

19869
E4p

Evaluación y Mejoramiento de Prácticas Agronómicas

19869e

Fijación de Nitrógeno por *Rhizobium phaseoli*

Evaluación de cepas En 1980 se continuaron los ensayos con *Rhizobium phaseoli* con la evaluación de cepas tanto en el invernadero como en el campo y se obtuvieron los resultados finales para el Primer Ensayo Internacional de Inoculación de Frijol (IBIT) este incluyó 10 cepas superiores de *R phaseoli* ensayadas en siete países (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979)

La inoculación permitió aumentos en los rendimientos del frijol en cinco de los ensayos donde las cepas CIAT 632 y 640 mostraron particular consistencia en la fijación de N₂ (Cuadro 1) En el primer ensayo en Piracicaba Brasil la cepa 640 superó en rendimientos al testigo con N al cual se le había aplicado el equivalente de 100 kg de urea/ha

Las plantas usadas como testigos sin fertilizar mostraron buena nodulación en las localidades de América Central (Cuadro 2) lo que sugiere la existencia

de competencia entre el *Rhizobium* nativo del suelo y las cepas inoculadas. No obstante en uno de los dos ensayos en Ahuachapán El Salvador se obtuvieron aumentos significativos en los rendimientos después de la inoculación. La alta nodulación anterior a la inoculación en los ensayos de México y El Salvador acentúan la necesidad de estudios más detallados sobre competencia (Véase más adelante lo concerniente a competencia por sitios para nódulos)

En la única localidad donde los nódulos se clasificaron (Piracicaba) las cepas 632 y 903 del CIAT que probaron ser extremadamente competitivas produjeron 60 a 100% de los nódulos los aislamientos 45 y 904 indujeron un porcentaje más bajo de nódulos en plantas inoculadas

En este año se distribuyó un segundo IBIT que incluye nuevas cepas adicionales de *R phaseoli* estarán participando en este segundo ensayo 14 colaboradores de 10 países

Cuadro 1 Rendimiento (g/pl t) p localidad p a la se IBIT 1978 1979

Localización del ensayo	Rendimiento N	Rendimiento N	Valor del tratamiento	Mjor cepa (No CIAT)	Incremento del rendimiento por las mejores cepas (%)
Chapingo Méx 1	110	95	77 111	640	0
Chapingo Méx 2	67	54	50 72	632	74
Chapingo P	485	388	301 515	255	63
Cohabamba Bol a	86	76	68 91	893 904	55 s
Jilisco Méx	157	149	129 168	632 640	73
La Selva Col mb	115	193	1318 1795	632 640	563
Mu USA	72	63	73 116	57 893	611
Piracicaba Brasil 1	302	374	272 448	632 640 903	483
Piracicaba Bra 12	13	36	10 19	903	461
Sa André El Sid	858	791	68 91	57	55
Sa André El Sal ad	511	527	48 77	632 640 905	399
Santa Clara	53	55	48 61	632 640	155

El grado de importancia de Chapingo Méx

C d 2 N m d od l p pl t d l l d d l
say IBIT 1978 1979

L cal d d	N d l /pla t				V ia ó tre	
	S	N	C	N	l t atam e t	l d
Chap g M l	102.5	102.7	68.0	223.7		
Ch p g M co 2	147.2	154.7	64.5	173.7		
Ch l y P	15.4	7.1	12.2	32.4		
C h b mb B l	26.7	26.2	31.0	205.2		
J l M	45.9	32.4	36.1	60.9		
La S l C l mb			s			
M USA	0.1	0	0.1	26.2		
P b B l 1	13.9	3.6	24.6	50.7		
P b B l 2	50.0	42.2	50.5	88.1		
S n A d s El Sal d l	36.1	0.8	28.8	54.3		
S n A d s El Sal ad 2	22.8	0	33.3	40.3		
Sa t d C l mb		s				

f m

Tolerancia a suelos ácidos Antes se había informado sobre la capacidad de algunas cepas de *R. phaseoli* para crecer en un medio sintético con un pH de 4.6 y en presencia de Al y Mn en exceso (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979). En 1980 se emprendieron estudios adicionales para evaluar la aplicabilidad de estos descubrimientos en condiciones de campo. La Figura 1 muestra la supervivencia de una cepa del CIAT (640) sensible a pH bajo y otra (899) capaz de crecer en el medio modificado de Keyser a pH 4.6 cuando se inocularon en el suelo de CIAT Quilichao sin encalar (pH 4.15) y en el mismo suelo encalado a pH 4.5, 4.9 y 5.8. Es evidente la mayor capacidad de la cepa tolerante al suelo ácido para sobrevivir bajo condiciones desfavorables del suelo: las poblaciones de la cepa sensible CIAT 640 declinaron a menos de 10^2 células/g de suelo en el suelo de pH 4.5 solamente cinco días después de la inoculación. Actualmente se realizan estudios para examinar la capacidad noduladora de la cepa 899 en un suelo ácido y como ella puede afectar el cultivar de frijol.

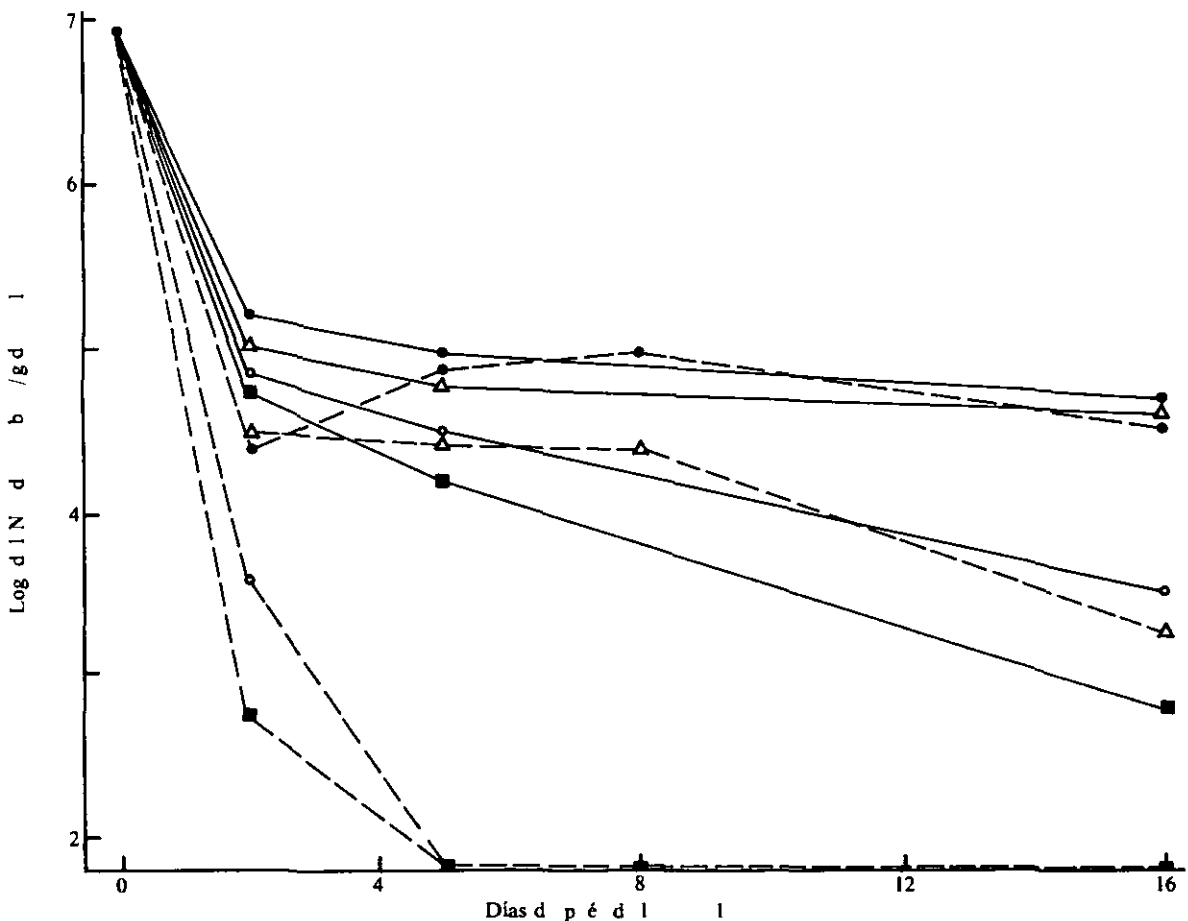


Figura 1. P n d b d d p d Rhi obium phase li n uel d f nt l d pH

Tolerancia a temperatura Estudios iniciados el año pasado en CIAT Quilichao mostraron la incapacidad de algunas cepas especialmente CIAT 57 para desenvolverse bajo condiciones de alta temperatura del suelo. En la nueva cámara de crecimiento disponible en el CIAT se iniciaron experimentos para evaluar el comportamiento de cepas eficientes en la fijación de N₂. Los resultados de un ensayo mostraron que la mayoría de las cepas eran relativamente débiles en la fijación de N₂ a la temperatura diurna de 34 C y nocturna de 28 C también fue evidente alguna especificidad del hospedero. Están en marcha estudios adicionales con las cepas más efectivas CIAT 632 166 125 y 126

Competencia por sitios para nódulos Dadas las altas poblaciones de *Rhizobium* en el suelo que se encontraron en los sitios de México y América Central en el primer ensayo IBIT se iniciaron estudios para evaluar la capacidad competitiva de las cepas de *R. phaseoli* del CIAT que se usan comúnmente. A partir de la totalidad de las cepas usadas en los ensayos IBIT 1979 1980 se prepararon mutantes resistentes a antibióticos que se pueden recuperar de los nódulos e identificar fácilmente. Han sido necesarias extensas pruebas con estos mutantes ya que muchos de ellos mostraron propiedades simbióticas modificadas evidentes en los datos del Cuadro 3

Cepa	Algoritmo	A		Peso total (g)
		Días	Peso fresco (g/planta)	
640	P g t	6	1.38	3.55
	M t a t b	8	0.79	2.34
	M t a t -e	6	1.13	3.63
125	P g t o	6	1.07	4.25
	M t t b	6	1.61	4.35
	M t t f	6	1.23	3.92
899	P g t	6	1.39	3.29
	M t a t	8	0.58	1.82
	M t t	6	1.66	3.86
632	P g t	6	0.62	3.46
	M t t	11	0.49	1.16
	M t t b	14	0.26	1.08

En los estudios iniciales con los mutantes seleccionados se ha demostrado la deficiente capacidad competitiva de la cepa CIAT 904. Se continúan estudios para seleccionar cepas de *R. phaseoli* altamente competitivas.

Fijación de N en cultivares de frijol tolerantes a suelos con niveles de P bajos La posibilidad de que los cultivares tolerantes a bajos niveles de P en el suelo (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979) puedan lograr eficiencia en la utilización del P a expensas del P de los nódulos y de este modo limitar la fijación de N impulsó los estudios de fijación de N en los cultivares Iguacu (tolerante a bajos niveles de P) y Puebla 152 (sensible).

Los resultados iniciales indicaron que Puebla 152 destinó una fracción mayor del P total de la planta a los nódulos. Sin embargo los dos cultivares difirieron poco en la fijación de N en suelos bajos en P y además hasta el día 35 de la cosecha mostraron poca diferencia en su capacidad para absorber este alimento del suelo.

Fijación de N en Popayán y CIAT Quilichao En CIAT Quilichao se realizaron experimentos para determinar si los métodos de los ensayos utilizados en Popayán eran apropiados para ese sitio más cálido. Dos líneas de frijol BAT 76 y BAT 332 que anteriormente se mostraron activas en la fijación de N cuando habían sido inoculadas con las cepas adecuadas se sembraron en ambas localidades y semanalmente se midieron algunos parámetros de fijación de N.

Como en estudios anteriores de temperaturas los nódulos se desarrollaron más lentamente en Popayán aunque allí se obtuvo eventualmente mayor peso en nódulos frescos/planta. Las diferencias en la fijación de N₂ no fueron muy notables si bien en CIAT Quilichao la máxima actividad se observó a los 35 días después de la siembra y en Popayán a los 40 a 50 días.

Durante la época de floración en cada localidad se siguió la fijación de N por un período de 24 horas para determinar los tiempos óptimos para su medición. La fijación máxima de N/unidad de peso de nódulos frescos (actividad nodular específica ANE) se obtuvo en los muestreos de las 10 am en ambas localidades de allí en adelante el ANE declinó constantemente. En CIAT Quilichao el descenso constante en el contenido de carbohidratos solubles de los nódulos fue similar al descenso en el ANE pero en Popayán no se observó esta relación.

Biología y Control de Insectos-Plaga

Control cultural de *Empoasca kraemeri* El año pasado se informó que cuando el frijol se asociaba con caña de azúcar *Empoasca kraemeri* y otras plagas del frijol se presentaban en menor número que cuando el frijol se cultivaba solo además la asociación no tuvo efectos sobre las poblaciones de insectos de la caña ni sobre los programas de control biológico en esta. Aunque inicialmente el frijol afectó el desarrollo de la caña de azúcar sus rendimientos finales solo se resentieron cuando el frijol se sembró 45 días después de la caña.

Este ensayo se repitió en 1980 con modificaciones secundarias. De nuevo los insectos plaga del frijol fueron menos numerosos en el frijol asociado y no se detectó ningún efecto sobre los insectos y programas de control en caña de azúcar. Los rendimientos del frijol fueron satisfactorios y más altos en la asociación cuando ambos cultivos se sembraron al mismo tiempo (Cuadro 4). De estos experimentos se concluye que la asociación caña de azúcar-frijol es posible tanto agrónomica como en tomológicamente.

Condición de siembra	Relación de siembra del frijol (días después de la caña)	Rendimiento (kg/ha)
Frijol monocultivo	15	1543 a
Frijol asociado	0	1433 b
Frijol asociado	0	1332 bc
Frijol asociado	15	1218
Frijol asociado	30	865 d
Frijol asociado	30	577 e

Lo primero es el promedio de la población (C.V. = 8.9%)
 Lo segundo es el promedio de la población (C.V. = 5%) (D.C.A.)

Crisomélidos Los últimos estudios sobre las poblaciones adultas de *Cerotoma facialis* indicaron que cuatro adultos por planta constituyen un nivel crítico durante los estados iniciales de crecimiento del frijol (8-15 días) y en menor grado durante el período de floración. Cuando un ataque dura dos semanas *Cerotoma* es más dañino que *Diabrotica balteata*. Ambas especies consumen flores y vainas sin embargo cuando el ataque ocurre entre los 36 y 50 días después de la siembra el daño no afecta los rendimientos finales del frijol.

Las larvas de *Cerotoma* y *Diabrotica* causaron daños significativos a plantas menores de 14 días (Figura 2) en segundo y tercer instar afectaron la germinación de la planta y redujeron el área foliar especialmente durante el período inicial de crecimiento (0-7 días después de la siembra). Estos resultados confirman resultados anteriores y son concluyentes.

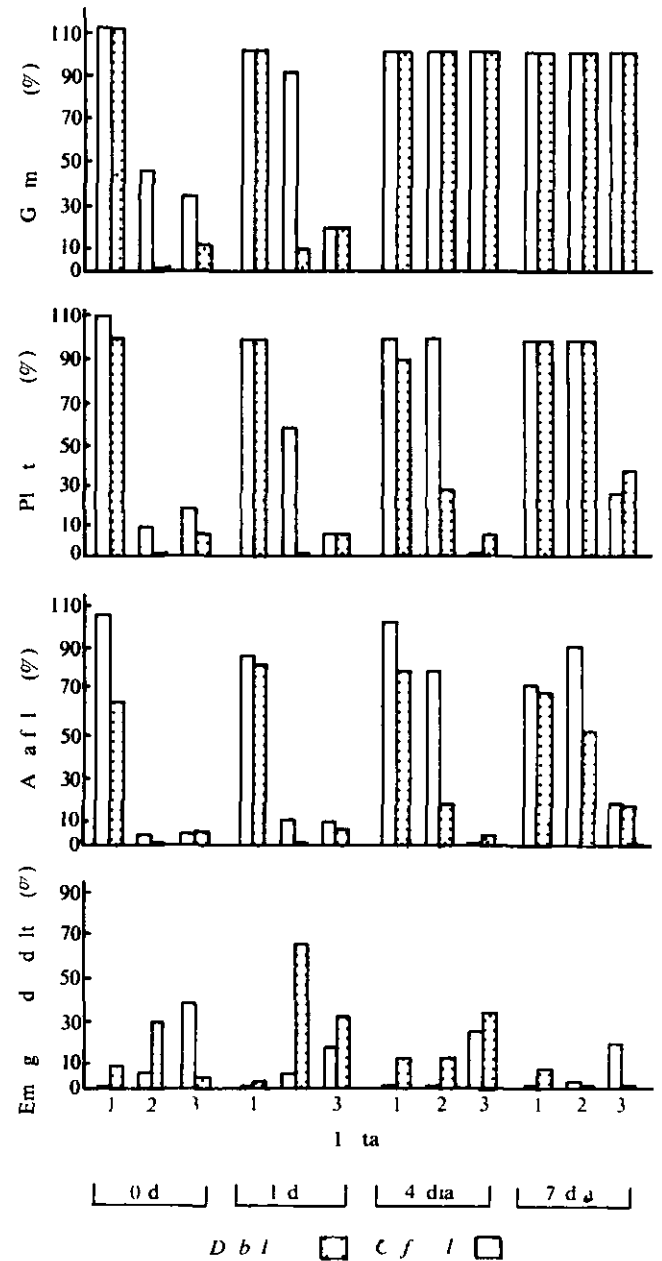


Fig. 2. Daño causado por *Diabrotica balteata* y *Cerotoma facialis* en diferentes instares de la planta de frijol.

Validación de tecnología de almacenamiento La caída de los precios al momento de cosecha es uno de los principales problemas en la producción de frijol. El almacenamiento a bajo costo en la finca podría ayudar a los agricultores a superarlo.

Los gorgojos causan las mayores pérdidas en el almacenamiento pero ya se ha demostrado que se pueden controlar fácilmente aplicando a la semilla una dosis baja de aceite vegetal de cocina antes del almacenamiento (CIAT Programa de Frijol Informe Anual 1979)

Para introducir esta tecnología se estableció una serie de siete ensayos de demostración en fincas del Huila Colombia. Después de cuatro meses de almacenamiento no se habían observado daños y los agricultores estaban satisfechos. El sistema les puede permitir vender su producto a un mejor precio y/o utilizar algo de la semilla para próximas siembras.

En los mercados populares del Valle del Cauca se han visto frijoles tratados con aceite. Para probar su aceptación se ofrecieron para la venta en la misma zona 200 kilogramos de la variedad Diacol Calima tratados con aceite los cuales se vendieron fácilmente a precios normales.

Densidad de Siembra vs Incidencia de Enfermedades

En 1980 se sembró una serie de experimentos para estudiar los efectos de diferentes densidades de población de plantas sobre el desarrollo de enfermedades después de la inoculación con varios patógenos del frijol o con baja infección natural.

Se sembraron de 3 a 10 materiales en tres densidades de población (67, 133 y 267 x 10³ plantas/ha) en un diseño de parcela dividida (6 m² por combinación material densidad) la cual se separó por surcos de borde y se replicó cuatro veces en cada experimento. Periódicamente se efectuaron evaluaciones para estimar el porcentaje del área foliar infectada por cada patógeno.

La Figura 3 ilustra algunos datos seleccionados a partir de dos de los experimentos que se llevaron a cabo en Popayán. El experimento I se inoculó con una mezcla de aislamientos locales del patógeno de la mancha angular de la hoja y se infectó naturalmente con antracnosis. El experimento II se infectó naturalmente con mildew polvoso y patógenos de la mancha blanca de la hoja.

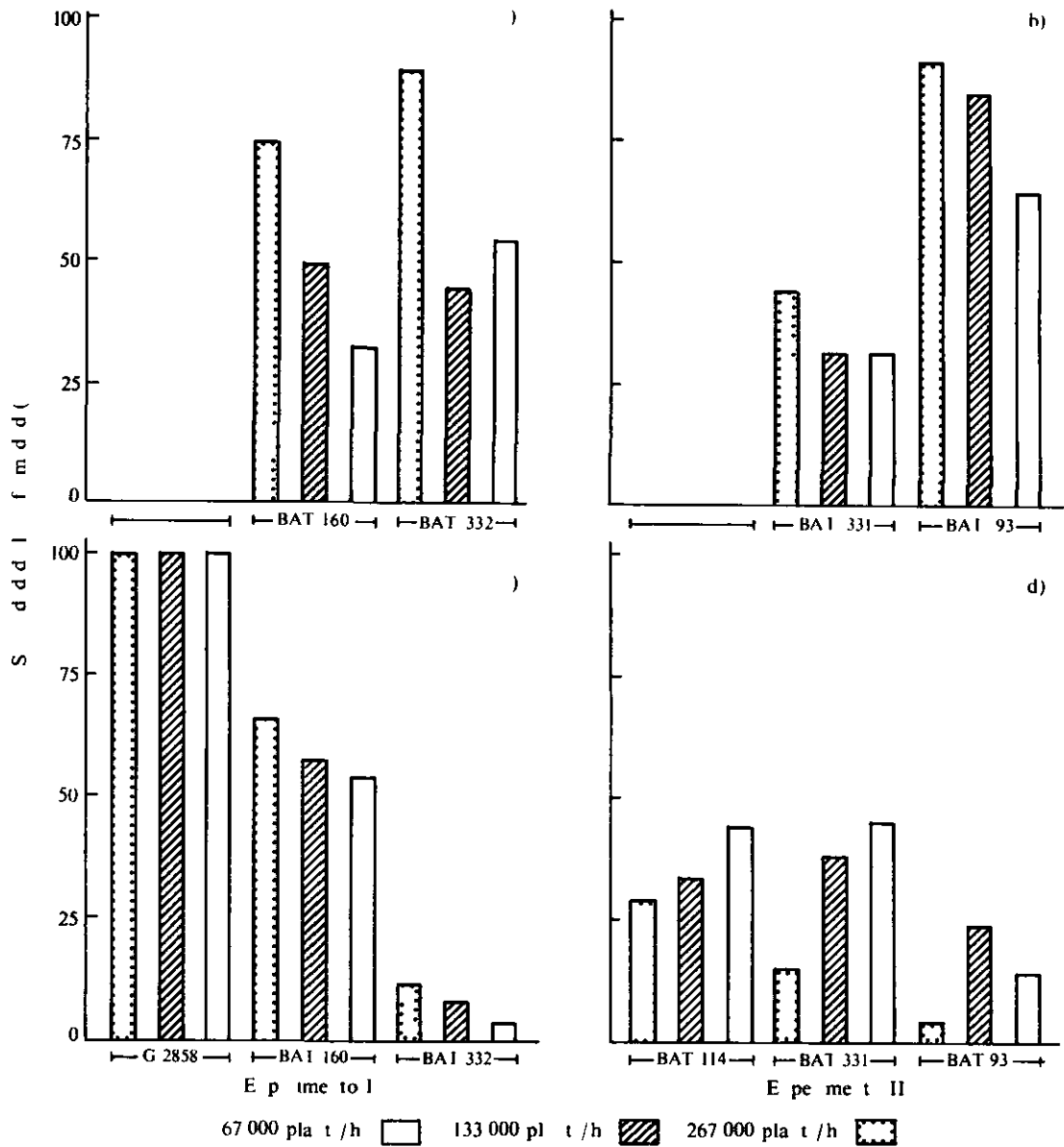
El desarrollo de la mancha blanca de la hoja fue significativamente menor cuando las densidades de plantas fueron más altas lo cual coincide con otros informes. Setenta y un días después de la germinación se incrementó significativamente la infección de antracnosis y mildew polvoso en las densidades altas de BAT 160 o BAT 332 y BAT 93 o BAT 331 respectivamente.

El desarrollo de la mancha angular de la hoja 65 días después de la germinación fue igualmente favorecido por el aumento de la densidad de plantas. Se observaron tendencias similares en otros experimentos para roya, *Ascochyta*, mancha de la hoja, anublo de halo y anublo bacterial común.

Por lo tanto las altas densidades de población de plantas generalmente favorecen el desarrollo de enfermedades en materiales susceptibles. Esta interacción puede ser contraproducente para los aumentos en rendimientos que generalmente se esperan al aplicar recomendaciones agronómicas normales para incrementar rendimientos y debe tenerse en cuenta cuando se desarrollan políticas de producción de frijol.

Los sistemas de cultivo también influyeron en el desarrollo de enfermedades en materiales determinados o indeterminados cultivados en monocultivo o en asociación con maíz en CIAT Palmira y Popayán. La infección natural de roya inicialmente fue mayor en el monocultivo que en la asociación pero la diferencia relativa entre los dos sistemas disminuyó a medida que la época de cultivo avanzó en CIAT Palmira.

En Popayán la infección natural de antracnosis inicialmente fue mayor en la asociación que en el monocultivo pero la diferencia relativa entre los dos sistemas disminuyó a medida que se prolongó el período de lluvias moderadas. Resultados más recientes indican que un período de lluvia fuerte puede dominar completamente el efecto del sistema de cultivo e incitar una severa infección de antracnosis en cualquiera de los dos sistemas.



Figu a 3 Ef t d t d d d d b b l d ll d nf m dad n frij l El xp v mento l se
 cul lam t l l d l p t g d la ma h ngula d la hoj a y nf tó tu lm nt
 n t is l xp m t II f to natu lm nt p tóg d ml d polv y d man h
 bl n d l h j) A is b) ml d o p l) m h ang la d) man h bla