

EFECTO DE LA APLICACION DE FUNGICIDAS Y DE MANEJO CULTURAL EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE FRIJOL Phaseolus vulgaris L.

Edgar Iván Estrada S.*

COMPENDIO

Esta investigación buscó evaluar la aplicación de una mezcla de fungicidas a través de las diferentes etapas del desarrollo del cultivo, así como probar experimentalmente los efectos de distintos sistemas de selección en la producción y calidad final de la semilla producida. Se evaluaron 2 cultivares (CALIMA, PVA 916), 4 sistemas de selección (plantas, vainas, semillas, P + V + S) y 4 frecuencias de aplicación (0, 2, 3, 5) de una mezcla de los fungicidas Benomil (0.55 g/l) más Mancozeb (3 g/l). La fase experimental se desarrolló en 1988, en la región de el Darién - Calima (1420 msnm), Cordillera Occidental, Departamento del Valle del Cauca, Colombia. En el campo se evaluó para cada parcela efectiva el número de plantas eliminadas y cosechadas, producción total de grano, rendimiento de semilla pura. En condiciones de laboratorio se efectuó la selección manual de semilla y las pruebas de calidad fisiológica y sanitaria de la misma. Hubo respuesta diferencial como efecto de las distintas frecuencias de aplicación, presentándose un incremento en la producción total, rendimiento de semilla pura y calidad de la semilla con una mayor frecuencia de aplicación con un punto crítico óptimo alrededor de las 3 aplicaciones. Los sistemas de selección más destacados incluyeron la selección de semilla. Cuando se realizaron 2 o 3 aplicaciones de fungicidas y se combinaron con algún sistema de selección de semilla se obtuvo alto rendimiento de semilla pura de excelente calidad. El establecimiento de algunos costos variables permiten comparar los efectos favorables de las diferentes aplicaciones respecto a los beneficios obtenidos en producción, calidad y el valor del tratamiento.

ABSTRACT

EFFECT OF THE APPLICATION ON FUNGICIDES AND OF DIFFERENT CULTURAL PRACTICES ON BEAN (Phaseolus vulgaris L.) SEED PRODUCTION AND QUALITY

Research sought to evaluate the application of a mixture of fungicides throughout the different stages of crop development, as well as to experimentally evaluate the effects of different selection systems on the production and final quality of seed produced. Two bean cultivars (CALIMA and PVA 916), four selection systems (plants; pods, seeds, and plants + pods + seeds), and four application frequencies (no application, and 2, 3, and 5 applications) were evaluated. The mixture consisted of the fungicides Benomil (0.55 g/l) plus Mancozeb (3 g/l). The experimental phase was conducted during 1988 in the Darién-Calima region (1420 masl), located in the western mountain chain ("Cordillera Occidental") in the Department of the Cauca Valley, Colombia. The number of plants eliminated and plants harvested, total grain production, and pure seed yield were the parameters measured in the field for each plot. Manual seed selection and physiologic and health seed tests were performed under laboratory conditions. Response to the effect of the different application frequencies was differential, showing an increase in total production, pure seed yield, and seed quality for the greatest number of applications. The critical point was close to 3 applications. The most outstanding selection systems were those that included seed selection. High yields of excellent quality seed were obtained when 2 or 3 fungicide applications were combined with the seed selection system. Establishment of some variable costs enable comparing the favorable effects of the different application frequencies in relation to benefits obtained in terms of seed production, quality, and cost for each treatment.

* Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia. A. A. 237 Palmira.

1. INTRODUCCION

El frijol, *Phaseolus vulgaris* L. constituye una fuente de proteína que actúa como complemento al consumo de carbohidratos en la dieta de la población rural y urbana de América Latina. Los países del área aportan el 40 o/o del total mundial, en su mayoría (77 o/o) producida por pequeños agricultores con extensiones menores de 3.0 ha y rendimientos promedios por debajo de 0.7 t/ha (CIAT, 1986; FAO 1987). El marcado contraste entre los bajos rendimientos promedios obtenidos por los pequeños agricultores (0.6-0.7 t/ha) con los rendimientos potenciales (2.0 - 3.0 t/ha) se puede explicar en gran parte por la interacción de una serie de factores agronómicos como la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, el poco uso de variedades mejoradas, la siembra de semillas de baja calidad y otros de orden socio-económicos (CIAT, 1987).

Los problemas más serios en la producción y calidad de la semilla de frijol están relacionados con el alto deterioro que se presenta durante el cultivo y el manejo de post-cosecha. El deterioro de la semilla aumenta los porcentajes de rechazo a través de la selección visual o mecánica, reduce el desempeño fisiológico en la germinación y vigor, eleva los índices de infección de patógenos, lo que a su vez incide en el desarrollo de la plántula y constituye una de las principales fuentes de diseminación de los microorganismos causales de las más importantes enfermedades que atacan este cultivo.

Un alto porcentaje de agricultores frijoleros obtiene la semilla a partir de la selección visual después de la cosecha. La efectividad de esta selección es a menudo baja, ya que el manejo de las plantas en el campo se hace pensando más en la producción de grano que en la producción de semilla. Lo anterior determina que el agricultor no elimine plantas enfermas, ni haga una detenida selección de vainas previa a la cosecha y que la semilla se

tome de la cosecha masiva donde se mezclan granos contaminados cuya apariencia externa no difiere a veces de la semilla sana.

Hoy en día, el pequeño agricultor está entendiendo las bondades de una buena semilla y procura realizar las prácticas agronómicas para conseguir buenos cultivos y al mismo tiempo proveerse de una semilla de calidad para el siguiente ciclo. Como uno de los causantes del deterioro de la calidad de la semilla de frijol radica en la alta infestación e infección de patógenos en las condiciones de manejo tradicional de los cultivos, el estudio buscó evaluar un procedimiento cultural común, como es la aplicación adecuada y eficiente de una mezcla de fungicidas a través de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, así como probar experimentalmente los efectos de distintos sistemas de selección de plantas, de vainas y de semillas en la producción y la calidad final de la semilla obtenida en una zona productora de frijol en el Valle del Cauca.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se sometieron a estudio y evaluación tres factores: el factor varietal (cultivar calima y línea PVA 916), el factor sistemas de selección (plantas, vainas, semillas, P + V + S) y el factor número de aplicaciones de una mezcla de los fungicidas Benomil + Maneb (0, 2, 3, 5 aplicaciones). La fase experimental de campo se realizó en la región de el Darién Calima, municipio localizado en la cordillera Occidental del Valle del Cauca a 1.420 msnm, con temperatura que varía entre 17 - 24°C y precipitación media anual de 1.300 mm. La región se caracteriza por tener un ambiente con alta humedad relativa derivada de la influencia permanente del embalse hidroeléctrico. La etapa de beneficio y selección de las semillas, así como las diferentes pruebas de laboratorio se desarrollaron en la Unidad de Semillas del CIAT Palmira. El diseño experimental fue de parcelas subdivididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela principal correspondió a los cultivares, la subparcela

a los sistemas de selección y la sub-subparcela a las aplicaciones. La unidad experimental total estuvo conformada por parcelas de seis surcos de 6 m cada uno con plantas sembradas a 10 cm. La parcela efectiva correspondió a los cuatro surcos centrales que contenían una población de 240 plantas

Se hizo un manejo convencional de las parcelas de campo en cuanto a uso de la fertilización con base en el análisis de suelo, equivalente a 200 kg/ha de 10-30-10, 5 kg/ha de sulfato de magnesio, 5.0 kg/ha de clip boro, encañamiento previo equivalente a 1.0 t/ha de cal agrícola y protección sanitaria previa al momento de la siembra tanto a la semilla como en el surco de siembra con los fungicidas Carboxin + Captan (2 g/kg semilla) y Metalaxil + Mancozeb (3 g/l) respectivamente.

Los tratamientos resultaron de las combinaciones posibles entre los tres factores en estudio. Las épocas de aplicación de la mezcla de Benomil (0.55 g/l) y Maneb (3 g/l) se determinaron de acuerdo con un esquema básico establecido teniendo en cuenta las etapas de desarrollo de la planta, sujeto a ligeras modificaciones según el régimen de lluvias durante el ciclo del cultivo. En el tratamiento 5 aplicaciones las etapas fueron V_4 (22 días), R_7 (44), R_8 (52 días) y R_9 (67 y 74 días); en el tratamiento 3 aplicaciones fueron R_5 (28), R_7 (51) y R_9 (67 días), y R_6 (38) y R_8 (58 días) para el tratamiento 2 aplicaciones.

El procedimiento para la evaluación de enfermedades y eliminación de plantas y vainas enfermas se fundamentó en el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT, 1987). Con el fin de facilitar el trabajo de inspección de campo y ejecución de las eliminaciones, se planteó un esquema con dos grupos de enfermedades así: grupo 1, constituido por enfermedades cuyo agente causal es de altísima transmisibilidad por semilla: Mosaico común (BCMV) y Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. phaseoli). Se evaluó desde los 20 días después de siembra (estados $V_2 - V_4$), en períodos semanales. Las plantas se eliminaban cuando se

determinaba una manifestación sintomatológica en una escala visual ≥ 3 .

Grupo 2, conformado por enfermedades cuyo agente causal es de alta transmisibilidad por semilla: Mancha de la hoja (*Alternaria* sp), Mustia hilachosa (*Rhizoctonia solani*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Ascochita (*Phoma exigua* var. *diversispora*) y Pudriciones de tallo y raíz (*Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia* spp. y *Fusarium* spp.). Se evaluaron desde los 20 días de la siembra ($V_2 - R_8$) en períodos semanales. La eliminación de plantas o vainas enfermas ocurrió cuando se determinó un nivel de daño ≥ 6 .

La selección y descarte de semilla se hizo mediante la evaluación visual de las manifestaciones del deterioro que incluía: semillas manchadas, arrugadas, semillas con síntomas y signos del ataque de microorganismos, semillas con evidente daño mecánico, semillas con múltiples malformaciones.

Las variables de respuesta evaluadas fueron: número de plantas eliminadas y cosechadas, rendimiento de semilla pura, rendimiento total de las fracciones descartadas, porcentaje de germinación, emergencia en campo, calidad sanitaria. En las pruebas de laboratorio se siguieron las reglas ISTA (1985) para germinación en rollos de papel. La prueba de emergencia se desarrolló siguiendo la metodología propuesta por Popinigis (1974). La evaluación sanitaria se hizo de acuerdo a las pruebas de ELISA para detección de virus, para bacterias el método de TAYLOR (plateo en Agar) y para hongos se usó el método Blotter (papel filtro).

Con la información obtenida se efectuaron análisis de varianza, prueba de hipótesis, pruebas de medias Duncan y análisis descriptivo a través de gráficos.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Evaluación del primer ciclo de siembra

El número de plantas eliminadas disminuyó en forma consistente a medida que aumen-

taron las aplicaciones, siendo la frecuencia de dos o tres aplicaciones de un efecto promedio estadísticamente similar tanto para la cantidad de plantas eliminadas como las cosechadas (Cuadro 1, Fig. 1). Las enfermedades que se presentaron como responsables de las mayores eliminaciones fueron: en estados tempranos (V_2 , V_3 y V_4) la pudrición de plántulas por el complejo fungoso *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp, *Pythium* sp. y Mosaico común (BC-MV); en estados reproductivos (R_5 , R_6 y R_7) Mustia hilachosa *Rhizoctonia solani*, Mancha por *Alternaria* *Alternaria* spp. y *Ascochyta Phoma exigua* var. *diversispora*.

Respecto a los rendimientos de semilla pura seleccionada y rendimientos totales hubo un comportamiento sobresaliente en aquellas parcelas que recibieron tres o cinco aplicaciones siendo estos resultados estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan.

Las tendencias observadas para las cantidades de semilla eliminada (fracciones de rechazo) son similares tanto para la selección de vainas como la de semillas, reduciéndose de manera drástica a medida que se incrementan las aplicaciones y siendo los efectos similares a nivel de tres y cinco aplicaciones. Ito et al (1986) establecieron tendencias similares cuando aplicaron fungicidas simples y en mezclas en parcelas de frijol y evaluaron los efectos en la cantidad de semilla pura obtenida y las fracciones de rechazo.

Hubo diferencias significativas estadísticamente entre los valores promedios para las variables número de plantas eliminadas, rendimiento de semilla pura, rendimiento total, cantidad de rechazo cuando se comparan entre sí todos los sistemas que involucran selección de plantas, selección de semillas y el sistema de selección múltiple de P + V + S (Cuadro 2). Al respecto se pudo reconocer que hubo alta variabilidad en los efectos observados por la ejecución de los sistemas de selección debido a la falta de mayor uniformidad en la aplicación de los criterios de selección ya que si bien se establecieron unos patrones básicos de selección y rechazo, el proceso

práctico estuvo influido por componentes propios del individuo seleccionador lo que impide que a nivel del análisis se puedan establecer diferencias sensibles entre variables de respuesta. No obstante, si las comparaciones numéricas son a su vez un buen reflejo de las respuestas reales en el campo, se puede considerar que es justificable aplicar cualquiera de los sistemas de selección con el fin de promover la obtención de semilla de excelente calidad, al menos si desde el punto de vista operativo se pueden realizar con un costo razonable y en combinación con la eficiente aplicación de fungicidas durante las etapas críticas de desarrollo de la planta en el campo. Aportes similares fueron suministrados por Cunha (1978), Dhinagra (1980), Almeida (1980). Las figuras 2 y 3 permiten observar la combinación de efectos debidos a la aplicación de la mezcla de fungicida y la ejecución de las prácticas de selección en los dos cultivares. Se puede reconocer un punto crítico de adecuado control de enfermedades y de alto rendimiento de semilla y grano alrededor de las tres aplicaciones.

Existieron importantes diferencias entre las respuestas obtenidas para el conjunto de los seis caracteres (Cuadro 3). La línea PVA 916 sobresalió por su mayor rendimiento tanto en semilla pura como en grano total así como por un mayor número de plantas cosechadas. En el cultivar Calima se presentó mayor número de plantas eliminadas y mayor porcentaje de descarte en vainas.

En general para todos los 32 tratamientos (cultivares x sistemas x aplicaciones), se encontró un porcentaje de germinación por encima del 80 o/o reconocido como valor mínimo aceptado para el standard de calidad. Es posible que el hecho de haber realizado las pruebas de germinación poco tiempo después de la cosecha, no haya sido un período lo suficientemente largo para que se acentuara el efecto del deterioro de campo o de la postcosecha, de tal forma que se pudiera manifestar en una evidente reducción de la germinación. Con referencia al número de aplicaciones se pudo precisar que al menos cuando se hicie-

Cuadro 1

Comparación de promedios generales según el número de aplicaciones. El Darién - Calima 1988 - A.

Variable	Número de aplicaciones			
	0	2	3	5
Número de plantas eliminadas	108 a*	72 b	57 b	49 cb
Número de plantas cosechadas	147 a	171 b	187 c	159 c
Descarte en vainas (o/o)	13.5 a	6.5 b	2.5 c	2.0 c
Descarte en semillas (o/o)	24.0 a	13.5 b	18.5 a	8.0 c
Rendimiento de semilla pura (g/parcela**)	581.2 c	991.3 b	1445.5 a	1464.9 a
Rendimiento total (g/parcela**)	675.9 c	1123.6 b	1537.0 a	1582.1 a
Germinación (o/o)	94.8 b	95.3 b	97.3 a	97.4 a
Emergencia en campo (o/o)	84.4 b	85.0 b	88.4 a	88.8 a

* Promedios seguidos por la misma letra son estadísticamente iguales al 5 o/o

** Parcela de 14.4 m²

Cuadro 2

Comportamiento promedio de los cultivares en los diferentes sistemas de selección para algunas variables evaluadas. El Darién-Calima 1988-A.

Sistema de selección	No. plantas eliminadas	No. plantas cosechadas	Semilla descartada por selección de vainas (g)	Semilla descartada por selección de semillas (g)	Rendimiento de semilla pura (g)	Rendimiento total (g)	Germinación (o/o)	Emergencia (o/o)
Plantas	69 a*	163 a	-	-	1258 a	1258 a	94.2 r	84.6 b
Vainas	-	191 c	58 a (5 o/o)	-	1199 a	1257 a	95.4 c	83.8 b
Semillas	-	196 c	-	184 a (15 o/o)	1032 a	1216 a	96.7 b	89.0 a
P + V + S	74 a	151 b	49 a (4 o/o)	146 a (10 o/o)	994 a	1189 a	98.6 a	89.3 a

* Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales con P = 0.05 Duncan.

Cuadro 3

Comportamiento promedio de los cultivares respecto a las variables evaluadas. El Darién - Calima 1988 - A

Variables evaluadas	Cultivares	
	Calima	PVA
Número de plantas cosechadas	150 b	201 a
Número de plantas eliminadas	92 a	50 a
Descarte en vainas (g) y (o/o)	35 (5 o/o) a	71 (4 o/o) a
Descarte en semillas (g) (o/o)	94 (12 o/o) b	235 (14 o/o) a
Rendimiento de semilla pura (g/parcela)	714 b	1526 a
Rendimiento total (g/parcela)	779 b	1680 a

* Promedios con igual letra son estadísticamente iguales al 5 o/o.

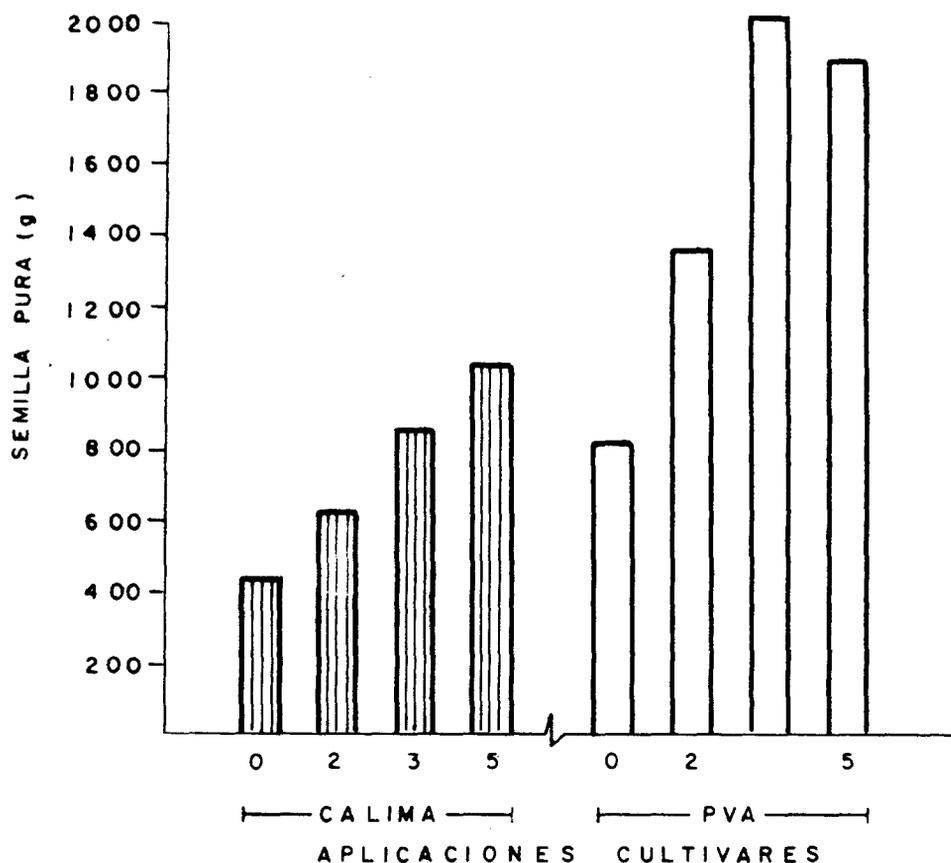


Fig. 1. — Efecto del número de aplicaciones de fungicidas sobre el rendimiento de semilla pura en dos cultivadores de frijol.

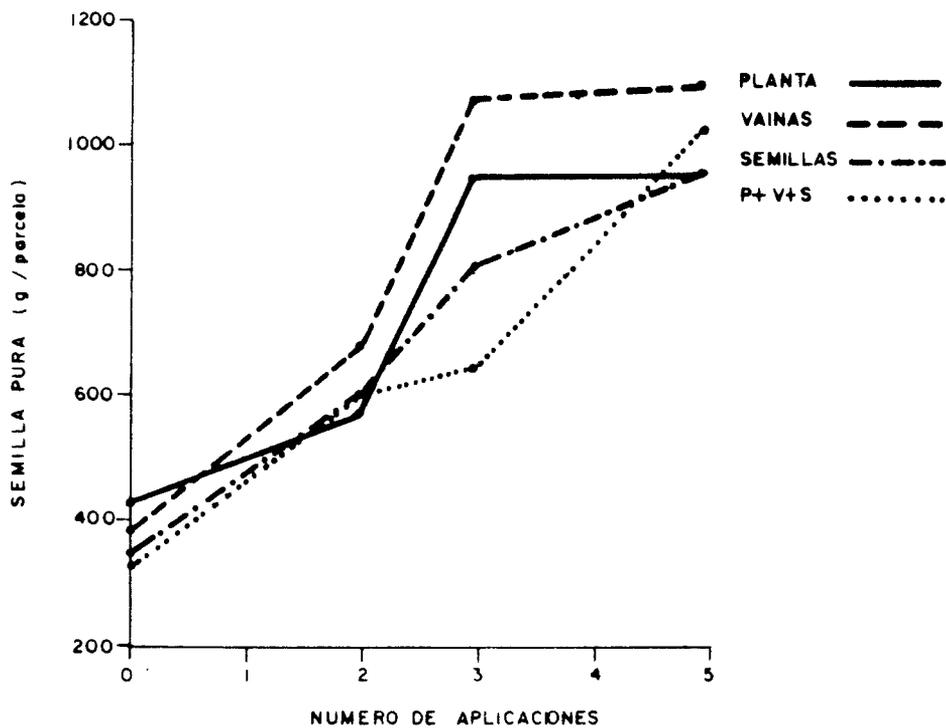


Fig. 2. — Rendimiento de la Semilla pura en cada de los sistemas de Selección. Cultivar Calima.

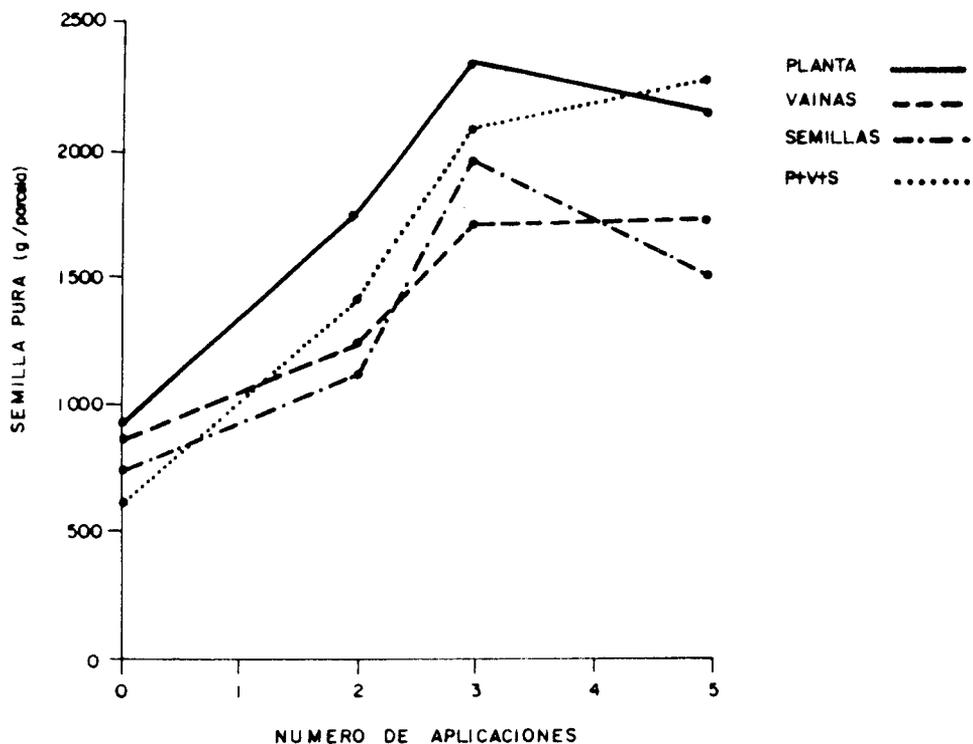


Fig. 3. — Rendimiento de Semilla puro en cada uno de los sistemas de Selección. Cultivar PVA 916.

ron tres aplicaciones de la mezcla de los fungicidas en estudio, se logró incrementar el porcentaje de germinación a un nivel estadísticamente diferente en contraste con el testigo absoluto o con solo dos aplicaciones. Por otra parte, sobresale la influencia de los sistemas de manejo que incluyeron selección de semilla en favorecer mayor germinación.

Los valores del porcentaje de emergencia estuvieron alrededor del 80 o/o, considerados como óptimos en términos del número de plantas efectivas en el campo al momento de la evaluación (21 días). A medida que se incrementaron las aplicaciones hubo mayor porcentaje de plántulas normales emergidas. Se pudo establecer claramente la tendencia a obtener mayor emergencia de plántulas cuando las semillas fueron sometidas previamente a la selección manual durante el beneficio.

Los análisis de varianza realizados con la información obtenida en el primer ciclo (Cuadro 4), permiten destacar que se presentaron diferencias significativas entre promedios entre cultivares, número de aplicaciones y la interacción cultivar x aplicaciones respecto a las cinco variables de respuesta evaluadas.

En general, no se presentó una tendencia clara en cuanto a mayor o menor incidencia de agentes patogénicos en la semilla en relación con las diferentes combinaciones de los factores evaluados (Cuadro 5). No obstante se detectaron niveles mayores de infestación e infección de hongos de almacén como *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp. y *Fusarium* sp. en las semillas que provenían de parcelas sin aplicación o con solamente dos aplicaciones. A medida que aumentaron las aplicaciones los índices de infección por *Alternaria* spp. fueron mayores, posiblemente porque el hongo no es afectado por el fungicida Benomil.

Como agentes fungosos patógenos de importancia en el frijol sólo se presentaron, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. en orden de mayor a menor incidencia.

En cuanto a la influencia de los sistemas de selección, se pudo precisar que la ejecución de la selección de P + V + S en forma simultánea se relaciona con el menor porcentaje de incidencia de microorganismos en comparación con otros sistemas.

3.2. Evaluación del segundo ciclo de siembra

En todas las características evaluadas se presentó marcado efecto favorable asociado al número de aplicaciones de la mezcla de fungicidas. Con cero o dos aplicaciones se presentó la mayor eliminación de plantas y por consiguiente un menor número de plantas cosechadas (Cuadro 6).

Sin embargo se reduce drásticamente la cantidad de plantas eliminadas con referencia al primer ciclo sobre todo en aquellos niveles de tres o cinco aplicaciones. En esta respuesta puede estar involucrada además del control propio del fungicida, los efectos acumulativos de las prácticas en el primer ciclo si se compara que las menores eliminaciones se dan en aquellas parcelas donde a su vez se practicó la selección de semillas.

Respecto a los rendimientos de semilla pura y de grano total, sobresale los mayores valores en este segundo ciclo para el nivel de tres aplicaciones siendo estadísticamente similar a los producidos cuando se ejecutan cinco aplicaciones. Las fracciones de rechazo son mucho menores a nivel de las tres aplicaciones siendo consistente con la tendencia general exhibida por las otras variables de respuesta.

La calidad fisiológica evaluada en términos de la germinación y la emergencia presentó una tendencia similar a lo manifestado en el primer ciclo, siendo el nivel de tres aplicaciones el punto crítico de mejor calidad de semilla.

En general, muy pocas diferencias estadísticas se detectaron entre los efectos debidos a los sistemas de selección respecto al número

Cuadro 4

Cuadros medios para las diferentes fuentes de variación y variables de respuesta obtenidas en el ciclo 1. El Darién Calima 1988 - A

Fuentes de variación	No. de plantas eliminadas	Rend. semilla pura selec.	Rendimiento total	o/o germinación	o/o emergencia
Cultivares	20958*	15818978*	14976282	6**	3
Sistemas	379	390309	27310	87**	789**
Aplicaciones	8328**	4255014**	4292490**	40**	503**
Cultivar x sistema	450	181558	72085	8	69
Cultivar x aplicaciones	71	586655**	705432**	17**	115**
Sistema x aplicaciones	399	61460	52934	10**	47*
Cultivar x sistema x aplic.	566	72787	72981	8*	87**
CV (o/o)	30	28	28	2	5

* Significativo

** Altamente significativo

Valor de la DMS para rendimiento de semilla pura seleccionada

DMS_{0.05} aplicaciones = 180.5 g/parcela

DMS_{0.05} cultivar x aplicación = 254.6 g/parcela

DMS_{0.05} cultivar = 1142.64 g/parcela

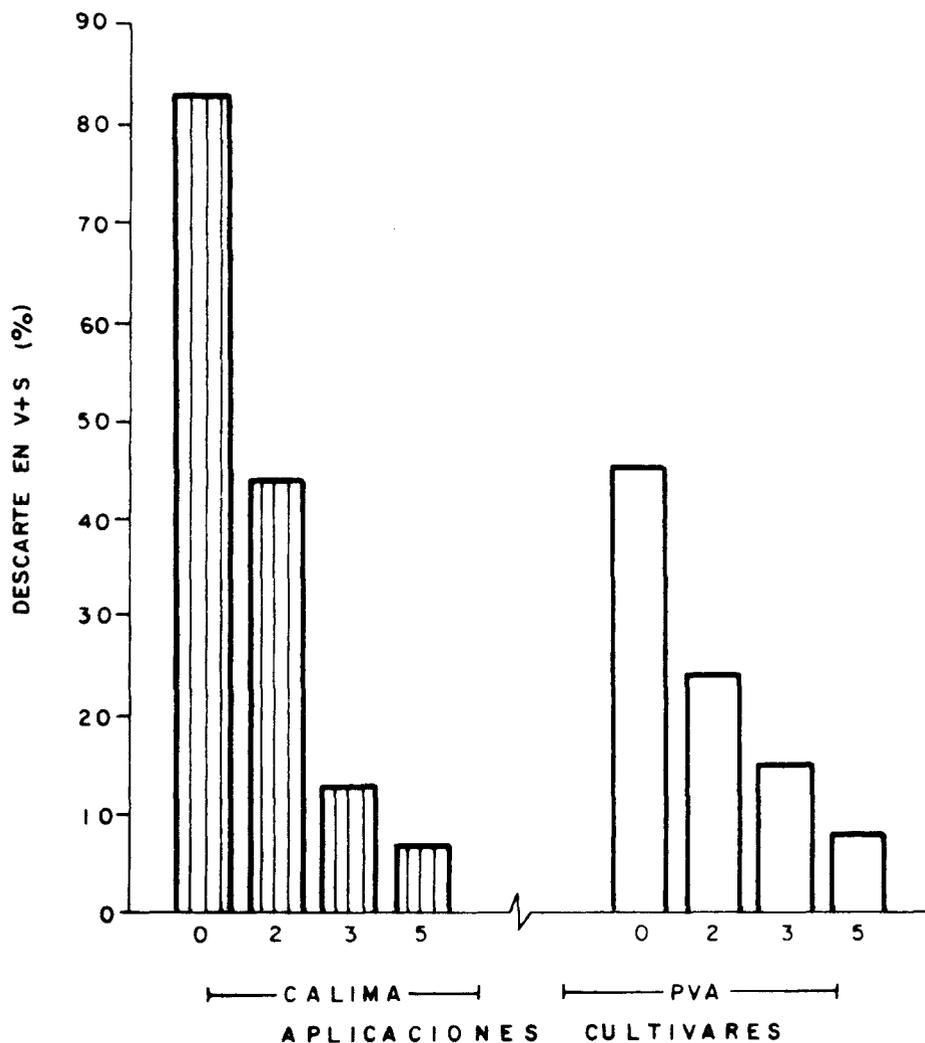


Fig. 4. — Cantidad Relativa de la Fracción descartada a través de la eliminación de Vainas (pre cosecha) y en Semillas (después de trilla). 1988-B.

cvg

Presencia de hongos en la semilla y porcentaje de infección promedio para cada tratamiento. El Darién-Calima 1988 A

Sistemas de selección	Cultivar	Número de aplicaciones				
		0	2	3	5	
PLANTAS	CALIMA	AI = 10 o/o	AI = 27 o/o	AI = 46 o/o	AI = 35 o/o	
		FS = 5 o/o Pen = 9 o/o	Riz = 8 o/o	Riz = 5 o/o		
PVA	CALIMA	AI = 29 o/o	AI = 47 o/o	AI = 65 o/o	AI = 70 o/o	
		Pen = 9 o/o	Riz = 1 o/o	Riz = 1 o/o Asp = 6 o/o Pen = 6 o/o	Pen = 11 o/o	
VAINAS	CALIMA	AI = 20 o/o	AI = 41 o/o	AI = 41 o/o	AI = 43 o/o	
		Riz = 6 o/o Pen = 11 o/o	Riz = 6 o/o		Riz = 4 o/o	
PVA	CALIMA	AI = 19 o/o	AI = 41 o/o	AI = 50 o/o	AI = 47 o/o	
		FS = 5 o/o Asp = 5 o/o Pen = 7 o/o	Riz = 1 o/o Pen = 9 o/o	Pen = 7 o/o		
SEMILLAS	CALIMA	AI = 15 o/o	AI = 41 o/o	AI = 30 o/o	AI = 47 o/o	
		Riz = 6 o/o Pen = 8 o/o		Asp = 7 o/o		
PVA	CALIMA	AI = 30 o/o	AI = 38 o/o	AI = 47 o/o	AI = 36 o/o	
		Asp = 5 o/o Pen = 9 o/o	Pen = 8 o/o	Asp = 26 o/o Pen = 19 o/o		
P + V + S	CALIMA	AI = 19 o/o	AI = 37 o/o	AI = 37 o/o	AI = 17 o/o	
			Pen = 5 o/o	Pen = 9 o/o		
PVA	CALIMA	AI = 25 o/o	AI = 64 o/o	AI = 51 o/o	AI = 58 o/o	
				Pen = 7 o/o		

Cuadro 6

Comparación de promedios generales según el número de aplicaciones. El Darién Calima. 1988-B

Variable de respuesta	Número de aplicaciones			
	0	2	3	5
Número de plantas eliminadas	73 a	58 b	21 c	20 c
Número de plantas cosechadas	174 c	190 b	207 a	213 a
Descarte en vainas (o/o)	22 a	8 b	3 c	1 d
Descarte en semillas (o/o)	38 a	22 b	19 b	10 c
Descarte simultáneo en vainas y semillas (o/o)	64 a	34 b	14 c	8 d
Rendimiento de semilla pura seleccionada (g/parcela)	455.5 d	755.0 c	1 360.0 b	1 895.5 a
Rendimiento total (g/parcela)	713.9 d	1 004.2 c	1 550.3 b	2 067.8 a
Germinación (o/o)	93.7 c	96.8 b	96.0 b	97.9 a
Emergencia (o/o)	83.3 c	87.4 b	96.0 b	89.9 a

* Promedios seguidos por la misma letra son estadísticamente iguales al 5 o/o

** Parcela de 14.4 m².

Cuadro 7

Comparación de promedios generales, en los diferentes sistemas de selección respecto a algunas variables de respuesta. El Darién - Calima. 1988-B

Sistema de selección	No. plantas eliminadas	No. plantas cosechadas	Semilla descartada por selección de vainas (g) (o/o)	Semilla descartada por selección de semilla (g) (o/o)	Rendimiento por semilla (g/parcela)	Rendimiento de semilla (g/parcela)	Germinación (o/o)	Emergencia (o/o)
Plantas	41 a	193 a	-	-	980.4 c	1 186.2 c	93.7 c	83.9 c
Vainas	-	200 a	65 a (8.4 o/o)	-	1 070.9 bc	1 264.9 a	94.2 b	85.2 b
Semillas	-	208 a	-	257 a (20.8 o/o)	1 298.0 a	1 564.0 a	98.3 a	90.1 a
P + V + S	43 a	182 c	68 a (7.9 o/o)	209 b (29.8 o/o)	1 120.6 b	1 333.4 b	98.2 a	91.5 a

ro de plantas eliminadas y cosechadas, porcentaje de descarte por selección de vainas (Cuadro 7). Se presentó respuesta diferencial en las variables cantidad de semilla descartada por la selección de semillas, rendimiento de semilla pura y rendimiento total de grano (Fig. 4).

Los valores de germinación y emergencia fueron consistentes con las tendencias observadas en el primer ciclo destacándose aquellas semillas provenientes de las parcelas donde se efectuó selección de semilla o selección conjunta de P + V + S.

El cultivar PVA 916 sobresalió por su comportamiento respecto al menor porcentaje de plantas eliminadas, menor porcentaje de fracciones de rechazo, mayor rendimiento de semilla pura seleccionada y grano total (Cuadros 7 y 8). Los anteriores resultados evidencian una vez más las ventajas de la línea mejorada frente al cultivar comercial.

En el Cuadro 9, se resumen los cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación y caracteres evaluados en el segundo ciclo. El comportamiento vuelve a ser consistente con lo ocurrido en el primer ciclo destacándose los efectos diferenciales entre cultivares, aplicaciones y la interacción entre estas dos fuentes.

En cuanto a la calidad sanitaria de la semilla se pudo determinar que las tendencias fueron similares al primer ciclo donde la semilla proveniente de parcelas con ninguna aplicación y donde no se practicó selección de semilla, presentó los más altos índices de contaminación en los dos cultivares, siendo más acentuada la presencia de hongos en el cultivar Calima. Los hongos potencialmente patogénicos encontrados en la semilla fueron: *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp., *Phoma* sp. *Alternaria* sp. mantuvo su distribución generalizada en las combinaciones de los factores no importando el número de aplicaciones de la mezcla de fungicidas. La presencia de *Fusarium* sp. en la semilla se ve notablemente disminuida con la ejecu-

ción de las aplicaciones más la práctica de los sistemas de selección. En muestras de semillas de parcelas con poco control fitosanitario y en ausencia de la selección de semillas proliferaron los hongos contaminantes de almacén tales como los pertenecientes a los géneros *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. Se logró promover incrementos en los rendimientos de semilla pura y de grano comercial, mediante la realización de las prácticas agronómicas asociadas con los tres factores en estudio: el factor varietal, la aplicación de fungicidas y la ejecución de las prácticas de selección.
- 4.2. De las pruebas obtenidas no se pudo establecer con claridad los efectos diferenciales importantes de los factores en estudio respecto al mejoramiento sustancial de la calidad de la semilla, aunque sí se presentaron algunos incrementos específicos en la germinación, emergencia y sanidad asociados con la interacción de algunos de estos factores.
- 4.3. Se reconoce que debido a los efectos conjuntos del uso de un cultivar de alto potencial genético, con la posibilidad de realizar pocas aplicaciones de la mezcla de fungicidas probados (dos o tres aplicaciones) bien distribuidas en las etapas críticas del cultivo, incluyendo la madurez fisiológica, y ejecutando selección de semilla, se logra obtener excelente rendimiento de semilla con óptimo nivel de calidad.
- 4.4. Se hace necesario realizar un estudio económico detallado respecto a todos los costos variables debidos a los tres factores con el fin de confrontar las respuestas obtenidas y el costo involucrado y de esta manera validar la operabilidad práctica de algunas de estas recomendaciones agronómicas.

Cuadro 8

Comportamiento promedio de los cultivares respecto a las variables de respuesta evaluadas. El Darién - Calima, 1988 - B

Variables de respuesta	CALIMA	PVA 916
Número de plantas eliminadas	52 (22 o/o) a	33 (15 o/o) b
Número de plantas cosechadas	189 b	201 a
Cantidad de semilla descartada por selección de vainas (g)	76 (11 o/o) a	54 (6 o/o) b
Cantidad de semilla descartada por selección de semillas (g)	291 (26 o/o) a	223 (16 o/o) b
Rendimiento de semilla pura seleccionada (g)	1 002 b	1 231 a
Rendimiento total/parcela (g)	1 238 b	1 430 a

Cuadro 9

Cuadrados medios para las diferentes fuentes de variación y variables de respuesta obtenidas en el ciclo 2. El Darién - Calima. 1988 - B

Fuentes de variación	No. plantas eliminadas	Rendimiento de semilla para selección	Rendimiento total	o/o emergencia
Cultivares	3727**	1255608**	934373*	66
Sistemas	58	417635*	640503**	246**
Aplicaciones	8794**	9867106**	8660352**	178**
Cultivar x sistema	23	65936	37612	10
Cultivar x aplicaciones	456*	258224*	380835**	50**
Sistema x aplicaciones	99	54282 **	59779**	37**
Cultivar x sistema x aplicaciones	16	78693	93937	17**
CV (o/o)	12	11	10	

* Significativo

** Altamente significativo

DMS para rendimiento de semilla pura seleccionada.

DMS_{0.05} cultivar = 110.89 g/parcela

DMS_{0.05} sistema = 100.02 g/parcela

DMS_{0.05} aplicac. = 72.71 g/parcela

DMS_{0.05} cultivar x aplicac. = 102.8 g/parcela

DMS_{0.05} sistema x aplicac. = 145.4 g/parcela

5. BIBLIOGRAFIA

1. ALMEIDA, L. D.; BULISANI, E. A.; MAEDA, J.; MASCARENHAS, H. A. Efecto de regio de producao e escolha manual na germinacao, emergencia e producao de sementes de feijao. Campinas, Instituto Agronómico, Circular No. 107, 1980. 11 p.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Producción de semilla mejorada para pequeños agricultores. Memorias de la segunda reunión. Cali, 1986. 287 p.
3. ————. La investigación de frijol en campos de agricultores de América Latina. Memorias de un taller. Cali, 1987. 344 p.
4. ————. Sistemas estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Shoonhoven y Marcial Pastor Corrales (Comps), Cali, 1987.
5. CUNHA, J. M.; OLIVEIRA, A. F. F. Efeitos da classificacao e selecao electronica no rendimento e sanidade do feijoeiro. EMBRAPA, Projeto Feijao nel 73 /75, Belo Horizonte, 1978.
6. CUNHA, J. M. Selecao cromatica de sementes de feijao, *Phaseolus vulgaris*, e seus efeitos na producao. Summa phytopathologica. Vol. 5, n. 1/2. p. 101 - 106. 1979.
7. DINGRA O. D.; KUSHALAPDA, A. C. No correlation between angular leaf spot intensity and seed infection in bean by *Isariopsis griseola*. Fitopatologia Brasileira. vol. 6, n. 5. p. 149 - 152. 1980.
8. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Generación de tecnologías adecuadas al desarrollo rural. Oficina regional para América Latina y el Caribe, 1987 (Serie Desarrollo Rural, n. 4).
9. GOMES, J. L.; DHINGRA, O. D.; R. F. DA. Influence of foliar application of fungicides during rainy and non-rainy planting season on fungal seed infection of snap beans. Fitopatología Brasileira. vol. 11. n. 1. p. 163 - 169. 1986.
10. INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for seed testing. Seed Science and Technology vol. 13. p. 130 - 142. 1985.
11. ITO, M. F.; DUDIENAS, C.; CASTRO, J. L.; SOAVE, J; MAEDA, J. A. Efeito de fungicidas aplicados na parte aerea sobre a qualidade de sementes de feijao. Fitop. Brasileira. Vol. 11, n. 3. p. 627 - 636. 1986.
12. MENESES, J. A.; MOHAN, S. N. Efeito da selecao visual da semente de feijao sobre a qualidade sanitaria. In: Reuniao Nacional de Pesquisa de Feijao, 1, Goiania, Brasil. 1982, Anais. Instituto Agronómico de Paraná. p. 343 - 344.
13. POPINIGIS, F. Fisiología da semente. Brasilia, AGIPIAN, 1974. 78 p.
14. SANCHO, B. E. Efecto de las aplicaciones foliares del fungicida Benomil para la producción de semilla sana de frijol *Phaseolus vulgaris*. San José, Universidad Nacional de Costa Rica, 1982. 32 p. (Tesis Ing. Agr.).
15. TRUTMANN, P. Control of diseases of *Phaseolus vulgaris*, in Central Africa using cultural methods. CIAT, Rwanda, 1986. (mimeografiado).