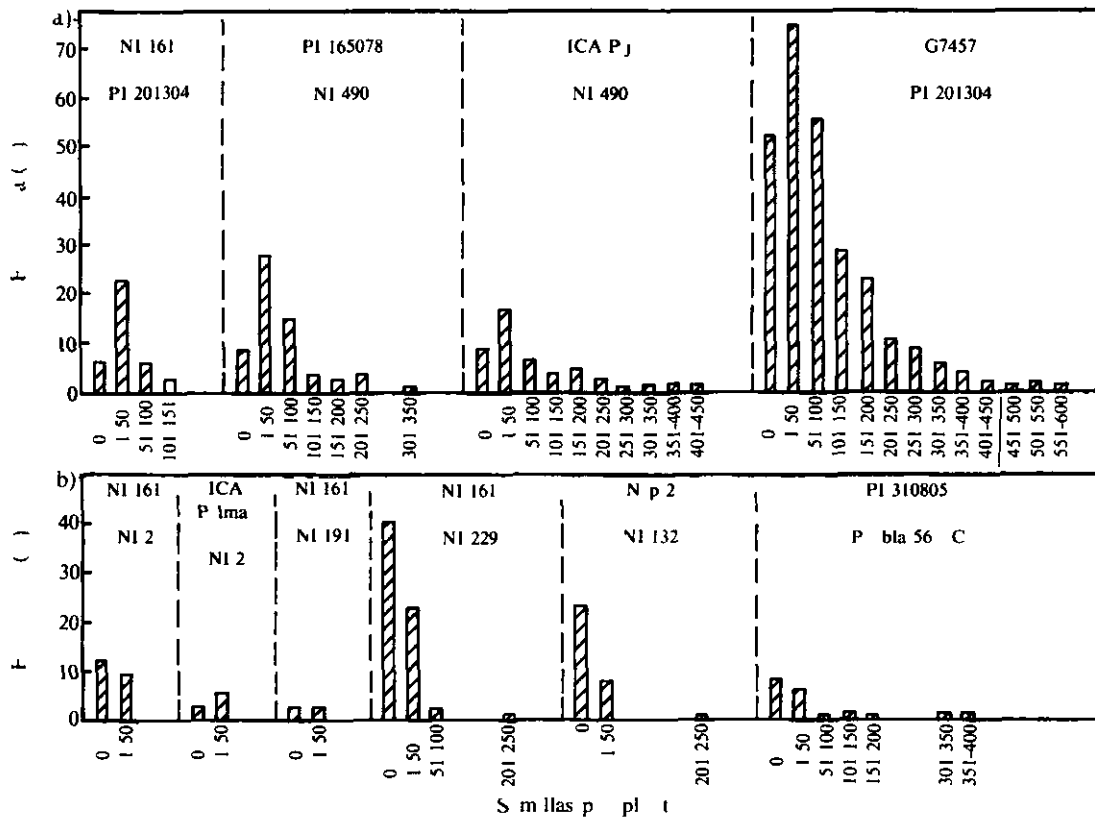


Fig. 12 Distribución de la producción de semillas en la F₂ de los cruces (a) *Phaseolus vulgaris* y (b) *Phaseolus vulgaris* x *Phaseolus coccineus*.

En pruebas anteriores el tamaño de las poblaciones de la F₂ siempre fue muy bajo por eso se realizaron esfuerzos para aumentar la producción de las plantas de F₁. En este aspecto se sabía que la autopolinización manual (sacudiendo ligeramente las flores para que los granos de polen entren en contacto con el estigma) aumenta significativamente la producción de las progenies de F₁ (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979). El año pasado se obtuvo un incremento adicional al sembrar directamente en el campo las progenies F₁ a densidades muy bajas (1 x 1m) en vez de sembrar en la casa de malla los aumentos variaron de seis a ocho veces más para la progenie de *vulgaris* x *coccineus* y de cuatro a 13 veces más para los cruces de *vulgaris* x *polyanthus*.

Mediante la combinación de autopolinizaciones manuales y siembra en el campo se obtuvo una abundante producción de semillas a partir de algunas combinaciones de genotipos progenitores. Las poblaciones grandes de F₂ permitirán una evaluación más significativa de los potenciales de estos cruces interespecíficos.

Variabilidad de progenie Se ha continuado la investigación sobre la variabilidad generada en las progenies. Los resultados preliminares sugieren una fuerte selección diferencial contra los caracteres de *coccineus* cuya intensidad parece depender de la combinación de los dos progenitores involucrados por otro lado las plantas que mostraron mayor número de caracteres de *coccineus* produjeron progenies de menor viabilidad y fertilidad que las plantas con menor proporción de esos caracteres.

Un carácter adicional potencialmente útil – un hipocotilo y epicotilo grandes – fue observado y ensayado. Este carácter asociado con la resistencia al volcamiento puede reducir la transmisión de enfermedades del suelo al follaje reduciendo así la pérdida de rendimiento por pudrición de vainas. Este material es un ejemplo de una nueva variación ya que ningún progenitor expresó este carácter con la misma intensidad.

Se están realizando actualmente o serán iniciados proyectos específicos de cruces para arquitectura.

de las plantas resistencia a un complejo de enfermedades de las altiplanicies de Guatemala y resistencia al virus del mosaico dorado del frijol

Fijación de Nitrógeno

El mejoramiento genético para aumentar la fijación de N_2 en cultivares de frijol arbustivo agrónomicamente aceptables se inició en 1978. En 1980 se iniciaron dos ciclos más de selección y cruzamiento en el invernadero en Popayán y CIAT Quilichao se inició la evaluación en el campo de los materiales de F_2 , F_3 y F_4 .

En la fase de invernadero se realizaron 202 cruzamientos nuevos en 1980. Muchos de estos cruzamientos se hicieron entre materiales híbridos activos en la fijación de N_2 y líneas agrónomicamente promisorias pero no necesariamente activas en la fijación de N_2 escogidas del vivero EP. Para facilitar la introducción de estas nuevas fuentes de genes en las poblaciones desarrolladas por fijación de N_2 las líneas EP se cultivaron en un suelo rico en N sembrándolas una semana después de los otros materiales y se utilizaron como el progenitor femenino de los cruzamientos. En CIAT Quilichao y Popayán se están evaluando 114 líneas de selecciones de plantas individuales de poblaciones de F_2 y F_3 para fijación de nitrógeno y resistencia a antracnosis. Las pruebas de confirmación para resistencia a BCMV mostraron que todas las líneas excepto seis eran resistentes.

Factores Nutricionales y de Calidad

El Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos evalúa la calidad de todos los materiales de interés para el Programa en cuanto a valor nutritivo y factores de aceptabilidad por parte del consumidor. Esta evaluación ha comprendido los siguientes factores: contenido de proteína, absorción de agua, tiempo de cocción, espesor del caldo, sabor, almacenamiento y aceptabilidad generalizada por parte del consumidor.

Además de vigilar esos factores de calidad en los frijoles seleccionados para pruebas avanzadas durante 1980 se dio énfasis a la investigación del problema del endurecimiento de la testa en frijoles deficientemente almacenados y en la metodología para conducir encuestas limitadas sobre preferencias del consumidor. También se estudió el uso de la harina de frijol como un componente de alimentos baratos ricos en proteína.

Evaluaciones de Calidad

Es importante combinar factores de calidad tales como alto contenido de proteína y corto período de cocción con selección por factores agrónómicos. Dentro de las líneas EP de 1980 se observaron las siguientes tendencias durante varios estudios específicos:

La selección por alto potencial de rendimientos no afectó adversamente el contenido de proteína de la semilla (coeficiente de correlación $r = 0.104$).

La selección por tamaño grande de la semilla no se relacionó significativamente con el contenido de proteína de la misma (en rangos de peso superiores a 14.2227 g por 100 semillas).

A partir de información preliminar la selección por resistencia a plagas y enfermedades no pareció ser una selección contra el contenido de proteína de la semilla.

La selección de materiales para el IBYAN de 1980 fue neutral tanto para el contenido de proteína como para el tiempo de cocción pero mostró una tendencia bastante fuerte contra la testa dura en la semilla la cual se discutirá luego.

En estos estudios se tuvieron en cuenta el efecto de las condiciones de almacenamiento y el desarrollo de dureza en la testa de la semilla se tuvo especial cuidado para obtener semillas recientemente cosechadas de modo que se pudiera evitar la variabilidad por almacenamiento bajo condiciones no controladas.

Efectos del período de almacenamiento y temperatura

Se probó por factores de calidad un grupo de 30 líneas de grano de toda clase de colores dentro de los siete días siguientes a la cosecha y también después de ocho meses de almacenamiento a una temperatura de 25°C (en bolsas laminadas selladas para mantener la humedad de las semillas al 12%). Un segundo grupo de 50 líneas se probó dentro de siete días después de la cosecha y luego cada siete días durante el almacenamiento a 40°C de temperatura hasta los 49 días. En casi todas las líneas estudiadas el tiempo de cocción fue de 30 minutos para los materiales recientemente cosechados y osciló entre 30 y 70 minutos para aquellos con ocho meses de almacenamiento.

En estos estudios se demuestra la validez de la prueba del almacenamiento acelerado desarrollada el año pasado (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979). Una

línea que durante 49 días de almacenamiento a 40 C requirió un tiempo de cocción de 115 minutos necesitó 100 minutos de cocción después de ocho meses de almacenamiento a 25 C (Figura 13) Líneas que subieron en tiempo de cocción a 70 minutos después del almacenamiento acelerado tuvieron un tiempo de cocción de 60 minutos después de ocho meses de almacenamiento normal Se encontró un grupo intermedio de líneas con tiempos de cocción de 90 a 100 minutos después del almacenamiento acelerado y de 70 minutos después de un almacenamiento normal más largo El tiempo de cocción determinado después de 28 días de almacenamiento acelerado fue un pronosticador excelente para tiempos de cocción después de un almacenamiento a largo plazo Se propone que esta prueba estandarizada se use con todas las líneas para estimar los tiempos de cocción que probablemente serán requeridos para fines comerciales

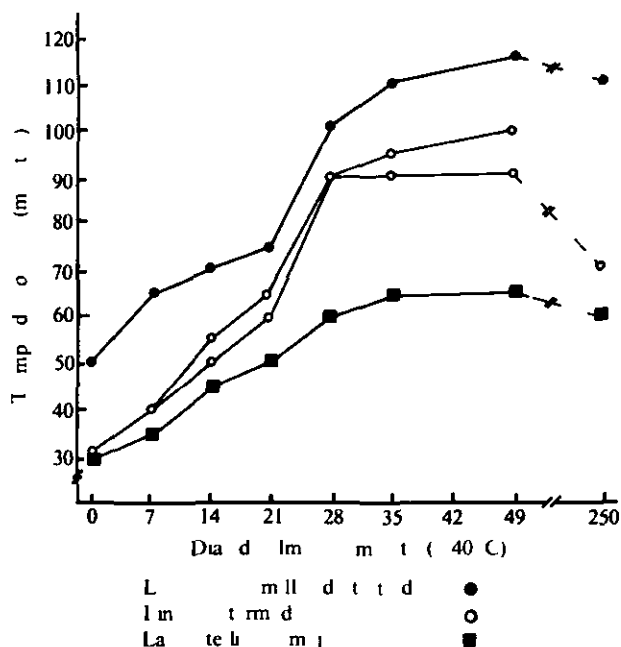


Figura 13 Efecto del tiempo y de la temperatura de almacenamiento en un grupo de 50 líneas del EP de 1980 cuyas semillas secas (12% de humedad) se almacenaron a 12 C y 30 C por dos y cuatro meses respectivamente Las semillas almacenadas a 12 C tuvieron solo pequeños aumentos en el tiempo de cocción de 30 a 35 minutos aun después de cuatro meses de almacenamiento las semillas almacenadas a

temperaturas más altas mostraron tiempos de cocción casi dobles y triples a los dos y cuatro meses respectivamente

Aunque los periodos de cocción cambiaron ni el tiempo de almacenamiento ni la temperatura causaron un cambio significativo en el espesor del caldo Un panel de pruebas de sabor compuesto de ocho miembros evaluó los cambios en el sabor y en la textura después de la cocción para las 50 líneas citadas anteriormente el sabor no estuvo estrechamente relacionado con el tiempo de cocción y predominaron las diferencias varietales

La correlación entre el sabor y la dureza de la testa de la semilla fue altamente negativa ($r = 0.611$) en los materiales cuya calidad se había deteriorado notablemente No fue posible separar claramente el factor textura del cotiledón de la textura de la testa y por lo tanto no se observó la correlación positiva esperada entre el tiempo de cocción y la presencia de una testa dura en la semilla ($r = 0.107$)

Absorción de agua Se ha encontrado que las diferentes medidas probadas por el CIAT para determinar la calidad del frijol no están esencialmente relacionadas a excepción de la absorción de agua durante un periodo inicial de remojo de cuatro horas y el tiempo de cocción subsiguiente (Cuadro 21) en el caso de las 30 líneas de los EP de 1980 cuidadosamente almacenadas como semillas recientemente cosechadas el coeficiente de correlación para estos dos factores fue de -0.564

Co t e d d e p o t e b r d e g u a 0 095
 Co t d d p t e t m p d o c 0 216
 C t d d p t p t j d c a l d 0 109
 T m p d o p t a j d c a l d -0 240
 T m p d o b d g u a -0 564

C l d l m m t	I P d 1980 l m c e d d p é s d l a	sech d r a t	mate rial
och m se 25 C	La m m l m d d		
rec m	sech d i m l a	Lo l p r a	basad
f m l g m f	g f c a v a m t d f r e d l		
l d d d l f	f f m		

Para el grupo de los 160 materiales EP de 1979 un análisis de regresión múltiple indicó que 67% de la variación en el tiempo de cocción se debió a absorción inicial de agua Tanto la absorción de agua como el tiempo de cocción se relacionaron con el almidón señalando el papel de la estructura de este en las propiedades de cocción de los frijoles En este mismo grupo de materiales ni el tamaño de las semillas ni el color afectaron significativamente el tiempo de cocción

Dureza de la testa La dureza de la testa un fenomeno no relacionado con el almidon tiene considerable efecto sobre la absorcion de agua por el frijol durante el periodo inicial de remojo de cuatro horas Una linea con testa dura absorbio 40% menos de agua que ocho lineas normales en otro grupo de materiales almacenados durante ocho meses el promedio de absorción de agua (medida como porcentaje del peso seco de la semilla) fue de 59% para semillas sin testa dura y de 21% para las semillas de testa dura Ni la proteina ni los rendimientos de las semillas fueron diferentes significativamente para estos dos grupos de materiales

La reduccion en la absorcion de agua se considera actualmente la medida mas sensitiva de la dureza de la testa puesto que este caracter tiende a desaparecer durante la prueba de coccion y no se puede determinar exactamente en la boca

De acuerdo con los conocimientos actuales los cambios que ocurren en la semilla de frijol durante el almacenamiento con respecto al tiempo de coccion y a la absorcion de agua se pueden resumir como sigue

Fase I o de semilla fresca el periodo de cocción es casi el mismo para la mayoria de las variedades y es independiente de la absorcion de agua Fase II o estado intermedio los periodos de coccion aumentan y llegan a estar relacionados con la absorcion de agua Fase III o de semillas con testa dura el periodo de cocción alcanza un maximo y ya no se correlaciona con la absorcion de agua

La seleccion que hacen los fitomejoradores del Programa de Frijol ha sido en contra de lineas que tienen testas duras aunque ese caracter de la semilla no se habia reconocido como diferente de otros caracteres para fines de seleccion Para el IBYAN de 1980 se seleccionaron 10 de las 43 lineas probadas y halladas sin testa dura y solamente dos entre 15 lineas que presentaron en endurecimiento de la testa

Aunque no estudiados extensivamente los tratamientos que se hacen a las semillas con aceites comestibles para reducir la infestacion de insectos durante el almacenamiento tuvieron marcada influencia en la absorcion de agua Despues de un periodo de almacenamiento de 49 dias a 40 C las semillas tratadas ya fuera con aceite de maiz o de soya retuvieron o aumentaron su nivel inicial de absorcion de agua las semillas no tratadas perdieron 45% de su capacidad de absorcion En este sentido el tratamiento con aceite impidio el endurecimiento de la testa en la variedad estudiada aunque desafortunadamente no redujo el tiempo de coccion (110 minutos despues de 49 dias de almacenamiento acelerado)

Hasta el momento las pruebas estandarizadas para calidad de frijol han sido bien caracterizadas y se pueden recomendar para usos de rutina en cualquier programa de evaluacion de calidad el procedimiento que se resume en el esquema de la Figura 14 incluye determinaciones de humedad de proteina y de las características de coccion (absorcion de agua tiempo de coccion espesor del caldo sabor y dureza de la testa) antes y despues de un almacenamiento de 28 dias a 40 C en una bolsa laminada De acuerdo con las experiencias del Laboratorio de Nutricion y Calidad de Alimentos del CIAT un tecnico puede realizar mas de 1200 de estas pruebas por ano

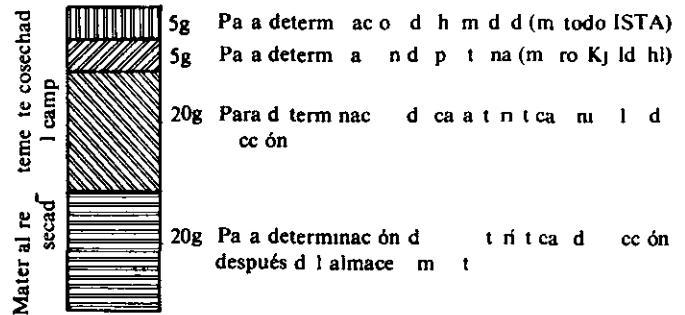


Fig 14 Procedimiento de pruebas estandarizadas para frijol. Incluye determinaciones de humedad, proteina y características de coccion (absorcion de agua, tiempo de coccion, espesor del caldo, sabor y dureza de la testa) antes y despues de un almacenamiento de 28 dias a 40 C en una bolsa laminada.

Encuestas entre Consumidores sobre la Utilización del Frijol

Estas tuvieron como objetivo principal definir y analizar aquellos factores que son importantes para las familias colombianas al seleccionar comprar y consumir frijoles un segundo objetivo fue desarrollar una metodología de encuestas que permitiera a cualquier programa de mejoramiento de frijol nacional o regional determinar sistemáticamente y a costos relativamente bajos los patrones de consumo y las preferencias del consumidor

Se realizaron dos encuestas en Cali y en Medellín que abarcaron 450 viviendas correspondientes a cerca de 2500 personas tambien se realizaron encuestas suplementarias en supermercados y en pequeños mercados locales para tener una idea mas clara de los habitos de compra de frijoles Las encuestas se basaron en informaciones anteriores y en experiencias previas cedidas por el grupo de mercadeo de Productos Quaker en Cali se efectuaron en áreas urbanas previamente caracterizadas por factores socioeconomicos distribuidas segun tres estratos

socioeconomicos de la poblacion asi un estrato alto que comprendio el 15% de la poblacion muestreada uno medio que comprendio el 35% y uno bajo que abarcó el 50% de la muestra

Se asumio que para la mayor parte de los patrones de consumo las diferencias entre los habitantes de una comunidad determinada (tomada como una ciudad o grupo de ciudades cercanas) serian relativamente pequenas se considero ademas que para los habitantes de diferentes regiones los patrones de consumo del frijol son muy diferentes y muy caracteristicos Se demostró que estas hipotesis son verdaderas Los principales resultados de la encuesta se dan en el Cuadro 22

C d	22 P f n d l f jole segun C l mb	m d y h b t ta l d	l t l z a d C a l y M d l l
F t			C l M d l l
1	V d q ut l z a f j l (%)		95 96
2	R p m l j l () preferencia personal alimento trit		44 79 15 59
3	F e c n a d u m (/ m) clase socioeconómica alta clase socioeconómica med a clase socioeconómica baja P m d		61 134 50 110 91 165 65 141
4	F m n q m l f j l () p p l		56 96 6 4 50 2
5	U d l l d p ()		80 89
6	I m p l d d b () p q m d l d m y g n d		6 25 41 63 44 6 20 9
7	C l p l d d b () j m t d bl g		74 27 23 81 25 21 9
8	V d d m l p l d () C gam t C l m M r t N m		17 92 40 23 6
9	Op ó b e l p d l f j l (/) l t m d a d k h j		13 51 48 36 40 13
10	C t d d m p d l (kg)		24 45

Se pusieron en evidencia diferencias precisas entre las preferencias de los consumidores de Cali y Medellin en Medellin se prefiere la variedad Cargamanto casi exclusivamente y se comen frijoles con una frecuencia dos veces mayor que en Cali aunque mas gente penso que eran costosos En ambas ciudades la gente come frijoles porque les gustan aunque un gran grupo de gente en Medellin reconocio su valor nutritivo Los frijoles se comen generalmente en forma de sopa con otros ingredientes en la mayoría de las viviendas se cocinan bajo presion y los periodos usuales de coccion informados fueron de media a una hora

El factor que parecio limitar el consumo de frijoles en Cali (y aun en Medellin donde mucha gente los come todos los dias) es que a la gente le gusta variar sus dietas Algunos manifestaron que si tuvieran a la disposición otras recetas de frijoles les gustaría ensayarlas Muchas amas de casa indicaron que les gustaria ensayar nuevos productos de frijol tales como harina (40 y 70% de las respuestas positivas en Cali y Medellin respectivamente)

Estas encuestas se pueden llevar a cabo con un grupo de seis entrevistadores y un supervisor en este caso se utilizaron estudiantes universitarios como entrevistadores y para realizarlas se necesitaron cuatro dias despues de la planeacion organizacion y adiestramiento iniciales Los metodos son directamente aplicables a otras areas se espera que los programas agricolas nacionales los utilicen para obtener una imagen más clara del consumo del frijol y de los patrones de preferencia

Progresos con la Harina de Frijol

El Laboratorio de Nutricion y Calidad de Alimentos estudia la posibilidad de usar harina de frijol como un sustituto para la harina de soya desgrasada en un producto nutritivo de bajo costo apto para programas subsidiados de alimentacion infantil

Existe el producto Colombiarina a base de arroz y soya semejante a la famosa Incaparina el cual se introdujo a Colombia en febrero de 1978 como parte del Plan Nacional de Alimentacion y Nutricion (PAN) Por otra parte está el Nutribueno un producto de arroz y harina de frijol formulado para aprovechar plenamente el valor nutritivo de sus dos componentes en cuanto a contenido de proteínas y balance de aminoácidos El laboratorio inicio pruebas con estos productos utilizando tambien un 100% de harina de frijol para propósitos comparativos

Los dos productos de cereal leguminosa Colombiarina y Nutribueno se probaron inicialmente en varias recetas en cuanto a sabor textura y apariencia (incluyendo color) en panes bunuelos y coladas no hubo diferencias significativas entre tales productos Por su parte las recetas hechas con 10 a 15% de harina de frijol en panes y bunuelos o con un 100% en coladas generalmente recibieron mayores puntajes especialmente en terminos de sabor Los estudios se dirigieron entonces a la pregunta 'Se puede utilizar la harina de frijol en una amplia gama de recetas como fuente de proteina de bajo costo que mejore el sabor y por lo tanto la aceptacion del consumidor'

Actualmente la harina de frijol es una fuente potencial de proteina en Colombia de mas bajo costo que las otras harinas de alto contenido proteinico Como se aprecia en el Cuadro 23 el arroz es una fuente de proteina relativamente cara aunque se puede usar arroz de segunda para Colombiarina y Nutribueno La harina de frijol por su parte es la mas cara despues del trigo en terminos de un kilogramo de proteina balanceada debido a la calidad relativamente baja de su proteina (balance de aminoacidos) sin embargo como el frijol se consume junto con otros alimentos que tienden a balancear la composicion general de aminoacidos de la dieta la consideracion de mayor importancia aqui es el costo por kilogramo de proteina de donde la harina de frijol resulta evidentemente mas barata

Considerando que la harina de frijol es una fuente menos costosa de proteina cruda se analizo su potencial benefico como fuente de proteinas en platos corrientes Se calculo que cuando la harina de frijol se utiliza en lugar de harina de trigo o de maiz el contenido de proteinas de

ciertas recetas se puede aumentar de 60 a 100% cuando la harina de frijol se usa en recetas con huevos el complemento de aminoacidos entre ambos puede doblar el contenido de proteinas nutricionalmente balanceadas La harina de frijol se puede incorporar en ciertos platos colombianos como panes y bunuelos a nivel de 10 a 15% y en coladas y tortas hasta 100% con pocos o sin cambios en la aceptacion del consumidor

Cuadro 23. Nutrientes y contenido proteico de la harina de frijol				
Factor	Harina de trigo	Harina Colombiana	Nutri-b	Harina de frijol
Contenido de proteina (%)	11.0	18.6	14.7	25.9
Costo de proteina cruda	33	82	80	54
Amplitud de proteina	Lis	L	Met y Cs	Met y Cis
Costos de los ingredientes				
por 1000 kg de proteina	24 000	17 050	14 740	19 000
por kg de proteina cruda	218	92	100	73
por kg de proteina balanceada	574	112	126	135
30% de y y 70% de 40% de f j l y 60% de L l M t m t C P p m b d 1980 p l m b				

El enriquecimiento en proteinas la complementacion de aminoacidos y la mejora en sabor hacen que la harina de frijol se considere valiosa como una fuente de proteinas en los alimentos de infantes para satisfacer las necesidades de un grupo en desventaja nutricional Estan en marcha experimentos para probar la capacidad de almacenamiento y el valor biologico de harinas de frijol pre-cocidas que ofreceran las ventajas adicionales de digestibilidad mas alta y rapida preparacion