

EVALUACION DE CULTIVARES Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.) BAJO EL SISTEMA TAPADO EN VALVERDE VEGA*1/.

Ileana María Ramírez Q.
Rodolfo Araya V.**

ABSTRACT

Evaluation of cultivars and planting densities of common bean (Phaseolus vulgaris L.) under the "tapado" system in Valverde Vega, Costa Rica. In San Isidro de Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica, 22 common bean cultivars were evaluated using a population of 200000 seeds/ha under the "tapado" system. In a second trial 11 cultivars were selected and evaluated using densities of 200000, 300000 and 400000 seeds/ha.

The trials were conducted in a way similar to the "tapado" system; the weeds were mowed, chopped, and 2 x 2 m plots were established. The seeds were distributed under the cover of the cut weeds. No fertilizer nor weed or disease control treatments were applied, as those are cultural practices not applied under this system.

The population density had a positive linear effect on yield. In both trials and in all treatments the number of plants had decreased by an average of 62% by the end of the experiments.

Several local cultivars did not complete their reproductive cycle, which indicates a possible differential response to the microclimatic condition during the experiment.

INTRODUCCION

En Costa Rica un 65% de la producción de frijol, proviene del sistema de siembra "tapado" (2). En las zonas de Pérez Zeledón y Puriscal, la producción de frijol bajo este sistema es de 67% y 74% respectivamente.

*Extracto de parte de la Tesis de Ing. Agr., presentada por el primer autor al Centro Universitario de Occidente, Universidad de Costa Rica.

**Sección de Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Apartado postal 183, 4050 Alajuela, Costa Rica.

1/Los autores agradecen la financiación parcial brindada por el Dr. Guillermo Galvez, Coordinador Regional del CIAT, Proyecto de Frijol para Centroamérica y el Caribe (COSUDE)

El sistema de frijol tapado está adaptado a determinadas condiciones ambientales y sociales. Permite al agricultor dedicarse a otras labores agrícolas, debido a que sólo requiere de mano de obra durante su siembra y cosecha, permite utilizar terrenos marginales por su excesiva pendiente, y reduce la erosión, pues no deja al descubierto la tierra (5, 10).

Los agricultores que siembran bajo el sistema tapado, por lo general prefieren terrenos de ladera, con relieve irregular, pendiente orientada de oeste a este, y que sean "charrales" o "tacotales" con hierbas y arbustos de más de un año. La semilla se distribuye al voleo en áreas de 4 a 6 metros de ancho y luego se corta la hierba lo más bajo posible o a ras del suelo. Se dejan algunos tallos de arbustos para guindar las plantas de frijol a la cosecha y favorecer su secamiento. La hierba cortada se puede dividir en trozos más pequeños para lograr una mejor cobertura del suelo (1, 3, 4, 5, 6, 8).

Varios autores (3, 8), sin indicar una población de plantas específica para el sistema de siembra tapado, recomendaron 40 kg de semilla por hectárea, pero los agricultores por lo general utilizan los granos de su propio frijolar, cultivado el año anterior, y no existen cultivares seleccionados para este tipo de sistema. Se desconoce además la cantidad de grano que se siembra bajo el sistema tapado.

Von Platen y Rodríguez (10) incluyeron semilla mejorada, fertilización a la siembra y combate de plagas para el frijol tapado, pero sólo obtuvieron un 12% de aumento en la productividad (se dedujeron los gastos por valor de los insumos y su aplicación).

La rentabilidad del frijol tapado, espequeado y mecanizado fue negativa, en un estudio realizado por González (7) en Upala, sin embargo la menor pérdida se obtuvo con el frijol tapado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar cultivares arbustivos mejorados en comparación con cultivares criollos bajo el sistema tapado y el efecto de densidades de siembra en este sistema.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos en San Isidro de Valverde Vega, Alajuela a 10° 05' Latitud Norte y 84° 20' de Longitud Oeste y una altitud de 780 m. El suelo presentó las siguientes características: pH 5,85; Al 0,5; Ca 7,5; Mg 2,4 y 0,28 meq/100 ml de suelo y P 6; Zn 2,1; Mn 30 y Cu 13 mg/ml de suelo. Textura Loam Arenoso.

En el primer experimento se utilizó el método de "Parcelas Testigo" con dos repeticiones (6). El 31 de mayo de 1984 se sembraron 22 cultivares en parcelas de 2,2 m de ancho y 2,2 m de largo (4 m² área útil 2 m x 2 m) con una población de 80 semillas/parcela (200.000 semillas/ha).

Se utilizaron los siguientes cultivares criollos: Vaina Negra*, Criollo Negro*, Chimbolo**, de color negro y Vaina Roja* y Criollo Rojo*, de color rojo. Los cultivares mejorados negros que se evaluaron fueron: NAG-55, NAG-57, NAG-58, NAG-62, NAG-64, NAG-68, NAG-74, NAG-77, NAG-78 y

*Procedencia: San Ignacio de Acosta, San José, Costa Rica.

**Procedencia: Bella Vista de Boruca, Puntarenas, Costa Rica.

XR 7646-3-1-1-3-CM (7-B) y los mejorados rojos: RAB-152, RAO-4, RAO-27, CC7244-14-2-M-3-1-CM (10-B), FB-85-86-10-1-CM (10-B); FB 7310-1-1-1-5-2-CM (10-C); FB 8594-49-3-CM-(8-C) y México 80.

Se incluyeron en la primera época de siembra y en parcelas de 140 m², cinco cultivares de frijol: Criollo Rojo, México 80, Criollo Negro, Vaina Negra y Vaina Roja, sembrados bajo el sistema tradicional de frijol tapado y por un agricultor experto en esta labor. Así se podría comparar la efectividad en desarrollo y cobertura de las parcelas experimentales, debido a la ausencia de información, sobre el tipo de parcela, para evaluar este sistema de siembra.

En el segundo ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes estuvieron formadas por los cultivares seleccionados en el primer ensayo con base en la mayor cobertura (Vaina Negra, Vaina Roja, Criollo Rojo, Criollo Negro), de mayor productividad (RAO-4, NAG-58, NAG-77, NAG-81), México 80-R, único material mejorado que se usa en la zona bajo estudio, en el sistema tapado, y dos cultivares criollos: Santaneño y Chimbolo, muy utilizados en siembras comerciales en la zona de Boruca, Puntarenas, Costa Rica. Las subparcelas fueron las densidades de siembra: 80, 120 y 160 semillas por parcela (200.000, 300.000 y 400.000 semillas/ha respectivamente).

Las subparcelas tuvieron un tamaño igual al del primer ensayo, y la siembra se efectuó el 2 de octubre de 1984.

En ambos ensayos se simuló el sistema tapado lo cual consistió primero en cortar a ras de suelo la hierba presente en el terreno; se pico la más gruesa. Se marcaron las parcelas y luego en cada una se distribuyeron las semillas de frijol respectivas, debajo de la hierba cortada. No se fertilizó, ni se combatieron las malezas debido a que no es una práctica usual en este sistema. Las variables evaluadas fueron: 1. producción de grano (12% de humedad), 2. número de vainas, 3. número de granos por parcela útil, 4. número de granos por vaina, 5. peso de 100 granos, 6. cobertura del terreno por las plantas de frijol (alta mayor de 75%, media de 40 a 75% y baja menor del 40%), 7. número de plantas a la cosecha.

Sólo las variables 1, 6 y 7 se evaluaron en el primer ensayo.

RESULTADOS

En el primer experimento sólo tres cultivares criollos no completaron su ciclo vegetativo, debido a una posible respuesta diferencial a las condiciones climáticas de esta época de siembra, ya que en el segundo ensayo (efectuado en la segunda época de siembra) éstos cultivares sí llegaron a cosecha.

El principal problema observado fue una población deficiente respecto al número de plantas cosechadas, Cuadro 1. Esto fue acentuado por una baja cantidad de semillas sembradas en comparación con las que el agricultor distribuyó en las parcelas comerciales utilizadas como testigo (Cuadro 2), con un promedio de 539931 semillas/ha.

En el sistema de frijol tapado, el grado de cobertura del terreno por la planta de frijol es importante porque favorece el control de malezas. En el

primer ensayo la cobertura se afectó por la deficiente población, pero debido a diferencias en el desarrollo de las plantas, se efectuó una evaluación de la cobertura que mostró cada cultivar, Cuadro 1. (Mejor cobertura: Criollo Rojo, Criollo Negro, Vaina Roja y Vaina Negra). También se midió producción (mejor rendimiento: RAO-4, NAG-58, NAG-77 y NAG-81), Cuadro 1.

CUADRO 1. Valores promedio de las variables evaluadas en cultivares criollos y mejorados de frijol bajo el sistema tapado (primer ensayo). Valverde Vega, Alajuela. 1984.

Cultivar	Rendimiento (g/4 m ²)	Reducción de plantas al momento de cosecha (%)*	Grado** cobertura
Criollo Rojo	39	66	Alta
México 80-R	35	69	Media
RAO-4	68	28	Media
CC7244-14-2-M-3-1-CM(10-B)	31	74	Media
RAB-152	32	56	Media
RAO-27	18	60	Baja
FB7310-1-1-1-5-2-CM(10-C)	31	76	Baja
FB8568-10-1-CM(10-B)	21	78	Media
FB8594-49-3-CM(8-6)	17	53	Media
NAG-64	5	90	Media
NAG-57	13	72	Media
NAG-62	31	60	Media
XR-646-3-1-1-3-CM(B)	38	61	Baja
NAG-55	33	69	Media
NAG-74	45	67	Media
NAG-81	57	59	Media
NAG-58	71	41	Media
NAG-68	32	54	Media
NAG-77	64	46	Media
Criollo Negro	--	--	Alta
Vaina Roja	--	--	Alta
Vaina Negra	--	--	Alta

*Datos obtenidos con base en el número de semillas sembradas

**Alta: 75, Media: 40-75% y Baja: 40%

CUADRO 2. Características de las parcelas bajo manejo comercial de cinco cultivares de frijol común (sistema tapado). Valverde Vega, Alajuela, 1985.

Cultivar	Area sembrada (m ²)	Semilla regada (kg)	Semillas /100 g	Semillas /ha	Producción (kg/ha)
Criollo Rojo	141	2	590	630.534,0	534,0
México 80-R	155	2	608	549.161,0	580,0
Criollo Negro	150	2	596	526.267,0	0,0*
Vaina Negra	168	2	582	485.000,0	0,0*
Vaina Roja	161	2	585	408.694,0	0,0*

*Ausencia de producción por no haber completado su ciclo vegetativo.

Los resultados promedio de las variables evaluadas en el segundo ensayo se dan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Efectos medios de la producción de grano y otras características evaluadas en frijol bajo el sistema tapado. (Segundo ensayo). Valverde Vega, Alajuela. 1984.

Cultivar	Producción (g/4 m ²)*	Nº vainas / 4 m ²	Nº granos /4 m ²	Nº granos/vaina**
Criollo Rojo	158 ^{a***}	14 ^{ab}	30 ^a	2,3 ^a
NAG-77	156 ^a	13 ^{ab}	29 ^{ab}	2,3 ^a
NAG-58	137 ^{ab}	14 ^a	30 ^a	2,2 ^{abc}
Chimbolo	115 ^{ab}	15 ^a	29 ^{ab}	2,1 ^{de}
RAO-4	98 ^{abc}	13 ^{abc}	25 ^{abc}	2,1 ^{de}
Criollo Negro	89 ^{abc}	11 ^{bcd}	22 ^{abc}	2,2 ^{abc}
México 80-R	76 ^{bc}	11 ^{bc}	22 ^{abc}	2,1 ^{bcd}
Vaina Negra	65 ^{bc}	9 ^{cde}	20 ^{cd}	2,2 ^{ab}
NAG-81	65 ^{bc}	10 ^{cd}	19 ^{cd}	2,2 ^{ab}
Santaneño	39 ^c	8 ^{de}	14 ^d	2,0 ^e
Vaina Roja	288 ^c	6 ^e	13 ^e	2,3 ^a

*Datos Transformados \sqrt{x}

**Datos Transformados $\sqrt{x + 0,5}$

***Cultivares con igual letra son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

Los dos cultivares más productivos fueron uno criollo y otro mejorado, lo que indica la posibilidad de seleccionar cultivares arbustivos mejorados para este sistema. Sin embargo se nota la baja productividad obtenida aún en los de mayor rendimiento: 395 kg/ha en Criollo Rojo y 390 kg/ha en NAG-77. El Santaneño y Vaina Roja, los de menor rendimiento, sólo produjeron; 97,5 y 70,0 kg/ha respectivamente.

Los cultivares Criollos Rojos y NAG-77, además de productivos también mostraron ser superiores en número de vainas por planta, granos por vaina y granos por área (Cuadro 3), lo cual indica su buen desarrollo vegetativo y a adaptación a este sistema de siembra y a la baja cantidad de fósforo de este suelo (6 mg/ml de suelo).

Hubo efecto lineal positivo de las densidades de siembra sobre la producción ($Y_1 = 53,29 + 0,001334X$), número de vainas ($Y_2 = 8,75 + 0,000083X$), número de granos por área ($Y_3 = 18,37 + 0,0000157X$) y número de plantas brotadas ($Y_4 = 4,22 + 0,0000107X$), a los datos de Y_1 , Y_2 , Y_3 y Y_4 se les aplicó transformación \sqrt{x} .

DISCUSION

De acuerdo con la información disponible, sobre la densidad de siembra para este sistema (3, 8 y 10), la cantidad de semilla por hectárea debe ser 40 kg/ha (de 180.000 a 250.000, semillas/ha), si se consideran pesos de 100 semillas entre 16 y 22 g. Estos datos no concuerdan con los obtenidos

en las parcelas comerciales que fueron sembradas por un agricultor que se dedica a la siembra de frijol tapado; el cual distribuyó más de 500.000 semillas por hectárea (Cuadro 2). En parcelas comerciales evaluadas por Monge (8) en San Ignacio de Acosta, los agricultores distribuyeron en promedio 52 kg/ha pero la reducción de plantas a cosecha fue superior al 50%; además con base en los datos de Von Platen y Rodríguez (10) se deduce que la reducción de plantas a cosecha fue superior al 50% con semilla criolla y del 39% con semilla mejorada y tratada con fungicida. Alfaro (2), obtuvo que la densidad de siembra influyó más en los rendimientos que la fertilización y que el cultivar mejorado Brunca produjo más que los criollos. Pero esta superioridad de el Brunca pudo estar influida por su tolerancia al virus del mosaico común y semilla libre de patógenos. En el ensayo preliminar las pérdidas al respecto variaron entre 28 y 90% (Cuadro 2), y en el segundo ensayo de 41 a 93% (Cuadro 4). Así, esta observación de pérdidas de semillas y plantas junto con el efecto lineal positivo de las densidades de siembra sobre la producción de grano, indican que la cantidad de semilla a distribuir en el sistema de siembra de frijol tapado puede ser superior a las 400.000 semillas/ha.

Esta diferencia entre los resultados obtenidos y la información disponible sobre este sistema, se originan aparentemente de la ausencia de investigación a nivel de campo y debido a que los datos provienen de encuestas a agricultores, o en no cuantificar el número de semillas que se siembra para verificar las pérdidas reales de semilla.

Los factores que producen las elevadas pérdidas de semillas y plántulas puede ser muy variados; porcentaje de germinación del grano empleado como semilla; incidencia de babosas; coberturas deficientes del cultivo del frijol, debido a que el tipo de maleza y arbusto con que "tapó" el terreno impidieron, en ciertas áreas, la brotación de las plántulas; hongos y bacterias o virus que se transmiten en la semilla y otros. Sería importante conocer la acción de cada posible factor, sin pretender sugerir que su conocimiento y posible combate o mejoramiento podría servir para que los agricultores se ahorren hasta un 50% de semillas. Esto debido a que la variabilidad de los suelos, hierbas y arbustos, cultivares de frijol y otros factores, involucrados en el sistema tapado, no garantizarían el control de esta reducción en el número de plantas y en tal eventualidad se estaría dando una cobertura deficiente y por ende una alta incidencia de malezas y la posible pérdida del frijolar.

Los cultivares criollos manifestaron una mala estabilidad en su desarrollo vegetativo y productivo, así como en la tolerancia a enfermedades (esto último particularmente para el cultivar Santaneño) debido al cambio de localidad. En la zona donde se les colectó, se han adaptado a un determinado microclima por un periodo prolongado (que podría ser de centenares de años). Bajo estas condiciones la variación patogénica pudo ser diferente a la de la zona donde se colectó el material, así como podría darse una adaptación diferencial a las condiciones de clima de esta localidad.

Los cultivares mejorados podrían garantizar una mayor estabilidad ante situaciones climáticas diversas, pero habría que seleccionarlos por capacidad competitiva con las malezas, tolerancia a bajas cantidades de fósforo y

alta acidez y otras condiciones químicas y físicas más críticas en los sue los.

Algunas de estas características sí la poseen algunos cultivares crio llos, lo cual le confiere su clasificación como "rústicos".

CUADRO 4. Porcentajes de reducción de las semillas regadas a las plantas co sechadas en frijol bajo el sistema tapado. (Segundo Ensayo).
Valverde Vega, Alajuela. 1984.

Cultivar	Densidad (Plantas/ha)	Porcentajes de reducción de se millas regadas a plantas cose- chadas
México 80-R	200.000	51,25
	300.000	65,68
	400.000	65,47
Vaina Negra	200.000	48,31
	300.000	51,88
	400.000	55,62
Vaina Roja	200.000	87,81
	300.000	92,50
	400.000	91,41
Chimbolo	200.000	41,25
	300.000	50,42
	400.000	58,12
Criollo Negro	200.000	64,06
	300.000	59,58
	400.000	67,34
RAO-4	200.000	55,94
	300.000	56,04
	400.000	68,28
Santaneño	200.000	73,18
	300.000	75,22
	400.000	80,78
NAG-81	200.000	76,88
	300.000	58,33
	400.000	72,19
NAG-58	200.000	54,38
	300.000	46,46
	400.000	41,40
NAG-77	200.000	43,44
	300.000	61,25
	400.000	50,47
Criollo Rojo	200.000	64,38
	300.000	64,58
	400.000	65,52

RESUMEN

En San Isidro de Valverde Vega de Alajuela, se sembraron 22 cultivares de frijol bajo el sistema tapado a 200.000 semillas/ha. Se seleccionaron 11 cultivares y se evaluaron bajo tres densidades de siembra: 200.000, 300.000 y 400.000 semillas/ha.

Las parcelas de los dos ensayos se manejaron bajo un sistema que simuló el sistema normal de tapado: se cortó la hierba presente en el terreno, luego se picó, se marcaron las parcelas de 2 m de largo por 2 m de ancho y se distribuyeron las semillas bajo la cobertura formada por las partes de las hierbas que se habían cortado. No se fertilizó, ni se combatieron enfermedades o malezas, debido a que no son prácticas usuales en este sistema.

Las densidades de siembra mostraron un efecto lineal positivo en la producción. Se observó en los dos ensayos y en todos los tratamientos un promedio de reducción, del 62%, de plantas al momento de la cosecha, en relación con el número de semillas sembradas.

Varios cultivares criollos no completaron su ciclo productivo, debido a una posible respuesta diferencial a las condiciones del microclima que imperaron en esta zona.

Los cultivares NAG-58, RAO-4, NAG-77 y NAG-81 fueron los más productivos en el ensayo preliminar (primera época siembra), pero en el segundo ensayo (segunda época de siembra), los de mayor productividad fueron criollo Rojo y NAG-77.

Los rendimientos de los cultivares variaron de 70 a 395 kg/ha.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J.; H. MIRANDA. 1973. Los sistemas de producción de frijol. IN Seminario. Potencialidades del frijol y otras leguminosas comestibles en América Latina. Cali, Colombia, CIAT. pp 103-119.
2. ALFARO, R. 1984. Logros de la investigación sobre frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Rica (Programa MAG-UCR-CNP-CIAT). IN Congreso Agronómico Nacional VI, San José, 1984. Sesiones de Actualización y Perspectivas. San José, Costa Rica. p. 155-175.
3. ALFARO, R.; A. MORALES. 1980. Frijol "tapado". San José, Costa Rica. Programa Cooperativo de Investigación MAG-UCR. 2 p. (mimeografiado).
4. COSTA RICA, CONSEJO NACIONAL AGROPECUARIO Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1980. Programación Agrícola para 1980. San José, SEPSA. 2 p.
5. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1971. El frijol tapado, San José, Costa Rica, Hoja Divulgativa N° 41.
6. DE LA LOMA, J. 1966. Experimentación agrícola. 2da. Ed. México. Visión tipográfica, Editorial Hispano Americana. 493 p.
7. GONZALEZ, W. 1982. Estudio exploratorio económico y tecnológico del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris) en el cantón de Upala. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit 15 (2): 29-36.

8. MONGE, J.M. 1985. Descripción de la siembra de frijol bajo el sistema tapado en la zona de Acosta, Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 41 p.
9. PATIÑO, B. 1984. El cultivo del frijol en El Salvador; factores que limitan la producción. IN Mesa Redonda sobre Programa Cooperativo Sub-regional de producción de leguminosas alimenticias de Centro América y Panamá, 25-26 de abril de 1983, MAG-FAO. San José, Costa Rica. p. 26-41.
10. VON PLATEN.; RODRIGUEZ, G. 1982. La producción de frijol tapado en la región de Acosta-Puriscal, Costa Rica. IN XXVII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. p. irr.