

## CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIMENTOS EN DOS VARIEDADES, BRIBRI Y SACAPOBRES, DE FRIJOL COMÚN DE GRANO ROJO<sup>1</sup>

*Floria Bertsch<sup>2/\*</sup>, Juan Carlos Hernández<sup>\*\*</sup>, Felipe Arguedas<sup>\*\*</sup>, Miguel Acosta<sup>\*\*\*</sup>*

**Palabras clave:** Curvas de absorción, frijol común rojo

**Key words:** Absorption curves, common red-grain beans

### RESUMEN

Se generó las curvas de crecimiento y las de absorción de nutrientes total y porcentual para 2 variedades de frijol de grano rojo, Bribri y Sacapobres, con el propósito de afinar las recomendaciones convencionales de fertilización, en cuanto a cantidad y momento de aplicación, que se practican en la actualidad en la zona frijolera del sur de Costa Rica. Se muestreó 5 plantas de cada variedad cada 15 días y fueron pesadas y analizadas por tipo de tejido (raíz, parte aérea, vaina). Las plantas crecieron en un suelo de buena fertilidad, con niveles moderados de P y Zn (8 y 2,3 mg l<sup>-1</sup> en Olsen Modificado, respectivamente). Para ambas variedades los elementos consumidos en mayores cantidades fueron K y N, seguidos por Ca y luego por P y Mg. En el caso de la variedad Bribri, para una densidad de 156000 pl ha<sup>-1</sup> y un rendimiento en peso seco de 3,5 t de vaina ha<sup>-1</sup> (rendimiento comercial de grano de 1,2 t ha<sup>-1</sup>), las cantidades totales extraídas, en kg ha<sup>-1</sup>, correspondieron a: 156 de N, 24 de P, 222 de K, 117 de Ca, 26 de Mg, 1 de Fe, 0,3 de Cu, 0,7 de Zn y 0,6 de Mn. De estos valores, 37%, 52%, 39%, 11% y 32% de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, fueron extraídos directamente por la vaina. Para Sacapobres, con una densidad de

### ABSTRACT

**Nutrient absorption curves in two red common bean varieties, Bribri and Sacapobres.** Growth curves, as well as total and percent nutrient absorption curves, were generated for two red-grain bean varieties, Bribri and Sacapobres; the purpose was to improve conventional fertilization recommendations, on amount and timing of application, that are presently in use in Costa Rica's southern bean region. Five plants of each variety were sampled every 2 weeks, weighed and analyzed according to type of tissue (roots, top, pods). Plants grew on a soil of good fertility, with moderate P and Zn levels (8 and 2.3 mg l<sup>-1</sup> in Modified Olsen, respectively). For both varieties, elements taken up in greater amounts were K and N, followed by Ca and then by P and Mg. In the case of the Bribri variety, for a density of 156000 plants ha<sup>-1</sup> and a dry weight yield of 3.5 t pods ha<sup>-1</sup> (commercial grain yield of 1.2 t ha<sup>-1</sup>), extraction totals, in kg ha<sup>-1</sup>, corresponded to 156 N, 24 P, 222 K, 117 Ca, 26 Mg, 1 Fe, 0.3 Cu, 0.7 Zn and 0.6 Mn. Of these values, 37%, 52%, 39%, 11% and 32% of N, P, K, Ca and Mg, respectively, were extracted directly by pods. As for Sacapobres, for a density of 178500 plants ha<sup>-1</sup> and a yield of 2.9 t pods ha<sup>-1</sup> (0.97 t ha<sup>-1</sup> commercial

1/ Recibido para su publicación el 3 de febrero del 2003  
2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr

\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\* Ministerio de Agricultura y Ganadería. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Correo electrónico: felarga@costarricense.cr y j.hernandez@costarricense.cr

\*\*\* Agencia de Extensión de Pejibaye, Pérez Zeledón, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

178500 pl ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de 2,9 t de vaina seca ha<sup>-1</sup> (0,97 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento de grano comercial), la extracción total, en kg ha<sup>-1</sup>, fue de: 191 de N, 25 de P, 189 de K, 143 de Ca, 33 de Mg, 1,3 de Fe, 0,1 de Cu, 0,4 de Zn y 0,8 de Mn. Los porcentajes correspondientes a la cosecha fueron 33%, 40%, 34%, 7% y 19% para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente. El nutrimento que más se recicla en los rastrojos es el Ca. En general, las dosis recomendadas en la región sur de Costa Rica (entre 3-5 sacos ha<sup>-1</sup> de 50 kg de 10-30-10) llenan las necesidades de cosecha de estas variedades cuando los niveles de P y K en el suelo son adecuados. En cuanto a las etapas de máxima absorción de nutrientes, para ambas variedades, más del 60% del N, P y K consumido se absorbe entre los 30 y 45 días, de ahí que sería recomendable fraccionar las aplicaciones de fertilizante en 2 etapas, a los 0-7 días y a los 22-30 días.

## INTRODUCCIÓN

El frijol sigue siendo un componente obligatorio de la dieta costarricense y como su principal forma de cultivo es en pequeñas parcelas para el autoconsumo, la efectividad en el uso de los limitados insumos que se le invierten, obliga a ser extremadamente precisos en la evaluación de las verdaderas necesidades nutricionales.

Las curvas de absorción constituyen una herramienta valiosa para estimar la dosis total de nutrientes a aplicar a un determinado cultivo, pero también resultan de tremenda utilidad para afinar los momentos de aplicación, y por lo tanto, favorecer la disminución de las dosis al aumentar la precisión (Bertsch 1993, Bertsch y Ramírez 1997).

El ciclo de cultivo del frijol es muy corto lo que facilita un estudio detallado de la absorción total y por tejidos. Las variedades de frijol rojo Bribri y Sacapobres, son 2 de los materiales más utilizados por los agricultores de Pejibaye de Pérez Zeledón, en donde se produce un porcentaje importante del frijol de consumo nacional. En el período 2001-2002, en la Región Brunca se sembró el 29% del frijol del

grain yield), extraction totals, in kg ha<sup>-1</sup>, were: 191 N, 25 P, 189 K, 143 Ca, 33 Mg, 1.3 Fe, 0.1 Cu, 0.4 Zn and 0.8 Mn. Percentages corresponding to pods harvested were 33%, 40%, 34%, 7% and 19% for N, P, K, Ca and Mg, respectively. The most recycled nutrient in crop residues is Ca. In general, recommended doses in the southern region of Costa Rica (3-5 50-kg bags of 10-30-10 ha<sup>-1</sup>) fulfill the crop needs of these varieties when P and K levels are adequate. As for the stages of maximum nutrient absorption, for both varieties, over 60% of the N, P and K taken up is absorbed between days 30 and 45; thus, it would be advisable to fraction fertilizer application in 2 stages: at 0-7 days and at 22-30 days.

país y de ahí se obtuvo el 20% de la producción nacional.

El objetivo de este trabajo fue generar las curvas de crecimiento y las de absorción de nutrientes total y porcentual de 2 variedades de frijol de grano rojo, para afinar las recomendaciones convencionales de fertilización, en cuanto a cantidad y momento de aplicación, que se practican en la actualidad en la zona frijolera del sur.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se efectuaron en plantaciones comerciales en buen estado, ubicadas en Verracruz de Pejibaye de Pérez Zeledón.

El análisis de suelos de la parcela utilizada se presenta en el cuadro 1. La condición de fertilidad fue satisfactoria, salvo por los niveles moderados de P (8 mg l<sup>-1</sup>) y Zn (<3 mg l<sup>-1</sup>). Los niveles de bases son altos y la acidez no incide en forma importante sobre el comportamiento de los suelos. La textura es arcillosa.

En el caso de la variedad Bribri, los muestreos se realizaron a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra, y dada la precocidad de la

Cuadro 1. Análisis de los suelos del lote donde se efectuó las curvas de absorción. Veracruz, Pejibaye, Pérez Zeledón.

	pH	Cmol(+) l <sup>-1</sup>				CICE*	%		mg l <sup>-1</sup>				
		Acidez Extrafble	Ca	Mg	K		SA**	P	Cu	Fe	Mn	Zn	
	5,6	0,19	22,20	3,50	0,40	26,29	0,7%	8	3	16	22	2,3	
Nivel Crítico	5,5	0,50	4,00	1,00	0,20	5,00	10	10	2	10	5	3	

Textura arcillosa, 27% arena, 23% limo, 50% arcilla

\*CICE: Capacidad de Intercambio de Cationes Efectiva

\*\*SA: % de Saturación de Acidez

variedad Sacapobres en este caso, los muestreos se suspendieron a los 60 días. La muestra constó de 5 plantas colectadas al azar en la parcela, las cuales se segmentaron en raíz, parte aérea (pecíolos + láminas foliares + tallos) y vainas. A cada tejido de cada planta se le determinó independientemente el peso seco y luego se procedió a efectuar un análisis químico de cada tejido compuesto por las 5 muestras. Con estos datos se procedió a elaborar las curvas correspondientes.

La densidad de población en la variedad Bribri fue de aproximadamente 156000 pl ha<sup>-1</sup>, y en la Sacapobres 178500 pl ha<sup>-1</sup>.

En cuanto a fertilización, se aplicó a la siembra 150 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante de fórmula 10-30-10. Las plantas siempre mostraron buen aspecto a lo largo de todo el ciclo, sin plagas y enfermedades y existió un control adecuado de malezas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 y las figuras 1 y 2 se presenta las curvas de crecimiento y de absorción de nutrimentos de las 2 variedades de frijol de grano rojo, Bribri y Sacapobres, expresadas en kg ha<sup>-1</sup> y referido a los rendimientos de vaina en peso seco.

El ciclo de Sacapobres es más corto y su rendimiento menor por lo que sus requisitos nutricionales reales también son menores a los de Bribri. Sin embargo, si ambas variedades se equiparan a 1 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento, sus necesidades nutricionales también se equiparan, e incluso las de Sacapobres resultan mayores (Cuadro 3).

El nutrimento que más requiere Bribri es el K, seguido por N, Ca, y luego por P y Mg. En el caso de Sacapobres las necesidades de N y K son muy parecidas, seguidas igualmente por Ca y finalmente por Mg y P (Cuadro 2).

En el caso de la variedad Bribri, para una densidad de 156000 pl ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de 3,5 t de vaina seca ha<sup>-1</sup>, las cantidades totales extraídas, en kg ha<sup>-1</sup>, correspondieron a: 156 de N, 23 de P, 222 de K, 117 de Ca, 26 de Mg, 1 de Fe, 0,3 de Cu, 0,7 de Zn y 0,6 de Mn.

De estos valores, 37%, 52%, 39%, 11% y 32% de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, fueron extraídos directamente por la vaina o sea por el producto comercial.

Para Sacapobres, con una densidad de 178500 pl ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de 2,5 t de vaina seca ha<sup>-1</sup>, la extracción total, en kg ha<sup>-1</sup>, fue de: 191 de N, 25 de P, 189 de K, 143 de Ca, 33 de Mg, 9,9 de Fe, 0,2 de Cu, 0,5 de Zn y 0,8 de Mn. Los porcentajes correspondientes a la cosecha fueron 33%, 40%, 34%, 7% y 19% para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente.

El nutrimento que más se recicla en los rastrojos es el Ca.

En general, las dosis recomendadas en la región sur de Costa Rica, entre 3-5 sacos ha<sup>-1</sup> de 50 kg de 10-30-10, llenan las necesidades de cosecha de estas variedades cuando los niveles de P y K en el suelo son adecuados.

En cuanto a las etapas de máxima absorción de nutrimentos, para ambas variedades, más del 60% del N, P y K consumido se absorbe entre los 30 y 45 días, de ahí que sería recomendable fraccionar las aplicaciones de fertilizante en 2 etapas, a los 0-7 días, y a los 22-30 días.

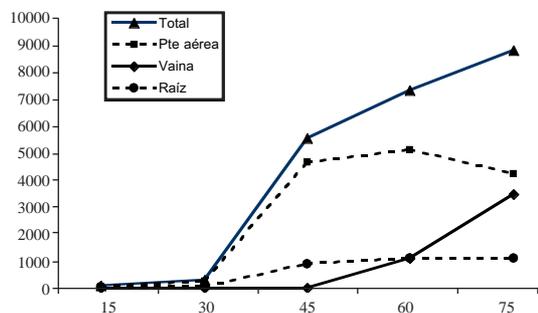
Cuadro 2. Peso, concentración y cantidad de nutrimentos absorbida por los diferentes tejidos de 2 variedades de frijol rojo Bribri y Sacapobres durante su ciclo de vida.

Var	Etapas	Tejido	PESO SECO		CONCENTRACIÓN										CANTIDAD ABSORBIDA																			
			g pl <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	%										mg kg <sup>-1</sup>										g ha <sup>-1</sup>									
					N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn		N	P	K	Ca	Mg	Fe*	Cu	Zn	Mn											
B	15 días	Pte aérea	0.23	35	4.97	0.41	3.84	2.40	0.74	4.39	17	59	74	1.8	0.1	1.4	0.8	0.3	16	1	2	3												
		Raíz	0.23	36	2.50	0.32	2.07	1.08	0.56	34300	47	144	700	0.9	0.1	0.8	0.4	0.2	2	5	25													
		Total	0.46	72	2.7	0.3	2.1	1.2	0.5	16	2	7	28	2.7	0.3	2.1	1.2	0.5	16	2	7	28												
R	30 días	Pte aérea	1.69	264	4.21	0.47	4.29	2.35	0.48	950	13	54	78	11.1	1.2	11.3	6.2	1.3	250	3	14	21												
		Raíz	0.23	36	1.63	0.35	2.63	0.71	0.33	16000	24	58	230	0.6	0.1	1.0	0.3	0.1	1	2	8													
		Total	1.92	300	11.7	1.4	12.3	6.5	1.4	250	4	16	29	11.7	1.4	12.3	6.5	1.4	250	4	16	29												
R	45 días	Pte aérea	29.82	4651	2.45	0.36	3.09	1.95	0.48	155	11	49	76	114	17	144	91	22	721	51	228	353												
		Raíz	5.70	889	0.75	0.22	2.15	0.41	0.16	1500	8	32	46	7	2	19	4	1	7	28	41													
		Total	35.52	5540	121	19	163	94	24	721	58	256	394	121	19	163	94	24	721	58	256	394												
I	60 días	Vaina	7.15	1115	2.85	0.43	3.16	0.56	0.28	112	28	70	27	32	5	35	6	3	125	31	78	30												
		Pte aérea	32.88	5130	2.31	0.29	3.26	2.07	0.40	161	53	107	62	119	15	167	106	21	826	272	549	318												
		Raíz	7.02	1094	0.53	0.17	1.75	0.41	0.20	6810	13	44	208	6	2	19	4	2	14	48	228													
I	75 días	Total	47.05	7339	156	22	222	117	26	951	317	675	576	156	22	222	117	26	951	317	675	576												
		Vaina	22.25	3471	1.67	0.35	2.47	0.37	0.24	68	13	43	22	58	12	86	13	8	236	45	149	76												
		Pte aérea	27.10	4227	1.09	0.22	2.77	2.07	0.34	151	15	59	61	46	9	117	88	14	638	63	249	258												
I	TOTAL	Raíz	7.18	1120	0.36	0.18	1.59	0.65	0.21	8520	20	52	248	4	2	18	7	2	22	58	278													
		Total	56.52	8818	108	23	221	108	25	874	131	457	612	108	23	221	108	25	874	131	457	612												
		MAXIMO COSECHA % del total			156	23	222	117	26	951	317	675	612	156	23	222	117	26	951	317	675	612												
S	15 días	Pte aérea	0.28	50	3.70	0.45	3.61	1.43	0.31	1010	9	47	60	1.9	0.2	1.8	0.7	0.2	51	0.5	2.4	3.0												
		Raíz	0.08	15	2.28	0.38	2.05	1.52	0.95	23200	47	91	300	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	0.7	1.4	4.5													
		Total	0.37	65	2.2	0.3	2.1	0.9	0.3	51	1.2	3.7	7.5	2.2	0.3	2.1	0.9	0.3	51	1.2	3.7	7.5												
A	30 días	Pte aérea	6.87	1226	3.72	0.37	3.81	2.04	0.43	178	14	60	106	46	5	47	25	5	218	17	74	130												
		Raíz	4.71	840	1.40	0.25	2.43	0.58	0.23	3690	19	62	86	12	2	20	5	2	16	52	72													
		Total	11.57	2066	5.12	0.62	6.24	2.62	0.66	5470	33	126	202	57	7	67	30	7	218	33	126	202												
P	45 días	Vaina	6.62	1181	4.11	0.51	3.50	0.83	0.39	124	13	69	48	49	6	41	10	5	146	15	82	57												
		Pte aérea	30.68	5476	2.47	0.31	2.39	2.31	0.48	203	14	54	111	135	17	131	127	26	1112	77	296	608												
		Raíz	5.53	988	0.71	0.19	1.65	0.69	0.26	7330	22	61	148	7	2	16	7	3	22	60	146													
E	60 días	Total	36.21	6464	191	25	189	143	33	1258	114	437	811	191	25	189	143	33	1258	114	437	811												
		Vaina	16.26	2902	2.17	0.34	2.22	0.34	0.22	85	14	55	21	63	10	64	10	6	247	41	160	61												
		Pte aérea	26.37	4707	1.16	0.24	2.15	2.43	0.40	2060	26	51	106	55	11	101	114	19	9697	122	240	499												
S	TOTAL	Raíz	5.93	1059	0.63	0.16	1.34	0.53	0.28	14500	56	79	239	7	2	14	6	3	59	84	253													
		Total	32.30	5766	124	23	180	130	28	9944	222	483	813	124	23	180	130	28	9944	222	483	813												
		MAXIMO COSECHA % del total			191	25	189	143	33	9944	222	483	813	191	25	189	143	33	9944	222	483	813												
I	TOTAL	Raíz	63	10	33%	10	64	10	6	247	41	160	61	63	10	64	10	6	247	41	160	61												
		Total	33%	40%	34%	7%	19%	2%	18%	33%	7%			33%	40%	34%	7%	19%	2%	18%	33%	7%												
		MAXIMO COSECHA % del total																																

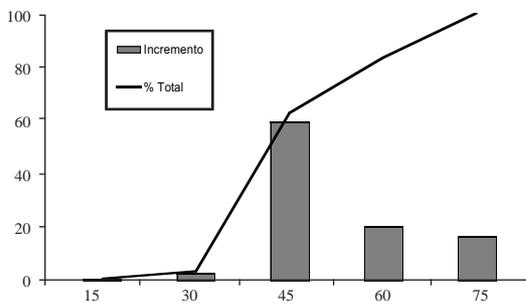
La densidad de plantas de la variedad de Bribri fue de 156000 pl ha<sup>-1</sup> y la de Sacapobres fue de 178500 pl ha<sup>-1</sup>Para efecto de cálculos por toneladas, los rendimientos en peso seco asumido por variedad fueron 3,5 t ha<sup>-1</sup> para Bribri y 2,9 t ha<sup>-1</sup> para Sacapobres.

\*La cantidad absorbida de Fe por la raíz no fue calculada porque las concentraciones que se obtuvieron fueron poco confiables.

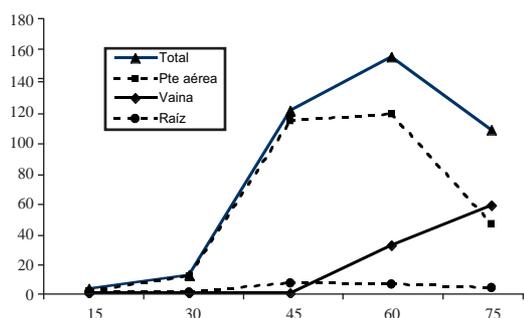
**BRIBRI-Peso Seco**



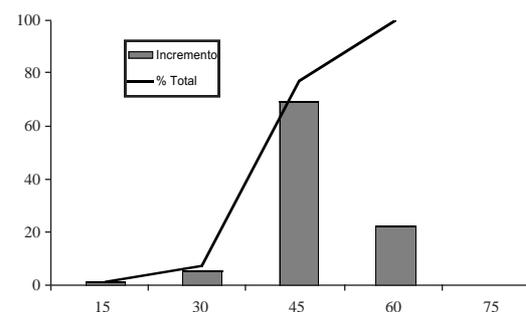
**BRIBRI-Peso Seco**



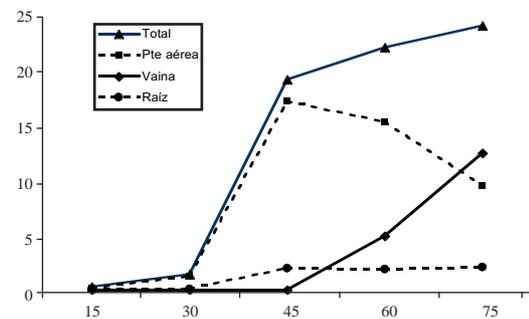
**BRIBRI-N**



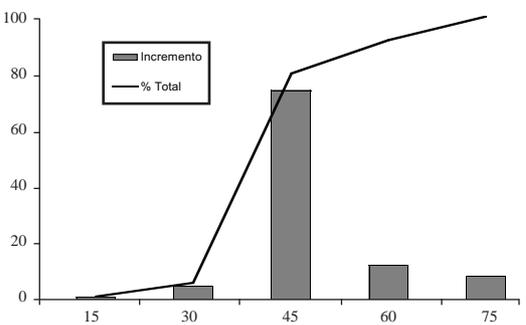
**BRIBRI-N**



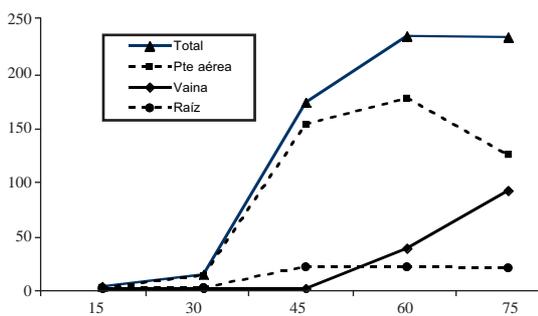
**BRIBRI-P**



**BRIBRI-P**



**BRIBRI-K**



**BRIBRI-K**

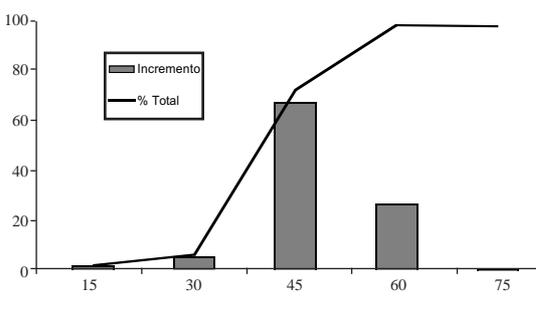
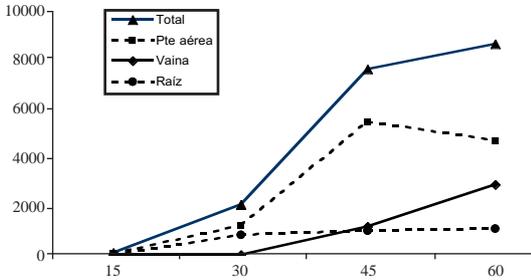
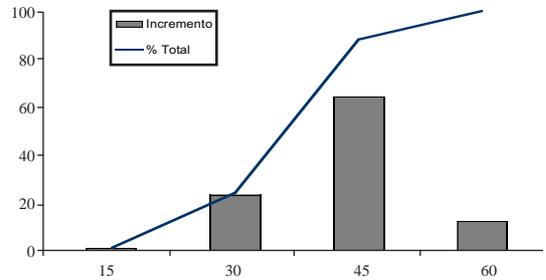


Fig. 1 Curva de absorción de nutrientes para la variedad Bribri de frijol rojo.

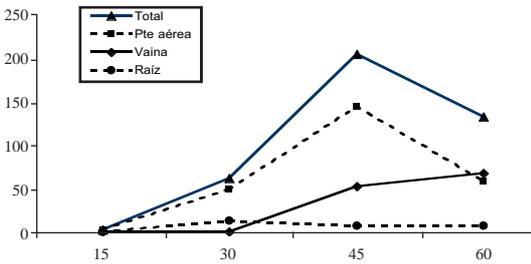
SACAPOBRES-Peso Seco



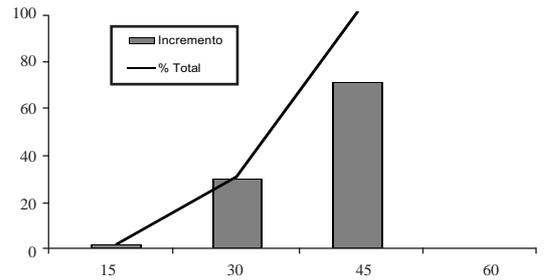
SACAPOBRES-Peso Seco



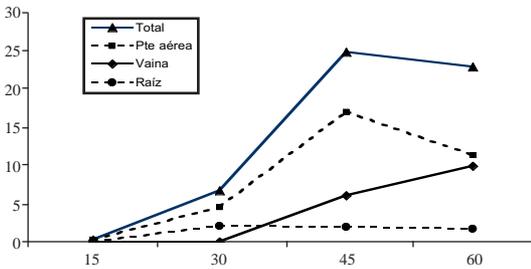
SACAPOBRES-N



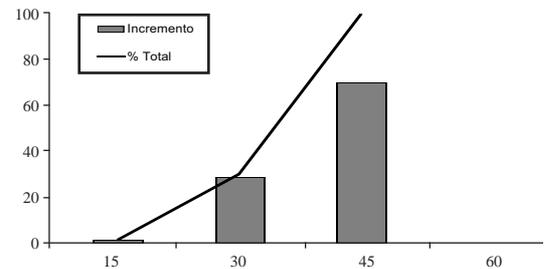
SACAPOBRES-N



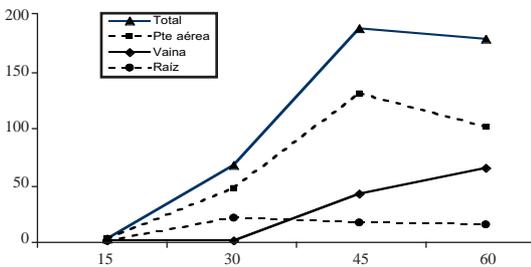
SACAPOBRES-P



SACAPOBRES-P



SACAPOBRES-K



SACAPOBRES-K

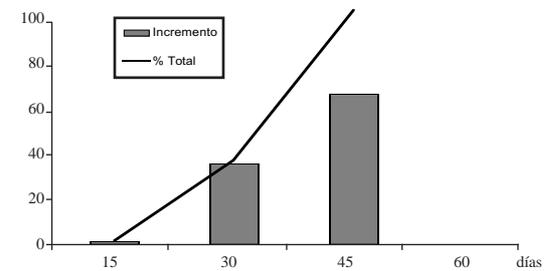


Fig. 2 Curva de absorción de nutrientes para la variedad Sacapobres de frijol rojo.

Cuadro 3. Comparación entre la absorción de N, P y K, por las 2 variedades de frijol rojo, expresada en g pl<sup>-1</sup> en kg ha<sup>-1</sup> ante el rendimiento respectivo, y en kg ha<sup>-1</sup> uniformado a 1 t ha<sup>-1</sup>.

pl ha <sup>-1</sup>	rend kg ha <sup>-1</sup> *		N	P	K
<b>Variedad Bribri</b>					
156000		g planta <sup>-1</sup>	1001	150	1421
		kg ha <sup>-1</sup>	156	23	222
	3500	1 t ha <sup>-1</sup>	45	7	63
<b>Variedad Sacapobres</b>					
178500		g planta <sup>-1</sup>	1069	139	1056
		kg ha <sup>-1</sup>	191	25	189
	2900	1 t ha <sup>-1</sup>	66	9	65

\*El rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> corresponde al peso seco de la vaina obtenido experimentalmente.

## LITERATURA CITADA

- BERTSCH F., RAMIREZ F. 1997. Metodologías para afinar los programas de fertilización de los cultivos por medio del uso de curvas de absorción de nutrimentos. *In: Memoria Jornadas de Investigación*. San José, Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. p. 183.
- BERTSCH F. 1993. La estimación de los nutrimentos absorbidos por los cultivos como herramienta práctica en la dosificación de fertilizantes. *In: XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo 1993*, Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.
- CIAT. 1984. Curso de frijol. Cali, Colombia, CIAT.
- CARDONA C., FLOR C., MORALES F., PASTOR M. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en America Latina. Colombia, CIAT.
- LOPEZ M., FERNÁNDEZ F., SCHOONHOVEN A. (eds). 1985. Frijol: Investigación y producción. Cali, Colombia, CIAT/PNUD. 417 p.
- ROSOLEM C. 1987. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba, Brasil, POTAFOS. 93 p.
- SILVA R., RAVA C.A., STONE L.F., ZIMMERMANN M. (eds). 1996. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba, POTAFOS.