



Impacto económico de la investigación en café en Colombia: el caso de la Variedad Colombia

María Isabel Farfán Camacho

RESUMEN: El estudio del impacto de la investigación en agricultura es fundamental para determinar la productividad de esta labor. Alrededor de la labor de investigación hecha en CENICAFE nunca se había hecho ningún estudio de este tipo, motivo por el cual se decidió dar el primer paso y calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la investigación que generó la Variedad Colombia. El estudio es pionero en analizar el impacto económico de la investigación hecha sobre una variedad semi perenne, introduciendo en el modelo de excedentes económicos diferenciales de la producción según la cosecha. Los principales hallazgos del modelo indican que al integrar el impacto económico en los mercados internacionales y la reducción de los costos de producción que se ha obtenido al sustituir una variedad susceptible a la roya por la variedad resistente, son los segundos los que generan beneficios a los productores. La aproximación seguida se basa en los cambios de modelo del excedente económico y en la liberación de recursos que lleva a eliminar el control químico de la enfermedad.

INTRODUCCION

Alrededor de la actividad agrícola existe un alto componente de riesgo, que se produce al no poder prever, de forma exacta, los cambios en los factores climáticos y la constante exposición a plagas y pestes. Debido a que esta incertidumbre afecta la rentabilidad de la inversión en agricultura, la reducción de los costos de producción a través de la generación de tecnologías más eficientes, se convierte en la alternativa más importante para asegurar la obtención de beneficios y la mayor participación de los productos agrícolas en los mercados internacionales. Sin embargo, el proceso de investigación para generar nuevas tecnologías, por lo general da frutos en el largo plazo, por lo que los fondos destinados a su desarrollo pueden llegar a ser cuantiosos.

Los primeros pasos en el área de investigación en café se dieron en Brasil a cargo del joven científico Franz Wilhelm Dafert alrededor de 1885 (Warren, 1989). En Colombia por su parte, en el IX Congreso Nacional Cafetero en 1.938 se crea CENICAFE, organismo que tiene como labor la

generación de tecnologías para beneficiar el cultivo del café. Es así como Colombia se convirtió en uno de los países pioneros en la selección de nuevas alternativas en la producción.

Pensando en el problema del control de las enfermedades y considerando la vulnerabilidad de las variedades de café plantadas en el país, se genera una alerta generalizada por la detección de la roya en Brasil al comienzo de los años setenta. Esto impulsa los esfuerzos que habían aparecido desde 1960 por buscar una variedad que pudiera ser efectiva para el control natural de la roya. La creación de la variedad Colombia, como solución a este problema es, sin lugar a dudas, uno de los más grandes avances en el control genético de enfermedades que afectan al cafeto.

El objetivo del presente trabajo es el de determinar la tasa interna de retorno asociada con la generación y transferencia de tecnología relacionada con la *Variedad Colombia*, durante el periodo 1970-1996. El trabajo consta de cinco secciones de las cuales la primera es esta introducción. En la Sección II se analiza el impacto económico de la roya y las principales características de la variedad Colombia. En la siguiente sección se hace la caracterización del modelo económico de evaluación utilizada para calcular la TIR. En la sección IV se presentan los resultados del modelo y en la sección V las conclusiones de este trabajo.

LA ROYA Y LA VARIEDAD COLOMBIA

Impacto Económico de la roya

Durante el período que va de 1960 a 1970, los buenos precios internacionales permitieron un desarrollo satisfactorio de la economía cafetera colombiana. (Junguito, Pizano, 1991)

Sin embargo, en la década de los setenta apareció en América Latina el hongo *Hemileia vastatrix* causante de la roya, lo que alertó a los productores sobre su eventual aparición en el país. La alerta general en torno a este tema se debió principalmente a la susceptibilidad de la gran mayoría de tipos de café sembrados en

América (Moreno, 1994), en particular, las variedades Típica y Caturra, las más utilizadas. (Cadena, 1995)

Su primera aparición en América Latina se observó en Brasil, en el estado de Bahía en 1.970, en donde, como medida rápida de control, se incineraron varios cafetales. (Becker; Moraes; Quijano, 1991)

Debido a las fuertes medidas sanitarias y de control que se adoptaron en Colombia, este país fue el último en centro y sur América en verse afectado por esta enfermedad. El 27 de septiembre de 1.983 se vieron los primeros brotes de roya en el lote La Ofelia, de la finca Calamar, en el municipio de Chinchiná, Caldas. Precisamente en esta finca se encontraba uno de los primeros cultivos de variedad Colombia, que no fue afectado por la enfermedad, con lo que se tuvo la primera experiencia de la resistencia de la variedad en un cafetal comercial. (Fernández; Baeza; Castillo; Echeverri; Gómez, 23)

La roya afecta el follaje de la planta invadiéndolo progresivamente, induciendo la caída temprana de las hojas, lo cual reduce la magnitud de la cosecha. También, altera la calidad de la misma, aumentando la proporción de café pasilla por la formación de semillas de menor peso.

Si la enfermedad se inicia tempranamente (dos o tres meses después de las floraciones) se defolia la región de las ramas en las cuales se forma la cosecha actual y la siguiente, de modo que interfiere la cosecha y la calidad de la misma durante el año en el cual ocurre la epidemia, y la del año siguiente. (Alvarado; Castillo, 1992)

La virulencia del ataque depende de las condiciones climáticas a las que estén expuestos los cafetales. En Colombia se practica la caficultura, con excelentes resultados, en regiones con climas en los que la temperatura está entre 19°C y 21°C, sin periodos largos de sequía o de precipitaciones excesivas, en terrenos ondulados, en su mayoría situados entre 1200 y 1800 metros de altura. (Gómez; Jaramillo, 1990)

En esta situación, la roya encuentra las condiciones óptimas para su desarrollo y por lo tanto los ataques sobre variedades susceptibles, como Típica y Caturra, se pueden convertir en catastróficos.

En Colombia la roya se diseminó por la casi totalidad del territorio en aproximadamente 7 años. En el Cuadro 1, vemos el total del área afectada por la enfermedad, desde su aparición en 1983.

En el Cuadro 2 se presenta la disminución de la producción causada por la roya, en variedades susceptibles. Como se aprecia, las pérdidas pueden ser del orden del 30% en cafetales a plena exposición, los mas productivos, o de 14% en plantaciones bajo sombrío.

El control de la enfermedad significa un costo adicional para los caficultores, representado por la compra de equipos de aspersión, fungicidas y por la mano de obra empleada. Sin embargo, la topografía accidentada del terreno, las altas densidades de siembra y las condiciones climatológicas de la zona cafetera, impiden hacer un control químico completamente efectivo, lo cual implica que aun los cafeteros que lo adoptan tengan disminuciones en la producción.

CUADRO 1

Superficie afectada por la roya

Año	Parcial	Acumulada	% Area Nacional
82/83	5.383	5.383	0,5
83/84	25.079	30.462	3,0
84/85	301.241	331.703	32,9
85/86	191.297	523.000	51,8
86/87	165.000	688.000	68,2
87/88	112.000	800.000	79,2
88/89	69.517	869.517	80,13
96/97	-	300.543	25,75

Fuente: 82/83 - 88/89 50 AÑOS CENICAFE 1938-1988, Conferencias Conmemorativas. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ, 1.990.

96/97 Federación Nacional de Cafeteros de Colombia FEDERECAFE. Santafé de Bogotá (Colombia). Gerencia Técnica Oficina de Estudios y Proyectos Básicos Cafeteros. Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional Cafetera SICA. Santafé de Bogotá (Colombia), FEDERECAFE, 1.997. 178p.

La generación de la variedad Colombia

En el año de 1.983 cuando se encontraron los primeros brotes de roya en Colombia, el 64,67% del área cultivada en el país estaba situada en zonas limitadas entre los 1.201 y 1.800 metros de altura, donde las condiciones son óptimas para el desarrollo de la enfermedad. (Federación Nacional de Cafeteros, 1983)

CUADRO 2

Efecto económico del control químico de la roya en cafetales con diferentes sistemas de manejo Producción (kg./café cereza/ha/año)

Tipo de cafetal	Caturra al sol	Caturra a la sombra	Borbón a la sombra	Típica a sombra
Control	10.672	9.060	5.910	5.678
Sin control	8.604	7.304	5.620	5.392
% Pérdida	29	34	14	14

Fuente: López, R.; Chamorro, G., Gallo, A. Aspectos Económicos de la Roya del Cafeto. 50 años CENICAFE 1938-1988, Conferencias Conmemorativas. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ, 1.990. P. 91-96

Teniendo en cuenta que las condiciones de la caficultura colombiana eran propicias para que el ataque de la roya tuviera consecuencias nefastas, el desarrollo de una variedad resistente a la enfermedad se convirtió en una prioridad de CENICAFE. (Cadena, 1991)

Disponer de una variedad resistente implica importantes ventajas, tanto para los agricultores como para el país. En el primer caso, la obtención de altas producciones, sin aumentar los costos, es una forma evidente de aumentar las ganancias. En el segundo caso, disponer de volúmenes importantes de café de alta calidad, sin recargar los costos, aumenta la competitividad en el mercado internacional. Pero adicionalmente existe otra ventaja de gran trascendencia, consiste en poder combatir una grave enfermedad con una herramienta no contaminante del ambiente. (López; Chamorro; Gallo, 1990)

Con el fin de desarrollar una variedad resistente a la roya, desde 1952 CENICAFE introdujo al país germoplasma de café proveniente de colecciones de diferentes países, el cual se evaluó agronómicamente en la zona cafetera colombiana en la década de los años 60. Esta evaluación permitió hacer una preselección de los mejores materiales, los cuales fueron evaluados posteriormente para la búsqueda de genes resistencia a la roya. (Castillo; Moreno, 1988)

La variedad Colombia fue el resultado del cruzamiento entre dos materiales. De una parte, se escogió la variedad Caturra, de excelentes características agronómicas y amplia adaptación a la zona cafetera del país, pero susceptible a la roya. De otra, se escogió como progenitor resistente a una introducción conocida como Híbrido de Timor. Esta introducción, resultante posiblemente de un cruzamiento natural entre las especies *C. arabica* y *C. canephora*, fue escogida porque posee varios genes de resistencia a la roya. (Castillo; Moreno, 1988)

La semilla proveniente de estos materiales fue mezclada, para constituir con ella un cultivar de tipo "compuesto", entregado a los agricultores a partir de 1.982 con el nombre de variedad Colombia. En la actualidad, la variedad Colombia esta formada por la mezcla de semilla proveniente de 40 "componentes". (Alvarado, 1998)

Es necesario resaltar que el desarrollo de la variedad Colombia, no es un proceso estático que finaliza con la entrega de los primeros materiales, sino un proceso dinámico en el cual sus componentes se actualizan permanentemente. Tal actualización conlleva la selección de componentes mejores, no sólo por características agronómicas susceptibles de mejorar, sino por la necesidad de disponer de materiales resistentes a nuevas razas del hongo, de frecuente aparición. En efecto, *Hemileia vastatrix* es un patógeno del cual se conocen más de 36 razas o variantes, varias de ellas presentes en el país (Castillo; Moreno, 1988). En la práctica esto hace que el desarrollo de la variedad Colombia sea un proceso continuo de investigación.

Finalmente, debe anotarse que la obtención de la variedad Colombia, desde la realización de los cruzamientos iniciales, hasta el suministro de

la semilla a los caficultores, ha sido un proceso realizado íntegramente bajo el auspicio y control de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, a través de su organismo investigativo, Cenicafé.

Resultados sobre resistencia y producción de la Variedad Colombia

Los estudios realizados sobre la variedad Colombia, que buscan medir su resistencia a la roya y su producción, se llevan a cabo en las subestaciones de Cenicafé. En estos experimentos se incluye el testigo resistente (variedad Colombia) y el testigo susceptible (variedad Caturra), que sometidos a las mismas condiciones arrojan resultados comparables sobre la capacidad productiva de las dos variedades, en presencia y ausencia de la enfermedad. En el cuadro 3 se pueden apreciar los resultados de los experimentos efectuados en la estación central de Naranjal.

CUADRO 3

Producción de 108 progenies F5 de Caturra Híbrido de Timor y de la variedad Caturra en 4 cosechas (1.983 - 1.987) en Chinchiná

Cosecha	Progenies F5		Variedad Caturra	
	Producción relativa %	Kg. Cps ha/año	Producción relativa %	Kg. Cps ha/año
1°	100	4400	102	4521
2°	100	6193	89	5511
3°	100	7359	70	5214
4°	100	4873	67	3289
Promedio	100	5709	81	4675

Fuente: Disciplina de Mejoramiento Genético. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1.983

En presencia de la enfermedad y sin efectuar el control químico, existe una pérdida paulatina en la producción de la variedad Caturra. En este experimento en particular, no ocurrió infección por roya en la primera cosecha, por cuanto la enfermedad se detectó en Colombia en el año 1.983, lo que significa que esta cosecha se produjo en ausencia de la misma, razón por la

cual las producciones de las dos variedades son muy similares (estadísticamente iguales). Sin embargo, se ha podido observar en los años consecutivos a 1.983, que la primera cosecha de la variedad Caturra no se ve afectada de forma significativa por la presencia de la roya, motivo por el cuál el resultado del cuadro 3 sigue teniendo validez. En presencia de la enfermedad, el efecto sobre la producción es gradual, sin presentarse diferencias en la primera cosecha, pero van aumentando en magnitud en las restantes (Alvarado, 1998).

Con la intensificación del cultivo del café - altas densidades de siembra, utilización de fertilizantes y cultivo al sol - se redujo la duración de la vida productiva de la planta a ciclos de cuatro cosechas, seguidos de renovación de la plantación y nuevos ciclos productivos. La roya afecta la duración de la vida productiva de la planta. La disminución de la producción por causa de la roya, registrada en ciclos de cuatro cosechas, varía entre 17% y 23%. De acuerdo con información experimental de la disciplina Mejoramiento Genético de Cenicafe, la roya ocasiona pérdidas de 11% en la segunda, 30% en la tercera y 33% en la cuarta cosecha, valores que se pueden asumir como estimaciones válidas para generar un modelo de pérdidas en producción por efecto de *Hemileia vastatrix*.

Sin embargo, ningún sistema de control garantiza que no se obtenga algún nivel de pérdidas. Por ejemplo, la disciplina Fitopatología, en numerosos experimentos, ha estimado en 7% las pérdidas en producción en variedad Caturra, no obstante la utilización de control químico de la enfermedad. (Leguizamón, 1998).

Para poder medir la efectividad de la resistencia genética frente a la utilización de pesticidas, es necesario comparar la producción de la variedad Caturra, con y sin control químico, con la de la variedad Colombia (ver cuadro 4).

Los valores medios de los experimentos, muestran que en la variedad Caturra, sin control, hay una disminución de la producción que varía entre 10.9% y 20.7% con respecto al control químico, cuando se comparan parcelas distintas, tratadas y no tratadas con fungicida.

La comparación de las variedades Colombia y Caturra, con control, presenta pequeñas variaciones a favor de una u otra, debidas al azar; la comparación estadística de las mismas, confirma la igualdad de los niveles productivos de las dos variedades en esas condiciones de cultivo.

Estimación de las áreas sembradas anualmente con variedad Colombia

Uno de los principales problemas que se encontró para llevar a cabo este estudio está relacionado con las hectáreas sembradas anualmente con variedad Colombia, porque los datos solo existen para el periodo 1.982 - 1.988 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General, 1988) y para el año 1.996 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia Técnica, 1997).

El cálculo de la superficie sembrada con la variedad Colombia en el periodo 1988-1995 se presenta en el cuadro 5. Para este cálculo se asumió que las áreas nuevas sembradas (columna 3) y la renovación por siembra de cafetales tecnificados (columna 4) corresponden al número de hectáreas de variedad Colombia sembradas anualmente.

CUADRO 4

Producción de las variedades Caturra y Colombia. Efecto de roya en Caturra - Estación Central Naranjal

Periodo de Cosechas	No. de Cosechas	V. Caturra		Efecto de roya	V. Col.	Produc. Relati. % Caturra Ce y Colom.
		Ce	Se			
1.990 - 94	4	478	426	52 (10.9)	456	- 4.82
1.991 - 95	4	431	366	15.1	503	14.30
1.992 - 95	3	589	467	20.7	632	6.80
1.993 - 96	3	581	467	19.6	574	-1.21
1.995 - 96	2	581	467	15.6	494	-17.6
1.996 - 97	2					
Total	16	511	465	15.7	515	0.77

Fuente: Disciplina de Mejoramiento Genético. Chinchiná (Colombia), Cenicafe. 1.983

CUADRO 5
Estimación del número de hectáreas sembradas con Variedad Colombia en el período 1.982-1.996

Años	Venta de semillas de variedad Colombia a los comités departamentales (1)	Acumulado potencial de hectáreas sembradas con variedad Colombia (2)	Áreas nuevas sembradas Ha. (3)	Áreas renovadas en cafetales tecnificados Ha. (4)	Número de hectáreas sembradas con variedad Colombia (5)	Acumulado Renovación variedad Colombia (6)
1982-1983	2,440	1,220	2,528	-	207	207
1983-1984	7,261	4,851	2,070	-	660	868
1984-1985	25,600	17,651	2,495	-	1,889	2,756
1985-1986	30,295	32,798	3,963	-	2,303	5,059
1986-1987	30,022	47,809	14,242	9,010	6,325	11,383
1987-1988	44,000	69,809	18,200	16,219	9,672	21,055
1988-1989	90,000	114,809	17,152	16,075	33,227	54,282
1989-1990	91,435	160,527	19,352	14,848	34,200	88,482
1990-1991	143,650	232,352	30,494	14,718	45,212	133,694
1991-1992	178,335	321,519	10,948	18,523	29,471	163,165
1992-1993	42,973	343,006	2,261	4,158	6,419	169,584
1993-1994	24,007	355,009	3,552	5,673	9,225	178,809
1994-1995	52,283	381,151	4,729	7,722	12,451	191,260
1995-1996	44,442	403,372	4,507	8,085	12,592	203,852
1996-1997	45,627	426,185	4,982	6,202	11,184	215,036

Fuente y Metodología: (1) *Disciplina de Mejoramiento Genético. Semillas de Variedad Colombia entregadas a los comités departamentales. Chinchiná (Colombia), Cenicafe. 1.998*

(2) *Se utilizan 2 kilogramos por hectárea para obtener una densidad de 5.000 plantas. Columna 2 = (1) / 2.*

(3,4) *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General. Bogotá (Colombia) Informe del gerente general al XLV Congreso Nacional. Santafé de Bogotá (Colombia), Federecafe, 1.988. Anexo 1.*

(5) *1.982-1.988 Op. Cit.(3,4)*

(5) *1.989 - 1.996 (1) + (2);*

(5) *1.996-1.997 Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General. FEDERECAFE, Santafé de Bogotá (Colombia), Gerencia Técnica - Oficina de Estudios y Proyectos Básicos Cafeteros. Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional Cafetera SICA. Santafé de Bogotá (Colombia), FEDERECAFE, 1.997. 178p.*

El supuesto anterior se basa en lo siguiente : Las áreas nuevas deben haber sido sembradas con variedad Colombia porque los caficultores buscan reducir sus costos al eliminar el control químico. De otra parte, las renovaciones por siembra en las áreas tecnificadas deben haber sido hechas con la variedad Colombia, y no con las variedades Caturra o Tipica, para aprovechar las ventajas comparativas de una variedad resistente.

Como se aprecia en el cuadro 5, la diferencia entre la superficie sembrada con la variedad Colombia (233.364 has.) según el censo realizado por el SICA en 1996, y la superficie estimada con el supuesto establecido en este trabajo es de solo 18.328 hectáreas, equivalentes a 8 %.

ANÁLISIS ECONÓMICO

La mayoría de los centros encargados de generar tecnología para el sector agrícola benefician a la

sociedad sin reportar ganancias privadas por la actividad que están cumpliendo. Esto implica que la mayoría de los resultados de la investigación sean de libre acceso para la sociedad. Como consecuencia de lo anterior, el costo marginal tiende a cero, por lo que la tecnología agropecuaria es un bien no-rival y no-excluyente, lo que hace difícil su valoración económica ya que no tiene precio.

CENICAFE genera investigación que se entrega libremente a todos los cafeteros a través de los programas de extensión de la Federación. El caso de la investigación de café en Colombia es particularmente interesante ya que si bien la tecnología generada por CENICAFE tiene el carácter de bien público (Varian, 1986), como se mencionó anteriormente, la financiación de las actividades llevadas a cabo por este centro de investigación, son de carácter privado y los resultados son aprovechados directamente por los contribuyentes.

La investigación en agricultura se hace de manera independiente a la situación del mercado, por lo tanto las fluctuaciones en los precios agrícolas modifican los beneficios económicos de los productores, lo que implica que los resultados de la eficiencia de las tecnologías que se generan, se vean afectadas por variables externas de la producción.

La inversión en investigación a su vez, es una actividad netamente de largo plazo, por lo tanto, los estudios que se concentran en medir su impacto deben considerar horizontes de tiempo relativamente extensos. El principal problema que se presenta a este respecto, es el peso inminente que se adjudica a los resultados que se deben obtener en el corto plazo, en especial aquellos que modifican o cambian el ingreso de agentes.

Metodología

Los cambios tecnológicos en el sector agrícola tienen impacto en el comportamiento de productores y consumidores. Los agentes maximizan sus funciones de utilidad según sus

preferencias y su restricción presupuestal. Es por esto que cambios en las cantidades y los precios que se ofrecen en el mercado, implican una variación en su comportamiento. (Salvatore, 1992).

La investigación en el sector agrícola puede llevar a cambios en la productividad, lo que implica que los productores puedan ofrecer mayores cantidades de sus productos a menores precios. El desplazamiento de la curva de oferta que ocurre en este caso, disminuye los precios lo que afecta directamente las ganancias económicas de consumidores y productores de dicho bien. Teniendo en cuenta que la implementación de la variedad Colombia produce un aumento de la producción, se plantean los supuestos descritos a continuación.

Efecto sobre el mercado cafetero

Existen varios puntos que se deben considerar para el análisis del efecto de la variedad Colombia en el mercado cafetero. Antes que nada es necesario tener en cuenta que la variedad Colombia produce una cantidad superior a la de las variedades susceptibles en presencia de la roya, incluso cuando se aplica el control químico. Esto implica que en las zonas en donde existen las condiciones climáticas propicias para el desarrollo de la enfermedad, cada hectárea cultivada con la variedad Colombia tendrá una mayor productividad. En Colombia más del 60% de la superficie cafetera ha estado históricamente ubicada dentro de estas zonas de alto riesgo (Federación Nacional de Cafeteros, 1983), por lo que el aumento en la producción es significativo. El mercado cafetero se ve entonces afectado por un desplazamiento de la curva de oferta ante la implementación de esta variedad.

El segundo punto que se debe considerar es la participación de las exportaciones de Colombia en los mercados internacionales. En el Cuadro 6 observamos que estas han representado en el mundo más del 12% en promedio del total en las dos últimas décadas. Para el caso del café, Colombia es un *país grande* y por lo tanto ejerce influencia en el precio de este *commodity*.

CUADRO 6
**Exportaciones colombianas de café
y su participación mundial
(Millones De Sacos De Café Verde)**

Años	Colombia (1)	Mundo (2)	Participación %
1.980	11.1	60.3	18.4
1.981	9.1	60.5	15.0
1.982	8.9	64.5	13.7
1.983	9.2	66.2	13.9
1.984	10.2	68.6	14.9
1.985	10.0	71.4	14.0
1.986	11.4	64.5	17.6
1.987	11.3	71.5	15.8
1.988	9.8	65.2	15.0
1.989	10.8	75.9	14.3
1.990	13.9	80.6	17.3
1.991	12.6	75.8	16.6
1.992	16.6	78.3	21.2
1.993	13.6	75.1	18.1
1.994	13.0	93.9	13.9
1.995	12.9	88.2	14.6
1.996	10.8	99.7	10.8
Promedio			
1.980/85	9.7	65.2	15.0
1.985/90	10.8	69.3	15.7
1.990/95	13.8	82.9	12.7

Fuente: 1.980 - 1.993 Clavijo, S.; Jaramillo, C. F.; Leibovich, J. *El negocio cafetero ante el mercado libre. Informe de la Comisión Mixta para el estudio del café. Santafé de Bogotá (Colombia), Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1.994. Pág. 29*

1.994 - 1.996 Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General. Bogotá (Colombia) Informe del gerente general al LVI Congreso Nacional. Santafé de Bogotá (Colombia), Federecafé, 1997. 29p.
1.994 - 1.996 Cálculos personales

Elasticidades y curvas de oferta y demanda del mercado cafetero

La Ley de Engel postula que la proporción del ingreso que se gasta en bienes agrícolas disminuye a medida que los agentes aumentan su riqueza, lo que implica que la elasticidad ingreso es inferior a uno. (Varian, 1986)

Por otra parte, encontramos que para estos bienes, los agentes no responden propor-

cionalmente ante un cambio en los precios en las cantidades consumidas. La elasticidad precio de la demanda del café es de -0.2%, lo que indica que ante un cambio en el precio de 10% el consumo sólo va a aumentar en 2%. (Ver Cuadro 7). Se ha postulado que para bienes de consumo como el café, los agentes tienen un comportamiento relativamente inelástico ante la baja de los precios, pero que ante aumentos en estos prefieren sustituir su consumo. No obstante, esto no se ha podido comprobar.

El café es un cultivo semiperenne lo que hace que los productores no puedan reducir sus costos en el corto plazo. El efecto de los precios sobre la producción no es inmediato, sin embargo la experiencia muestra que sus fluctuaciones afectan las cantidades producidas años más tarde. Es por este motivo que la elasticidad precio de la oferta en el corto plazo es perfectamente inelástica, y a largo plazo sigue siendo inferior a la unidad. (ver Cuadro 7).

CUADRO 7
Elasticidades del café

	Elasticidad precio de la oferta		Elasticidad de la demanda con respecto al:	
	Corto plazo	Largo Plazo	Precio	Ingreso
Café	.0	.3	-.2	.2

Fuente: Junguito B., R; Pizano S., D. *Producción de café en Colombia. Santafé de Bogotá (Colombia), Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo FEDESARROLLO, 1.991. Pg. 4*

Liberación de recursos

En la literatura (Londero, 1987), se han estudiado con detenimiento los proyectos que permiten ahorrar recursos. El caso de la generación de la variedad Colombia se debe analizar en parte bajo esta perspectiva, puesto que no sólo se tiene un aumento en la producción, sino que adicionalmente los productores reducen los recursos destinados al control de la roya. Al eliminar el control químico de esta enfermedad, los cafeteros disponen de un ingreso indirecto que se puede traducir como ganancias o como capital para inversión. Uno de los principales

problemas que se planteó para poder implementar la variedad Colombia residió en la fuerte inversión inicial que se debe llevar a cabo. Sin embargo, esta se puede hacer en el momento en que se renueven los cafetales y de esta manera no implica un costo adicional, sino que se convierte en una inversión que es propia de la caficultura. Para poder cuantificar las ventajas económicas que se tienen al renovar los cafetales, se analiza el retorno a los factores fijos en el Cuadro 8.

CUADRO 8
Costo del control de la roya
(Precios de 1.988)

Año	Var.	Costos Diferenciales	Producción (Cargas/Ha/año)	Retribución a factores fijos (Miles/Ha/año)
1	S	Control roya	18.0	429
	R	Renovación	0	-351
2	S	Control roya	14.8	303
	R	Crecimie. planta	5.7	-194
3	S	Control roya	12.0	192
	R	Ninguno	22.8	676
4	S	Control roya	12.0	192
	R	Ninguno	27	841
5	S	Control roya	9.5	131
	R	Ninguno	21	605
Promed.	S		13.0	249
	R		15.3	315

S = Variedad susceptible
R = Variedad Resistente

Fuente: López, R.; Chamorro, G., Gallo, A. Aspectos Económicos de la Roya del Cafeto. 50 Años CENICAFE 1938-1988, Conferencias Conmemorativas. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ, 1.990. P. 91-96

Como se puede apreciar, al utilizar la variedad Colombia se obtienen ganancias superiores a las conseguidas al usar variedades susceptibles, las cuales requieren de control químico, no obstante incluir los costos debidos a la renovación. Es necesario advertir que los beneficios se obtienen a mediano o largo plazo, en un periodo que es

igual para las variedades resistentes y susceptibles.

Modelo de excedentes económicos

El análisis del excedente económico permite estimar la tasa promedio de retorno a la inversión (TIR), que indica cual es el porcentaje, por cada peso invertido en investigación, que se ve reflejado en las ganancias del mercado. (Londero, 1987). Otra definición que se encuentra en la literatura sobre la TIR, la expresa como la más alta tasa de interés que podría pagar el inversionista sin perder dinero, si todos los recursos para el proyecto se tomaran prestados y la devolución de estos, se hiciera con los beneficios arrojados por el mismo. (Sapag; Sapag, 1986).

Para el caso de la variedad Colombia, la TIR sería la tasa de interés que estarían dispuestos a pagar los cafeteros por el préstamo con el que se pagarían los recursos designados para llevar a cabo la investigación que la generó.

Los beneficios totales de la investigación dependen del tamaño del ahorro en costo por unidad provocados por la nueva tecnología y por el número de unidades de la producción que se ven afectadas por esta. Un incremento en la producción puede tener como resultado pérdidas o beneficios para los agricultores; como se verá más adelante, esto depende de la situación del mercado, por lo que no todo avance tecnológico implica beneficios netos o ganancias económicas. Este tipo de análisis permite calcular por separado los beneficios y costos brutos de la generación y transferencia de tecnología.

Cuando hay incremento en la producción por el impacto de una nueva tecnología, la TIR se calcula como un porcentaje del total de los beneficios económicos de los productores.

Al usar una variedad resistente como Colombia, se obtienen dos clases de beneficios. De una parte, se obtiene un aumento en la producción y un ahorro en insumos. De otra, se obtiene un beneficio causado por la no contaminación del medio ambiente. Este último no será contem-

plado en este estudio debido a la dificultad para calcularlo.

El cálculo de los beneficios económicos de la investigación en una economía abierta, permite tener un marco más cercano a la realidad cuando se tiene comercio internacional. El caso del café colombiano encaja en esta situación, puesto que la gran mayoría del café tipo "supremo" se exporta. Con el fin de simplificar el modelo y considerando que el mercado interno del café "supremo" es muy reducido, no se considerará que existe impacto sobre este por la implementación de la variedad Colombia.

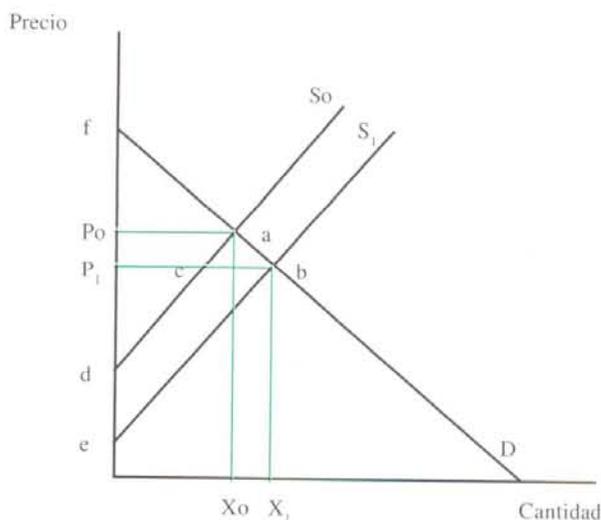
La curva de oferta y la curva de demanda del café son normales y por tanto los signos de las elasticidades que aparecen en el Cuadro 7, son los esperados considerando que el café pertenece a los bienes normales. (Varian, 1986). Dadas estas curvas, antes de tener el incremento en la producción provocado por el cambio tecnológico, el precio inicial de equilibrio es P_0 . La inversión en tecnología agrícola provoca un aumento en la producción expresado por $X_1 - X_0$, lo que desplaza la curva de oferta de S_0 a S_1 .

Colombia es considerado como *pais grande* en el mercado del café, por lo que cambios en las cantidades exportadas hacen fluctuar los precios que pasan al nuevo nivel P_1 . Los consumidores, como agentes racionales, tienen en cuenta la importancia del cambio en la oferta, lo que provoca un cambio en las cantidades que se transan en el mercado. Si Colombia no fuera un gran exportador de café, el efecto sobre los precios sería nulo, lo que provocaría que los consumidores no se beneficiaran por el aumento en la cantidad ofrecida.

El beneficio de estos agentes se mide como el cambio del excedente del consumidor, que se produce por la caída de los precios internacionales y por el aumento en la cantidad consumida, que es la diferencia entre el área fP_1b y fP_0a . El área P_0abP_1 , es la ganancia que tienen por el aumento en el consumo a un precio inferior al inicial.

FIGURA 1

Excedente económico debido al cambio tecnológico



El cambio en el excedente del productor está dividido por dos efectos diferentes. El área $cbde$ es la ganancia de los productores que se atribuye al aumento en la cantidad del bien vendida y el área P_0acP_1 , que es el costo de vender la cantidad inicial X_0 a un precio inferior al inicial. El efecto neto sobre el productor dependerá de la elasticidad de las curvas de oferta y demanda. El beneficio total corresponde a la suma de las áreas del excedente del productor y del consumidor.

Beneficios brutos generados por la Variedad Colombia

En esta parte se va a explicar cómo se calcula el beneficio bruto al emplear la variedad Colombia. Para esto, se modificará el modelo que el Servicio Internacional para la Investigación Agropecuaria Nacional (ISNAR, 1991) plantea para calcular los beneficios económicos generados por la investigación agrícola en arroz en Ecuador. El método corresponde en la literatura (Londero, 1987), al cálculo de las áreas que se definen en la Figura 1 a través de las pendientes de las curvas de oferta y demanda.

La Variedad Colombia apareció después de un largo periodo de investigación. Desde 1.982, los programas de extensión han sido los encargados de introducirla en el territorio colombiano. Las primeras cosechas de la nueva variedad se obtuvieron en 1.985, por lo que durante el período comprendido entre 1.970 y 1.985 los beneficios económicos son cero. El periodo de beneficios estará comprendido entre 1.985 y 1.996.

Desplazamiento de la curva de oferta

El desplazamiento de la curva de oferta de un producto agrícola semiperenne por una innovación tecnológica, no se ha estudiado en la literatura económica. Los estudios que calculan la TIR de la investigación en agricultura, se concentran en productos anuales. En estos casos, debido a la facilidad de implementar las nuevas tecnologías, los resultados de la investigación se ven en el corto plazo. (Thompson S., Sonka St, 1997)

El caso del café debe ser tratado con mayor cautela porque los resultados de la investigación sólo pueden verse en el largo plazo. Existen tres razones para esto: la primera cosecha se obtiene 24 meses después de la siembra, en el sistema tecnificado cada ciclo productivo se compone de cuatro cosechas y por último, el valor de cada una de las cosechas es diferente.

Para calcular el desplazamiento de la curva de oferta hay que tener en cuenta tres elementos: los rendimientos de las variedades, la sustitución de las áreas cultivadas con ellas y el peso de la investigación por la producción de la variedad Colombia, sin considerar el peso de las demás prácticas relacionadas con la tecnificación del cultivo (uso de fertilizantes, densidades de siembra altas, eliminación del sombrío).

Para el caso de la variedad Colombia se calcula como:

$$J_t = \alpha \{ [1 - (Y^n / Yc^n)] \} * [Ac_t^n / A_t] k_t + \beta \{ [1 - (Y^n / Yc^n)] \} * [Act_t^n / A_t] k_t$$

donde:

J_t = desplazamiento de la curva de oferta debido al cambio tecnológico en café en año t

n = 2^{da}, 3^{era}, 4^{ta} del ciclo productivo de la planta

Y^n = Valor de la producción por hectárea de la cosecha de la variedad Caturra según el ciclo productivo de la planta.

Yt^n = Valor de la producción por hectárea de la cosecha de la variedad Típica según el ciclo productivo de la planta.

Yc^n = Valor de la producción por hectárea de la cosecha de la variedad Colombia según el ciclo productivo de la planta.

Ac_t^n = área ocupada por la variedad Colombia según la cosecha n del ciclo productivo en el año t, que sustituyó hectáreas sembradas con Variedad Caturra.

Act_t^n = área ocupada por la variedad Colombia según la cosecha n del ciclo productivo en el año t, que sustituyó hectáreas sembradas con Variedad Típica.

A_t = área ocupada por la variedad Caturra en el año t

k_t = Peso atribuible a la variedad Colombia en el incremento en la producción en el año t

Dentro del cálculo del desplazamiento de la curva de oferta el segundo término de la ecuación se anula. La variedad Típica, introducida al país en el siglo XVIII, se ha relacionado históricamente con el cultivo tradicional, mientras que la variedad Colombia se ha asociado con el cultivo intensivo, por lo que no existen razones para creer que los caficultores renuevan cafetales tradicionales sembrados con variedad Típica por variedad Colombia.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el desplazamiento de la curva de oferta para el caso de la Variedad Colombia se calcula como:

$$J_t = \{ [1 - (Y^n / Yc^n)] \} * [Ac_t^n / A_t] k_t$$

Debido a que las producciones anuales difieren entre sí, es necesario considerar por separado

cada una de las cosechas del ciclo productivo de la planta. Se considera que tanto la variedad Caturra como la variedad Colombia tienen una vida productiva de cuatro cosechas bajo el cultivo tecnificado, con una producción máxima en la tercera.

El primer término de la ecuación mide el cambio en la producción de las variedades Colombia y Caturra según la cosecha considerada y se presenta en el cuadro 9. Como se aprecia, el porcentaje de incremento en el rendimiento debido al cambio de variedad depende de las pérdidas generadas por la roya en la producción de la variedad Caturra. Debe advertirse que la información relativa a la producción de las dos variedades se obtuvo bajo condiciones iguales.

CUADRO 9

Cálculo del incremento en la producción por hectárea, por el uso de las variedades Colombia y Caturra, según la cosecha considerada

Cosecha	Incremento (%) 1- (Y ⁿ / Yc ⁿ)
1 ^a	-2
2 ^a	11
3 ^a	30
4 ^a	33

Fuente: *Disciplina de Mejoramiento Genético. Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 1.998*

El segundo término de la ecuación es la proporción de la superficie sembrada con variedad Colombia respecto a la superficie sembrada con variedad Caturra, y se usa como un índice de la adopción de la variedad Colombia.

Debido a que la producción de café depende de la cosecha considerada, y por tanto del año de siembra de la plantación, es necesario diferenciar la cosecha en que se encuentran las hectáreas que se cultivan año a año.

Al multiplicar el incremento de la producción 1- (Yⁿ/Ycⁿ), por el índice de adopción de la variedad

Colombia (Ac_tⁿ / A_t), se obtiene el desplazamiento anual de la curva de oferta durante el periodo 1.985 - 1.996. Sin embargo, no necesariamente el total del cambio en la producción se le puede adjudicar a la labor de investigación que generó la variedad Colombia. El coeficiente k_t usado en la fórmula mide la participación de esta dentro del paquete tecnológico que puede afectar la producción durante el periodo 1.982 -1.996.

Uno de los principales problemas para identificar la participación de una tecnología en el cambio en la productividad es eliminar la correlación entre todas las variables de la producción, especialmente cuando se mezclan diferentes avances tecnológicos. El caso de la sustitución de la variedad Caturra por variedad Colombia es muy particular, puesto que bajo las mismas condiciones de cultivo y en ausencia de la roya, las dos variedades tienen los mismos rendimientos. Es por eso que cualquier cambio en la producción, se puede adjudicar a la resistencia a la roya de la variedad Colombia, motivo por el cual el coeficiente k_t es igual a uno.

Una vez calculado el desplazamiento de la curva, es necesario calcular los excedentes económicos para poder conocer el beneficio que obtienen los caficultores al utilizar la nueva tecnología.

Cálculo de los excedentes económicos

Cambio total del excedente

El cambio total del excedente mide el cambio en el beneficio económico de todos los agentes que participan en el mercado. Este incluye la ganancia de los consumidores por la disminución de los precios, el aumento en los beneficios de los productores, por vender mayores cantidades en los mercados, y la pérdida que estos tienen, por vender su producto a un precio inferior al inicial.

Dentro del marco de una economía abierta, y con la participación de Colombia como *país grande*, el cálculo total del excedente depende de las elasticidades de las curvas de oferta y demanda del mercado. Por una parte, es necesario

considerar el efecto de una disminución del precio sobre el consumo. En el cuadro 7 aparecen las elasticidades correspondientes al mercado cafetero. Según los cálculos hechos por Behrman, se asume en este estudio que la elasticidad precio de la demanda es 0.2 en valor absoluto.

Debido a que los cambios en los precios del café no tienen efectos inmediatos, es necesario utilizar la elasticidad precio de la oferta de largo plazo para poder conocer su efecto sobre la producción. Los aumentos en la producción por el empleo de la variedad Colombia a su vez, sólo pueden cuantificarse a partir del momento que la planta tiene su primera producción. Como se mencionó anteriormente, esto ocurre con una diferencia de dos años con respecto al momento de la inversión inicial, por lo tanto, el efecto de cambios en los precios sobre la producción sólo puede darse con un rezago de mínimo dos años. Se asume que la elasticidad precio de la oferta de largo plazo es 0.3. (ver Cuadro 7)

El cálculo del excedente total está dado por:

$$CTE_t = (J_t / e) * P_{t-1} * Q_{t-1} * (1 + 0.5 * (J_t / (e + h) * h))$$

donde :

e = Elasticidad precio de la oferta del mercado cafetero en el largo plazo.

h = Elasticidad precio de la demanda del mercado cafetero

Q_{t-1} = Cantidad de café producida en el año t-1 antes del desplazamiento de la curva de oferta

P_t = Precio del café en el año t

Debido a que se busca conocer el impacto de la variedad Colombia en la ganancia de los productores, es necesario conocer por separado el cambio del excedente del consumidor y del productor.

Cambio del excedente del consumidor

El cambio en el excedente del consumidor depende del efecto sobre el gasto por la compra

en café que ocurre una vez se observa en el mercado una disminución en los precios. Como se mencionó anteriormente el café es un bien primario, lo que implica que una disminución en el precio, no provoca un aumento proporcional en la cantidad de café consumida.

Calcular el excedente del consumidor es de gran importancia, ya que es necesario diferenciar del total de los beneficios lo que se queda en manos de los productores.

El cálculo del excedente del consumidor se hace como:

$$CEC_t = (J_t / (e + h)) * P_{t-1} * Q_{t-1} * (1 + 0.5 * (J_t / (e + h) * h))$$

La diferencia entre excedente total y el excedente del consumidor año a año, nos da las ganancias de los caficultores por implementar la variedad Colombia.

Cambio del excedente del productor

Dentro de este estudio es interesante poder diferenciar los beneficios de cada uno de los agentes que aparecen en el mercado. Por una parte se considera que el consumo interno de café no se ve afectado por los cambios en las cantidades producidas que se atribuyen a la variedad Colombia, por lo que los beneficios para el país residen únicamente en manos de los productores.

Debido a la inelasticidad de la curva de demanda, los productores deben reducir sus costos de producción para poder obtener ganancias. La disminución en los precios ante un fuerte aumento en la cantidad ofrecida, puede causar pérdidas como las que se vieron a principios de esta década.

El cálculo del excedente del productor está dado como:

$$CEP_t = CTE_t - CEC_t$$

Liberación de recursos por el control de la roya con la Variedad Colombia

Como se mencionó anteriormente, al sustituir hectáreas sembradas con variedades susceptibles por la variedad Colombia, se produce un ahorro en insumos y mano de obra puesto que no hay necesidad de ejercer el control químico contra la roya. Con el fin de calcular el monto anual de este ahorro, es necesario considerar que existen a disposición de los caficultores diferentes aspersoras y pesticidas que cumplen con este objetivo. En el Cuadro 10 se presentan los gastos en mano de obra para cada una de las aspersoras disponibles en el mercado y cómo varía la cantidad de pesticida empleada según su elección. Los valores que se aprecian en el Cuadro 10 corresponden al gasto de una aspersión por hectárea. Para controlar de forma eficiente la roya se necesitan anualmente 4 aplicaciones con un fungicida protector o 3 con un fungicida sistémico.

El ahorro en insumos y mano de obra depende del sistema de control de la roya que se considere, motivo por el cual la TIR se calculará por separado para cada una de las aspersoras posiblemente empleadas y para los dos tipos

de pesticidas. Esta forma de cálculo servirá para obtener un valor más real de las ganancias que se consiguen por no utilizar el control químico.

El beneficio por ahorrar insumos para cada una de las tecnologías se calcula como:

$$B_{A_t} = AC_t * (CM_t + COx_t + DM_t) * N$$

donde:

B_{A_t} = Beneficio por ahorrar los insumos del control químico de la roya en el año t

COx_t = Costo del fungicida para el control de la roya por hectárea en el año t

CM_t = Costo de la mano de obra para el control de la roya por hectárea en el año t

DM_t = Costo de la depreciación del equipo de aspersión por hectárea en el año t

$N = 3$ o 4 (3 para fungicida sistémico y 4 fungicida protector).

Beneficios totales

El beneficio total de los productores por utilizar la variedad Colombia depende del ahorro en

CUADRO 10

Insumos empleados para controlar la roya bajo diferentes sistemas de aspersión, para 5000 cafetos por hectárea

Variables	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
Mano obra (jornales)	3	5	5	2.5	1
Depreciación equipo	1000 horas de aspersión	1000 horas de aspersión	Línea recta a 10 años	1000 horas de aspersión	Línea recta 10 años
Fungicida protector Kg/Ha.	3	3	3	3	3
Fungicida sistémico (mililitros/Ha)	250	250	250	250	250

Fuente: Disciplina de Fitopatología. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ. 1.998

insumos y del cambio en el excedente del productor. Como se explicó, existen diferentes sistemas para el control de la roya y por tanto el cálculo se debe hacer por separado según la tecnología escogida.

Los beneficios totales se calcularán como:

$$BT_t = CEP_t + B_{A_t}$$

donde :

BT_t = Beneficios totales por implementar la variedad Colombia en el año t

Costos de la generación de la Variedad Colombia

Con el fin de calcular los costos de la investigación que generó la variedad Colombia, se toma el período que va de 1.970 a 1.996. Si bien es cierto que el estudio de los materiales resistentes comenzó en la década de los 50, fue en el año 1.970 cuando se intensificó el programa de Resistencia por Mejoramiento Genético. Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de la variedad Colombia no es un proceso estático, motivo por el cual la investigación con respecto al control genético de la roya se sigue llevando a cabo hoy en día.

Dentro de la investigación se consideran dos gastos que son la mano de obra y el desarrollo y mantenimiento de las subestaciones experimentales de CENICAFE, en las cuales se llevan a cabo los experimentos relacionados con la variedad Colombia.

El personal de apoyo administrativo juega un papel importante dentro de cualquier institución que se dedique a la investigación, y es por esto que es necesario concederle el peso adecuado dentro de los gastos que se asignan a cualquier proyecto. Debido a que CENICAFE desarrolla múltiples labores de investigación, no se le puede asignar el total de los gastos administrativos al programa de obtención de la variedad Colombia. Para hacer esta separación se considerarán como gastos administrativos atribuibles a la variedad Colombia el presupuesto asignado por CENICAFE al programa de Mejoramiento Genético.

Los costos de la investigación y los administrativos están dados por la fórmula :

$$CT_t = C1_t + aC2_t$$

donde :

CT_t = Costos totales en que se incurrieron para desarrollar la variedad Colombia en el año t

$C1_t$ = Gastos en mano de obra e insumos de laboratorios y subestaciones de CENICAFE en la generación de la *Variedad Colombia* en el año t

$C2_t$ = Gastos administrativos de CENICAFE en el año t

$$a = C1_t / C_t$$

C_t = Presupuesto total de CENICAFE dedicado a inversión en investigación

Costos de transferencia de la tecnología

Si bien los costos de la transferencia no hacen parte de la investigación que generó la variedad Colombia, son una parte importante dentro de la aplicación de la nueva tecnología, ya que para que esta sea aprovechada al máximo por los productores, es necesario hacer una correcta difusión de la misma. En nuestro país, la Federación Nacional de Cafeteros entrega anualmente parte de su presupuesto a los Servicios de Extensión que son los directos encargados de la tarea de educación e información a los caficultores.

La difusión de la variedad Colombia, ha hecho parte de las tareas asignadas a los Servicios de Extensión. Para tener una aproximación del costo en que se hubiera incurrido si solamente se hubiera cumplido con esta labor, se consideró que para el periodo comprendido entre 1982 - 1989 se hubiera tenido que utilizar el 30% del presupuesto total de los Servicios de Extensión, mientras que para el periodo 1990 -1991 este porcentaje se hubiera reducido a un 10%.

Con el fin de ver el impacto de la investigación y teniendo en cuenta la importancia de la labor de extensión, se compararan los resultados obtenidos por incluir y no incluir dentro del modelo los costos de transferencia de tecnología.

RESULTADOS

Beneficios y Costos de generación de la Variedad Colombia

Los beneficios de la variedad Colombia aparecen en los Cuadros 11 y 12, en los que se diferencian los ganancias por ahorro en insumos según el fungicida y la aspersora utilizados para el control de la roya. Debido a la dificultad para precisar la proporción en que se utiliza cada uno de los sistemas aquí presentados para el control de la roya en el país, no se puede hacer una ponderación que incluya el ahorro exacto de insumos por cada una de las tecnologías en el país.

Por razones propias del problema, las primeras producciones obtenidas comercialmente con la variedad Colombia se obtuvieron 15 años

después de iniciado el programa de investigación, por lo que los primeros beneficios se dan a partir de 1985. Además, con el fin de eliminar el efecto de la inflación sobre los beneficios y los costos, los resultados están expresados a precios constantes de 1985. Se escogió este año como base, por ser el primero en que aparecen los efectos sobre la ganancia de los productores al utilizar la variedad Colombia.

El cuadro 13 contiene los costos de la generación y transferencia de la variedad Colombia. Debido a que los gastos del servicio de extensión contribuyen notoriamente dentro de los costos totales, se puede intuir que se obtendrá un valor inferior de la TIR al que se obtendría si solo se incluyeran en el modelo los costos de la generación de la variedad Colombia.

Tasa Interna de Retorno

Los resultados que aparecen en el cuadro 14 corresponden al cálculo de la tasa interna sin incluir los costos de transferencia de tecnología.

CUADRO 11

Estimación de beneficios de la variedad Colombia aplicando control de la roya con fungicida protector (1985=100, miles)

	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
1985	78,122	43,360	26,280	29,377	22,490
1986	173,101	96,074	58,228	65,090	49,830
1987	316,692	175,786	106,555	119,106	91,191
1988	819,967	455,232	276,027	308,516	236,257
1989	1,466,172	814,064	493,664	551,750	422,560
1990	2,258,213	1,253,725	760,191	849,665	650,665
1991	3,209,316	1,781,790	1,080,404	1,207,561	924,751
1992	3,642,300	2,022,419	1,226,524	1,370,815	1,049,897
1993	4,183,925	2,323,759	1,409,804	1,575,499	1,206,978
1994	4,717,074	2,620,823	1,590,873	1,777,597	1,362,305
1995	5,298,490	2,944,883	1,788,487	1,998,135	1,531,858
1996	6,272,851	3,484,424	2,114,387	2,362,767	1,810,347

CUADRO 12

Estimación de beneficios de la Variedad Colombia aplicando control de la roya con fungicida sistémico

(1985=100, miles)

	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
1985	86,391	52,771	36,253	39,248	25,462
1986	187,790	114,709	78,802	85,312	55,345
1987	357,443	218,355	150,016	162,406	105,371
1988	978,223	597,656	410,673	444,572	288,517
1989	1,701,784	1,039,790	714,532	773,500	502,044
1990	2,862,884	1,749,096	1,201,859	1,301,070	844,352
1991	3,760,714	2,297,684	1,578,855	1,709,174	1,109,248
1992	4,171,697	2,549,004	1,751,726	1,896,268	1,230,870
1993	4,635,329	2,832,842	1,947,227	2,107,784	1,368,660
1994	5,225,093	3,194,105	2,196,221	2,377,131	1,544,309
1995	5,641,148	3,449,436	2,372,584	2,567,811	1,669,082
1996	6,860,951	4,193,450	2,882,829	3,120,437	2,026,608

CUADRO 13

Gasto de la Generación y Transferencia Variedad Colombia

Año	Gastos Totales Generación Var. Colombia (1)	Gastos Transf. Tecnología (2)
1970	14,158	
1971	12,460	
1972	15,247	
1973	16,101	
1974	22,356	
1975	23,854	
1976	24,932	
1977	22,715	
1978	25,558	
1979	27,370	
1980	30,111	
1981	37,958	
1982	38,533	224,047
1983	39,503	230,428
1984	38,994	238,389
1985	37,711	251,040
1986	48,408	262,572
1987	63,108	278,647
1988	29,682	302,561
1989	61,789	324,715
1990	52,405	120,893
1991	127,602	130,259
1992	105,371	139,032
1993	105,913	146,504
1994	109,584	154,395
1995	121,089	156,440
1996	139,515	166,980

Los valores obtenidos son altos, considerando que se está calculando la tasa interna de retorno en términos reales. Esta varía entre 21% y 32% debido a que el ahorro en insumos cambia según el sistema que se emplearía para controlar la roya, si no se hubieran sustituido las hectáreas cultivadas con variedades susceptibles a la enfermedad por la variedad Colombia. El cambio en el excedente del productor es el mismo para todos los casos puesto que este depende únicamente del aumento en la producción y de las elasticidades precio de la oferta y de la demanda. Una tasa interna de retorno de 21% implica que por cada 100 pesos de 1985 invertidos en investigación se obtienen 121 pesos anualmente.

En el cuadro 15 se observan los resultados obtenidos al calcular la TIR teniendo en cuenta el costo de transferencia de la variedad Colombia. Al comparar los cuadros 14 y 15 nos damos cuenta que para cualquier tecnología, la TIR es inferior cuando se considera el gasto de los Servicios de Extensión.

En el cuadro 16 aparecen los valores de la TIR potencial que se calculó con el fin de valorar las pérdidas en que se han incurrido por no haber

CUADRO 14

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno según tecnología utilizada, considerando los costos de generación de la variedad Colombia

	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
Oxidoruro de cobre	31%	26%	22%	23%	21%
Fungicida sistémico	32%	28%	25%	26%	22%

CUADRO 15

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno según tecnología utilizada, incluyendo los costos de generación y transferencia de la variedad Colombia

	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
Oxidoruro de cobre	27%	21%	14%	16%	12%
Fungicida sistémico	29%	23%	19%	20%	14%

CUADRO 16

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno Potencial según tecnología utilizada, incluyendo los costos de generación y transferencia de la variedad Colombia

	Presión Neumática	Presión Previa Retenida	Semi Estacionaria	Aguilón Vertical	Motax
Oxidoruro de cobre	36%	31%	26%	27%	24%
Fungicida sistémico	38%	33%	30%	30%	26%

sustituido el total de las hectáreas susceptibles a la roya con la variedad Colombia. Se consideró que por las condiciones agronómicas de la variedad, a partir de 1990 se hubiera logrado sustituir todas las hectáreas sembradas con variedad Caturra por variedad Colombia.

CONCLUSIONES

En las últimas cinco décadas la producción cafetera no sólo se convirtió en una actividad primordial para el desarrollo del país, sino que pasó a ser una actividad competitiva en los mercados internacionales gracias a la tecnificación. Hoy en día después del rompimiento del pacto cafetero y ante la nueva situación del mercado, una de las preguntas recurrentes con respecto a esta actividad, se centra en el problema de mantener la competitividad frente a los demás países exportadores de café. La participación de nuevos mecanismos que hagan de la caficultura colombiana una actividad rentable se presenta con mayor necesidad al enfrentarse a consumidores con mayores posibilidades de elección y con exigencias cambiantes.

Como se mencionó, aumentos en las exportaciones reducen los precios internacionales, lo que puede llegar a traducirse en pérdidas para los productores. Debido a que durante los últimos años se ha podido ver que las fluctuaciones de los precios afectan de forma significativa las ganancias de los caficultores, es necesario encontrar mecanismos que les den independencia y estabilidad frente a la situación del mercado. La posibilidad de reducir los costos de producción es sin duda la mejor alternativa que se puede presentar al caficultor, para obtener rentabilidad y mejores ingresos.

Teniendo claro que el camino para obtener ganancias en el sector cafetero debe estar enfocado en la reducción de costos, los resultados obtenidos en este trabajo son de gran relevancia. Si se comparan los beneficios obtenidos al implementar la variedad Colombia debidos a la reducción en el gasto en insumos para el control de la roya y el aumento en la producción, los resultados muestran que el

primero es el que tiene importancia dentro del beneficio total de los productores. En efecto, para el año de 1.996 el cambio en el excedente del productor sólo representa el 0.26%. Esto significa que el 99,74% de las ganancias se deben al ahorro en insumos y mano de obra por utilizar una variedad resistente.

Si bien es cierto que la investigación en agricultura es una actividad riesgosa, los valores de la TIR calculados en este trabajo (Cuadro 14) abren las puertas a diferentes preguntas sobre la política a tomar con respecto a la inversión para generar tecnologías enfocadas a aumentar la productividad. La TIR calculada le da seguridad al gremio cafetero, quién financia la investigación, sobre la rentabilidad de su dinero invertido. Los valores calculados sugieren que por cada peso invertido, la investigación generada por Cenicafé le está revirtiendo al gremio una cantidad que varía entre \$1.21 y \$1.32, solamente por concepto de la obtención de una variedad resistente. En términos del presupuesto asignado a Cenicafé, que para el año de 1.997 fue de 11.355,3 millones de pesos, la TIR calculada indica que se está generando una ganancia anual que varía entre 2.043,954 y 3.633,696 millones de pesos. Estas afirmaciones permiten concluir que en el caso de la caficultura colombiana los recursos asignados a la investigación no deben ser considerados como un bien de consumo, sino como una inversión rentable.

Sin embargo, la investigación por si sola no puede generar beneficios para los productores. Sin la correcta difusión de las nuevas tecnologías, estas podrían llegar a ser obsoletas ya que los agentes podrían no tener acceso a ellas. La Federación Nacional de Cafeteros ha destinado anualmente una parte importante de sus recursos para que los cafeteros tengan acceso a la asistencia técnica que necesitan. En particular, un gran esfuerzo de difusión se llevó a cabo con la variedad Colombia, ya que era una solución eficiente ante el problema de la roya. La reducción de la TIR que se aprecia en el cuadro 15, muestra la importancia de considerar como complemento a la investigación el sistema de transferencia de las nuevas tecnologías.

Teniendo en cuenta que existe una manera eficaz de controlar la roya, resulta desconcertante que considerando los esfuerzos hechos por los Servicios de Extensión, existan hoy en el país cerca de 300.000 hectáreas sembradas con variedades susceptibles en zonas de alto riesgo de un ataque virulento de la enfermedad. Desde 1982, se han entregado hasta hoy un total de 853.367 semillas de variedad Colombia que corresponderían a 426.683 hectáreas. Sin embargo los resultados del SICA (ver cuadro 7) muestran que existen en el país sólo el 54,7% del potencial total de hectáreas sembradas con variedad Colombia. Surge entonces la duda sobre los motivos que han llevado a los caficultores a no utilizar la nueva tecnología. Existe la posibilidad que debido al profundo arraigamiento de las costumbres de los cafeteros, el asumir cambios radicales en los sistemas de producción sea un proceso de largo plazo. Una prueba para creer en esta afirmación, es que si bien la tecnificación comenzó en la década de los sesenta existen en la actualidad 260.009 hectáreas sembradas con variedad Típica.

Para valorar la pérdidas en que se incurren por no sustituir la variedades susceptibles a la roya por variedad Colombia, supondremos que a partir

del año 1990 esta se pudo haber adaptado en la totalidad de las hectáreas cultivadas bajo el sistema tecnificado. Al calcular la TIR en este marco, los valores obtenidos en el cuadro 15 pasan de estar comprendidos entre 12% y 29% a 24% y 38% respectivamente. (ver cuadro 16). Podemos entonces afirmar que la rentabilidad de la inversión en investigación en café cae aproximadamente en un 10% por los problemas de transferencia y adopción de la variedad Colombia.

Las causas por las cuales la implementación de la variedad Colombia no se haya hecho en su totalidad no son claras, por lo que valdría la pena analizar el problema de integración de las nuevas tecnologías dentro del cultivo del café. Considerando que para el año de 1997, el presupuesto del Servicio de Extensión fue cercano a los 23.000 millones de pesos, sería necesario hacer un estudio para conocer la participación de este dentro de la toma de decisiones de los caficultores. Esto permitiría diseñar políticas que permitan implementar con mayor efectividad los nuevos avances según las necesidades de los caficultores y que por lo tanto llevaría a un mejor desarrollo de la economía cafetera.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado A., G. Componentes de la variedad Colombia. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1.998. (comunicación personal).
- Alvarado A., G. Impacto de la roya en la variedad Caturra. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1.998. (comunicación personal).
- Alvarado; Castillo. Cenicafé (Colombia), 47(1):25-35. 1992
- Becker R., S.M. Moraes, W. B. C.; Quijano Q., M. La roya del cafeto; conocimiento y control. Eschborn (Alemania), GTZ, 1.991. 281p. (Schriftenreihe der GTZ no.215).
- Cadena G., G. La investigación científica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la productividad de las plantaciones de café. Revista cafetera de Colombia. (Colombia). No 204:15-55. 1.995.
- Cadena G., G. Sostenibilidad de la producción cafetera el control de plagas y enfermedades. Ensayos sobre economía cafetera (Colombia) 4(6): 19-31. 1.991.
- Castillo, J.; Moreno R., G. La variedad Colombia: selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del cafeto. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1.988. 171p.
- Cenicafé. Sección de Fitopatología la roya del cafeto *Hemilea vastatrix* Berk y Br. Cenicafé. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, s.f. s.p
- Clavijo, S.; Jaramillo, C. F.; Leibovich, J. El negocio cafetero ante el mercado libre. Informe de la comisión mixta para el estudio del café. Santafé de Bogotá (Colombia), Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1.994. 459 p.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - Federecafé, Santafé de Bogotá (Colombia). Gerencia Técnica Oficina De Estudios y Proyectos Basicos Cafeteros. Sistema De Información Cafetera, Encuesta Nacional Cafetera SICA. Santafé de Bogotá (Colombia), Federecafé, 1.997. 178p.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General . Bogotá (Colombia) Informe del Gerente General Al XXV Congreso Nacional. Santafé de Bogotá (Colombia), Federecafé, 1.988. Anexo 1.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Gerencia General . Bogotá (Colombia) Informe del Gerente General Al LII Congreso Nacional. Santafé de Bogotá (Colombia), Federecafé, 1.993. 34 P.

- Fernandez B., O.; Baeza A., C.; Castillo G.; J; Echeverri, E; Gomez Q., R.; Aristizabal., R. Informe Misión Técnica evaluadora de la presencia de la roya del cafeto (*Hemilea vastratix* berk y br.) en Colombia. Chinchiná (Colombia), Cenicafe. 1.983. Pirr.
- Gomez G., L; Jaramillo R., A. El clima de la zona cafetera colombiana y su relación con el cultivo del café. 50 años Cenicafe 1938-1988, conferencias conmemorativas. Chinchiná (Colombia), Cenicafe, 1.990. P. 23-32
- Isnar; Iniap; Fundagro. Impacto de la investigación agrícola en Ecuador: el caso del arroz. Isnar, 1.991. 25p.
- Isnar; Aard. La Haya (Holanda). The economic returns to Indonesian rice and soybean research -november 1.992. La Haya (Holanda) Isnar; Aard, 1.992. 160 p.
- Junguito, R.; Pizano, D. El comercio exterior y la política internacional del café. Santafé de Bogotá (Colombia), Fedesarrollo - Fondo Cultural Cafetero, 1.993. 405p.
- Junguito, R.; Pizano S., D. Producción de café en Colombia, Santafé de Bogotá (Colombia), Fundación Para La Educación Superior Y El Desarrollo - Fesesarrollo, 1.991. 320 p.
- Leguizamón C., J. Investigación en roya del cafeto. 50 años Cenicafe 1938-1988, conferencias conmemorativas. Chinchiná (Colombia), Cenicafe, 1.990. P. 81-90
- Leguizamón C., J. Investigación en roya del cafeto. Chinchiná (Colombia), Cenicafe, 1.998 (comunicación personal).
- Londero, E. Beneficios y beneficiarios: una introducción a la estimación de los efectos distributivos en el análisis costo - beneficio. Washington (Estados Unidos), BID, 1.987. 311p.
- López, R.; Chamorro, G.; Gallo, A. Aspectos económicos de la roya del cafeto. 50 años Cenicafe 1938-1988, conferencias conmemorativas. Chinchiná (Colombia), Cenicafe, 1.990. P. 91-96
- Moreno R., G. Contribución del mejoramiento genético al desarrollo de la caficultura colombiana. Innovación y ciencia (Colombia) 3(2). 1.994.
- Salvatore, D. Microeconomía. Santafé de Bogotá (Colombia), McGraw Hill, 1.992. 436p.
- Sapag, N.; Sappag R. Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos. Santafé de Bogotá, McGraw Hill, 1.986. 438 p.
- Varian, H. Análisis microeconómico. Barcelona, Antoni Bosch, 1986. 412 p.
- Warren D. The Green Wave of Coffee: Beginnings of tropical Agricultural. Hispanic American Historical Review. Vol. 69 No. 1. Febrero de 1989. P. 91-115.