

# RELACIONES BIO-ECONOMICAS BASICAS EN UN SISTEMA DE PRODUCCION

Germán Escobar, Ph.D.

## EL SISTEMA FINCA Y EL SUBSISTEMA ECONOMICO

Una manera de analizar la función, operación y manejo económico de una finca es entendiéndola como un sistema. Hart, tomando la revisión de Becht sobre la definición de sistema, explica que "sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto de colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una entidad o un todo" (Hart, p.2).

Un sistema está conformado por elementos. Estos son los componentes, la interacción entre componentes, las entradas al sistema, las salidas del sistema y los límites.

Los componentes son las partes del sistema. Se pueden definir y separar de muchas maneras, de acuerdo a las técnicas de análisis que se quieran utilizar para el estudio de cada uno.

La finca es un sistema cuyos componentes funcionan como una unidad de producción. Estos componentes pueden analizarse desde varios puntos de vista: como componentes físicos (cultivos, animales, etc), como componentes económicos (insumos, productos, actividades de consumo, etc.), y como componentes sociales (unidades de producción, unidad familiar, fuente de corrientes migratorias, etc.).

Para su estudio, el componente económico puede considerarse como un subsistema dentro del sistema finca; como tal, sus elementos son también los del sistema y en el pueden identificarse componentes tales como actividades productivas pecuarias (bovinos y porcinos, por ejemplo). actividades de consumo (familiar, integración vertical de la producción, explotaciones mixtas; etc.), actividades de comercialización (venta de productos, compra de insumos, almacenamiento, etc.), actividades que utilizan infraestructura para la producción (crédito, asistencia técnica, política de precios, sistemas de tenencia de tierra, etc.), y actividades que permiten la utilización del ingreso (patrón y hábitos de consumo familiar de bienes no producidos en la finca, reinversiones, definición sobre el tamaño e intensidad de la finca, etc.).

Los componentes del subsistema económico interactúan unos con otros para conformar una red dinámica; al mismo tiempo, el subsistema tiene entradas y salidas que lo ligan a otros subsistemas del sistema finca y aún a otros externos a este. En la generalidad de los casos el estudio del conjunto se hace complejo; por lo tanto, es necesario desagregar conceptualmente

los componentes para facilitar su análisis, pero son los objetivos y el nivel que se quiera dar a dicho análisis, los que determinan la complejidad de cada componente y el grado de dinamismo que se quiera estudiar en cada uno.

## FUNCION Y RACIONALIDAD DEL SUBSISTEMA ECONOMICO

Cualquier sistema o subsistema tiene una función que está íntimamente relacionada con la estructura de los componentes y su interacción. El subsistema económico de una finca tiene la particularidad de tener un elemento común a todos sus componentes: el proceso de decisión o de manejo que es una entrada al subsistema proveniente del productor o administrador de la finca. Este es un elemento que posee una característica de dominación sobre los demás componentes del subsistema y por lo tanto, es vital dentro de cualquier análisis.

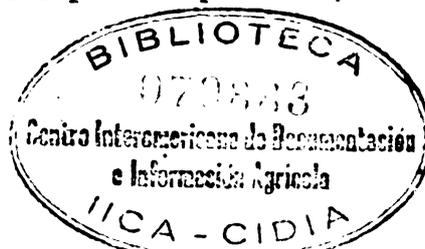
Por tratarse de un elemento humano, la función del manejo puede tener distintas direcciones y encauzarse hacia diferentes metas. Algunos productores están interesados en hacer crecer su negocio; otros estiman más valioso mantener niveles de producción propuestos, bien sea como un total o por unidad de recursos (tierra o capital, por ejemplo); algunos prefieren mantener un cierto nivel de ingreso con mínimas fluctuaciones adversas; otros combinan más de un objetivo (en un arreglo lexicográfico, por ejemplo) y buscan la satisfacción de su compuesto de metas.

En general, como punto de partida para el análisis se supone que todo empresario tiene como objetivo la maximización de su ingreso neto, dadas las circunstancias que condicionan su disponibilidad de recursos (factores de producción), su horizonte de planeación, y el estado de arte o desarrollo tecnológico disponible a su alcance.

Sobre este objetivo empresarial del productor, la gestión de manejo se enfoca a tomar las decisiones consecuentes con el uso económicamente racional de los recursos que intervienen en el proceso de producción. Esta asignación óptima de los factores de producción entre todos los componentes que conforman el subsistema económico, constituye la función del manejo o gestión gerencial.

## RELACIONES BIO-ECONOMICAS DEL SUBSISTEMA ECONOMICO

Existen tres relaciones bio-económicas que son la base de análisis del subsistema: las relaciones *factor-producto*; las interacciones *factor-factor* para obtener un producto; y las relaciones *producto-producto*. Estas relaciones pueden aplicarse al análisis de componentes (i.e. actividades de producción agrícola), o a todo el subsistema en conjunto. Un solo componente (producción de maíz, por ejemplo) puede ser sujeto de este análisis, y la relación *producto-producto* sigue siendo válida dado que un componente es solo una parte del sistema; o puede pasarse por alto, si el objetivo del análisis así lo requiere.



Las relaciones bio-económicas están enmarcadas por condiciones físico-técnicas de la producción y por las relaciones de precios de los factores y los productos.

Para facilitar la exposición, se presentan separadas las relaciones bio-económicas y las de producción propiamente dichas.

### La Función de Producción

Una función de producción está basada en la respuesta biológica de las plantas o animales a los factores de producción. Es una relación entre factores y producto (ecuación, tabla, gráfico, etc.) que muestra la cantidad máxima de producto que puede ser obtenida partiendo de una cantidad especificada de factores de producción (tierra, semilla, fertilizante, mano de obra, etc.) y dada una tecnología de producción conocida.

Esta relación física o técnica permite, en la generalidad de los casos, obtener un itinerario de producción de la forma que muestra la curva PT (producción total) de la Figura 1. Esta respuesta al uso de los factores crece a una tasa ascendente, luego a medida que se aumenta el uso de los factores ( $X_i$ ), PT sigue aumentando a una tasa decreciente y, finalmente, después de cierta cantidad de insumos, PT decrece y podría llegar a cero.

Dos curvas adicionales pueden ser obtenidas a partir de PT. Una es la de producción promedio (PP), que es la cantidad de producto obtenido por unidades de insumo utilizado en la producción. Esto es:

$$PP = \frac{Y}{X}$$

La segunda curva es la del producto marginal (PM). Marginal significa incremento o adición; esto es, aumento o disminución al margen. El producto marginal es, entonces, el incremento al producto total (disminución, si es el caso) que es ocasionado por el aumento de una unidad del factor de producción (o disminución de una unidad del factor). Esquemáticamente:

$$PM = \frac{\Delta Y}{\Delta X_1} = \frac{dy}{dx_1}$$

Dado que PT pasa de ascendente a descendente a medida que se utilizan más y más unidades de insumo, PM (que es solo la adición a PT) seguirá una forma parecida durante el rango ascendente de la curva de producción. Visto desde otro punto de vista, PM es la medida de pendiente de PT, y cuando PT tiene pendiente cero,  $PM = 0$ .

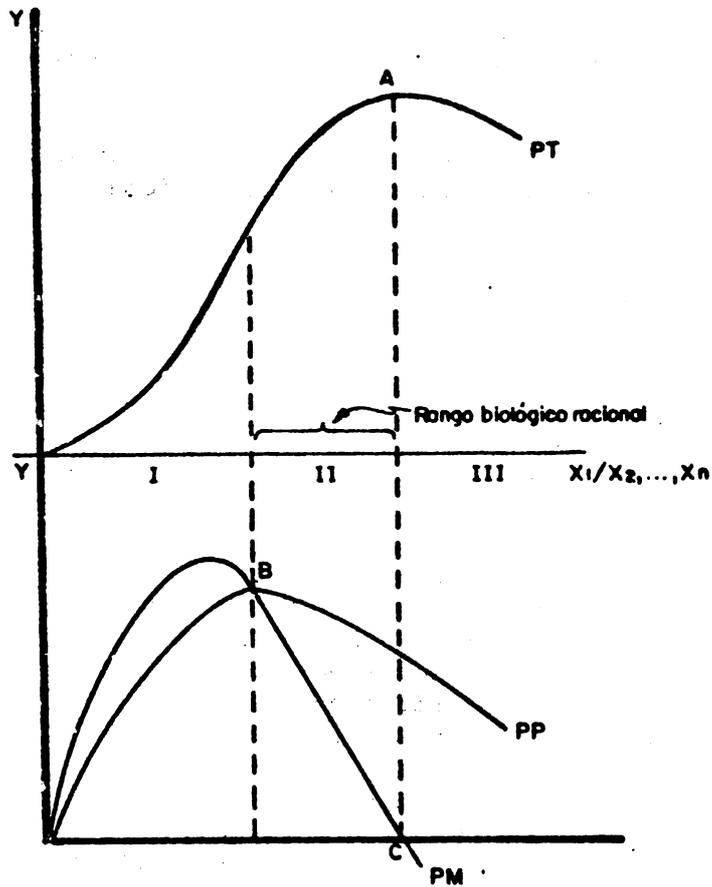


Figura 1. Función de producción hipotética y determinación del rango racional biológico de uso de factores.

Las relaciones entre PT, PP y PM determinan el rango en el cual es racional utilizar los factores de producción, dadas las relaciones biológicas que marcan la respuesta de producción al uso de los insumos. Siguiendo la definición de PP y PM es fácil determinar ese rango: cuando PP está aumentando quiere decir que es conveniente seguir usando unidades de  $X_i$  porque se obtiene cada vez más unidades de PT por cada unidad  $X_i$ . Cuando PP llegue al máximo (B en la Figura 1), el valor de PP comienza a decrecer. El punto B, por lo tanto es un límite del rango ya que antes de ese punto no es racional producir.

Por otra parte, cuando PM está decreciendo significa que la adición de cada unidad de  $X_i$  al producto total es cada vez menor, pero PT sigue creciendo. Cuando  $PM = 0$  (C en la Figura 1), PT deja de aumentar y comienza a decrecer a medida que se sigue aumentando el uso de  $X_i$ . El punto C es el otro límite del rango, ya que después de ese punto PT se reduce. Por lo tanto el punto C siempre va a corresponder con el punto A que señala el máximo físico de producción, dadas las cantidades y arreglos de  $X_i$ .

El rango racional de producción está, en consecuencia, limitado por los puntos en que  $PP = \text{máximo}$  y  $PM = 0$ . Estos puntos dividen el horizonte de producción en lo que los economistas denominan los estados I, II, y III (Figura 1), siendo el estado II el único en el que racionalmente debe ocurrir la producción.

### La relación factor-producto

Las relaciones consideradas en la función de producción son susceptibles de análisis económicos introduciendo los precios de los productos y los insumos. El rango racional de producción se convierte en el rango económico racional, el cual generalmente es menor que el biológico, tal como se muestra en la Figura 2. El total producido pasa a ser el valor del producto total (VPT) que no es otra cosa que PT multiplicado por el precio, tal como lo indica el eje del plano que se mide en valores monetarios. De aquí se derivan las curvas de valor del producto promedio (VPP) y la de valor del producto marginal (VPM), que significan exactamente lo mismo pero su valor ha sido multiplicado por el precio unitario del producto final. La determinación del rango económico racional es similar a la del rango biológico. De hecho, el punto B determina el límite inferior de la misma manera para ambos criterios, biológicos y económicos. Sin embargo, en la relación económica, *cantidad de insumo-total producido*, se determina el punto óptimo cuando el valor del producto marginal es igual al costo marginal del insumo (que será igual al precio del insumo). Esto es cuando  $VMP = P_x$  (punto D en la Figura 2).

Hay varios puntos que se derivan de estas relaciones:

- El punto óptimo biológico o físico (punto A) es diferente al punto óptimo económico (punto A' en la Figura 2).
- De acuerdo al principio económico ( $VMP = P_x$ ), la cantidad total producida es determinada por el uso racional del factor, el cual debe usarse hasta que su contribución al valor de la producción sea igual a su costo.
- Debido a la diferencia entre A y A', el objetivo empresarial del productor juega un papel muy importante ya que el componente manejo gobierna, en buena medida, al subsistema económico.

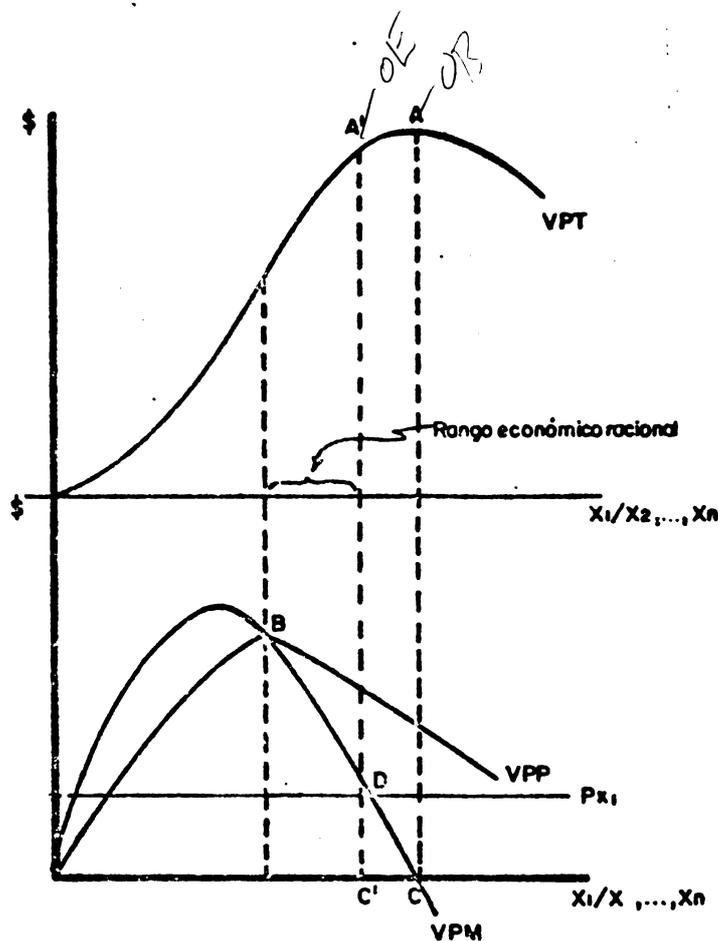


Figura 2. Rango económico racional de producción.

- En términos prácticos, como la producción agropecuaria utiliza muchos factores (insumos) al mismo tiempo, el principio se aplica a cada insumo individual y el uso óptimo de los recursos estará dado por:

$$\frac{VPM_1}{P_1} = \frac{VPM_2}{P_2} = \frac{VPM_3}{P_3} = \dots = \frac{VPM_n}{P_n} = 1$$

### La relación factor-factor

Esta relación se basa en el simple hecho que un insumo puede ser substituído por otro sin cambiar la cantidad total producida (i.e., las malezas pueden combatirse utilizando herbicidas o haciendo deshierbas manuales). Este es el principio de substitución y está limitado por las relaciones físicas entre insumos y por el grado de divisibilidad de los mismos.

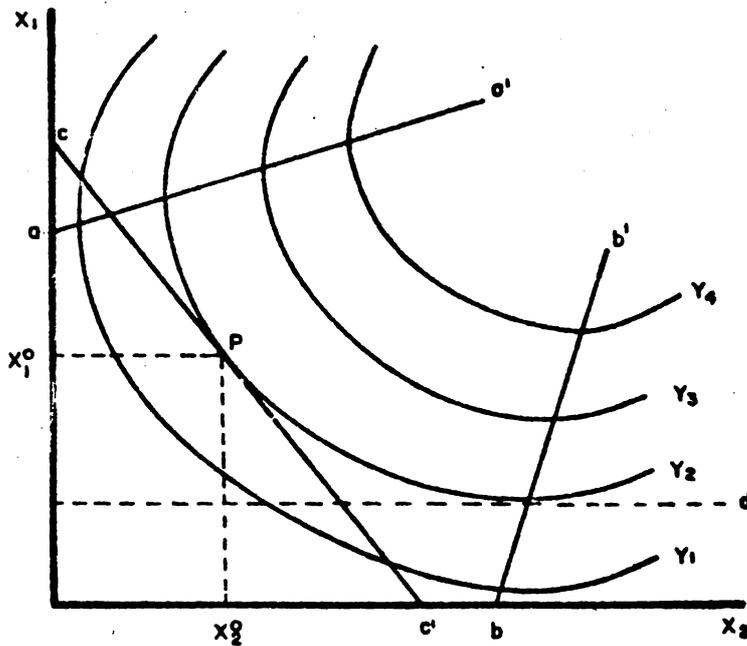


Figura 3. Combinación óptima de factores para producir Y.

En términos un poco más rigurosos, los conceptos de marginalidad tiene aplicación directa para buscar el óptimo de la relación *factor-factor*. La combinación se encuentra conociendo la tasa marginal de sustitución técnica entre los insumos (TMST), la cual se define como :

$$TMST_{X_2, X_1} = \frac{PM_{X_1}}{PM_{X_2}}$$

Una vez conocida la TMST, solo se requiere que su valor sea igual a la razón de los precios de los insumos. Esto es, el punto óptimo (P) se obtiene cuando

$$\frac{PM_{X_1}}{PM_{X_2}} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

donde  $P_{X_1}$  y  $P_{X_2}$  corresponde a los precios de  $X_1$  y  $X_2$ , respectivamente.

Con la mayoría de los insumos comunmente utilizado en las actividades de producción agrícola se encuentra un rango amplio de substitución (i.e., mecanización vs trabajos manuales, densidad de siembra vs control de malezas, usos alternativos de químicos, formas de control y usos de pesticidas, etc.). Económicamente, la mejor combinación es la que optimiza la relación factor-factor y depende de los precios de los insumos, dada una cantidad de producto que se quiera obtener. La Figura 3 ilustra la relación factor. Las curvas  $Y_1$  a  $Y_4$  se denominan *isocuantas* y representan cada una, una misma cantidad de producto; así,  $Y_3$  indica que en cualquier punto se producirá la misma cantidad de producto. Para cambiar la cantidad producida es necesario saltar a otra curva. Por construcción, en la Figura 3  $Y_1$  es el nivel de producción menor y  $Y_4$  el mayor.

Debido a la conformación de las isocuantas, cada punto indica una combinación de insumos  $X_1$  y  $X_2$  con los que se pueden obtener la cantidad de producto representada por cada isocuanta ( $Y_i$ ). Desde un punto de vista meramente físico, la Figura 3 muestra los límites de las posibles combinaciones de los insumos. Las líneas  $aa'$  y  $bb'$  señalan los puntos a partir de los cuales no se justifica utilizar más cantidad de alguno de los insumos, porque sin aumentar el otro ( $X_1$ ), el uso excesivo de uno de ellos ( $X_2$ ) decrecería la cantidad total producida (siguiendo la línea  $d$ ).

La racionalidad económica para combinar los insumos es muy simple: si  $X_1$  es más barato en relación a  $X_2$ , se utilizan más unidades de  $X_1$  y menos de  $X_2$  para obtener el mismo nivel de producción deseado. Para determinar el punto óptimo de combinación de los insumos, según la Figura 3, es necesario desarrollar la curva  $CC'$  que se denomina *curva de isocostos*. Esta curva representa todas las combinaciones de  $X_1$  y  $X_2$  que pueden comprarse, dada una cantidad máxima que puede ser gastada en  $X_1$  y  $X_2$  para producir  $Y$ . De esta forma el punto  $C$  es la máxima cantidad de  $X_1$  que puede ser adquirida, si todo el dinero disponible se gasta en  $X_1$  (es decir, no se compra  $X_2$ ). En consecuencia, la pendiente de la curva isocostos es la razón de los precios de  $X_1$  y  $X_2$ .\*

El punto óptimo es aquel en el cual la curva de isocostos es tangente a la isocuanta (punto  $P$  en la Figura 3). A partir de ese punto se pueden determinar las cantidades de  $X_1$  y  $X_2$  que hacen la mejor combinación ( $X_1^0$  y  $X_2^0$  en el caso de la Figura 3).

\* Si existe una cantidad máxima de  $\bar{C}$  que puede ser gastada, la ecuación de gastos sería  $\bar{C} = X_1 P_1 + X_2 P_2$  donde  $P_1$  y  $P_2$  son los precios de  $X_1$  y  $X_2$ . De aquí,

$$X_1 = \frac{\bar{C}}{P_1} - \frac{P_2}{P_1} X_2$$

De aquí  $\frac{\bar{C}}{P_1}$  es el intercepto ( $C$  en la Figura 3), y  $\frac{P_2}{P_1}$  es la pendiente de la curva  $CC'$ .

so amente el producto  $Y_1$  y no se produjera el  $Y_2$ ). La pendiente de la curva de isogananancia es la relación de los precios de  $Y_1$  y  $Y_2$ .

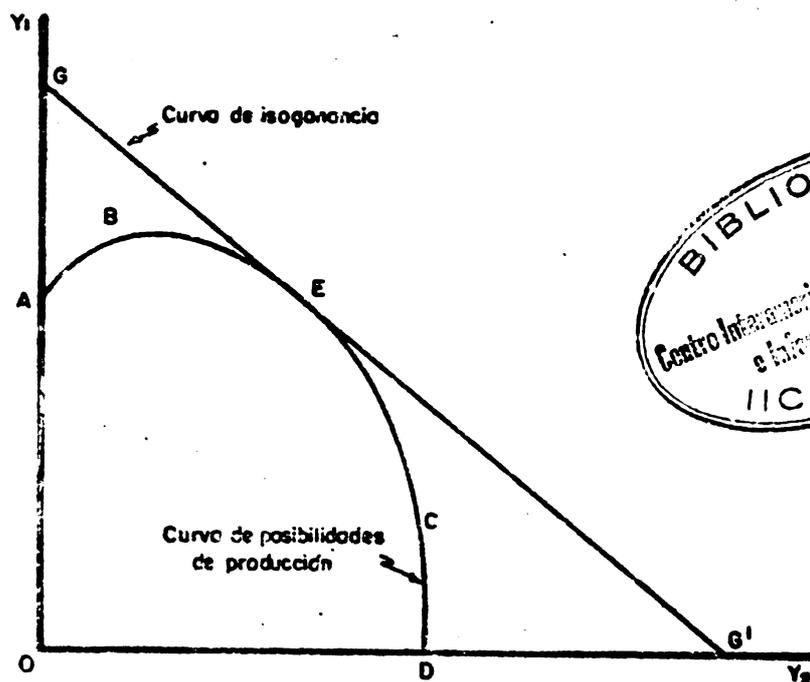


Figura 4. Combinación óptima de productos con recursos de producción limitados.

El punto económicamente óptimo es aquel en el cual la curva de isogananancia es tangente a la curva de posibilidad de producción (Punto E de la Figura 4). En términos más estrictos y en forma análoga a la TMST, es necesario encontrar la tasa de transformación de productos (TTP) que es la relación de sustitución entre un producto y otro para obtener una cantidad dada de ganancia.

La combinación óptima de productos se obtiene cuando:

$$VPM_{X_1} \text{ en } Y_1 = VPM_{X_1} \text{ en } Y_2$$

Esto quiere decir que es necesario buscar el punto en el cual el valor del producto marginal de un insumo ( $X_1$ ) en la producción  $Y_1$  es igual que cuando se usa para producir  $Y_2$ . La racionalización económica es muy simple: el uso de los insumos produciendo maíz por ejemplo, debe ofrecer un retorno igual al de otras unidades de esos mismos insumos cuando se usan para producir frijol.

## La relación producto-producto

Esta relación bioeconómica puede ser la más relevante dentro del subsistema económico de una finca, porque mira la relación por la cual se combinan más de un producto, que es en la mayoría de los casos el resultado del sistema. Esta combinación entre los productos está influenciada por las relaciones técnicas que existen entre ellos (la relación entre maíz y frijol es diferente a la que existe entre árboles maderables y pastizales). Conceptualmente, una vez que se ha decidido utilizar recursos para la producción de determinado bien, se han quitado esos recursos que podrían haberse destinado a producir otro bien, bajo el supuesto que los recursos del productor no son infinitos, en otras palabras, cada bien que se produce o puede producirse compita por los factores de producción disponibles (tierra, trabajo y capital).

Por la relación que existe entre los productos, estos pueden ser complementarios, suplementarios o competitivos. Dos productos serán competitivos si el aumento de uno de ellos resulta en la disminución del otro. (Sección BC de la Figura 4). Serán complementarios cuando el aumento de un producto permita el aumento del otro, tal como sucedería si se aumentase la producción de una leguminosa que fije nitrógeno para aumentar la producción de maíz en la misma unidad de terreno. (Sección AB de la Figura 4). Por supuesto, la combinación entre  $Y_1$  y  $Y_2$  a lo largo de este segmento de la curva es en el punto B en el cual se puede producir más de  $Y_1$  y de  $Y_2$  con la misma cantidad de recursos que en cualquier otro punto del segmento AB. Más allá del punto B, la producción de  $Y_1$  y  $Y_2$  es competitivo. Finalmente la suplementaridad entre dos productos existe cuando pueden ser simultáneamente producidos, y el aumento en el volumen de uno, no afecta el volumen del otro. (Sección CD de la Figura 4). Como en el caso de la suplementaridad, dentro del rango en el que  $Y_1$  y  $Y_2$  son complementarios, el punto que se debe producir es C porque aquí se permite producir la mayor cantidad de  $Y_1$  sin afectar el volumen de producción de  $Y_2$ . Más allá del punto C, la producción de  $Y_1$  y  $Y_2$  es competitiva.

La decisión de producir en el punto B cuando los productos son suplementarios o en el punto C cuando son complementarios, prácticamente reduce todos los casos en que se producen dos bienes al rango en el cual su producción es competitiva. (Sector BC de la curva de posibilidades de producción). Esta competitividad de los productos por los factores de producción es aún más notoria en sistemas de fincas en los cuales la diversificación es una característica -como en el caso de los pequeños agricultores.

Un agricultor que enfrenta la decisión de utilizar mejor sus recursos disponibles y al mismo tiempo obtener diferentes productos de su sistema finca, debe ordenar las posibilidades de acuerdo a un criterio económico que le permita además determinar la combinación óptima de los productos que va a obtener. La Figura 4 muestra la curva de posibilidades de producción ABECD. Análogamente a la función de isocosto, se puede establecer una función de isogancia ( $GG'$  en la Figura 4), que como en el caso anterior, muestra la posibilidad de ganancia produciendo solamente un producto o cualquier combinación de los dos ( $OG$  sería la máxima ganancia obtenible si se produjera

## POR QUE SON UTILES LAS RELACIONES BIO-ECONOMICAS PARA EL INVESTIGADOR BIOLOGICO?

Entender el sistema de producción es el primer paso obligado para todo investigador que quiera trabajar en el mejoramiento (total o parcial) de un sistema. Por definición, este proceso de entendimiento implica conocer las relaciones económicas del sistema, por lo menos en términos de componentes, entradas y salidas, de acuerdo con el objetivo empresarial que las determina.

Por otra parte, es igualmente aceptado, que cualquier tipo de cambio que se introduzca a un sistema de producción debe mejorarlo. Estas mejoras deben ser medibles y se evalúan comparando el valor de algunos parámetros con los del sistema original (aumento en la producción, doble cosecha, integración de la producción del sistema combinando componentes o actividades, aumento del ingreso neto, etc.).

Esta línea de pensamiento asigna dos funciones analíticas de aplicación de los principios económicos que rigen las relaciones bio-económicas: la caracterización del subsistema económico (incluye todas las relaciones o dependiendo del dominio del sistema, cuando menos la relación *factor-producto*), y la evaluación económica de las alternativas o cambios que se propongan como resultado de la investigación biológica (incluye todas las relaciones o como mínimo la de *factor-producto*).

Las preguntas más significativas para el investigador son tal vez: ¿porqué los agricultores han estructurado sus sistemas de producción en determinada forma? y ¿cuáles son las consecuencias de introducir cambios que mejoren ese sistema? Desde el punto de vista del subsistema económico responder a esas preguntas no es fácil, pero una forma de aproximarse al problema es descomponer el sistema en componentes de más fácil manejo (relaciones factor-producto y factor-factor) y posteriormente unir esas componentes para que el mecanismo trabaje como un todo (relaciones producto-producto). La repetición de un ejercicio de este tipo en un sistema, antes y después de introducir cambios, generalmente ofrece explicaciones que ayudan a entender razones y consecuencias, y a formular hipótesis de trabajo.

Finalmente, muchos de los cambios que se pueden introducir a un sistema están apoyados en la "tecnología económica" (i.e. cambio en fechas de siembra para buscar mejores precios, introducción de nuevos componentes con precios de mercado elásticos, producción para exportación etc.) Este es otro nivel de aplicación del análisis económico que mira más hacia las entrañas y salud del subsistema. Este tipo de análisis que no substituye el de las relaciones bio-económicas, requiere otras técnicas analíticas.

### BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA

HART, R.D. "Agroecosistemas, Conceptos Básicos". CATIE. Turrialba. 1980.



HILDEBRAND, P.E. "Multiple Cropping Systems are dollars and 'Lence' Agronomy".  
en *Multiple Cropping*. American Society of Agronomy Special publication  
N°27 Aug. 1976.

CASTLE, E.N., BECKER, M.H, and SMITH, F.S. "Farm Business Management. The  
Decision-making process". 2nd. edition. McMillan Publishing Co. New  
York. 1972.

FERGUSSON, C.E. and GOULD, J.P. "Microeconomic Theory" 4th. edition. Irwin,  
Inc. 1976.

LEFTWICH, R.H. "The Price System and Resource Allocation". 7th. edition.  
The Dryden Press. 1979.