

Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical

CIAT

10.374 C.3  
COLECCION HISTORICA

## SEMINARIOS INTERNOS

SERIE SE-04-79

APRIL 11, 1979

### FARM LEVEL TESTING OF NEW TECHNOLOGY FOR BEANS

JOHN H. SANDERS

#### RESUME

The farm trials are based upon farm observations of the constraints to yield increase in beans plus experimental results of the CIAT Bean Program. The principal product of the Bean Program will be new varieties; however, their production will be delayed by the very specific consumer and producer requirements for bean color, size, and plant type, and the necessity for multiple resistance incorporation to give the beans a chance against the many disease/insect pests, which can decimate bean yields. Hence, in the initial farm trials the principal technology will not be varieties but agronomy practices of various types including fertilizer, herbicide, other chemicals, density, and inoculation. The farm level trials will evaluate the profitability and riskiness of modifications of experiment station recommendations. Other constraints to the introduction of new technology in the entire farm will also be evaluated by considering the new technology in the product mix with other activities and with the available resources at the disposition of the farmer. This information will provide a farm level input early in the technology generation stage to the Bean Program and hopefully be helpful to the national programs in signaling profitable, viable innovations.

Table 1 reviews the technologies tested in three different regions of Colombia in 1978 with some summary comments on the results. The Huila budgeting results of new technology evaluation in 1978-A are also included here.

TABLE 1.

## BEAN TECHNOLOGY TESTING ON FARMS - REGIONS, TECHNOLOGIES AND RESULTS

<u>REGION/ SEASON</u>	<u>BEAN TYPE</u>	<u>TECHNOLOGIES TESTED</u>	<u>RESULTS AND COMMENTS</u>
HUILA (78 A)	Bush	1-H. Improved Agronomy Curative Spraying Against <u>Empoasca</u> and Anthracnosis Opportune Weeding	1. 50% yield increase on most farms. Highly profitable, low risk.
		2-H. Improved Seed - Certified and "Cleaner"	2. Negligible yield effect. Farmers' seed was better than indicated by earlier results. Improved seed may be an overrated practice without resistances in a new variety.
		3-H. Fertilizer	3. Most farms due to high initial fertility or previous crop history did not show a return. Those farms below the critical nutrient levels showed a physical and economic response but higher fertilizer levels demand substantially increased costs and are risky.
ANTIOQUIA (78 B)	Climbing	1-A. Substitution of Benlate for Manzate for Control of Anthracnosis	1-A. Almost 80% yield increase. Efficient anthracnosis control is highly profitable in spite of high cost of the appropriate chemical.
		2-A. Increased Density Combined with Stakes for Between Corn Reinforcement	2-A. Another 37% yield increase. Needs to be combined with 1-A because higher density leads to significantly higher disease incidence. Reinforcing supports are expensive but not a high risk technology.
		3-A. Inoculation	3-A. Technical problems being resolved by Microbiology for 1979-B.
		4-A. Less Aggressive and Earlier Varieties	4-A. Bombed. Will be some time before can improve upon Cargamanto. Cargamanto has excellent yields, high value seed type, good density response, and tolerance to a range of insects including storage insects. Back crossing in climbing bean breeding presently for disease resistances.

TABLE 1-A

## BEAN TECHNOLOGY TESTING ON FARMS - REGIONS, TECHNOLOGIES AND RESULTS

<u>REGION/ SEASON</u>	<u>BEAN TYPE</u>	<u>TECHNOLOGIES TESTED</u>	<u>RESULTS AND COMMENTS</u>
RESTREPO (78-B)	Bush	1-R. Improved Agronomy a) Higher Density b) More Appropriate Chemical for Anthracnosis c) Micro-nutrients d) Opportune Weeding	1-R. 34% in yields. Profitable and expensive. Absolute yields low (1.3 tons/ha) as fertility constraining. Initial P levels of 2 to 3 ppm on farms in trials.
		2-R. "Clean" Seed	2-R. Highly infected by BCMV in spite of roguing. Were unable to produce seed clean of BCMV where have high aphid population (Chile). Indicates importance of this basic resistance to BCMV in all new material.
		3-R. Herbicide	3-R. Technical problems. Yield reduction. Still too complicated for farmers.
		4-R. Fertilizer	4-R. Physical and economic response to increased phosphorus up to 150 kg. $P_2O_5$ . Risky.

EVALUACION AGROECONOMICA DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS  
A NIVEL DE FINCA, EN EL SUR DEL HUILA  
(1978-A)

Los efectos de los ensayos experimentales son de tres clases, principalmente:

- a) Agronómicos
- b) Fertilización
- c) Semilla

Los respectivos resultados están sintetizados en la Figura 1. Los rendimientos de frijol-maíz en la región sur del Huila, normalmente son de 807 kg/ha de frijol, incluyendo la producción de maíz en términos equivalentes de frijol<sup>1/</sup>. En el sistema monocultivo (frijol solo), los rendimientos en un año normal son del orden de 859 kg/ha. En un período de cultivo en el cual predominen unas condiciones climáticas favorables como 1978, los rendimientos promedios de los agricultores son de 1.044 kg/ha<sup>2/</sup>.

La parte superior de la Figura 1 muestra los efectos en los rendimientos, de cada uno de los componentes tecnológicos probados (prácticas agronómicas, abono y semilla). La muestra de fincas estudiadas fué dividida en dos grupos, atendiendo a la fertilidad original del suelo. En ambos tipos de fincas fué posible obtener rendimientos promedios hasta de casi 1.700 kg/ha, lo cual constituye un incremento de aproximadamente un 60 por ciento, con respecto a los rendimientos obtenidos a nivel comercial, en el mismo semestre A de 1978.

---

1/ La definición de frijol-equivalente es:  $RF + \frac{PM}{PF} \cdot RM = RFE$

donde: RF : rendimiento de frijol  
PM : precio de maíz  
PF : precio de frijol  
RM : rendimiento de maíz  
RFE : rendimiento de frijol equivalente

2/ La mayoría de los agricultores no utilizaron abono ni pesticidas. Un agricultor utilizando pesticida y abono consiguió 1.344 kg/ha.



En la mayoría de las fincas, sólo con las prácticas agronómicas, fué posible aumentar los rendimientos en cerca del 50 por ciento. Dichas prácticas consistieron básicamente en una fumigación curativa contra Empoasca y Antracnosis, así como en un control de malezas consistente en dos desyerbas previas a la floración. Las aspersiones curativas significan que los pesticidas químicos son aplicados después de que en el campo se ha identificado el insecto y/o el hongo<sup>3/</sup>. El control de malezas a nivel experimental fué más intensivo que en la mayor parte de las parcelas comerciales<sup>4/</sup>.

Para la separación de las fincas en dos categorías, con y sin problemas de fertilidad original, fué utilizado el concepto de nivel crítico sugerido por Cate y Nelson<sup>5/</sup>. De acuerdo con esta división, se presentaron dos curvas diferentes de respuesta a la aplicación de abono (ver Tabla 1). En las fincas con buenos niveles de fertilidad original no hubo respuesta al fertilizante aplicado; por el contrario, en las fincas cuya fertilidad original estaba por debajo del nivel crítico, la respuesta al abono fué evidente (ver Figura 2).

---

3/ Ensayos realizados en Honduras mostraron una pérdida de dinero (disminución de ingreso neto), a partir de la aplicación de pesticidas preventivos de tipo químico.

Ver: CIAT, Annual Report 1977, Cali, Colombia. 1978. p.B-71

Por otra parte, ensayos realizados en CIAT evidencian pérdidas grandes en los rendimientos de frijol si no se controla Empoasca y Antracnosis.

Ver: CIAT, Informe Anual 1974, pp.135-136

CIAT, Informe Anual 1975, pp.C-36, C-37, C-42

CIAT, Informe Anual 1976, pp.A-17 - A-22

CIAT, Informe Anual 1977, pp.B-22 - B-27

4/ En los ensayos experimentales se hicieron dos controles de malezas, mediante desyerba manual. Por el contrario, el 85 por ciento de los agricultores de la muestra, solo realizaron una desyerba en su cultivo comercial de frijol.

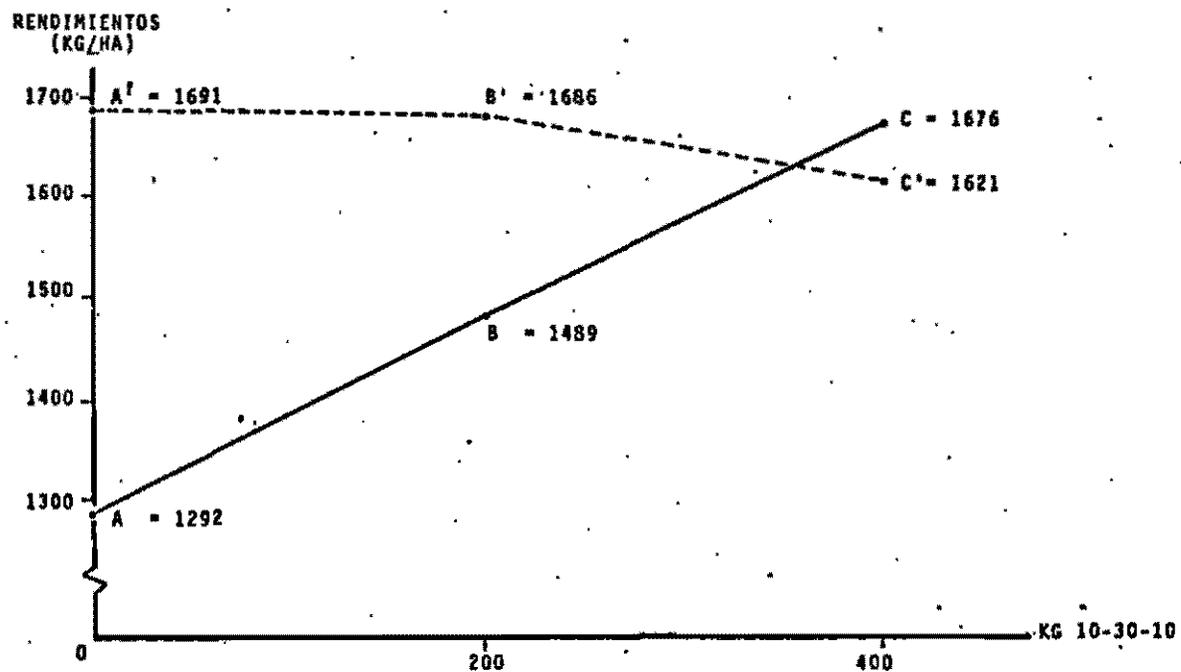
5/ Los niveles críticos usados en nuestro análisis son sugeridos informalmente por Sánchez.

Ver: Sánchez, P. A. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley and Sons, New York, New York, 1976. pp.305ff.

Tabla 1. Resultados del análisis de suelos en las fincas del Huila

		M.O. (%)	P (ppm Bray II)	ph	K (M.eq. por 100 gr S)
CATEGORIA I					
Nivel de nutrientes crítico o bajo:	1	4.6	<u>6</u>	<u>4.9</u>	0.31
P $\leq$ 10	2	2.8	30	5.8	<u>0.17</u>
K $\leq$ .2	3	3.7	52	6.1	<u>0.16</u>
CATEGORIA II					
Nivel de nutrientes "normal" o alto	4	5.2	12	5.8	0.82
	5	4.9	14	5.4	0.45
	6	4.4	16	5.6	0.40
	7	6.4	19	5.0	0.37
	8	2.3	34	6.0	0.31
	9	3.9	34	6.0	0.51
	10	4.3	46	5.2	0.38
	11	5.4	115	6.3	0.41
	12	1.1	123	7.4	0.26
	13	3.7	56	5.1	0.42

FIGURA 2  
 CURVAS DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS PARA LOS TRATAMIENTOS A BASE DE ABONO,  
 SEGUN LA FERTILIDAD ORIGINAL DEL SUELO



———— FINCAS CON UN NIVEL BAJO DE NUTRIENTES EN EL SUELO  
 - - - - - FINCAS CON UN NIVEL NORMAL DE NUTRIENTES EN EL SUELO

A = TRATAMIENTO CON SEMILLA PROTEGIDA DE CIAT Y SIN ABONO  
 B = TRATAMIENTO CON SEMILLA PROTEGIDA DE CIAT Y CON 20- 60-20 DE NPK  
 C = TRATAMIENTO CON SEMILLA PROTEGIDA DE CIAT Y CON 40-120-40 DE NPK

Hasta el momento solo hemos desarrollado un simple análisis agronómico. Antes de plantear cualquier análisis económico, es necesario hacer la siguiente consideración: en el caso de suelos con buena fertilidad no se requiere el análisis de retornos para la práctica de abonamiento, dado que no hay ninguna respuesta física del cultivo a la aplicación de fertilizante. Sin embargo, en el caso de suelos de baja fertilidad el análisis económico adquiere importancia, en razón de que la misma respuesta del cultivo a la aplicación de abono, plantea el interrogante si los ingresos aumentan o disminuyen como resultado de este proceso.

En los suelos con problemas de fertilidad, el abono no solo tiene una respuesta física, sino que también aumenta los ingresos. El presupuesto parcial (ver Tabla 2) muestra que las mejores alternativas son aquellas que utilizan fertilizante, es decir B y C. Sin embargo, los presupuestos parciales solo son útiles cuando se trata de comparar diferentes alternativas; ellos no muestran si el agricultor gana o pierde dinero al asumir dichas alternativas en particular. Para satisfacer esta necesidad, se requiere elaborar presupuestos totales.

Por otra parte, los agricultores pretenden no solo maximizar los ingresos netos, sino que también se preocupan por la variación que puede presentarse en los mismos, durante distintos años. Esta distribución del ingreso a través del tiempo, frecuentemente se asume como una medida de riesgo de una determinada actividad. En el caso presente, solo se dispone de datos para un período o estación de producción específica. Sin embargo, aceptando que en la mayoría de los casos una mayor utilización de insumos está asociada con una mayor varianza de los ingresos durante el tiempo. Por lo tanto, resulta muy importante la comparación de los ingresos y costos totales de cada alternativa en particular (Tabla 3).

La Figura 3 muestra que los agricultores cuyas fincas no tienen problemas de fertilidad, pueden incrementar grandemente sus ingresos netos, solamente con la realización de las prácticas agronómicas introducidas. Para la consecución de estos ingresos adicionales, no es necesario aumentar mucho los costos totales. Es evidente que la combinación de las prácticas, aspersión de pesticida curativo y mejor control de malezas, resulta muy efectiva. Las alternativas que incluyen otras semillas diferentes a la local y/o aplicación de abono no se consideran, puesto que disminuyen los ingresos netos.

Tabla 2. Análisis de presupuesto parcial para el grupo de fincas con niveles críticos de fertilidad original. Consideración de las cinco alternativas probadas en los ensayos de campo. (Por hectárea)

CONCEPTO	TRATAMIENTOS <sup>a</sup>				
	A	B	C	D	E
Rendimiento promedio (kg/ha)	1.292	1.489	1.676	1.180	1.201
Ingreso bruto (\$24/kg)	31.008	35.736	40.224	28.320	28.824
<b>COSTOS VARIABLES ESPECIFICOS:</b>					
Semilla protegida CIAT (\$70 x 90 kg)	6.300	6.300	6.300		
Semilla certificada (\$50 x 90 kg)				4.500	
Semilla agricultor (\$30 x 90 kg)					2.700
Abono 20-60-20 (\$9.55 x 208 kg)		1.986			
Abono 40-120-40 (\$9.55 x 416 kg)			3.973		
Aplicación abono (2 jornales/ha x \$100/jornal)		200	200		
Arazán	35	35	35		
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES ESPECIFICOS</b>	<b>6,335</b>	<b>8.521</b>	<b>10.508</b>	<b>4.500</b>	<b>2.700</b>
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>24.673</b>	<b>27.215</b>	<b>29.716</b>	<b>23.820</b>	<b>26.124</b>

- a/ TRATAMIENTOS: A = Semilla protegida CIAT, sin abono  
 B = Semilla protegida CIAT y 20-60-20 de NPK  
 C = Semilla protegida CIAT y 40-120-40 de NPK  
 D = Semilla certificada, sin abono  
 E = Semilla del agricultor, sin abono

Todos los tratamientos fueron sometidos uniformemente a las mismas prácticas agronómicas desyerba y pesticida curativo.

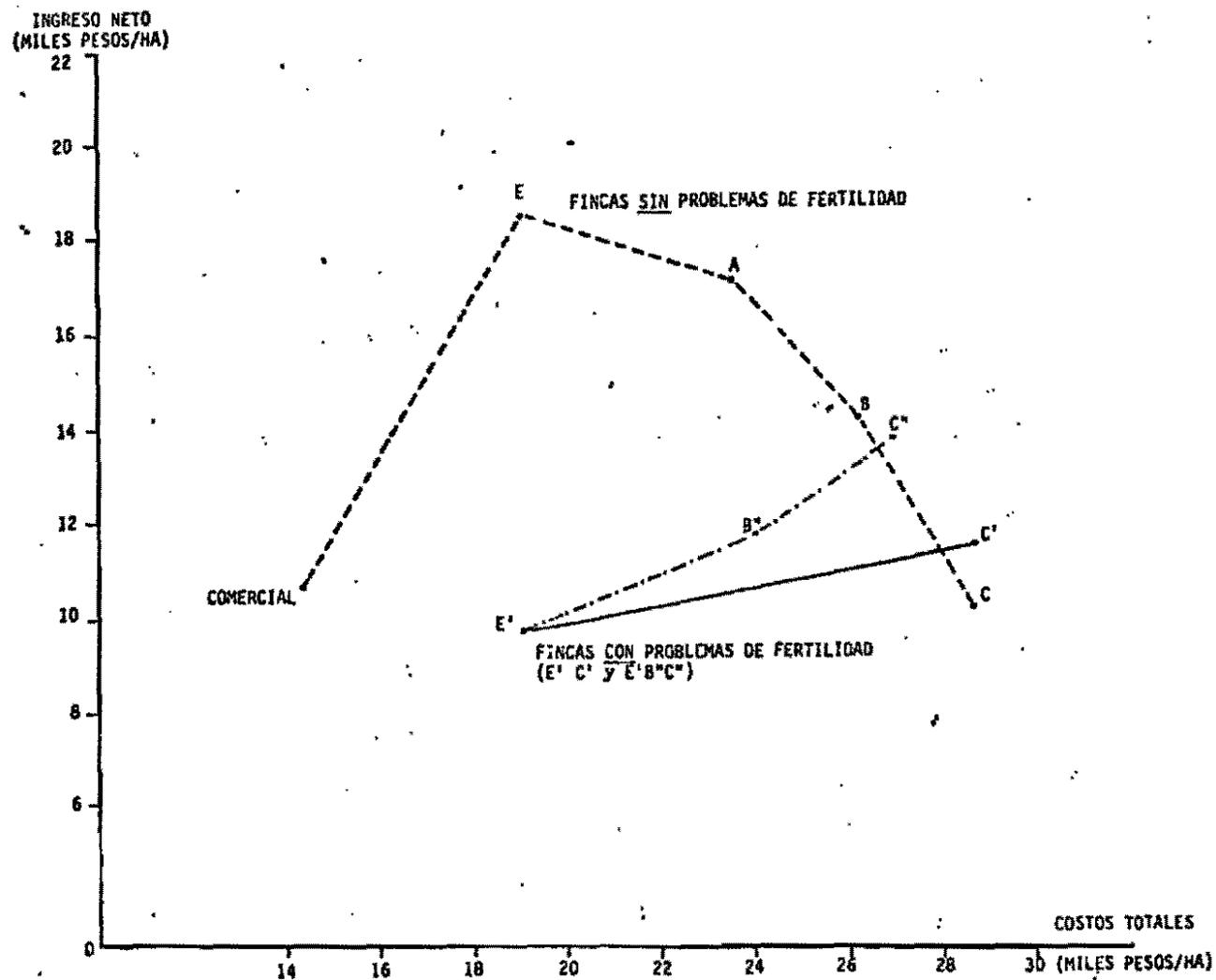
**TABLA 3. PRESUPUESTO TOTAL PARA LAS CINCO ALTERNATIVAS PRBADAS EN LOS ENSAYOS Y  
 LA PARCELA COMERCIAL TIPICA DEL AGRICULTOR, EN EL SUR DEL HUILA.  
 SEMESTRE A DE 1978. (POR HECTAREA)**

C O N C E P T O	ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS					Comercial
	A	B	C	D	E	
<b>I. COSTOS ESPECIFICOS</b>						
Semilla + Arazán (A, B, C)	6.335	6.335	6.335	4.500	2.700	2.700
Abono + aplicación abono	-	2.186	4.173	-	-	-
Pesticida + aplicación pesticida (1366 + 200)	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	-
Una desyerba adicional (20 jornales)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	-
<b>II. ACTIVIDADES (ver Anexo 1)</b>	<b>7.200</b>	<b>7.200</b>	<b>7.200</b>	<b>7.200</b>	<b>7.200</b>	<b>7.200</b>
<b>III. OTROS INSUMOS (2.5 empaques x \$25)</b>	<b>625</b>	<b>625</b>	<b>625</b>	<b>625</b>	<b>625</b>	<b>400</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>17.726</b>	<b>19.912</b>	<b>21.899</b>	<b>15.891</b>	<b>14.091</b>	<b>10.300</b>
<b>IV. OTROS COSTOS</b>						
- Tierra	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
- Administración (5% C.V.)	826	996	1.095	795	705	515
- Intereses inversión en costos nuevos (especificos) + empaques (18%)	1.895	2.288	2.646	1.564	1.240	558
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>23.507</b>	<b>26.196</b> <b>(23.982)<sup>a</sup></b>	<b>28.640</b> <b>(26.336)<sup>a</sup></b>	<b>21.250</b>	<b>19.036</b>	<b>14.373</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>Suelo bueno</b>	<b>1.691</b>	<b>1.686</b>	<b>1.621</b>	<b>1.538</b>	<b>1.561</b>
	<b>Suelo crítico</b>	<b>1.292</b>	<b>1.489</b>	<b>1.676</b>	<b>1.180</b>	<b>1.201</b>
<b>Ingreso Bruto</b>	<b>Suelo bueno</b>	<b>40.584</b>	<b>40.464</b>	<b>38.904</b>	<b>36.912</b>	<b>37.464</b>
	<b>Suelo crítico</b>	<b>31.008</b>	<b>35.736</b>	<b>40.224</b>	<b>28.320</b>	<b>28.824</b>
<b>Ingreso Neto</b>	<b>Suelo bueno</b>	<b>17.077</b>	<b>14.268</b>	<b>10.264</b>	<b>15.662</b>	<b>18.428</b>
	<b>Suelo crítico</b>	<b>7.501</b>	<b>9.540</b> <b>(11.754)<sup>a</sup></b>	<b>11.584</b> <b>(13.288)<sup>a</sup></b>	<b>7.070</b>	<b>9.788</b>

a/ El costo de producción de la semilla protegida de CIAT fué \$70/kg. Se estima que al producirse una mayor cantidad debe ser posible bajar su costo, quizás hasta \$50/kg. En algunos casos para efectos comparativos, se utilizó este último precio; los costos e ingresos calculados con base en el mismo, son los que aparecen entre paréntesis. Al respecto, pueden verse más detalles en la sección sobre semillas.

b/ En dos de las tres fincas con suelos de baja fertilidad, los agricultores no sembraron frijol a nivel comercial. En el tercer caso, el agricultor utilizó abono y sus rendimientos fueron de 1344 kg/ha.

FIGURA 3. INGRESOS NETOS Y COSTOS TOTALES POR HECTAREA DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS RELEVANTES, SEGUN LA FERTILIDAD ORIGINAL DE LOS SUELOS. SUR DEL HUILA, 1978-A



LA LINEA DISCONTINUA PUNTEADA (---) INDICA COSTOS DE PRODUCCION PARA SEMILLA PROTEGIDA CIAT, DE \$50/KG.  
 LA LINEA SOLIDA INDICA QUE LOS COSTOS DE SEMILLA PROTEGIDA CIAT SON \$70/KG.

En el caso de las fincas con problemas de fertilidad, los rendimientos y los ingresos son mucho más bajos utilizando solamente las prácticas agronómicas, a un mismo nivel de costos de producción por hectárea (ver E y E' en la Figura 3). En el último grupo de fincas, la restricción de fertilidad baja resulta muy importante; para superar dicha limitación es preciso un aumento en el gasto para abono. Si se considera un costo de semilla protegida del CIAT de \$50/kg el agricultor puede obtener un ingreso neto de \$11.754/ha utilizando el nivel bajo de abono (B") o de \$13.888/ha con el nivel alto de fertilizante (C"). Con relación a la alternativa E (semilla del agricultor y mejores prácticas agronómicas), la alternativa tecnológica B" aumenta los ingresos en \$1.966/ha, mediante un incremento en los costos de \$4.946/ha, lo cual equivale a un retorno de 40 por ciento a la inversión adicional. Al pasar del nivel bajo de abono (B") al nivel alto (C"), los ingresos aumentan en \$2.134/ha, con un incremento en los costos de \$2.354/ha. El retorno de esta nueva inversión es más alto que el anterior, pues no solo el efecto de los costos fijos de la semilla es ahora menor, sino que aún hay una buena respuesta física al abono. Obviamente, el retorno es menor cuando se considera un precio más alto para la semilla protegida de CIAT.

Los agricultores cuyos suelos tienen baja fertilidad deben asumir costos de producción de frijol proporcionalmente mayores, que aquellos que disponen de suelos con buena fertilidad. Así, mientras los primeros incurren en un costo de \$15.85/kg de frijol producido (E) los últimos tienen un costo de \$12.19/kg del grano (E'). Si los agricultores del primer grupo aplican la dosis alta de abono, aún en el caso de considerarse un precio de \$50/kg de semilla protegida, deben asumir un costo de \$15.71/kg de frijol producido (C"). Ello implica que a medida que el precio del grano vaya cayendo, los primeros en salir del mercado serán los agricultores del grupo de fincas con baja fertilidad. Esto tal vez explica el comportamiento de los agricultores de la muestra correspondiente a dicho grupo, los cuales no sembraron frijol a nivel comercial o lo hicieron aplicando fertilizantes. Pero los agricultores con suelos buenos tienen siempre otras alternativas y pueden salir de frijol para cultivos más rentables. La realización de un análisis que permita determinar la posibilidad de mejores cultivos alternativos en cualquiera de las dos situaciones, ya no es factible mediante presupuestos totales. En este caso, será necesario considerar toda la finca en conjunto y no un cultivo en particular <sup>6/</sup>.

---

6/ Para estos fines se utiliza la programación matemática.

### Comparación de tratamientos con diversas semillas

Ahora debemos discutir el problema de semillas con mayor detalle. Como ya se dijo antes, fueron probados tres tipos de semilla de frijol Calima, a saber: Semilla protegida del CIAT (tratamiento A), semilla certificada (tratamiento D), y semilla del agricultor (tratamiento E)<sup>7/</sup>. Ninguno de estos tratamientos recibió aplicación de abono.

En la Tabla 4, se observa que el promedio de rendimiento superior, para el conjunto de las 13 pruebas experimentales, fué el de la semilla protegida de CIAT (1597 kg/ha). La semilla del agricultor, aunque de rendimiento inferior a la protegida, fué sin embargo superior a la certificada. Las diferencias en rendimientos no fueron significativas estadísticamente al realizar el análisis de varianza. Pero ello no es importante para el agricultor, quien está interesado en los ingresos y los costos de las diferentes alternativas. En este sentido, por ejemplo, el agricultor tendría razón al usar su propia semilla en lugar de la certificada, pues ésta última es más cara y da unos rendimientos más bajos.

Para la realización del análisis económico acudimos nuevamente a un presupuesto parcial (ver Tabla 5). La escogencia de la mejor alternativa dependerá del costo asignado a la semilla protegida. Así, solo en el caso de asignar un precio inferior a \$59/kg a la semilla protegida, ésta genera unos ingresos netos superiores a los del agricultor<sup>8/</sup>. Si se considera un precio de \$50/kg para la semilla protegida (similar a la CERTIFICADA) se registra un aumento de los ingresos de \$781/ha al usar la semilla protegida, en lugar de la semilla del agricultor. Para obtener este aumento en los ingresos netos es necesario aumentar los costos en 1.835 Pesos/ha. Esto significa un retorno de 43 por ciento a la inversión adicional. Con el precio de producción actual de semilla protegida de \$70/kg, es mejor para el agricultor utilizar su propia semilla. Inclusive, bajando en un 30 por ciento el costo de la semilla no se obtiene un gran aumento en los ingresos.

---

7/ La llamada semilla del agricultor es una mezcla de las variedades regionales, Calima, Nima y Limoneño, en la mayoría de los casos. La semilla certificada, variedad Calima, fué adquirida en una casa comercial del Valle del Cauca. La semilla protegida del CIAT, en todos los casos, fué Calima.

8/ El costo de producción de la semilla protegida fué de \$70/kg de acuerdo con la estimación hecha, con base a las prácticas de cultivo y al uso de insumos que demandó su producción en los campos experimentales de CIAT en Popayán. Pero se espera que se puede bajar el costo de producción de semilla con una producción mayor y con menos insumos.

Tabla 4. Pruebas a nivel de finca con nueva tecnología, en el sur del Huila. Primer Semestre, 1978 (Rendimientos de fríjol en kg/ha - 14 por ciento de humedad)

TRAT. No.	S U A Z A				GUADALUPE			P I T A L I T O				TIMANA		PROMEDIO
	M.S. (1)	G.S. (2)	A.P. (4)	B.A. (6)	F.R. (8)	D.V. (9)	S.P. (11)	A.Q. (12)	M.V. (15)	A.R. (16)	H.P. (17)	H.P. (18)	P.S. (20)	
A <sub>1</sub>	2009	940	2074	1548	1181	1427	2476	1841	1148	2431	935	1220	2880	
B <sub>1</sub>	2475	667	2354	2276	1471	2009	1459	1674	1483	1892	-	619	1143	
C <sub>1</sub>	1984	1119	2583	1962	1601	2014	1160	687	1620	1064	780	917	1776	
D <sub>1</sub>	1800	336	1836	1470	1157	1469	881	1378	1006	1712	*	1146	2144	
E <sub>1</sub>	3791	791	1770	1406	1464	1299	-	1951	737	1931	782	933	1786	
A <sub>2</sub>	2291	1284	2242	1616	1227	1958	-	2666	844	906	1187	1475	1375	
B <sub>2</sub>	2308	1069	1791	1356	1487	1931	1709	2534	1114	2522	2316	1068	1304	
C <sub>2</sub>	2227	1547	1778	1613	1476	2496	1653	1742	1439	1545	1376	890	2133	
D <sub>2</sub>	3093	1692	2435	1359	1159	1466	1626	752	861	1430	*	939	1266	
E <sub>2</sub>	1941	1966	2517	1367	942	1665	835	1725	609	2164	1423	955	1894	
A <sub>3</sub>	1829	2307	2043	800	1741	1398	913	1417	703	2273	1517	1434	1121	
B <sub>3</sub>	2153	1838	1803	1350	1788	1143	906	2612	975	1703	1222	1480	1302	
C <sub>3</sub>	2523	2025	1586	943	1849	1952	1944	2408	644	2643	-	696	1717	
D <sub>3</sub>	1477	1896	2270	1458	1751	1239	1906	1386	514	2141	*	976	740	
E <sub>3</sub>	1507	1365	1776	1564	1471	2147	1334	1936	477	1971	1522	1095	1731	
A	2043	1510	2120	1321	1383	1594	1694	1975	898	1870	1213	1376	1792	1597
B	2312	1191	1983	1661	1582	1694	1358	2273	1191	2039	1769	1056	1250	1639
C	2245	1564	1982	1506	1642	2154	1586	1612	1234	1751	1078	834	1875	1634
D	2123	1308	2180	1429	1356	1391	1471	1172	794	1761	-	1020	1383	1449
E	1746	1374	2021	1446	1292	1704	1085	1871	608	2022	1242	994	1804	1488

- A: Semilla protegida de CIAT: sin fertilizante  
 B: Semilla protegida de CIAT: N-P-K 20 -60-20 kg/ha  
 C: Semilla protegida de CIAT: N-P-K 40-120-40 kg/ha  
 D: Semilla certificada: sin fertilizante  
 E: Semilla agricultor : sin fertilizante

Tabla 5. Presupuesto parcial de los datos promedios de rendimiento para las tres clases de semilla por hectárea

CONCEPTO	TRATAMIENTOS		
	Semilla "Protegida"	Semilla Certificada	Semilla Agricultor
	A	D	E
Rendimiento promedio (kg/ha)	1.597	1.449	1.488
Ingreso bruto (\$24/kg)	38.328	34.776	35.712
COSTOS VARIABLES POR TRATAMIENTO:			
Semilla protegida (\$70 x 90 kg)	6.300		
Semilla protegida (\$50 x 90 kg)	4.500		
Semilla protegida (\$30 x 90 kg)	2.700		
Semilla CERTIFICADA (\$50 x 90 kg)		4.500	
Semilla AGRICULTOR (\$30 x 90 kg)			2.700
Arazán	.35		
Total costo variable (con semilla protegida = \$70)	6.335	4.500	2.700
Total costo variable (con semilla protegida = \$50)	4.535	4.500	2.700
Total costo variable (con semilla protegida = \$30)	2.735	4.500	2.700
Ingreso neto (con semilla protegida = \$70)	31.993	30.276	33.012
Ingreso neto (con semilla protegida = \$50)	33.793	30.276	33.012
Ingreso neto (con semilla protegida = \$30)	35.593	30.276	33.012

Resulta evidente entonces que se necesita una semilla que permita aumentar el rendimiento en más de 109 kg/ha en relación a la del agricultor si se quiere que sea producida en gran escala para bajar su costo de producción.

### Resumen

En síntesis, el procedimiento principal para aumentar los rendimientos sería un mejoramiento en las prácticas agronómicas, principalmente las fumigaciones curativas y mejor control de las malezas. En la mayoría de los casos el abono no fue necesario porque la fertilidad inicial de los suelos era alta. Pero en otras fincas, fué posible identificar una respuesta física y económica a la aplicación de fertilizante. El problema básico de las pruebas radicó en el pequeño número de observaciones y en este sentido se necesitaría una muestra mayor para posibilitar una mayor precisión en los análisis y conclusiones del estudio. La limitación mayor entretanto, es que los presupuestos parciales y totales no toman en consideración las otras actividades disponibles en la finca, como tampoco las restricciones de recursos disponibles como la mano de obra en las varias épocas de la producción, y el capital. Para considerar estos factores se necesita entrar en la programación matemática.