



Boletim Técnico n.º 39

ESPECULACION TEORICA SOBRE DECISIONES DE INVERSION
EN CULTIVOS PERENNES, CASO DEL CACAO

Ricardo R. Tafari

Boletim Técnico nº 39

ESPECULACION TEORICA SOBRE DECISIONES DE INVERSION
EN CULTIVOS PERENNES, CASO DEL CACAO

Ricardo R. Tafari

Centro de Pesquisas do Cacau
Abril de 1976

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente

Alysson Paulinelli – Ministro da Agricultura

Vice-Presidente

Benedito Fonseca Moreira – Diretor da CACEX

Ministério da Indústria e Comércio

Carlos Pereira Filho

Governo do Estado da Bahia

José Guilherme Motta

Governo do Estado do Espírito Santo

Emir Macedo Gomes

Banco Central do Brasil

Antonio Luiz Marchesini Torres

Produtores de Cacau

Onaldo Xavier de Oliveira

SECRETARIA GERAL

José Haroldo Castro Vieira – Secretário Geral

DIRETORIA REGIONAL

Diretor Científico

Paulo de T. Alvim

Diretor Administrativo

Roberto Midlej

Diretor do Centro de Pesquisas do Cacau

Fernando Vello

Diretor do Departamento de Extensão

Manoel Malheiros Tourinho

Diretor da Escola Média de Agricultura da Região Cacaueira

Altenides Caldeira Moreau

Editor

Jorge Octavio Alves Moreno

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	7
EVIDENCIAS SOBRE RESPUESTAS DE PRODUCCIÓN A LA APLICACIÓN DE INSUMOS MODERNOS	9
PROBLEMAS DE SUSTITUCIÓN	10
ESPECULACIONES SOBRE APLICACIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS	13
APLICACIÓN DE INSUMOS MODERNOS Y POSTERIOR SUSTI- TUCIÓN — POSIBILIDAD DE AUTOFINANCIAMIENTO	25

Publicação do CEPEC-CEPLAC

Caixa Postal 7, Itabuna, Bahia, Brasil

Março de 1976. Tiragem: 3.000 exemplares

Impresso na DICOM pelo sistema offset.

PRESENTACIÓN

El presente artículo, muestra un análisis económico meramente teórico y especulativo sobre inversiones para renovación de cacaotales decadentes.

Al publicarlo, es objetivo fundamental solicitar, de los lectores interesados, todo tipo de críticas y comentarios, los cuales vendrán a ser un subsidio de inestimable valor para un análisis empírico.

Posiblemente existan técnicos, abocados al estudio y análisis de este tipo de problemas, en los más diversos locales productores de cacao. Para otros cultivos de tipo permanente, que presenten posibilidades de renovación y posibles limitaciones de realización, salvando las obvias diferencias con el cacao, también podrá llegar a ser de alguna utilidad la lectura de este artículo y su posterior crítica o comentario.

Por esta razón, la División de Socioeconomía del Centro de Pesquisas del Cacao solicita, de esta manera objetiva, el inicio de un intercambio de material, ideas, opiniones, estudios, artículos etc., que puedan servir para mancomunar esfuerzos en pro de una superación constante, técnica y práctica, en el trabajo cotidiano de tentar aumentar las posibilidades de producción para la nutrición humana.

División de Socioeconomía
CEPEC - CEPLAC

ESPECULACION TEORICA SOBRE DECISIONES DE INVERSION' EN CULTIVOS PERENNES, CASO DEL CACAO:

Ricardo R. Tafani

I. INTRODUCCION

Por la naturaleza perenne del cacao, presúmese que el objetivo del "cacaucultor", es el de maximizar el valor presente descontado de la corriente futura de retornos netos, derivados de las inversiones realizadas en el cultivo (1)

El comportamiento de los flujos descontados de renta bruta ($R_0 e^{-rt}$) y de costos ($I_0 e^{-rt}$), durante el tiempo t a la tasa r , puedan mostrar a través del tiempo, que los cacaucultores enfrentan dos períodos en que la actividad resulta no económica (entendiéndose por ello, los períodos durante los cuales no existen beneficios), como consecuencia de ser los montos de renta bruta insuficientes para cubrir los costos de implantación y conservación del cultivo, más el costo de uso del capital invertido.

De esta manera, existirían dos puntos en el tiempo, uno $t(e)$ que indicaría el momento en que el cultivo comenzaría a dar beneficios netos, y otro $t(a)$, posterior a $t(e)$ en que la corriente de costos descontados comenzaría a ser nuevamente mas alta que la corriente de renta bruta descontada, Figura 1.

Implicitamente, considerase un determinado precio del producto en el mercado, pues la modificación del mismo podría cambiar el punto $t(a)$ en el tiempo.

Cuando se alcanza el punto $t(a)$, como consecuencia de la baja productividad por unidad de área del cultivo (esto por la edad avanzada de los cacaoteros o por deficiencias en los factores que

* *Técnico da Divisão de Sócio-Economia do CEPEC. Candidato el Grado de Doctor Scientiae en Economia Agrícola por la Universidade Federal de Viçosa, M.G. - Brasil. El autor agradece los comentarios y sugerencias de los doctores Julio A. Penna, Robert L. Thompson, Evonir B. de Oliveira y Túlio Barbosa. Los conceptos y opiniones emitidos en el presente artículo son de exclusiva responsabilidad del autor.*

1) Merril J. Bateman, "Aggregate and Regional Supply Functions for Ghanaian Cocoa, 1946-1962", *Journal of Farm Economics*, Volumen 47, nº 2, May 1965.

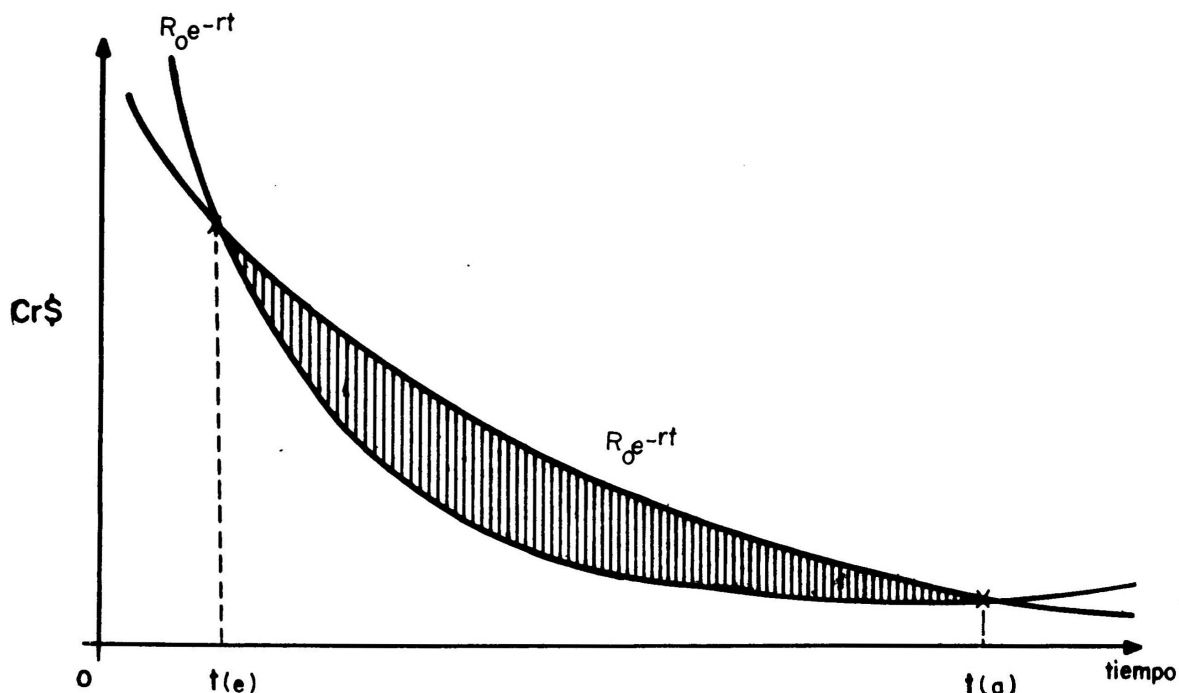


Figura 1 - *Comportamiento hipotético de flujos descontados de Renta Bruta y Costo, através del tiempo.*

afectan la curva de rendimientos de los árboles) el cacaucultor deberá realizar la sustitución de cacaoteros viejos (si ese fuere el caso) por variedades nuevas, para poder continuar con la actividad productiva o alternatively aplicar insumos modernos, tendiendo a elevar rendimientos de manera tal que pueda distanciar en el tiempo, el punto $t(a)$ en que indefectiblemente deberá ser hecha la sustitución, para evitar pérdidas.

El problema de decisión de inversiones para elevar la productividad por unidad de área, lleva a observar la dicotomía aparente enfrentada por los productores de cacaoteros decadentes y/o de baja productividad.

La o una investigación económica realizada, indica que los resultados de aumento en los rendimientos de cacaoteros de baja productividad, sometidos a insumos modernos, podrían provocar entre los productores dos efectos (2):

a) la impresión de que beneficios adicionales podrían ser obtenidos por la expansión del uso de insumos modernos, en cacaoteros incapaces de responder económicamente;

b) la hipótesis de que la renovación de cacaoteros decadentes no sería mas rentable que la aplicación de insumos modernos, dado el retardamiento de los flujos de renta derivados del período de gestación, posterior a la implantación del cultivo, y los altos costos de renovación con híbridos, además de los que se originan del derrumbamiento de árboles aún productivos y la pérdida de los pequeños beneficios que de ellos podrían derivarse.

2) Menezes, José Alexandre de Souza, "Produtividade e Taxa Marginal de Retorno de Insumos Modernos em Fazendas de Cacau", Região Cacaueira da Bahia, Ano Agrícola 1971/72. Tese de M.S.

Esta situación crítica, entre uso de fertilizantes y renovación, sólo puede ser analizada por la comparación de retornos, aún cuando debe entenderse que a largo plazo, habrá necesidad de renovar los cacaoteros, desde que estos deben tener una vida o ciclo productivo más o menos definido.

La aplicación de fertilizantes y de insumos modernos en general, llevaría a incrementos de productividad en los cacaoteros de bajos rendimientos y consecuentemente a incrementos en las corrientes de renta, en o corto plazo, más que proporcionales a los incrementos en las corrientes de costos.

La renovación con híbridos o variedades mejoradas, implicaría en inversiones en replantío, gastos de derrumbamiento de árboles aún productivos, además del retardamiento del flujo de renta, derivado de ese replantío.

La incógnita consiste en saber cual es la mejor decisión para el cacaucultor, de acuerdo con este enfoque. Otra alternativa, propuesta en este análisis, es la de pensar en términos de completariedad de estas decisiones, utilizando los beneficios de incremento (de las áreas con árboles decadentes y/o de baja productividad) derivados de la aplicación de insumos modernos, para autofinanciar, aún cuando fuere en forma parcial, la sustitución gradual de los árboles mencionados, por nuevas variedades, hasta conseguir la sustitución total de las áreas cuyo cultivo resultase antieconómico.

II. EVIDENCIAS SOBRE RESPUESTA DE PRODUCCION A LA APLICACIÓN DE INSUMOS MODERNOS

Un hecho observado por la CEPLAC(3), con relación a las respuestas observadas por los cacaoteros de baja productividad, como consecuencia de la aplicación de insumos modernos, es que los resultados muestran sorprendentes recuperaciones de los índices de productividad, lo que llevaría a la conclusión de que el problema no es de decadencia de los cacaoteros sino de agotamiento del suelo.

Sin embargo, estos resultados no aseguran que la productividad alcanzada se consiga mantener durante un tiempo prolongado. El organismo mencionado no dispone aún, de elementos de juicio suficientes que permitan prever el comportamiento de las respuestas observadas en la productividad, en un plazo mas largo.

El desconocimiento del comportamiento del cultivo, en términos de producción por unidad de área como respuesta a la utilización de insumos modernos, lleva a realizar algunas especulaciones en torno a situaciones diversas, que podrían suceder, tal vez, con el avance del ciclo productivo através del tiempo.

La idea de aprovechar los beneficios del incremento del flujo de renta, total o parcialmente, para la realización gradual de sustitución, podría ayudar a evitar en algún grado, el retardamiento de bene-

3) *Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira.*

ficios netos (carencia absoluta de los mismos) de la nueva plantación, el problema de enfrentar erogaciones propias de la renovación y derrumbe de los árboles aún productivos, así como la pérdida de beneficios que serían derivados de esos árboles derrumbados (si se hace fuera de un plazo racional), lo que ocurre cuando se realiza una renovación total, en un solo año.

III. PROBLEMAS DE SUSTITUCIÓN

Por lo observado, lo relevante para el análisis corresponde al tiempo en que el cultivo pasa a ser antieconómico, o sea, en la región en que existiría el segundo cruzamiento de las curvas de corrientes de renta bruta y de costos, Figura 2.

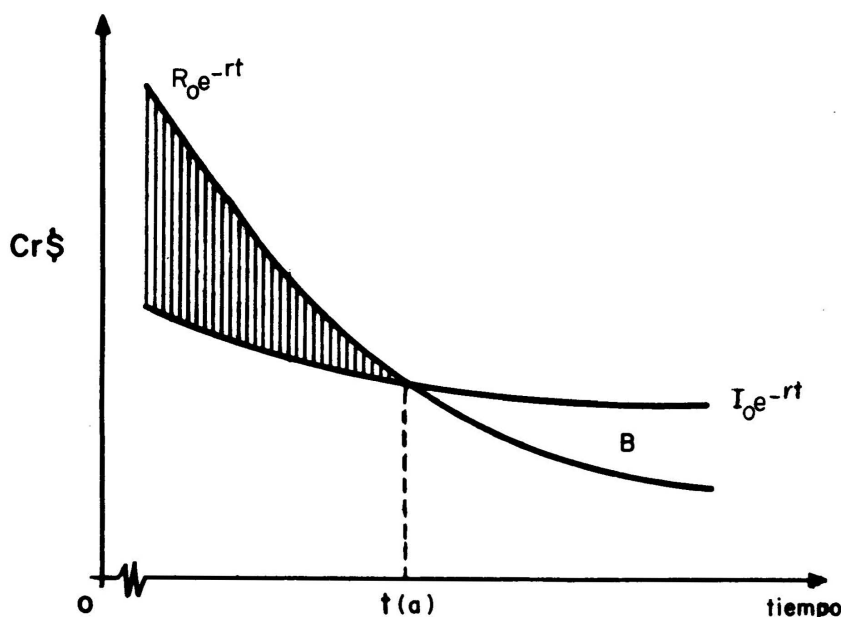


Figura 2 - El momento en que el cultivo resulta antieconómico, es cuando se cruzan los flujos descontados de Renta Bruta y Costos.

La sustitución de viejos árboles por nuevos, implica en continuar con la actividad productiva. Dentro de los problemas de sustitución, se encuentran diversas alternativas: sustitución pura, sustitución de un activo por otro etc. (4)

En la sustitución pura, el problema es de retirar un activo en funcionamiento, abandonando la actividad real para actividades alternativas, cuando el costo de uso del capital fuere superior a la corriente de renta bruta originada por el activo.

4) Massé, Pierre, "Optimal Investment Decisions - Rules for Action and Criteria for Choice" - Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J., 1962.

Musalém, Alberto, "Avaliação de Projetos", ERU 444 - Notas de aula, DER - Universidade Federal de Viçosa, 1º semestre 1973. Paginação descontinua.

En el segundo caso, el interés es de sustituir un activo por otro, o sea continuar con la actividad real del activo a ser sustituido, definiendo cuando es conveniente comprar el activo nuevo y vender o abandonar el viejo equipo productivo. Este es el caso de interés, y considera:

$B_n^t = VP_n^t$, beneficios del nuevo activo al tiempo t, igual al Valor Presente del nuevo activo, al tiempo t.

$B_v^t = VP_v^t$, beneficios del viejo activo al tiempo t, igual al Valor Presente del viejo activo al tiempo t.

$S_t =$, valor residual del viejo activo al tiempo t.

$C_n =$, costo de adquisición del equipamiento o activo nuevo.

Al tiempo t, obsérvese:

$B_n^t - B_v^t =$ beneficio de incremento por la sustitución. (B_n^t es lo que se gana y B_v^t lo que deja de percibir).

$C_n - S_t =$ gastos netos, ya que es el costo de adquisición del activo nuevo, menos el valor residual de venta del viejo activo. Si el valor residual fuese negativo, el gasto neto sería el resultado de la suma de C_n y S_t ; $C_n - \{-S_t\} = C_n + S_t$.

El Valor Presente Neto (VPN) de la operación, será igual a los beneficios menos los costos, o sea:

$$VPN_n = (B_n^t - B_v^t) - (C_n - S_t)$$

Habrà de optarse por el nuevo activo si la diferencia fuere mayor que cero,

$$VPN_n = B_n - B_v - C_n + S_t > 0, \text{ o sea:}$$

$$VPN_n = B_n + S_t > B_v + C_n$$

Cuando llega el momento en que esta condición se cumple, entonces se realiza la sustitución. En el caso de cultivos perennes sucede lo mismo, sólo con algunas diferencias, ya que en C_n , debe considerarse el período de gestación; el valor residual, S_t , puede ser negativo, ya que representaría los costos de derrumbamiento o remoción de los árboles o plantas a ser sustituidas. Siendo así, tendríase:

$$VPN_n = (B_n - B_v) - \{C_n - (-S_t)\}, \text{ luego}$$

$$VPN_n = B_n - B_v - C_n + (-S_t) \text{ lo que implica en que}$$

$$VPN_n = B_n - B_v - C_n - S_t$$

Cuando la diferencia fuere mayor que cero, podrá realizarse la sustitución, es decir

$$VPN_n = B_n > B_v + C_n + S_t$$

Graficamente, tendríase que si $I_n e^{-rt} = (B_v + C_n + S_t) e^{-rt}$ que es la corriente de costos descontados a la tasa r , por el tiempo t , expresado como un flujo, al igual que los beneficios, $B_n e^{-rt}$, entonces podría observarse:

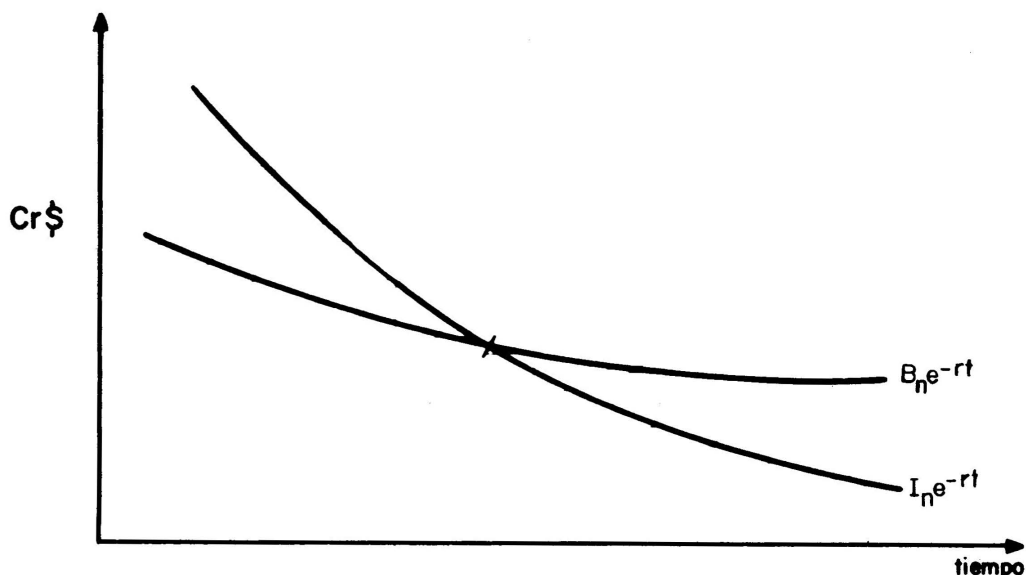


Figura 3 - Comportamiento esperado de flujos descontados de costos ($I_n e^{-rt}$) y beneficios ($B_n e^{-rt}$) para sustitución entre cultivos competitivos.

La corriente de costos de la inversión nueva, está constituida por los beneficios dejados de percibir con el viejo cultivo (B_v), mas los costos de adquisición, implantación y tiempo de gestación (C_n) más el costo de derrumbe de los viejos cacaoteros (S_t).

Implicitamente, dentro del costo de adquisición de las nuevas variedades (C_n), deben estar incluidos los costos de mantenimiento y limpieza del área sustituida por esas nuevas variedades.

La corriente de beneficios de las variedades nuevas (B_n) debe ser libre de los gastos de mantenimiento. La corriente de beneficios del viejo cultivo (B_v), debe ser también libre de tales costos. Si esos gastos no fuesen considerados, los rendimientos de producción que darían origen a la renta bruta podrían modificarse (si ellos no fueren realmente hechos) y por esta razón no habría posibilidad de comparar resultados no tendenciosos, ya que se superestimarían los rendimientos de ambos cultivos.

Los costos de mantenimiento, ocurren desde el momento de la implantación del cultivo, y ellos serían de 30 a 40 por ciento mas bajos en los años posteriores a los cuatro primeros, entre los que está el año de plantío. La corriente de renta, sólo comienza en el 3º o 4º año, y por esta razón, lo aconsejable sería considerar los gastos de mantenimiento y limpieza de los 3 o 4 primeros años, dentro de los costos de adquisición, implantación y tiempo de gestación, considerando en el quinto año los niveles normales de gastos, dismi-

nuídos del flujo de renta bruta, como costo separado y no más cargados en el C_n .

En lo que atañe al costo de oportunidad del capital invertido, este debe reflejarse en la tasa escogida para realizar el descuento. La corriente de costos, si se considera que se incurre en ellos con una distribución homogénea durante el año, podría ser descontada a una tasa menor que la corriente de renta bruta, desde que esta es obtenida sólo una vez al año.

El costo de oportunidad del capital invertido, debe reflejar la tasa real que redituaría ese capital en un uso alternativo, y no la tasa nominal. Esto podría alcanzarse computando precios reales obtenidos por la producción (renta bruta), computar costos reales y descontar la corriente de beneficios a la tasa real, es decir nominal, menos tasa de inflación, para cada año.

Estas consideraciones corresponderían a la sustitución de un cultivo por otro del mismo tipo (aún cuando pueda estarse considerando variedades diferentes), en términos de actividad productiva.

1 IV. ESPECULACIONES SOBRE APLICACIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

En la aplicación de innovaciones tecnológicas (como es el caso de la tecnología "biológica" o insumos modernos), los gastos realizados para su introducción son independientes de la producción a ser afectada, mientras que los rendimientos podrán ser proporcionales a la afectada, mostrando que la innovación será progresivamente más provechosa, si ella es aplicada a la producción de un bien que se expande en el tiempo. (5)

Barzel, Y., estructuró un modelo para determinar el momento en el cual la aplicación de una innovación tecnológica es socialmente óptima, y la fecha en la cual el propietario de la misma llevaría al máximo sus lucros, bajo diversos supuestos de mercado. Por las suposiciones fundamentales del autor, tendrías un flujo de beneficios derivados de la aplicación de la innovación tecnológica, así como un flujo de costos, ambos descontados:

$S_0 e^{-(r-p)t}$, representaría el flujo de beneficios descontados y rIe^{-rt} representaría el flujo de costos descontados.

La inversión en la innovación, es convertida en el modelo, en su flujo equivalente, el cual representaría adecuadamente el costo alternativo del capital.

Si la inversión es demorada de t , para $t + 1$, el costo ahorrado será el interés que el capital ganaría en un uso alternativo en la economía. El valor presente de esos intereses ahorrados es rIe^{-rt}

Ambas curvas son declinantes en forma exponencial; los beneficios declinan más lentamente dada la tasa de crecimiento positiva en el producto (p).

5) Y, Barzel, "Optimal Timing of Innovations" - Review of Economics and Statistics. Volumen 50, nº 3, August, 1968.

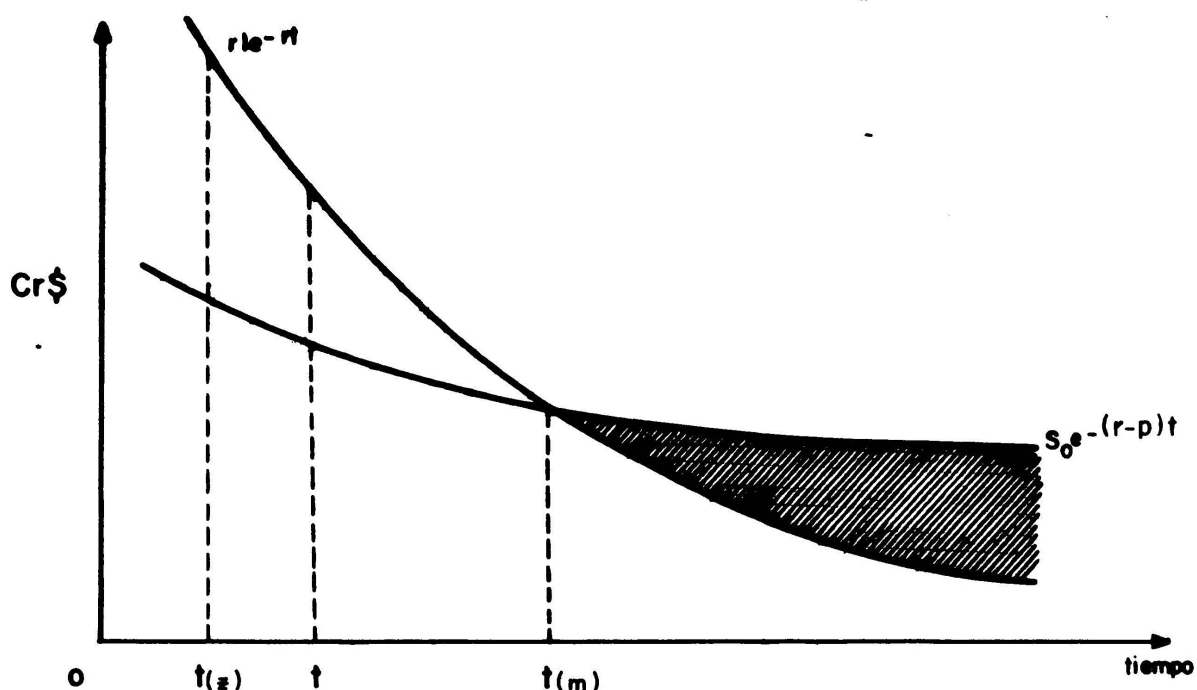


Figura 4 - *Flujos descontados de beneficios y costos, derivados de la introducción de una innovación tecnológica.*

Para cualquier momento anterior a $t(m)$, (punto en que las dos curvas se cruzan), los costos de los innovadores por unidad de tiempo serán mayores que sus beneficios; por lo tanto será mejor no emprender las actividades de inversión tan tempranamente.

Lo inverso sucede con puntos posteriores a $t(m)$. En $t(m)$ los beneficios son iguales a los costos, y este es el momento de lucros máximos. El área rayada entre las dos curvas, a la derecha de $t(m)$, representa el valor presente neto de la innovación. Si la inversión en la innovación es emprendida en $t(z)$, el valor presente neto será cero, si el valor presente de las pérdidas entre $t(z)$ y $t(m)$ fuese igual al valor presente de los beneficios posteriores a $t(m)$. Si la innovación es introducida entre $t(z)$ y $t(m)$, aún cuando el valor presente no sea máximo él será mayor que cero.

Como uno de los problemas fundamentales, el autor indica que para determinar el tiempo óptimo de introducir una innovación, debe existir una tasa de expansión de la producción en el tiempo, lo que implica en un estado de crecimiento. En caso de una tasa positiva de expansión (por lo menos durante algún tiempo), existirá una fecha óptima de introducción.

En el presente enfoque, el problema sería algo diferente ya que la aplicación o introducción de la innovación tecnológica tendría como objetivo alejar el momento en el tiempo, en que el cultivo se tornaría antieconómico. De esta manera, resulta importante no sólo considerar el flujo de beneficios descontados de los intereses ahorrados del capital invertido, sino también la corriente de incremento de beneficios descontados, derivados del incremento de productividad del cultivo. Además, una de las suposiciones del modelo de Barzel, es de que la

corriente de beneficios sólo comienza cuando la inversión en la innovación es finalizada (I), mientras que en el presente caso la inversión es un requisito indispensable para revertir la tasa de expansión negativa de la producción, para tasas por lo menos neutras o aún positivas, que permitan una más larga vida económica del cultivo.

La aplicación de una tasa de descuento más alta sobre la corriente de renta bruta (en relación a la aplicada para la corriente de costos), en la medida adecuada, podría reflejar que esa renta es libre de los beneficios que dejan de percibirse por concepto de intereses ahorrados por el capital invertido.

Aún así, para simplicidad de análisis supondremos que ambas tasas de descuento serían semejantes.

Planteado el problema en estos términos, podría pensarse que la aplicación de insumos modernos en $t(0)$, produciría dislocamientos en las curvas de renta bruta y de costos. Para un dislocamiento a lo largo de las dos curvas, se requiere que todos los años se realice la aplicación de insumos modernos (si el efecto de los mismos es de un período entre cosecha y cosecha), y con características especiales, tanto en rendimientos cuanto en costos de aplicación, Figura 5.

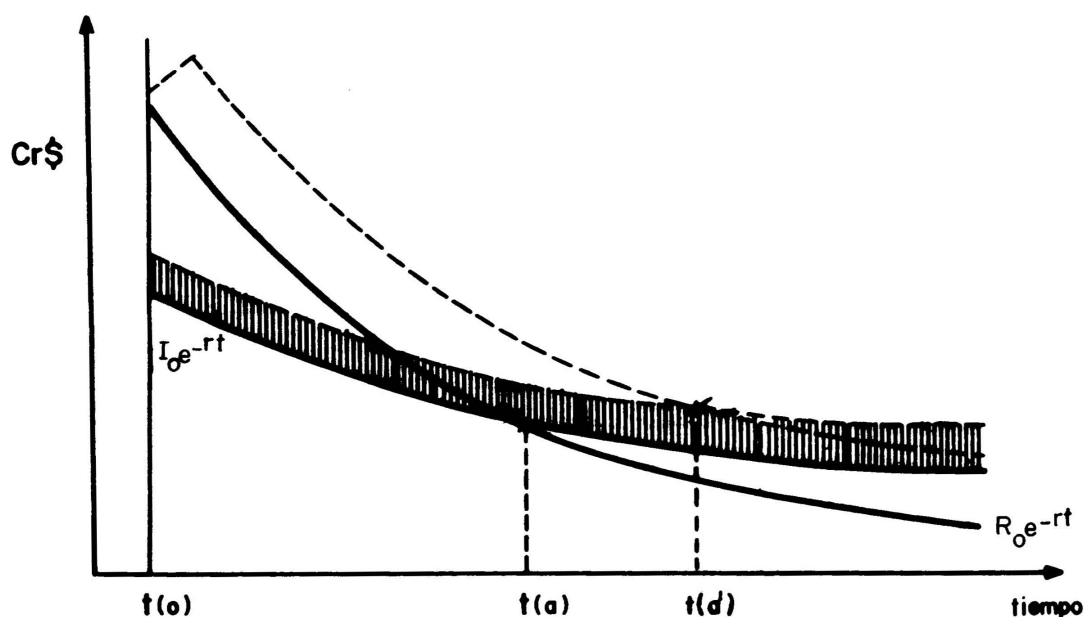


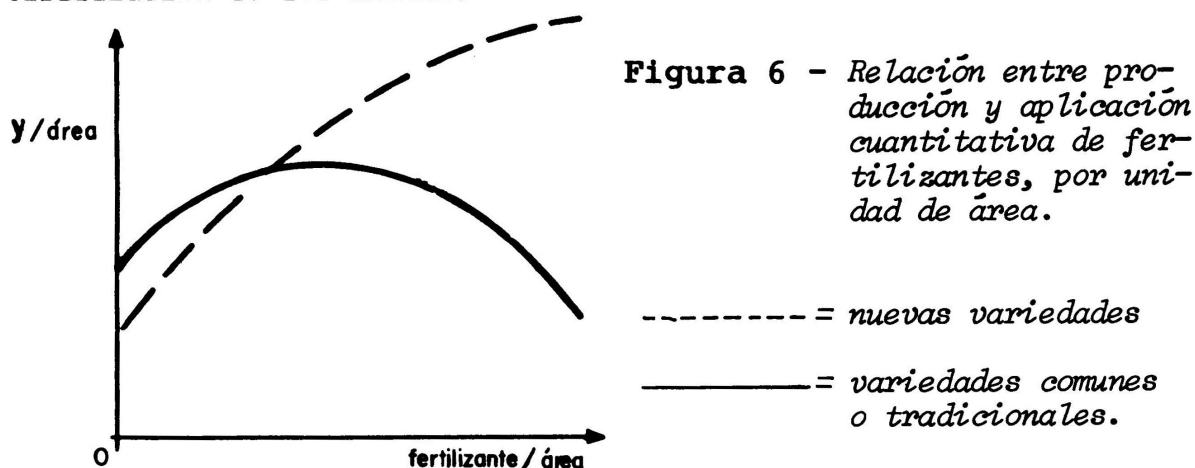
Figura 5 - Posibles dislocamientos paralelos no proporcionales, sobre los flujos descontados de Renta Bruta y Costos, por aplicación de insumos modernos.

Obsérvese un dislocamiento hacia arriba de ambas curvas de manera paralela aunque no proporcional, lo que reflejaría una relación beneficio costo mayor que uno, en la aplicación de insumos modernos. Si los índices de productividad por unidad de área determinasen un comportamiento de renta del tipo mostrado, el punto $t(a)$ se distanciaría hacia $t(a')$. Para concebir dislocamientos paralelos sobre las curvas

originales, deben existir crecimientos reales de renta y gastos, iguales a las tasas acumuladas de descuento utilizadas.

Esta observación indicaría que de manera subyacente existiría un comportamiento de tasa creciente de rendimientos, para aplicaciones más intensivas de insumos modernos. Sin embargo, resulta importante notar, que la aplicación creciente de insumos modernos por unidad de área podría implicar en diferentes comportamientos en términos de productividad a través del tiempo.

Existen para algunos cultivos, evidencias de que la respuesta en producción (de las variedades tradicionales) a la aplicaciones sucesivas y crecientes de fertilizantes, por unidad de área, no sería muy grande y que el producto caería relativamente (e incluso en términos absolutos), para mayores cantidades aplicadas (6). En el caso de nuevas variedades, existiría mayor respuesta para cantidades crecientes de fertilizante, y la producción no comenzaría a decaer hasta que niveles muy altos de aplicación fueren alcanzados. Aquí mencionan insumos modernos, es decir fertilizantes, correctivos, fungicidas, insecticidas, arboricidas y herbicidas, notándose que las respuestas de producción mencionadas, corresponden sólo a la aplicación de fertilizantes. Con la reserva mencionada, el conocimiento empírico de los primeros años de aplicación de insumos modernos indica que existe un incremento acentuado en los índices de productividad y luego una estabilización de los mismos.



*) Si en año cero hay gastos de Cr\$10,00 y renta bruta de Cr\$20,00 para tener dislocamientos constantes en el año siguiente (consideramos gastos y renta incrementadas) deberá ser:

$$I_0 = 10, \text{ luego, } I_1 = \frac{10}{(I + r)} \implies I_0 > I_1, \text{ así para } I_0 = I_i = \frac{I_0(1 + r)^i}{(1 + r)^i}$$

lo mismo sucederá con renta bruta (R), para tener $R_0 = R_i$

6) G. Edward Schuh, "Desenvolvimento Agrícola", Notas de aula. DER, Universidade Federal de Viçosa, M.G., Brasil, 2º semestre, 1973.

Sin embargo, en un plazo mayor, puede suceder que se observen efectos de las aplicaciones sucesivas en diferentes formas: 1) que el proceso de revitalización de los árboles se traduzca en mejoras adicionales de rendimientos por unidad de área; 2) que los efectos residuales se traduzcan en depresión de los niveles de producción por unidad de área, en grados variables según el ciclo productivo ya consumado por los árboles, o 3) que la estabilización en rendimientos pueda continuar como la observada empíricamente.

Las tres posibilidades serían racionales, si se considera que entran en juego tres elementos: agotamiento del suelo, edad de los árboles, efectos residuales de aplicación anual de insumos. Esos elementos, pueden desempeñar un doble papel, positivo o negativo en términos de productividad, dependiendo de la variedad de combinaciones posibles que puedan encontrarse en las áreas de producción; además, aún no existen evidencias empíricas de largo plazo que permitan aceptar o rechazar definitivamente cualquiera de las hipótesis alternativas planteadas.

Estos comportamientos, se observan en la Figura 7. Las evidencias sólo revelan lo sucedido hasta t_1 , sobre la línea a.

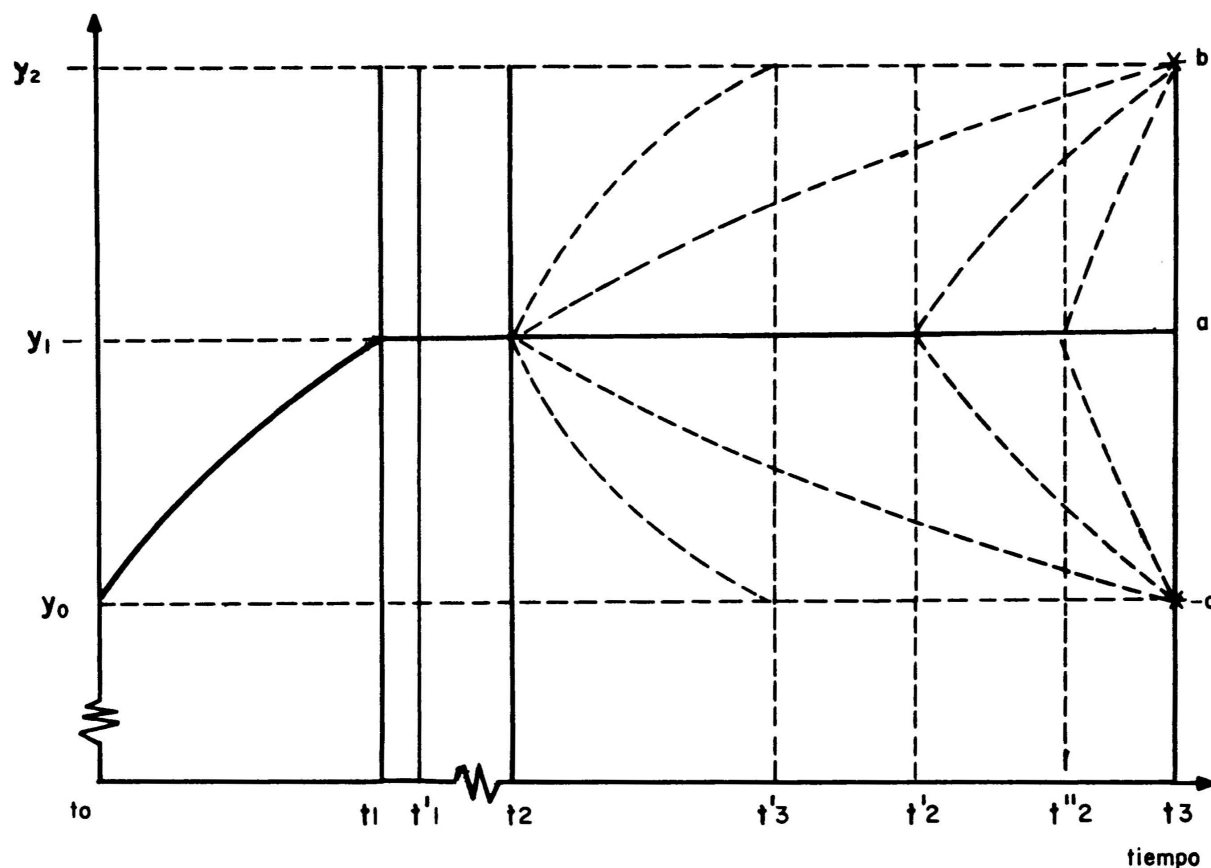


Figura 7 - Variaciones hipotéticas de Productividad/unidad de área, a través del tiempo, como consecuencia de la aplicación de insumos modernos.

Sin embargo, el nivel de producción podría sufrir a un tiempo t_2 (no conocido) un comienzo de modificación, de manera a alcanzar niveles

superiores a y_1 , o inversamente, por debajo de y_0 . (en que no eran utilizados insumos modernos) a un momento t_3 .

El período de gestación entre t_2 y t_3 , es difícilmente previsible, pero posible de acontecer y modificarse, ya que podrían existir cambios de diverso grado, en términos de tiempo y de intensidad, que determinarían distintos períodos de gestación o modificación. De esta manera, podrían observarse puntos en inicio de modificación como t_2 , t'_2 , t''_2 , en que el momento de inicio es cada vez más lejano, o por el contrario, la intensidad de la modificación iniciada en t_2 podría variar de manera que alcanzase niveles y_2 (arbitrario) superior a y_1 (de estabilización real) o y_0 , inferior a y_1 , en períodos de tiempo menor, adelantando el punto t_3 para t'_3 .

Así, el tiempo transcurrido entre los puntos t_2 y t_3 se modificaría por la mayor o menor demora de inicio de cambio de índices de productividad, o por la mayor o menor intensidad del cambio, acortando o alargando el período de "modificación".

Con estas consideraciones es necesario volver al raciocinio iniciado acerca de los desplazamientos de las curvas de flujos descontados de renta bruta y costos.

Los comportamientos que podrían sucederse en el tiempo, podrían resumirse por la observación de la Figura 8, considerando que aplicaciones cuantitativa y cualitativamente iguales de insumos modernos son realizadas anualmente, de manera sucesiva y ininterrumpida, partiendo de las curvas de las corrientes originales, cuyo cruzamiento se produciría en t_1 .

El valor presente del flujo de costos, descontados por un tiempo t , a una tasa r , sería el indicado por el área A.

El valor presente de la corriente de renta bruta descontada, estaría indicado por las diferentes áreas (dependiendo del camino seguido por los rendimientos) comprendidas entre las líneas punteadas y la curva $R_0 e^{-rt}$.

Es importante recordar que las curvas originales ya se presentan como flujos descontados y que las áreas mencionadas arriba son incrementadas, a partir de las curvas originales.

Supónese que entre t_0 y t_1 los rendimientos han crecido a una tasa anual superior a la tasa acumulada de descuento; esto correspondería al período t_0 a t_1 , de la Figura 7. Si desde t_1 hacia adelante, la productividad continuase creciendo a una tasa aproximada a la acumulada de descuento, se observaría la curva que pasa por el punto a y ocasiona el cruzamiento 2. (Esto implicaría que el período t_1 a t_2 de la Figura 7, es decir de rendimientos estables, no existiría).

Si desde t_1 hacia adelante, se observase estabilización de productividad por unidad de área, la curva existente sería la que parte de t_1 y ocasiona el cruzamiento 3, (no pasaría por el punto a).

El cruzamiento 3, no necesariamente debe ser al mismo tiempo de ocurrencia del cruzamiento 1. Si el valor presente de la renta incrementada fuese mayor el valor presente de los costos de incrementación.

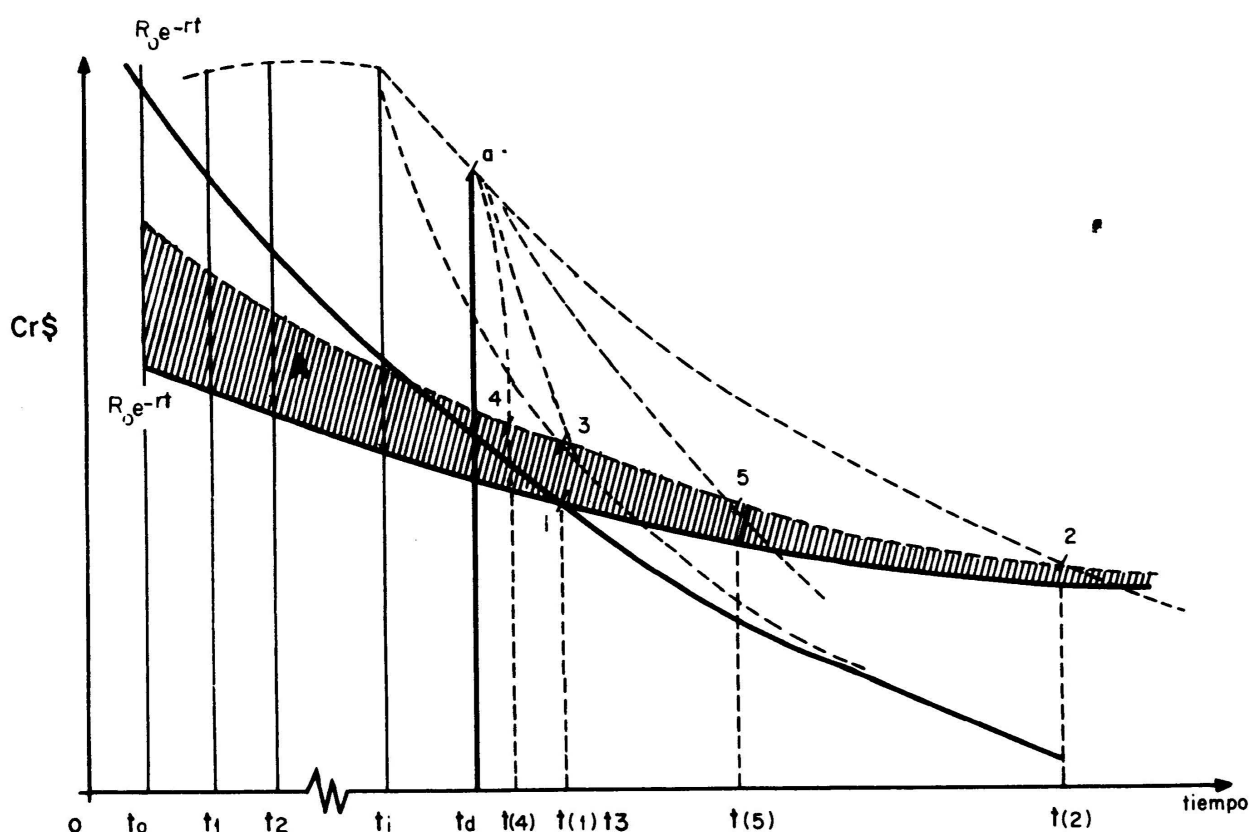


Figura 8 - Comportamientos hipotéticos de flujos descontados de Renta Bruta y Costos, para productividad creciente a tasas variables y posteriormente estabilizada o decreciente a tasas variables, ocasionados por aplicación de insumos modernos através del tiempo.

el cruzamiento 3 se produciría a la derecha del cruzamiento 1, e inversamente.

La hipótesis más optimista, de rendimientos crecientes a dos tasas diferentes, una mayor inicialmente y otra semejante a la acumulada de descuento, llevaría (por una repetición finita aunque indefinida) a un cruzamiento en $t_{(2)}$, es decir el cruzamiento 2, alargando la vida útil del cultivo, por un período $t_{(1)}$ a $t_{(2)}$.

Si contrariamente, la tasa de incremento a partir de t_1 sólo alcanzase un tiempo t_d (punto a), y de allí la misma comenzase a declinar, dependiendo de la intensidad de la caída en productividad, el punto de cruzamiento entre las curvas podría ocurrir en cualquiera de los puntos t_3 , t_4 , o t_5 .

Esto implica que el comportamiento de la corriente de renta bruta, o de la subyacente curva de productividad, derivada de la aplicación de insumos modernos, es una cuestión de importancia crucial.

Algunos casos derivados, puedan observarse con más detalles:

- (1) Tasa de Crecimiento de Productividad Superior a la Tasa de Descuento Acumulada y luego Estabilizada en el Nivel de esta Última.

En este caso, el valor presente del área B, será mayor que el valor presente del área A, en la Figura 9.

Los beneficios derivados de la aplicación de insumos modernos, serán definidos por la diferencia:

$$(B + C) - (A + C) = B + C - A - C, \text{ es decir}$$

$$B - A = \text{Beneficios incrementados netos.}$$

El área a la derecha de t_2 , no debería ser considerada dentro de la corriente de gastos, si el agricultor pudiese evitarla.

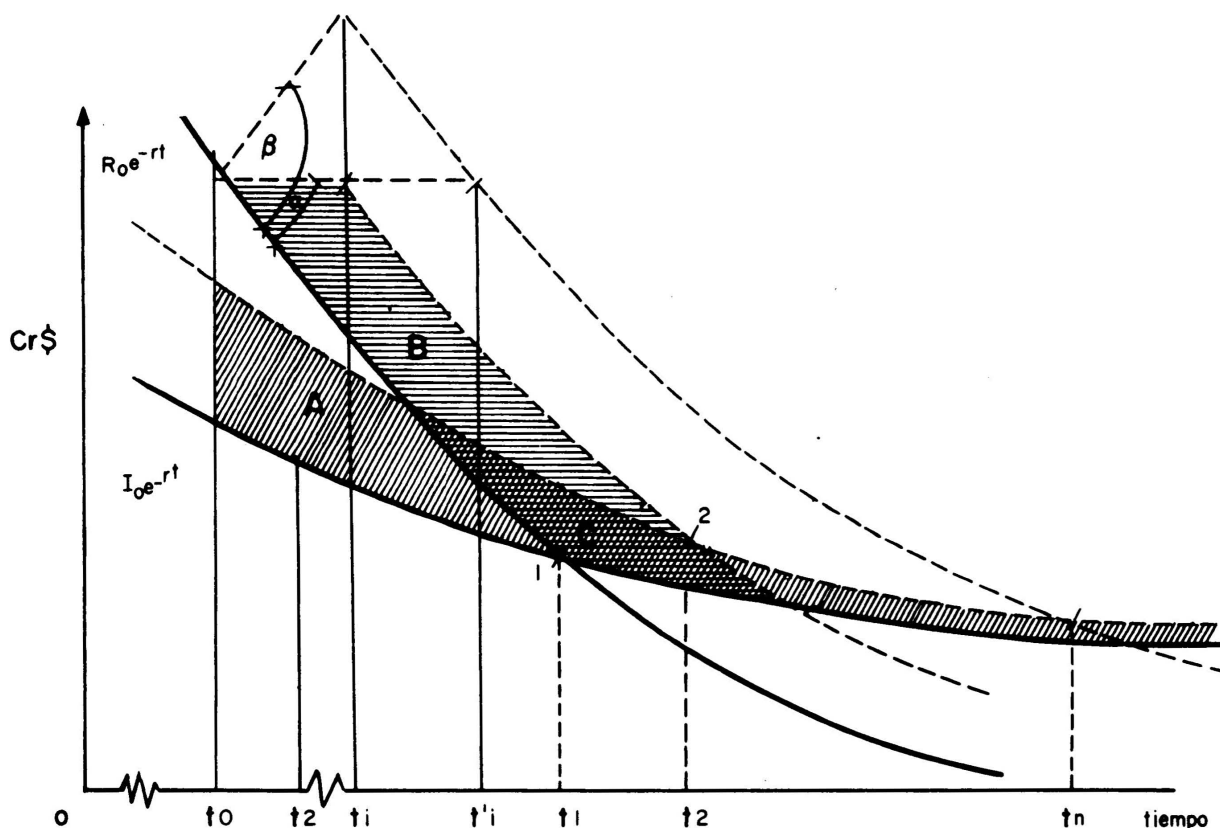


Figura 9 - Comportamientos hipotéticos de flujos descontados de Renta Bruta y Costos a través del tiempo, por productividad, por unidad de área, creciente a dos tasas diferentes y luego estabilizada al nivel de la tasa de descuento acumulada, por aplicación de insumos modernos.

Como las corrientes son descontadas a la misma tasa, el tiempo de vida útil del cultivo, adicionado por los insumos modernos aplicados, dependerá de la intensidad de la tasa de crecimiento de productividad (α o β) conseguida hasta t_1 , (el punto de estabilización de la tasa de crecimiento β en el nivel de la tasa acumulada de descuento) o entonces del período de tiempo (t_1), durante el cual la tasa α de crecimiento de la productividad se mantiene por encima del nivel de r acumulada.

La tasa β de crecimiento, es más alta que la tasa α . Cuanto mayor el período de tiempo t_1 y más alta la tasa de crecimiento de la productividad, (α o β), (siempre considerando el supuesto de la

estabilización posterior a t_1 o t'_1 al nivel de r acumulado) mayor el número de años durante los cuales el cultivo sería económico. Bajo estas condiciones, será siempre conveniente la aplicación de insumos modernos (pues la vida del cultivo será mayor), mientras los beneficios netos derivados de la inversión sean suficientes para superar el costo de uso del capital.

- (2) Tasa Creciente de Productividad, Superior a r acumulada, luego Estabilizada al Nivel de esta Última y Finalmente Decreciente en Términos Relativos y Absolutos.

Pueden observarse dos casos:

- a) Un sólo punto en el tiempo y diferentes tasas de caída de productividad;
- b) Una sola tasa de caída de productividad y diferentes puntos en el tiempo.

Caso a) Las diferentes intensidades en la caída de la tasa de crecimiento, a partir de un mismo momento en el tiempo, se observarían en la Figura 10, a partir del punto a, siendo la caída mostrada en forma creciente (en términos de intensidad), por las curvas 3, 2 y 1 respectivamente.

Debe ser observado que la vida económica del cultivo puede llegar a ser menor que t_1 (vida económica inicial). La decisión de realizar la inversión, estará determinada por:

- 1) período de crecimiento de productividad con una tasa α de intensidad (α mayor que r acumulada),
- 2) período de crecimiento de productividad con una tasa γ de intensidad (γ igual a r acumulada),
- 3) intensidad de caída de productividad a una tasa δ , siendo esta una tasa menor que cero o en la hipótesis mas optimista, igual a cero.

a.1.) Caso de Vida más Corta que t_1

Si el valor presente del área B_1 , fuese mayor que el valor presente de A_1 (considérase que incluye el costo de oportunidad), más el costo de uso del capital que se pierde por la vida económica más corta, A_4 , (entre t_2 y t_1) y más los beneficios se dejan de percibir por el uso más intensivo del cultivo, A_2 , entonces compensará invertir.

a.2.) Caso de Vida Igual a t_1

Si el valor presente del área $B_1 + B_2$ (por encima de la línea $R_0 e^{-rt}$), fuese mayor que el valor presente de $A_1 + A_2 + A'_2$, entonces compensará hacer la inversión.

a.3.) Caso de Vida Mayor que a t_1

Si el valor presente que resulta de sumar las áreas B_1, B_2 y B_3 (por encima de la línea $R_0 e^{-rt}$), hasta t_2, t_1 y t_4 respectivamente,

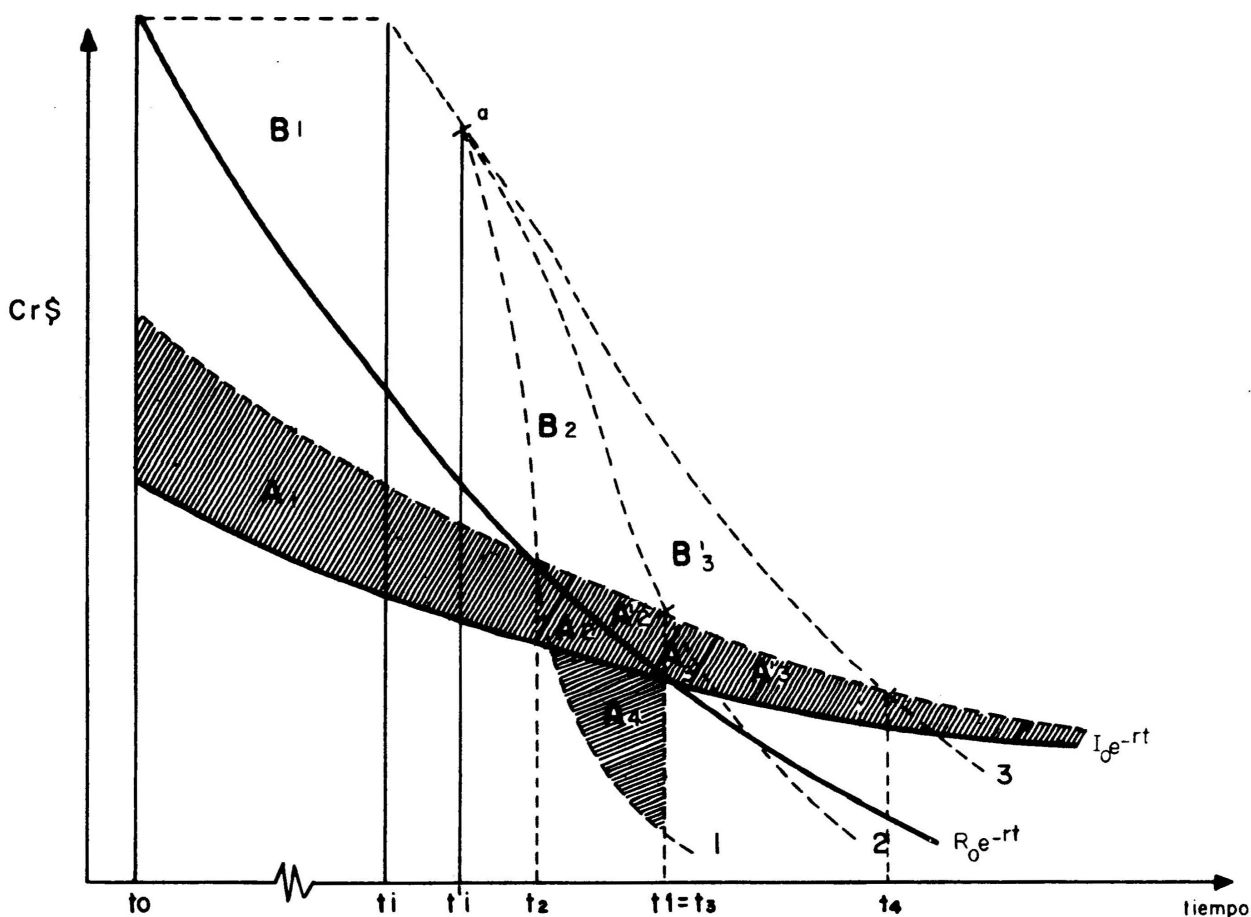


Figura 10 - Comportamientos hipotéticos de flujos descontados de Costos y Renta Bruta a través del tiempo, por productividad por unidad de área, creciente a una tasa superior a la tasa acumulada de descuento, estabilizada al nivel de ella y finalmente decreciente a tasas variables, en términos absolutos, por aplicación de insumos modernos.

fuese mayor que el valor presente de $A_1 + A_2 + A'_2 + A_3 + A'_3$, entonces compensará hacer la inversión.

En este caso, se tendrá que el cultivo, además de ser más rentable que el costo de oportunidad alternativo, tendrá una vida económica más larga.

Caso b) Cuando existe una sola tasa de disminución en la productividad y diferentes puntos en el tiempo, podría observarse durante los primeros años una alta tasa (α), mayor que la acumulada de descuento, para luego caer para cero o valores suficientemente pequeños como para observar estabilización de rendimientos, Figura 11.

b.1.) Caso de Vida Menor a t_1

En la peor hipótesis, los rendimientos se estabilizarían antes del punto t_1 , y la decisión de inversión estaría determinada por la comparación del valor presente de renta bruta, versus el valor presente de los costos, en términos de incrementos.

Así, si el valor presente del área B_1 , fuese mayor que el valor presente de A_1 , más los beneficios que se dejan de percibir por la

aplicación de los insumos modernos (B') hasta t_2 , mas los beneficios que se dejan de percibir por la aplicación de insumos, acortando la vida económica de la unidad de área (B''), hasta t'_2 y más A_2 y A'_2 , que son también beneficios perdidos por la misma causa, entonces compensará realizar la inversión.

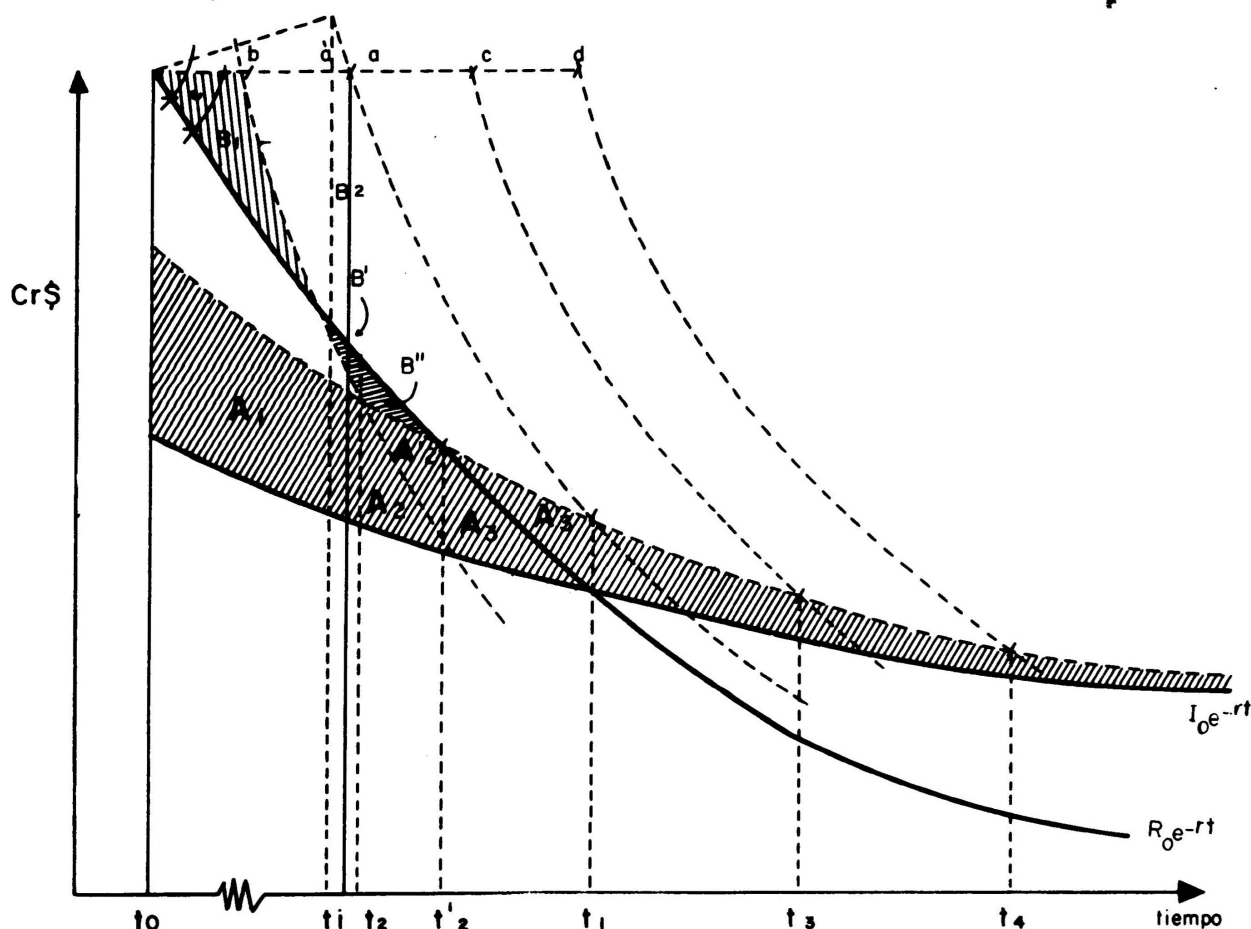


Figura 11 - Comportamientos hipotéticos de flujos descontados de Costos y Renta Bruta a través del tiempo, por productividad, por unidad de área, creciente a dos tasas diferentes, para tiempos variables y con posterior estabilización de rendimientos.

Esto, suponiendo que los gastos podrían parar en t_2 , y que ningún gasto adicional fuese realizado. La inversión en este caso, dependerá de la tasa inicial de incremento de productividad (a), y del plazo durante el cual permanece esta fase, así como del "quantum" en que los rendimientos se estabilizan. Tal vez, a la misma tasa inicial a , durante un tiempo mayor, (de b hasta a), los rendimientos estabilizados podrían permitir alcanzar el mismo tiempo de vida económica que en el caso inicial, en que no se aplicaban insumos modernos.

Cuanto más alta fuera la tasa inicial de crecimiento de productividad (a) y mayor el tiempo de duración de la misma (o combinaciones intermedias) la inversión será rentable en función de los beneficios netos de incremento que pudieren existir.

b.2) Caso de Vida Igual a t_1

Si la tasa α fuese semejante a la del caso anterior, el tiempo durante el cual los rendimientos deberían crecer tendrá que ser mayor. Si por el contrario, la tasa fuere mayor, el momento de estabilización podría ser anterior al punto a, es decir a' . El valor presente de la corriente de renta bruta sería mayor como consecuencia del mayor incremento en productividad y los rendimientos estabilizados en nivel más alto - Dada la tasa de descuento, este se realizará durante un período mas largo (a a') hasta que el cultivo vuelva a resultar antieconómico.

En este caso, la inversión deberá ser realizada, si el valor presente de $B_1 + B_2$ (por encima de la línea $R e^{-rt}$) es mayor que el valor presente de $A_1 + A_2 + A'_2 + A_3 + A'_3$, que es la corriente de costos del incremento.

B.3.) Caso de Vida Mayor a t_1

Estos serían los casos más convenientes para el cacaucultor, desde que la productividad pasaría por una fase más larga de rendimientos crecientes (entre a y c, o entre a y d etc.) y luego pasaría a una tasa de incremento nula, es decir productividad constante por unidad de área.

Aquí, cuanto mayor el tiempo de crecimiento a la tasa α , alcanzando puntos más distantes en el tiempo, mayor el valor presente del flujo de renta bruta y por lo tanto, mas provechoso el resultado de la inversión.

Por supuesto, combinaciones intermedias de los casos podrían ocurrir, y el resultado será ambiguo, mientras no se conozca con cierta exactitud el comportamiento de la curva de rendimientos. Si ella fuese conocida, podrían observarse varios puntos, ya que:

1) la curva de la corriente de costos es aumentada a la que normalmente existiría, y constituida de valores conocidos con bastante certeza, como volumen de insumos por unidad de área, precio, gastos de mano de obra, es decir número de días hombres por unidad de área, y precio por día hombre, además de los gastos adicionales comunes de mantenimiento y limpieza derivados del nuevo proceso adicional. Esto implicaría en que la corriente de costos sería más o menos constante por unidad de área;

2) conociendo la vieja curva de corriente de renta bruta, podrían obtenerse los beneficios del incremento en forma de flujo, debido a la curva de rendimientos;

3) los beneficios totales derivados de la aplicación de insumos modernos, dependerán directamente de los incrementos de productividad por unidad de área y su comportamiento a lo largo del tiempo;

4) la procura por la producción obtenida, se presume creciente de manera a no modificarse el precio del producto, siendo los beneficios totalmente absorbidos por el productor;

5) el tiempo óptimo de la aplicación de insumos modernos estará directamente relacionada con el comportamiento de la curva de producti-

vidad (dependiendo esta de edad de cacaoteros y todos los factores que afectan directa o indirectamente los rendimientos) de la que depende la corriente descontada de renta;

6) se presume que la relación beneficio/costo, habrá de ser mayor que uno, para cada aplicación anual, hasta que se observe el cruzamiento de las curvas de incremento;

7) la aplicación de insumos modernos, en cantidades adecuadas, no llevaría a caídas violentas de productividad y por el contrario una tendencia a la estabilización en rendimientos, superior a los observados para área sin aplicación de insumos;

8) la aplicación de insumos modernos, no afectaría la calidad del producto;

9) deberían observarse cuidadosamente la aplicación de tasas de descuentos diferentes, para las corrientes de renta y de costos. La aplicación de tasas de descuento más bajas para la corriente de costos, podría justificarse por la distribución más o menos normal de los gastos durante el año agrícola y por el hecho de que podría reflejar también los beneficios que se dejan de percibir en concepto de intereses ahorrados por el capital invertido, en una actividad alternativa.

Anteriormente se mencionó la posibilidad de una tasa de descuento más alta sobre la corriente de renta; lo dicho ahora, sería sustituto de lo anterior y no complementario, aún cuando pudiese llegar a serlo si existe una distribución proporcional, entre renta y costos, del costo de oportunidad mencionado.

De todos modos, presúmese que existirían tasas de descuento instantáneas y constantes y que la aplicación de tasas diferentes, de ninguna manera implicaría en mercado de capital imperfecto (7) y si, una forma alternativa de consideración implícita de mayores costos que los observados;

10) el tiempo óptimo de aplicación de insumos modernos sería reflejado cuando el valor presente de los beneficios netos fuere maximizado;

11) desde que se trabajase con valores reales de precios, costos y se realizase el descuento a la tasa real alternativa, se estaría incluyendo el costo de oportunidad del capital invertido. (Lo mencionado para el concepto de beneficios dejados de percibir como intereses ahorrados del capital, es libre del costo de oportunidad del capital invertido). La realización del descuento en períodos discretos debería ser tratado de esta forma; sin embargo, la realización del mismo a forma continua, con una sola tasa instantánea, podría estar ya incluyendo esos intereses ahorrados del capital invertido.

V. APLICACIÓN DE INSUMOS MODERNOS Y POSTERIOR SUSTITUCIÓN POSIBILIDAD DE AUTOFINANCIAMIENTO

Se hace necesario ahora, tentar complementar las dos situaciones a las que se hizo referencia, dentro de un marco analítico que envolviese

7) J. Hirshleifer, "Investment, Interest and Capital".
Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliffs, N.J. 1970.

ambas posibilidades a un mismo tiempo. El problema básico, parece residir en las respectivas formas de las nuevas curvas de producción, de variedades comunes y de variedades mejoradas, cuando se realizan y cuando no se realizan aplicaciones de insumos modernos.

De esta manera, podrían observarse las curvas de rendimientos extremos, inferior (cuando no se aplican insumos) y superior (por la aplicación de insumos). Además, deberían conocerse las respuestas a las aplicaciones de insumos modernos, en términos de productividad, en dos casos fundamentales, para cada una de las diferentes variedades:

- a) condiciones homogéneas de suelo, clima, servicios de mantenimiento, y en general de todos los factores que afectan directa o indirectamente la curva de crecimiento de producción, para diferentes edades de árboles por unidad de área;
- b) homogeneidad en las edades de los árboles y diferentes condiciones de suelo, clima, servicios de mantenimiento y en general de todos los factores que afectan directa o indirectamente la curva de crecimiento.

De esta manera, sería necesario conocer una cantidad demasiado grande y heterogénea de curvas de crecimiento, para definir las corrientes de renta bruta y de costos, para cada tratamiento diferente, suponiendo que el producto es homogéneo, para cualquiera de los tratamientos, y que no habría por lo tanto, diferencias de precio en el producto obtenido.

En términos de media, podría pensarse siempre que se tenga una estimativa de la densidad probabilística de ese tipo promedio de curva de crecimiento, dentro de una región productiva.

Los problemas fundamentales de la sustitución son mencionados como costos altos de implantación por unidad de área, gastos de derrumbamiento de árboles viejos y los beneficios que pudieren dejar de percibirse de la producción obtenida de ellos (si no es hecha la sustitución) y el resignar renta durante el período de gestación de la variedad implantada.

La sustitución gradual, autofinanciada, por lo menos parcialmente por los mayores rendimientos derivados de la aplicación de insumos modernos, plantea algunos interrogantes clave:

- 1) ¿Cuándo debería comenzar la aplicación de insumos modernos?
- 2) ¿Cuándo debería iniciarse la sustitución gradual?
- 3) ¿Cuánto o qué proporción de la unidad de área, debería sustituirse anualmente?

La respuesta a la primera pregunta, de cuándo debería iniciarse la aplicación de insumos modernos, estaría dada por el incremento del valor presente de los beneficios netos a derivarse de dicha aplicación, lo que por su vez está ligado directamente a la función de respuesta en productividad.

La definición del tiempo de inicio de la sustitución dependerá básicamente de la antedicha corriente de beneficios netos del incremento, del tiempo durante el cual esos beneficios se observaren, así

como de la tasa de crecimiento de los índices de productividad. Conocida la corriente de incremento de beneficios, y el tiempo de vida de la misma, podría conocerse el momento en que el cultivo tradicional pasaría a ser irremediabilmente antieconómico. A contar de ese momento hacia atrás, podría determinarse el momento de inicio, de la sustitución gradual, [dados los flujos de renta de la variedad nueva, el costo de sustitución por unidad de área y el momento de declinio de los rendimientos por unidad de área del cultivo tradicional, al ir sustituyendo parceladamente esa unidad de área por la variedad nueva, lo que implica en sub-parcelas improductivas (las sustituidas) por el período de gestación (3-4 años)], así como la proporción anual a sustituir por unidad de área, para diferentes proporciones de la renta de incremento derivada de la variedad tradicional, reaplicadas en la sustitución gradual.

Para tratar de plasmar esta idea, asumiendo que a) existe una corriente de incremento de beneficios netos, por la aplicación de insumos modernos, de Cr\$3,00 durante 8 años, Cr\$2,00 durante un año y Cr\$ 1,00 durante un año (todos los beneficios son descontados durante un tiempo t , a la tasa r) b) que el costo de implantación y manutención de una hectárea sea de Cr\$30,00 c) que son utilizados los beneficios del primer año totalmente en la sustitución gradual, lo que implica en sustituir el 10% de una hectárea d) que en el quinto año, la nueva variedad comienza a dar una corriente de renta de Cr\$3,00 durante los cuatro años siguientes, y Cr\$2,00 de ahí para adelante (8) por las áreas sustituidas gradualmente.

De esta manera, podría tenerse un proceso aproximado al observado en la tabla 1.

La columna (1), indicaría la corriente de beneficios de incrementos descontados, derivados de la aplicación de insumos sobre la variedad vieja, entanto que la columna (3), indicaría la renta efectivamente disponible derivada del área con la vieja cultura, que cada año va quedando sin sustituir, (es decir la unidad de área inicial menos la superficie sustituida), resultante del producto de la columna (6), por los beneficios de una unidad de área. (Implícitamente se presume que los rendimientos de una unidad de área, serían iguales aunque existiere un parcelamiento, lo que implicaría en una función de producción lineal y homogénea, con rendimientos constantes a escala).

La columna (4), sería la corriente de beneficios descontados, que surgen anualmente de las áreas sustituidas con la variedad mejorada, que comienzan a producir en el quinto año.

La columna (5), indica las áreas anuales que se van sustituyendo de acuerdo con la renta disponible, que es reinvertida totalmente (por sustitución). La columna (5t), no es más que la columna (5) acumulada. En el año 10, la reinversión es de apenas Cr\$0,476, que surge de los Cr\$0,016 del cultivo viejo más Cr\$0,46 del cultivo nuevo. De esta forma, quedan Cr\$1,540 disponibles, o sea $\text{Cr\$}2,00 - 0,46 = 1,540$.

8) Se considera aquí como un valor absoluto constante, aún cuando por unidad de área (sub-parcela) sustituida, considerando un coeficiente de rendimiento más o menos fijo, el flujo debería ser variable. También, ese flujo de renta sería neto de la corriente de gastos y salario del cacauicultor, considerándose que podrían ser reinvertidos efectivamente.

Tabla 1. Hipotética Sustitución Gradual de una Hectárea, dado los Supuestos de Reinversión de Beneficios Disponibles Totales, Corrientes de Beneficios de los Cultivos a Sustituir y Sustituto y Coeficientes Técnicos de Producción Lineales, para el Viejo Cultivo.

Año	Beneficios por ha, de viejo cultivo, en Cr\$, por aplicación de insumos modernos (1)	Área productiva, en has. (2)	Renta Disponible Cultivos			Área sustituida, has. (3) + (4):30 = (5)	Acumulado (5 _t)	Área a sustituir, en has. 1 ha. - (5) = (6)	Área productiva en has. Cultivos		Total (7+8)	Área no productiva Total, en has/año.
			viejo	nuevo	Total				viejo	nuevo		
			Cr\$ (3)=(1).(2)	Cr\$ (4)	Cr\$ (3 + 4)				(7)=(6)	(8)=(5 _t - (5 _t - 4)		
1	3,00	1,000	3,00	-	3,00	0,100	0,100	0,900	0,900	-	0,90	0,10
2	3,00	0,900	2,70	-	2,70	0,090	0,190	0,810	0,810	-	0,81	0,19
3	3,00	0,810	2,43	-	2,43	0,081	0,271	0,729	0,729	-	0,729	0,271
4	3,00	0,729	2,19	-	2,19	0,073	0,344	0,656	0,656	-	0,656	0,344
5	3,00	0,656	1,97	3,00	4,97	0,165	0,509	0,491	0,491	0,100	0,591	0,409
6	3,00	0,491	1,47	3,00	4,47	0,149	0,658	0,342	0,342	0,190	0,532	0,468
7	3,00	0,342	1,03	3,00	4,03	0,134	0,792	0,208	0,208	0,271	0,479	0,521
8	3,00	0,208	0,624	3,00	3,624	0,120	0,912	0,088	0,088	0,344	0,432	0,568
9	2,00	0,088	0,176	2,00	2,176	0,072	0,984	0,016	0,016	0,509	0,525	0,475
10	1,00	0,016	0,016	0,46*	1,540**	0,016	1,000	-	-	0,658	0,658	0,342
				0,476								
11	0,00	-	-	2,000	3,540	-	1,000	-	-	0,792	0,792	0,208
12	0,00	-	-	2,000	5,540	-	1,000	-	-	0,912	0,912	0,088
13	0,00	-	-	2,000	7,540	-	1,000	-	-	0,984	0,984	0,016
14	0,00	-	-	2,000	9,540***	-	1,000	-	-	1,000	1,000	-
Suma	27,00		15,606	14,460*								

* Los Cr\$14,464, son el resultado de la suma de los beneficios del cultivo nuevo, hasta el año 10, es decir hasta 0,46.

** Los Cr\$1,540, disponibles, resultan de las sumas 0,016 + 2,00 (renta disponible de los cultivos viejo y nuevo respectivamente) = 2,016 - 0,476 = Cr\$1,540 - Los Cr\$0,476 es la cantidad de capital necesario para renovar los 0,016 hectáreas faltantes.

*** Los Cr\$9,540, son el resultado de la suma acumulada de beneficios no reinvertidos de años 10 a 14, del cultivo nuevo.

La última columna indica el área total que no es productiva en cada año. Esta resulta de considerar:

$A_{s i}$ = área sustituida en año i

$A_{cn i}$ = área con cultivo nuevo en año $i = A_{s i}$

$A_{np i}$ = área no productiva en año i

para $i = 1, 2, 3, 4, \dots n$.

De esta forma, se tendrá:

Año 1, $A_{np 1} = A_{s 1}$

Año 2, $A_{np 2} = A_{s 1} + A_{s 2}$

Año 3, $A_{np 3} = A_{s 1} + A_{s 2} + A_{s 3}$

Año 4, $A_{np 4} = A_{s 1} + A_{s 2} + A_{s 3} + A_{s 4}$

Año 5, $A_{np 5} = A_{np 4} + A_{s 5} - A_{s 1}$

Año 6, $A_{np 6} = A_{np 5} + A_{s 6} - A_{np 2}$

Año 7, $A_{np 7} = A_{np 6} + A_{s 7} - A_{np 3}$

Año 8, $A_{np 8} = A_{np 7} + A_{s 8} - A_{np 4}$

Año 9, $A_{np 9} = A_{np 8} + A_{s 9} - A_{np 5}$

Año 10,

.....

Observándose de esta manera sucesivamente.

Debe notarse que de los Cr\$27 potenciales, que habrían sido obtenidos con el viejo cultivo (si no se hubiere realizado la sustitución) por la aplicación de insumos modernos, solo fueron utilizados los realmente obtenidos, Cr\$15,60 del viejo cultivo, más Cr\$14,46 de los beneficios de la nueva variedad. A partir del 10º año, ya comienzan a obtenerse beneficios netos, que no precisan ser reinvertidos.

La unidad de área, vuelve a estar en plena producción con la nueva variedad en el 14º año, aún cuando en el 10º año se hubiere acabado de realizar la sustitución, como consecuencia del período de gestación de cuatro años, sin renta económica.

De esta forma, el problema de la realización de sustitución gradual o no, dependerá de que el valor presente de los beneficios obtenidos hasta el 14º año por la unidad de área, nuevamente en producción con la nueva variedad, sea mayor (o menor si es que consideramos caída de renta por la sustitución) que los beneficios de una hectárea de cacao con variedad nueva durante 14 años, menos el período de gestación, (4 años) (B_n), menos los costos de implantación (Cr\$30,00) de esa

hectárea, menos el costo de oportunidad del capital durante el tiempo de gestación (este debe estar en el proceso de descuento), y menos los beneficios que se dejan de percibir por la sustitución total de la vieja variedad, durante el tiempo que ellos existieren, (B_v).

En términos de la simbología utilizada inicialmente cuando tratase de problemas de sustitución de un activo por otro sería:

$$B_n > B_v + C_n$$

Aquí, el costo de derrumbamiento de los árboles viejos estaría implícito en el propio C_n .

De esta manera, se tiene:

$$B_n = \text{Beneficios durante (14-4) 10 años de la variedad nueva,} \\ (\text{Cr\$3,00})4 + (\text{Cr\$2,00})6 = \text{Cr\$24,00}$$

$$B_v = \text{Beneficios dejados de percibir por la variedad vieja, (si sustituida totalmente en el mismo momento de inicio de sustitución gradual).} \\ (\text{Cr\$3,00})8 + (\text{Cr\$2,00})1 + (\text{Cr\$1,00})1 = \text{Cr\$27,00}$$

$$C_n = \text{Costo de implantación,} = \text{Cr\$30,00}$$

De esta forma,

$$B_n - B_v - C_n = 24,0 - 27,0 - 30,0 = -33,0$$

que sería la renta perdida por la realización de sustitución total.

Por otro lado,

$$B_n = \text{Beneficios de la nueva variedad al 14º año, con sustitución gradual,} \\ \text{Cr\$9,540}$$

$$B_v = \text{Beneficios potenciales de la variedad vieja, perdidos por la sustitución gradual, Cr\$11,39. Esto surge de la suma la columna 1 = Cr\$27,00 menos la suma de la columna 3 = Cr\$15,606.}$$

$$C_n = \text{Costo de implantación } (B_v = 15,61 + 14,46) = \text{Cr\$30,07}$$

luego,

$$B_n - B_v - C_n = 9,540 - 11,30 - 30,07 = 9,540 - 41,46 = \text{Cr\$-31,9}$$

Esta sería la renta perdida por la realización de sustitución gradual.

Obviamente, la diferencia entre las dos alternativas, indica que la sustitución gradual, ocasionaría una pérdida de renta menor que en caso de ser realizada la sustitución total.

Evidentemente, debe observarse que se realizó la comparación entre sustituciones total y gradual, en un mismo momento inicial. La comparación podría también realizarse considerando momentos de iniciación diferentes.

Esta especulación, debe ser realizada con extremo cuidado, ya que la tabla observada debería recalcularse, dada la modificación de corrientes de beneficios disponibles.

De todos modos, lo importante queda claro con el ejemplo, es decir, las proporciones de utilización de renta en la aplicación, las corrientes de renta de la vieja variedad (incrementada) y de la nueva variedad, así como sus respectivos comportamientos en el tiempo, son elementos fundamentales para observar si resulta compensatorio o no realizar sustitución gradual.

La idea básica, queda expresa de esta forma, aunque se hace la salvedad que especulaciones adicionales deben ser hechas, antes de un juicio definitivo, ya que lo expuesto puede contener errores, por supuesto involuntarios, derivados de posibles problemas de desconocimiento e interpretación de la materia y del propio cultivo, limitación esta, pura y exclusivamente de quien escribe.

◆ ◆ ◆

