

CIAT
HD
9049
• B4
C8
1977
V.1

8242

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

C I A T

CURSO INTENSIVO DE ADIESTRAMIENTO

//
EN PRODUCCION DE FRIJOL

PARA INVESTIGADORES DE AMERICA LATINA

Marzo 28 a Abril 23 de 1977



BIBLIOTECA

40145

EDICION PRELIMINAR

8242

DIAGNOSTICO Y CORRECCION DE PROBLEMAS DE MICROELEMENTOS

EN FRIJOL

Carlos A Flor M

A I N T R O D U C C I O N

En Colombia y en Latinoamérica en general, el esfuerzo de los investigadores en fertilidad de suelos se ha orientado principalmente hacia la solución de problemas de nitrógeno, fósforo y acidez. Es muy razonable aceptar que esta tendencia de los investigadores en suelos, refleja la importancia y/o prioridad que tienen éstos problemas para la agricultura de las regiones tropicales. Los resultados, por otra parte son halagadores. Existe ya alguna información para la solución de problemas de importantes regiones como los Llanos de Colombia y Venezuela, el Campo cerrado del Brasil y la región de las cordilleras andinas.

En otro sentido, el esfuerzo de los investigadores en fertilidad de suelos se ha dirigido principalmente hacia la "modificación de las condiciones del suelo, buscando adaptar este suelo, — usualmente mediante la aplicación de fertilizantes y cal —, a las necesidades de las plantas. Sin embargo, esta alternativa de solución que bien

podría denominarse " solución química " ofrece dificultades en muchas regiones como los Llanos Orientales de Colombia, no existe la infraestructura que dicha solución exige, -vías de comunicación por ejemplo -

La orientación de la investigación en suelos hacia la solución de problemas de nitrógeno, fósforo y acidez explica en parte la existencia de una situación crítica en lo que se refiere al estudio y búsqueda de soluciones a problemas de otros componentes de la fertilidad de los suelos latinoamericanos. Un caso muy específico es el relacionado con los problemas de microelementos. Todavía se carece de métodos de análisis y niveles críticos propios, esto es calibrados y conseguidos bajo condiciones de suelos, plantas y en general situaciones de ambientes tropicales. Entonces buena parte de la fase de diagnóstico de los problemas, — fase crítica en el trabajo del investigador —, tiene que ser hecha sobre la base de métodos y niveles críticos calibrados y conseguidos en otros ambientes.

También es importante precisar aquí la falta de conocimiento existente respecto a otra alternativa de solución a los problemas de suelos " la selección y/o adaptación de

especies de plantas y/o híbridos o variedades dentro de una especie, que se adapten a las condiciones problemáticas naturales del suelo " Podría denominarse a esta alternativa, la " solución genética "

El autor estima que buena parte del panorama descrito es válido para la mayoría de los cultivos del trópico latinoamericano, — el fríjol por ejemplo —

B LA NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE MICROELEMENTOS

En principio los problemas de microelementos se pueden considerar como

- 1- Deficiencias
- 2- Toxicidades
- 3- Combinaciones de deficiencias y toxicidades

Las deficiencias de microelementos, en el caso del fríjol, están relacionadas con

- * Formación del suelo
 - Ausencia de Turmalina → Deficiencia de boro
- * Lixiviación
- * Erosión → principalmente en zonas cafeteras
- * Desequilibrio entre nutrimentos

- sobreabonamiento Excesos de P,N → Deficiencia de Zinc
- sobreencalamiento → Deficiencia de boro

* Uso de semillas mejoradas

- Mayor exigencia de nutrimentos por parte de las nuevas semillas con alto potencial de rendimiento

- * Nivelación de tierras Algunos microelementos, zinc por ejemplo, se distribuyen dentro del perfil del suelo, en unos pocos centímetros del horizonte superior. Entonces los cortes de terreno producidos por la nivelación pueden producir deficiencia de zinc

- * Fijación Presencia de Vermiculita → Deficiencia de boro

En el caso de los excesos o toxicidades, ellos están muy relacionados con

* Formación del suelo

- Suelos volcánicos → Toxicidad de manganeso

- * Calidad de aguas de riego → Toxicidad de boro

* Prácticas de manejo de algunos cultivos

- En plantaciones de banano en Centroamérica
Excesos de cobre

DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS DE MICROELEMENTOS

El diagnóstico y/o definición de los problemas de microelementos constituye la parte más complicada del trabajo del investigador en fertilidad de suelos. Tal como se indicó anteriormente el autor considera que esta observación es válida para el fríjol y la mayoría de los cultivos tropicales.

La caracterización de las deficiencias y/o excesos por observación de plantas, los análisis de tejidos y de suelos, las relaciones de los microelementos con otros elementos y/o factores del suelo y del ambiente en general, y la experimentación, constituyen los elementos de diagnóstico más importantes para el investigador en fertilidad de suelos.

- 1 OBSERVACION DE LAS PLANTAS La experiencia adquirida en la caracterización visual de síntomas de deficiencias o toxicidades, es un componente de indudable utilidad para el diagnóstico del problema. Sin embargo, esta caracterización ofrece problemas. Diferentes grados de un mismo problema y/o diferentes variedades dentro de una especie presentan sintomatología diferente.
- 2 RELACIONES DE LOS MICROELEMENTOS CON ALGUNOS MACROELEMENTOS, CON OTROS MICROELEMENTOS O CON OTRAS PROPIEDADES

Y/O PARAMETROS DEL SUELO O DEL AMBIENTE EN GENERAL

La tabla 1 presenta una síntesis muy útil de éstas relaciones y su importancia sobre la disponibilidad de los microelementos

- 3 ANALISIS DE TEJIDOS Tanto la técnica del "contraste" (Comparación entre tejidos problema VS tejidos normales), como la utilización de niveles críticos en tejidos, son elementos de reconocida importancia en el diagnóstico de los problemas de microelementos. Una situación muy general ya comentada es la relacionada con la "Ausencia de niveles críticos propios", para las condiciones de las variedades, suelos y medios ambientes tropicales. Las tablas 2 y 3 hacen referencia a procedimientos de muestreo y a concentraciones de microelementos en hojas de fríjol bien desarrolladas, concentraciones que permiten establecer una aproximación a límites de deficiencia, suficiencia o toxicidad. La figura 1, indica la obtención del nivel crítico de boro en hojas de fríjol, variedades Tui y Calima.
- 4 ANALISIS DE SUELOS Al igual que en el caso de análisis de tejidos, tanto la técnica del "contraste" (comparación entre el análisis del suelo problema VS el análisis

FACTORES QUE AFECTAN LA DISPONIBILIDAD DE MICROELEMENTOS

CAUSA DE LA DEFICIENCIA	Mn	Fe	B	Cu	Zn	Mo
ALTO N		*		*		
ALTO P		*		*	*	
BAJO K		*				
ALTO Ca y/o (sobre enca- lamiento)		*	*	*		
ALTO Mg					*	
ALTO Mn		*		*		*
ALTO Fe	*			*		
ALTO Cu	*	*				*
BAJO Zn				*		
ALTO Zn	*	*		*		
BAJO pH	*					*
ALTO pH	*	*	*	*	*	
ALTO S						*
ALTO Na	*					
ALTO bicarbonatos		*				
BAJA MATERIA ORGANICA		*	*	*		
ALTA MATERIA ORGANICA				*	*	
DRENAJE POBRE	*					
SEQUIA	*		*			
BAJA T°, SUELO HUMEDO	*	*				
SUELOS CON MALA AIREACION		*				
SUELOS LIVIANOS COLOR CLARO	*		*	*	*	

Tabla 2 P R O C E D I M I E N T O D E M U E S T R E O (*)

ESTADO DE PLANTULA	(MENOS DE 30 CM)	TODOS LOS ORGANOS SOBRE EL SUELO	20-30 PLANTAS
INMEDIATAMENTE ANTES O DURANTE FLORACION INICIAL		2-3 HOJAS BIEN DESARROLLADAS DE LA PARTE SUPERIOR	20-30 PLANTAS

EXPRESION MAS CORRIENTE p p m EN MATERIA SECA

(*) Soil Science Society of America, Inc 1972 - MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE p 322

AL INICIARSE LA FLORACION (*)

ESTADO NUTRICIONAL	p p m					
	B	Mn	Fe	Cu	Zn	Mo
DEFICIENCIA	3		335	5	25	0.4
INTERMEDIO	50	68	416			
EXCESO	150			19	120	1.4

(*) R Howeler 1974 Análisis foliar de algunos cultivos tropicales
 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT 22 p

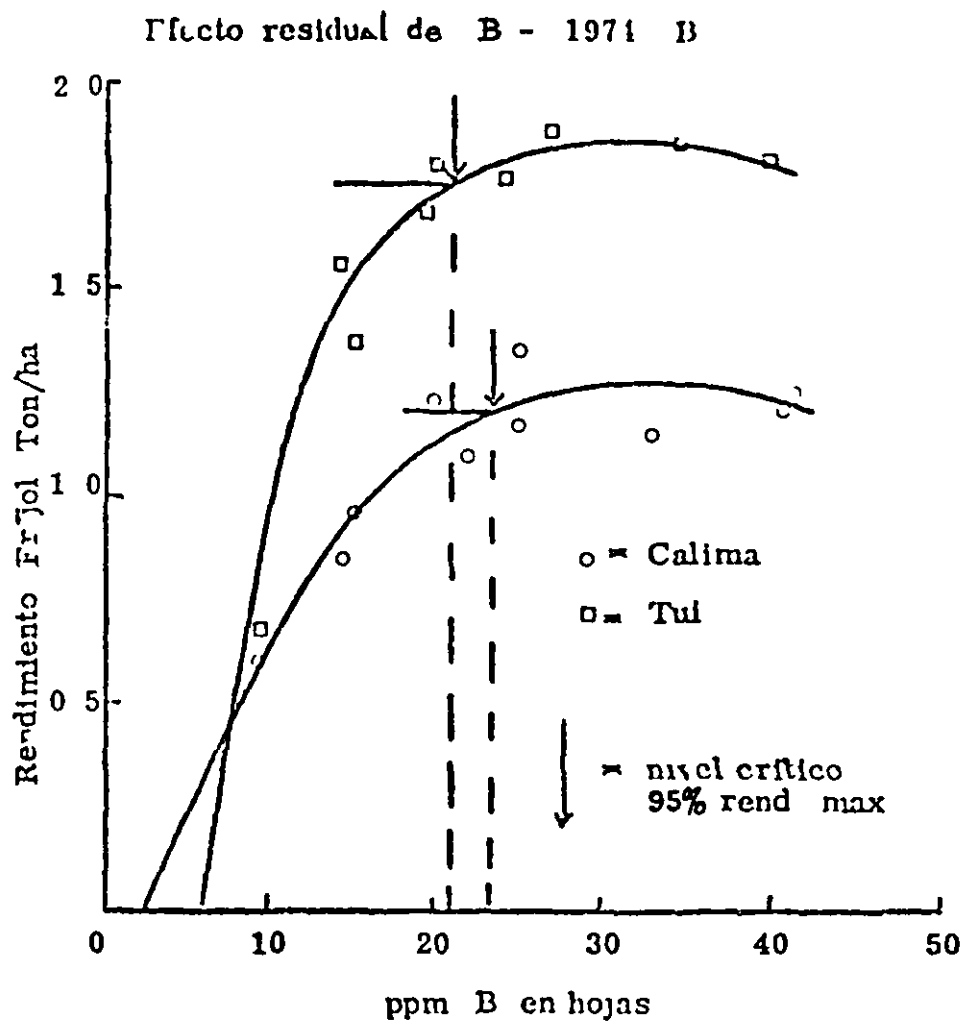


Figura 1 Relación entre rendimiento de Frijol de dos variedades con el contenido de B en las hojas superiores al inicio de la floración. Las flechas indican el nivel crítico de B en las hojas

lisis del suelo normal), como la utilización del concepto de "niveles críticos", permiten obtener información importante para el diagnóstico También en este caso hay necesidad de recurrir inicialmente a "valores o niveles" obtenidos en otros ambientes con otras variedades Existen además muchos métodos de determinación de microelementos Las tablas 4, 5, y 6 resumen los niveles críticos obtenidos para varios métodos de análisis La figura 2 ilustra además la determinación del nivel crítico de boro para fríjol bajo condiciones de CIAT

5 EXPERIMENTACION Constituye posiblemente la técnica de diagnóstico más usada por los investigadores de suelos de Latinoamérica Existen básicamente dos tendencias

5 1 EXPERIMENTACION " UNIFACTORIAL "

5 1 1 Aplicación de tratamientos al suelo, generalmente bajo el siguiente diseño

- 1 Tratamiento " completo "
- 2 Tratamiento " completo - Zn "
- 3 Tratamiento " completo - B "
- 4 Tratamiento " completo - Fe "
- 5 Tratamiento " completo - Mn "
- 6 Tratamiento " completo - Cu "
- 7 Tratamiento " completo - Mo "

B	AGUA CALIENTE	0 2
	0 1 N-HCl	1 0
	DITHIZONA + NH ₄ C H O 2 3 2	0 3
Zn	EDTA + (NH ₄) ₂ CO ₃	1 4
	DTPA + Ca Cl ₂ (ph 7 3)	0 5

TABLA 4 - METODOS DE ANALISIS Y NIVELES CRITICOS PARA BORO Y ZINC (*)

(*) Soil Science Society of America, Inc 1972 - Micronutrients in agriculture 1-313

Fe	NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂ (ph 4 8)	2
	DTPA + Ca Cl ₂ (ph 7 3)	2 5
Mn	0 05 N-HCl + 0 025N-H ₂ SO ₄	5
	HIDROQUINONA + NH ₄ C ₂ H ₃ O ₂	25
	AGUA	2
	0 1 N-H ₃ PO ₄ y 3N-NH ₄ H ₂ PO ₄	15

TABLA 5 - METODOS DE ANALISIS Y NIVELES CRITICOS PARA HIERRO Y MANGANESO (*)

(*) Soil Science Society of America, Inc 1972 - Micronutrients in Agriculture - P-313

MICROELEMENTO METODO DE ANALISIS

NIVEL CRITICO
ppm

Cu	$\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (ph 4.8) 0.5 M-EDTA	0.2
		0.7
Mo	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (ph 3.3)	0.04

Tabla 6 - METODOS DE ANALISIS Y NIVELES CRITICOS PARA COBRE Y MOLIBDENO (*)

(*) Soil Science Society of America, Inc 1972 - Micronutrients in agriculture P-313

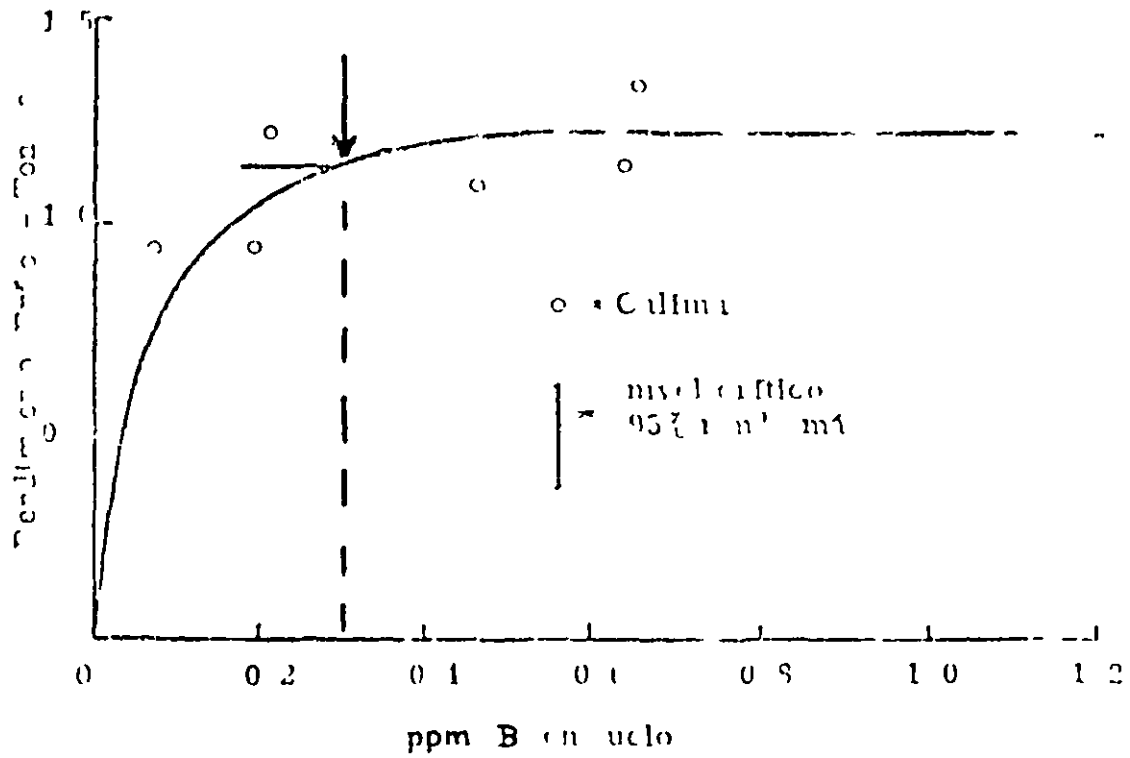


Figura 2. Relación entre el rendimiento de trigo y limón y el contenido de boro en el suelo (boro soluble en agua caliente).

8 Testigo absoluto

5 1 2 Aplicación de tratamientos por vía foliar,
generalmente bajo el siguiente diseño

1 + Zn

2 + B

3 + Fe

4 + Cu

5 + Mn

6 + Mo

7 + Testigo

5 2 EXPERIMENTACION MULTIFACTORIAL Generalmente se utiliza cuando ya se posee alguna información sobre el posible efecto de dos o más microelementos y/o sus interacciones

La tabla 7 indica cantidades de microelementos que " en promedio ", para el caso del fríjol pueden usarse en esta fase de diagnóstico del problema

La tabla 8 complementa la tabla anterior al presentar algunas de las más importantes fuentes inorgánicas de microelementos

F U E N T E	% DEL ALIMENTO	DOSIS MEDJA KG DEL ELEMENTO / ha
SULFATO DL COBRE	25	3
SULFATO DE MANGANESO	26	6
SULFATO DE ZINC	23	5
OXIDO DE ZINC	78	
BORAX	11	1
SOLUBOR	20	
MOLIBDATO DL SODIO	39	0.2
SULFATO FERROSO	19	ASPIRSION FOLIAR
SULFATO FERICO	5	0.5%
QUELATOS SINTETICOS		

TABLA 7 - FUENTES CANTIDAD PROMEDIO DE MICROELEMENTOS QUE PUEDEN USARSE EN FRIJOL
 EN LA FASE DE DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

	<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>%</u>
	BORAX	11
	BORATO - 46	14
B	BORATO - 65	20
	SOIUBOR	21
Cu	SULFATO DE COBRE	25-10
	OXIDO DE COBRE	60-86
Fe	SULFATO FERROSO	20-57
	SULFATO FERRICO	20-28
Mn	SULFATO MANGANOSO	22-7
	OXIDO MANGANOSO	50-67
Mo	MOLIBDATO DE SODIO	39-16
	MOLIBDATO DE AMONIO	50
Zn	SULFATO DE ZINC	22-76
	OXIDO DE ZINC	60-80

LA CONCENTRACION VARIA SEGUN EL GRADO DE HIDRATACION Y LA PUREZA

TABLA 8 - FUENTES INORGANICAS DE MICROELEMENTOS

D EL TRATAMIENTO DEL PROBLEMA CASO DE LA DEFICIENCIA DE BORO
EN FRIJOL EN LOS SUELOS DEL CIAT (*)

- NIVELLS Y FUENTES DE BORO

La comparación entre dos fuentes (Bórax, 10 57 B, Solubor 20 B) y seis niveles de boro (0, 1, 2, 4, 8, kg B/ha), de acuerdo a la Figura 3 resultó en una ligera ventaja para el bórax

En cuanto a niveles, 1 Kg B/ha, es la cantidad más recomendable su aplicación representa un incremento con respecto al testigo, de 0.8 ton/ha. Un sencillo análisis económico (**) muestra la conveniencia e importancia de este kilogramo de boro en la producción de frijol

Sin embargo, desde el punto de vista de efectos residuales, Figura 4, el nivel más conveniente para la segunda siembra consecutiva de frijol, es 2 kg B/ha. Por lo tanto, de acuerdo a las Figuras 3 y 4 y en el caso de variedad Tui, lo más recomendable para un agricultor que va a sembrar dos cosechas continuas de frijol, es la aplicación de 2 Kg B/ha, en la primera siembra

(*) Toda la información sobre tratamiento del problema es tomada del artículo "Flor M, C A , R Howeler y C A Gonzalez Zinc y boro dos microelementos limitativos para la producción de arroz y frijol en algunas regiones cálidas de Colombia", Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT-1976

(**) En la época de ejecución del trabajo, 1 kg B/ha tenía un costo de \$ 200 y 1 kilogramo de frijol Tui \$ 15 00 pesos colombianos aproximadamente 1 dólar = 27 pesos colombianos (1974)

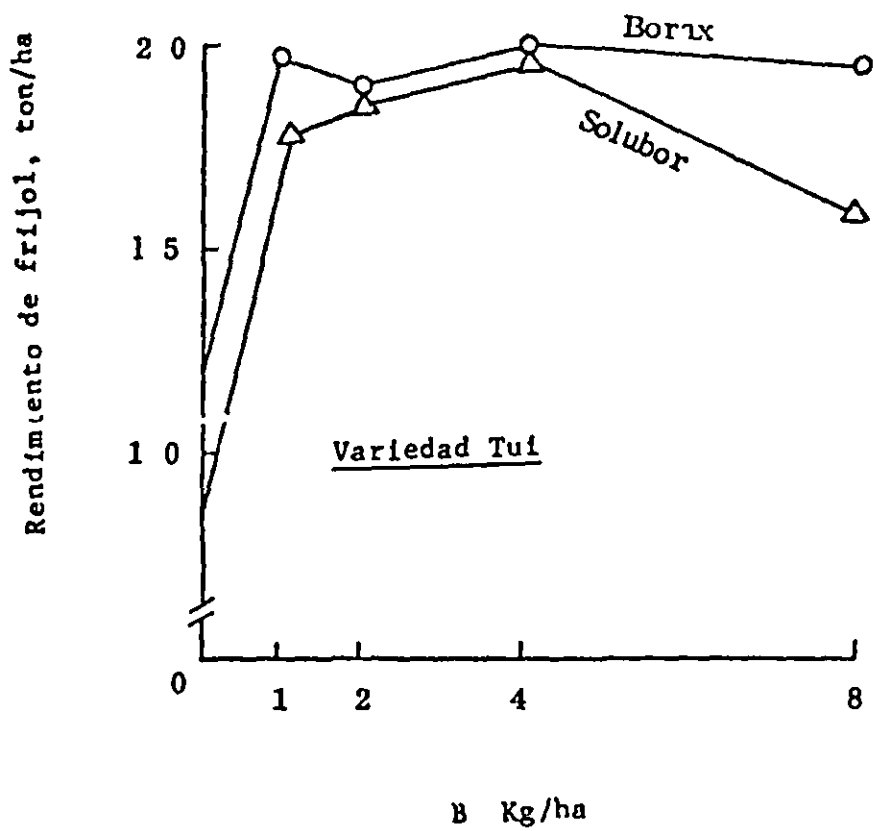


Figura 3 Respuesta del frijol Tui a niveles y fuentes de boro

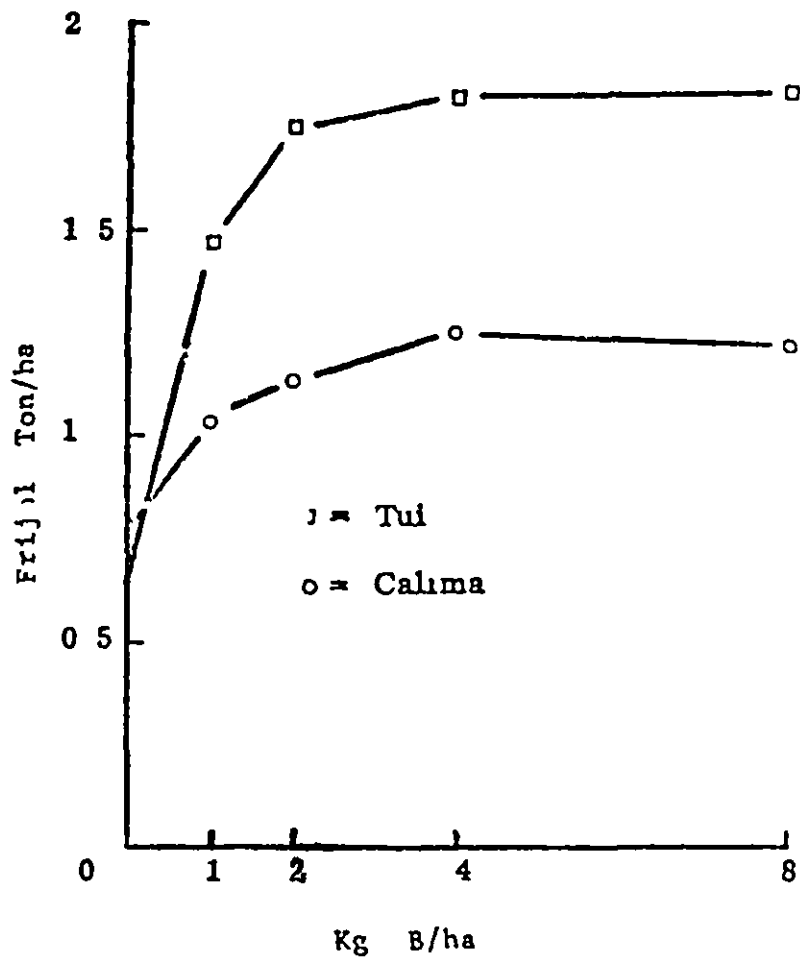


Figura 4 Efecto residual de boro en los frijoles Tui y Calima

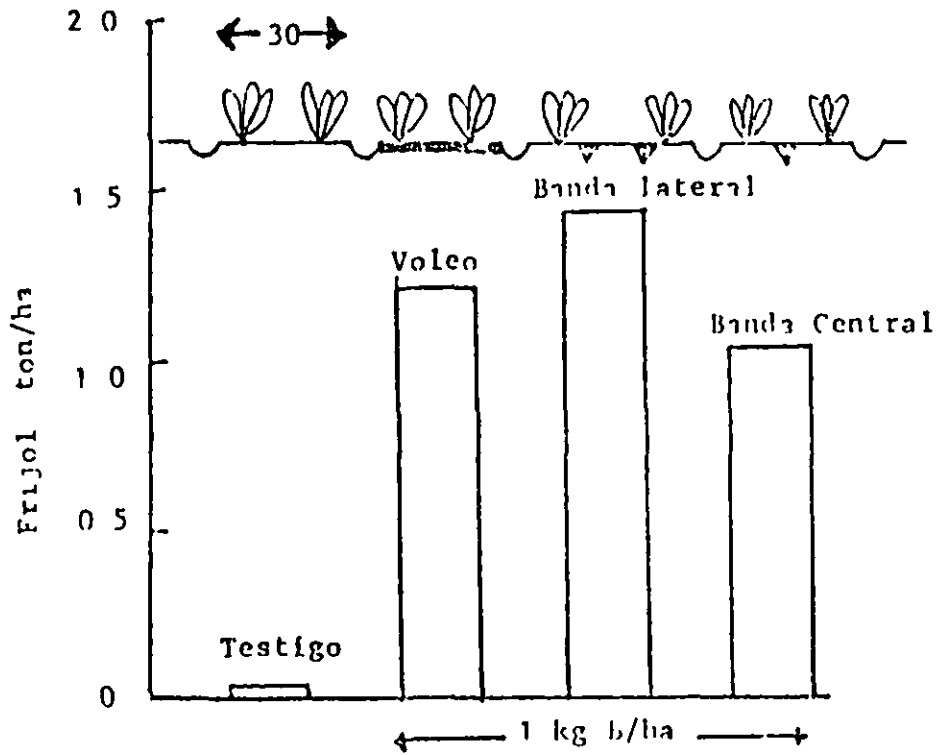


Figura 5 Comparación entre tres métodos de aplicación de boro, variedad de frijol Iui

Bo B1 B2 Bo B1 B2

	Bo	B1	B2	Bo	B1	B2
Gualf	1 23	1 31	1 83	1 15	1 18	1 58
Celima	1 02	1 06	1 34			
Tui	0 85	1 73	1 80			
L-32(ICA p1100)	0 52	1 52	1 53			
L-29	0 40	1 60	1 86			
141-M-1	0 85	1 95	1 85			
73 Vul 6589	0 53	1 51	1 81	0 65	1 71	1 74
Porrillo Sint	0 60	1 72	1 79			
Jamapa	0 55	1 49	1 57			
150-1-1	0 67	1 91	1 63			
6530 var 51052	0 73	1 99	1 94			
158-1-1	0 66	1 67	1 55			
Porrillo Sint	0 99	1 76	1 83			
Mungo	1 12	0 86	0 74	1 12	0 86	0 74

9 SUSCEPTIBILIDAD DE 14 VARIEDADES DE FRIJOL A LA DEFICIENCIA
DL BORO - 1974 -

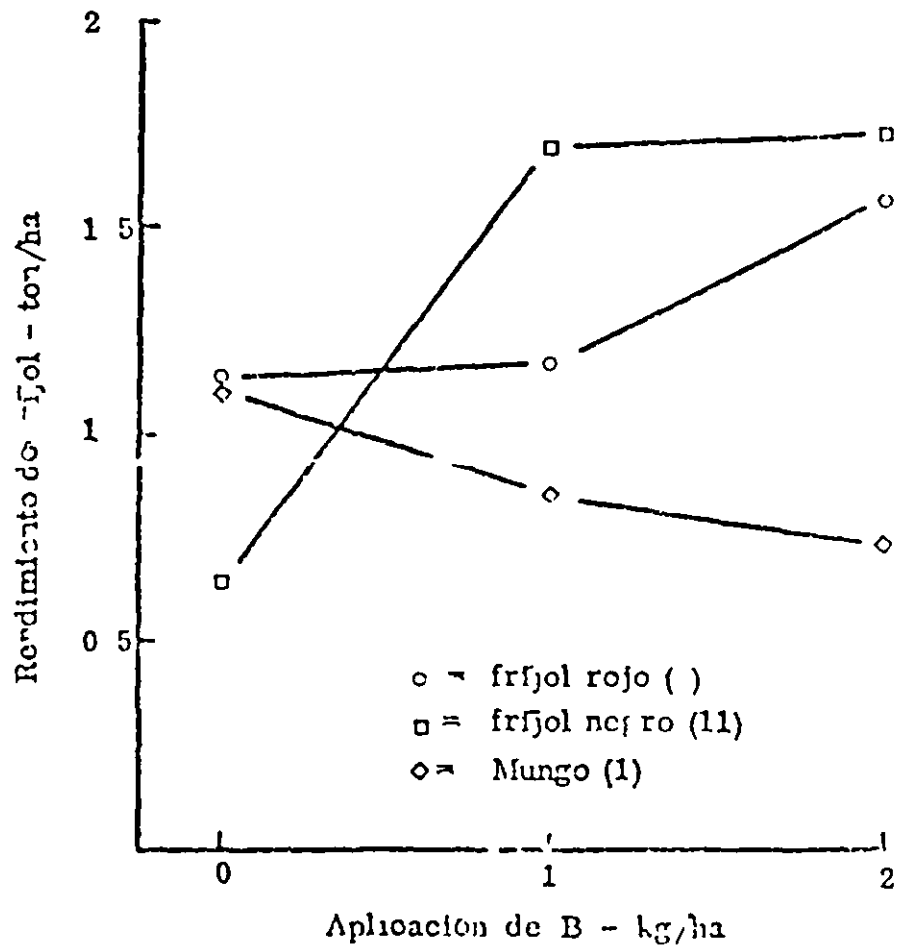


Figura 6 Respuesta promedio de los frijoles de grano negro, de grano rojo con pintas y el frijol mungo a aplicaciones de boro

MÉTODOS DE APLICACION DEL BORO

La Figura 5 describe tres alternativas consideradas para aplicar el boro, así como los resultados obtenidos. Se observa una ligera ventaja para el método de aplicación en banda lateral. En esta misma figura se puede apreciar la enorme diferencia entre el testigo y los tratamientos con boro.

SUSCEPTIBILIDAD DE VARIEDADES A LA DEFICIENCIA

La Tabla 9 y la Figura 6 muestran los resultados obtenidos en una prueba de susceptibilidad de 14 variedades a la deficiencia. Se puede observar el comportamiento diferente entre los frijoles de grano rojo con pintas (Gualf y Galimé) y los frijoles de grano negro (Tui, Ifoa 32 por ello # 1). Estos frijoles negros (Figura) son más afectados por la deficiencia, pero también tienen una respuesta mayor a la aplicación de boro. El mungo Phaseolus mungo, parece ser insensible a la deficiencia y su respuesta a la aplicación de boro es negativa.

NIVELES CRÍTICOS EN TEJIDOS Y EN SUELO

Para diagnosticar los problemas de deficiencia de B es importante saber qué niveles de B en el suelo ó en las hojas se pueden considerar como deficientes y establecer un nivel crítico debajo del cual se pueda esperar una respuesta a la aplicación de B. En general el análisis de hojas (períodos res de la planta al momento del inicio de la floración, se considera como el más indicativo para fines diagnóstico. La Figura 1 muestra la relación entre el rendimiento de dos frijoles y su contenido de B en las hojas. Su se define el "nivel crítico" como el nivel de nutrimento que corres-

ponde con un 95% del rendimiento máximo, se puede decir que el nivel crítico para la variedad Tui es 21 ppm y para Calima 23 ppm B. A pesar que las dos variedades tienen un nivel de rendimiento bastante distinto, los niveles críticos son muy parecidos. Se puede concluir que en general el nivel crítico de B en las hojas de frijol es de 20 ppm. La ventaja de los análisis de suelo es que se puede identificar la deficiencia antes de la siembra. Sin embargo, el análisis de B en el suelo es más difícil y los resultados menos confiables que los de análisis de tejidos. La figura 2 indica que el nivel crítico de B, soluble en agua caliente en el suelo es 0.3 ppm. Debajo de este nivel se puede esperar deficiencia de B en la planta y una respuesta positiva a la aplicación de este elemento.