

# MICROECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES <sup>(\*)</sup>

Mauricio Alviar <sup>(\*\*)</sup>

## RESUMEN

*La visión integral de un sistema económico que incluye el manejo de los recursos naturales y el proceso de devolución de residuos a la naturaleza es reciente y ello como consecuencia de que la disponibilidad de ellos se ha convertido cada vez en más escasas. Es necesario la asociación entre economía y disciplinas afines al estudio de los ecosistemas y los recursos naturales para proponer acciones y políticas que deriven en crecimiento económico con bienestar social y sostenibilidad de dichos recursos. En particular Colombia que tiene un enorme potencial para utilizarlos en vez de simplemente extraerlos o explotarlos sin generar alto valor agregado.*

## ABSTRACT

*The integral vision of an economical system that includes the management of natural resources and the process of return of residues to nature is recent and that due to the*

*consequence of the disponibility of them has become each time scarcer. It's necessary the association between economy and tre disciplines affinit with the stydy of the ecosistems and the natural resources for proposing actions and policies that lead to economical growth with social well-being and sustainability of the mentioned resources. Specially colombia that has an enormous potential for using them instead of just simply extracting them or exploiting them without generating aggregated high value.*

Con esta presentación quiero dejar dos mensajes fundamentales. El primero, es que los economistas tenemos mucho que aprender de las ciencias naturales. El segundo es que la teoría económica aplicada al entendimiento de los recursos naturales no puede ser de carácter retórico y tiene que trascender en acciones y políticas que conduzcan a un mayor crecimiento de la economía sobre la base de sus recursos naturales y dentro de un contexto de máximo bienestar de la población y sostenibilidad de dichos recursos.

Respecto al primer mensaje, es importante señalar que los servicios ambientales de los cuales el hombre se beneficia permanentemente son producidos por ecosistemas. Los microorganismos, las poblaciones de organismos y las comunidades de poblaciones animales y vegetales, constituyen una serie de ecosistemas que proveen diferentes servicios al hombre. Algunos de estos ecosistemas son de carácter vital como los relacionados con la producción de agua, por ejemplo. Otros ecosistemas no son vitales pero, dado el desarrollo tecnológico de las sociedades modernas y sus niveles de consumo, son indispensables para proveer materias y energía que, a su vez, se requieren para desarrollar diferentes procesos productivos. En adición a lo anterior, los ecosistemas son fundamentales para mantener el equilibrio de la naturaleza y garantizar la existencia de todas las especies. Además de ser proveedores de recursos y de contribuir al equilibrio, los ecosistemas también actúan como asimiladores de residuos bien sea naturales como las hojas que caen de los árboles, o

como aquellos residuos que resultan del proceso de transformación de las materias primas por parte del hombre.

Antes de continuar, es importante aclarar que esta presentación tiene un carácter antropocéntrico que no es del caso discutir ahora y que podría llevarnos a un debate filosófico interminable. Aceptemos por un momento que todos los economistas están al servicio del hombre. Esto no significa que el hombre no tenga responsabilidades hacia los ecosistemas. Por el contrario, tiene toda la responsabilidad porque de no ser así, la misma existencia de la especie humana estaría comprometida.

Volviendo al punto de los servicios ambientales éstos deben estar integrados al sistema económico tal como se ilustra en el gráfico 1. Hasta hace relativamente poco, los economistas se concentraron en tratar de explicar cómo eran las relaciones que se observaban en el proceso productivo. Es decir, los análisis de la teoría se encontraban en el entendimiento del sistema económico en su conjunto. La teoría económica ha tratado de explicar el comportamiento del consumidor, el comportamiento de las firmas, del gobierno y de los mercados internacionales, entre otros aspectos de la realidad económica y social. Sin embargo, la visión integral del sistema económico que incluye los recursos naturales y el proceso de devolución de residuos a la naturaleza es relativamente reciente. Esto es así porque las economías modernas se han dado cuenta que la disponibilidad de recursos naturales renovables y no renovables es cada vez menor y también que la capacidad de asimilación de la naturaleza se ha desgastado hasta niveles alarmantes, lo cual pone en peligro la sostenibilidad del planeta y la continuidad del proceso de desarrollo. Aquí, el concepto de escasez toma una importancia total al igual que todos los instrumentos teóricos que se derivan del mismo.

Hace 500 o 1000 años, la población mundial era muy pequeña, la actividad económica era muy simple y la tecnología bastante rudimentaria. En ese tiempo, la naturaleza y sus recursos podían ser percibidos como de duración infinita. En términos económicos podría decirse que las curvas de oferta y demanda no se encon-

traban en ningún punto y, por lo tanto, el problema de la escasez no se reflejaba en los precios. Podría decirse que el precio de los recursos naturales era cero (0). Con el transcurrir de los tiempos, la población fue creciendo, las economías se desarrollaron y el avance de la tecnología fue cada vez más veloz y más demandante de recursos energéticos. De la misma manera, el proceso de devolución de residuos a la naturaleza se fue acelerando. Todo este proceso que ha tomado años, ha permitido que las curvas de oferta y demanda de recursos naturales se encuentren, los recursos comienzan a ser escasos lo mismo que la calidad ambiental y aparece entonces el problema de la valoración económica de los recursos y los precios asociados a la calidad ambiental.

En la segunda mitad de este siglo, los economistas han empezado a hablar del Capital Natural como parte de la riqueza de una economía. Los recursos naturales son entendidos ahora ya no como un dato o un regalo de la naturaleza sino que empiezan a ser entendidos como capital y como tales están sujetos a la generación de rendimientos y a un proceso de depreciación que podría asimilarse a su agotamiento y extinción.

El uso económico de los recursos naturales debe estar acompañado del conocimiento de los ciclos de duración y reproducción de los recursos renovables y no renovables para hacer uso dinámicamente eficiente y sostenible. Por esta razón es tan importante producir un acercamiento entre los economistas y los biólogos, los agrónomos, los hidrólogos y los geólogos entre otros. Así por ejemplo, no se podría definir un flujo de costos y beneficios económicos de una explotación madera si no se conoce el ciclo de crecimiento y corte de la biomasa. Esta información no la puede conocer el economías dadas las características de su formación.

En síntesis, para lograr una asignación eficiente de los recursos naturales se requiere la participación de varias disciplinas. La interacción de los ecosistemas con el proceso productivo es un fenómeno que requiere el conocimiento de la naturaleza tanto en su capacidad proveedora de recursos así como en su capacidad asimiladora de residuos.

En cuanto al segundo mensaje que quiero dejar en esta charla, como ya mencioné anteriormente, tiene que ver con la capacidad de la teoría para producir resultados y recomendaciones que conduzcan a mayores niveles de crecimiento económico y de bienestar. De no ser así, no tiene mucho sentido hablar de los recursos naturales desde una perspectiva diferente a la estética, ética o filosófica. Como economistas tenemos que entender los recursos naturales como generadores de riqueza y de crecimiento económico particularmente cuando la economía esta bien dotada de ellos como es el caso colombiano.

La economía mundial está asistiendo a un proceso de globalización que exige cada vez mayores niveles de competitividad y eficiencia. Se requiere entonces ser más creativos a la hora de definir planes de desarrollo y de estimular sectores jalonadores de inversión y por esa vía de crecimiento. No podemos seguir siendo tan ingenuos al creer que nuestra industria textilera o de alimentos y bebidas es la llamada a conducirnos por sendas de crecimiento económico. Hay que reconocer que tenemos potencialidades en otros sectores como el de los recursos naturales donde sí hay verdaderas ventajas para interesarnos en el mercado mundial. No necesariamente estoy hablando de las ventajas comparativas al estilo David Ricardo. Estoy hablando de las ventajas competitivas al estilo Porter de finales de siglo XX.

Como es bien sabido por todos, los cincuenta años de la llamada industrialización en Colombia no han sido suficientes para resolver los problemas estructurales que otras economías han podido resolver en más corto tiempo y de una manera más creativa. Estas economías exitosas supieron observar las señales de los mercados internacionales que les permitieron, a su vez, detectar sectores dinámicos y elásticos al ingreso y muchos de ellos basados en recursos naturales.

En el caso colombiano, el entendimiento y la adecuada administración de los recursos naturales tiene que producir un cambio en las políticas de desarrollo orientado hacia nuevos sectores dinámicos y de un gran potencial de demanda por parte de las

economías modernas. Estos sectores son por lo menos tres: maderas y sus productos, biodiversidad y todas sus aplicaciones a la industria farmacéutica y el turismo o mejor el ecoturismo. Colombia es un país absolutamente rico en recursos naturales, energía y paisajismo. Para el desarrollo de estos sectores y la creación de ventajas competitivas es necesario disponer de un Estado visionario que facilite el tránsito de la inversión privada hacia estos sectores que podrían contribuir a generar empleos productivos y mayores niveles de bienestar. El papel del estado en el fortalecimiento de estos sectores es crucial y debería estar concentrado en dos aspectos. De un lado, inversión en infraestructura y de otro lado, inversión en educación, ciencia y tecnología.

El desarrollo basado en estos recursos naturales tiene que estar asociado a la generación de valor agregado. De no ser así, estaríamos incurriendo en lo que muchas economías subdesarrolladas hacen que no es más que una simple transferencia de recursos al exterior. Quiero insistir en este punto. La teoría económica aplicada al entendimiento de los recursos naturales tiene que producir resultados concretos frente a este cambio en la concepción del desarrollo y crecimiento de las economías intensivas en recursos naturales. No se puede seguir asociando la explotación de recursos naturales con economías atrasadas y agrarias. Una economía fundamentada en recursos naturales con gran contenido de valor agregado, uso intensivo de tecnologías y mano de obra muy calificada podría conllevar niveles de crecimiento insospechados, toda vez que la tendencia del mercado mundial privilegia aquellos bienes elásticos al ingreso y de gran valor agregado.

Ahora bien, entrando en materia de esta charla, quiero presentar algunas ideas y conceptos básicos de microeconomía para entender los recursos naturales desde una perspectiva económica o si se quiere técnica. Voy a usar las herramientas básicas de la teoría dentro del modelo neoclásico y voy a presentar dos ejemplos, de una manera muy general. Uno, es el caso de la Pesca y el otro es el caso de los Bosques.

Es un esquema muy simple de oferta y demanda, como el que se observa en las figuras 2, 3, y 4, se puede entender intuitivamente el concepto de eficiencia y bienestar de una sociedad. En efecto, si aceptamos que en un mercado perfectamente competitivo la curva de demanda representa los beneficios marginales y de la misma manera la curva de oferta representa los costos marginales, se tiene que el punto donde se cruzan ambas variables, o punto de equilibrio, define el punto de eficiencia y de máximo bienestar de esta sociedad simple.

Si nos situamos a la izquierda (en un punto cualquiera) del punto de equilibrio en la figura 4, se puede decir que estamos en un punto de ineficiencia puesto que la sociedad esta consumiendo menos de lo que podría consumir. Es decir, los beneficios netos (conformados por el área A+B) podrían aumentar sin perjudicar el bienestar de ningún individuo. Es más, el bienestar de la sociedad aumentaría en su totalidad.

Si por el contrario nos ubicamos en un punto cualquiera a la derecha del punto de equilibrio, también estaríamos en una situación de ineficiencia toda vez que, en este, caso, la curva de oferta (o de costos) estaría por encima de la curva de demanda (o de beneficios). Esto implicaría una pérdida de bienestar para toda la sociedad. Intuitivamente, podemos decir entonces que el punto donde se cruzan las dos curvas de oferta y demanda es el punto de equilibrio y refleja claramente el momento en el cual los beneficios netos se hacen máximos y por tanto el bienestar.

De esta simple y muy general presentación se desprende la "Regla de Oro" para asignar eficientemente los recursos naturales. Es este sentido decimos: una asignación es eficiente cuando los beneficios netos son máximos. Por supuesto, queda toda la discusión sobre cómo medir y definir los beneficios y los costos. Los costos son particularmente importantes en el caso de los recursos naturales. No solo hay que tener en cuenta los costos de extracción o producción de un recurso X sino que también se deben tener en cuenta los costos ambientales. Este es uno de los retos grandes de la economía ambiental: Cómo estimar una cur-

va de oferta (costos) que refleje no sólo los costos técnicos sino también los costos asociados al deterioro en la calidad ambiental y a la depreciación del recurso o inclusive su extinción en el caso de los no renovables.

Aquí, el concepto de costo de oportunidad toma especial relevancia. Algunos autores se refieren a él como renta de escasez. Este concepto es mucho más aplicable a los recursos no renovables. Por ejemplo, si decidimos extraer un barril de petróleo hoy, tenemos que saber que los beneficios de ese barril de petróleo hacia el futuro, se pierden. Es decir, si se decide producir hoy una cantidad X de un recursos no renovable, se está renunciando a tener beneficios en el futuro que se generarían si el recurso se dejara en el subsuelo hasta el futuro. Este es el costo de oportunidad que hay que tener en cuenta para definir el beneficio neto.

De esta última idea, se desprende también un aspecto muy importante de los recursos naturales. Se trata del tiempo y de la valoración que la sociedad haga de él. Es decir, cómo de importante es el futuro para una sociedad. Cuando introducimos el tiempo como una variable clave, estamos entonces haciendo referencia a una asignación dinámica de los recursos naturales y, en este sentido, la "Regla de Oro" cambia en una expresión así: una asignación de recursos es eficiente cuando maximiza el valor presente de los beneficios netos. Formalmente:

$$\text{Max} = \sum_{t=1}^{\pi} \frac{\beta_i}{(1+r)^t}$$

donde B son los beneficios netos. Si utilizamos una tasa de descuento de tipo continuo tendremos

$$\text{Max} = \sum_{t=1}^{\pi} B_i e^{-rt}$$



donde  $B$  = son los beneficios netos

$r$  = tasa de descuento

$t$  = tiempo

Este sería entonces el esquema general, presentado de una manera muy rápida y simple de los que la teoría microeconómica tiene que decir sobre los recursos naturales. Insisto en que las cosas no son tan simples y quedan bastantes problemas por resolver, en particular cuando se quieren hacer estimaciones de curvas de costos y también, por qué no decirlo, cuando se pretende estimar la tasa de descuento.

Veamos ahora, también de una manera muy rápida, el caso del recurso Pesca como una aplicación de la teoría microeconómica al entendimiento de los recursos.

La pesca es una actividad asociada al recurso natural que está constituido por la población de peces. Este recurso tiene una característica muy importante que en su regeneración automática según el cumplimiento de algunos requisitos. Esta regeneración es sobre una base biológica. Es decir, en ausencia de intervención externa, los peces nacen, se reproducen y mueren de una forma natural y biológica.

La Figura 5 muestra una curva típica de crecimiento de una biomasa pesquera. En el eje Y se tiene la biomasa y en el eje X se tiene el tiempo. Según los estudios de Scheafer, este sería el comportamiento natural de una biomasa pesquera.

Si en el período  $\Delta t = t_2 - t_1$ , el stock de biomasa se reduce en  $\Delta X = X_2 - X_1$ , la población puede regenerarse. Es decir, la población al final del período volverá a ser igual a la del principio por lo tanto se habla de rendimientos sustentables.

De esta curva se puede derivar otra (figura 6) que relaciona el stock de biomasa con la tasa de variación de la biomasa.

De esta curva se tiene que

$$\frac{dx}{dt} = F(X) \Rightarrow \text{Crecimiento natural de la biomasa.}$$

Algunas propiedades de esta curva son:

1.  $F(X) > 0$  cuando  $0 < X < K$   
Es decir, el crecimiento siempre es positivo cuando el stock de biomasa no supera el equilibrio natural.
2.  $F(0) = F(K) = 0$   
 $F'(X) > 0$
3.  $F''(X) \leq 0$   
Crecimiento marginal de la biomasa es decreciente por razones de espacio y disponibilidad de nutrientes.

Todo esto para decir que es ausencia de explotaciones pesqueras, la población tiende al equilibrio natural.

¿Qué pasa cuando aparece la intervención del hombre a través de las capturas? Pues bien, ya la tasa de variación de la población no dependerá solo de su crecimiento natural sino también de su nivel de capturas. Es decir.

$$Y = H(X, E)$$

donde  $X$  = Nivel de Biomasa

$E$  = Nivel de Esfuerzo

$Y$  = Capturas

Ahora, la tasa de variación de la población va a ser definida como:

$$\frac{dx}{dt} = F(X) - H(X, E)$$

$F(X)$  = Tasa de crecimiento natural

$H(X,E)$  = Nivel de capturas o rendimiento

Desde el punto de vista biológico, las capturas deberían realizarse en el punto de máximo rendimiento sustentable. En la Figura 6 corresponde al punto  $(X_m, Y_m)$ . Sin embargo, este punto no necesariamente coincide con el máximo rendimiento económico. En primer lugar resulta peligroso operar en el límite del máximo rendimiento sustentable, porque cualquier accidente podría reducir el stock de biomasa a límites cercanos a la extinción. En segundo lugar puede haber, como de hecho los hay, costos asociados que hacen que el nivel de capturas este por debajo del máximo sustentable.

Desde la perspectiva económica partimos del equilibrio biológico, es decir:

$$F(X) = H(X,E)$$

Podemos despejar  $X$  en función del esfuerzo

$$X = H(G(E),E) = O(E)$$

Para expresar el nivel de capturas en función del esfuerzo pesquero se tiene

$$Y = H(X,E)$$

$$Y = H(m) = O(E)$$

Ahora veamos algunos supuestos:

- a. El nivel de capturas no influye en el precio del pescado.
- b. El costo marginal por unidad de esfuerzo es constante.
- c. El nivel de capturas por unidad de esfuerzo es igual a la curva de rendimientos sustentables.
- d. Suponemos un precio de 1 por unidad de captura.

Con estos supuestos en mente, nuestra curva de rendimientos sustentables (Figura 6) se puede traducir en una curva de rendimientos económicos como la que se observa en la figura 7. Esta curva relaciona el nivel de esfuerzo con el ingreso sustentable.

Se puede observar en esta curva que el máximo beneficio neto se obtiene en un punto inferior al de máximo rendimiento sustentable desde la perspectiva biológica. En el gráfico, la distancia vertical B representa los máximos beneficios netos ya que es la diferencia entre el beneficio marginal y el costo marginal.

Este ejemplo de la pesca, se ha hecho teniendo en cuenta una asignación estática. Es decir, aquí no tuvimos en cuenta el tiempo ni la tasa de descuento. Pero igual se puede hacer. Por limitaciones de tiempo quise demostrar un ejemplo sencillo.

Veamos ahora el caso de los bosques. Los bosques representan un recurso natural muy importante. Tiene características muy singulares. En efecto, los bosques en pie, por si solos tienen valor por su contribución a la calidad ambiental, además constituyen el hábitat de muchas especies vegetales y animales. En adición a lo anterior los bosques pueden producir una serie de bienes y servicios necesarios para el hombre.

Desde el punto de vista biológico, la biomasa forestal se representa con una curva de crecimiento como la que se presenta en la Figura 8. Aquí se puede decir que

$$q = f(t)$$

donde  $q$  = es producción de madera en términos físicos.

Desde el punto de vista económico, se puede decir que ésta es una función de producción temporal, donde  $f(t)$  es el tiempo.

Veamos algunas propiedades de esta curva:

1.  $f'(t) > 0$ . Productividad marginal es positiva hasta un máximo.
2.  $f''(t) < 0$ . Función cóncava hacia el origen. Lo que quiere decir la productividad marginal es decreciente.

La pregunta que se hace cualquier inversionista en bosques es: Cuál es el momento de corte óptimo? Nuevamente aparecen los dos enfoques. Desde el punto de vista biológico se sostiene que el punto de corte óptimo es cuando la productividad media se hace máxima. Es decir, cuando la media anual de incremento de la biomasa alcanza su máximo.

$$q = \frac{f(t)}{t}$$

Derivando respecto a  $t$  se tiene

$$f'(t) = \frac{f(t)}{t}$$

Esto no necesariamente coincide con el punto de vista económico puesto que hasta ahora no hemos hablado ni de precios de la madera, ni de los beneficios, ni de los costos, ni de la tasa de descuento. En este caso concreto la variable tiempo es muy importante porque como es bien sabido este tipo de explotaciones toma períodos largos de tiempo. Ahora bien desde el punto de vista económico, estaríamos frente a un problema de maximización del siguiente tipo

$$\text{Max VPN} = Pf(t)e^{-it} - K$$

donde VPN es el valor presente neto.

$P$  es el precio de la madera.

$i$  es el tipo de descuento.

$K$  costo de la plantación.

Derivando, se obtiene:

$$\frac{dVPN}{dt} = Pf'(t) - iPf(t) = 0$$

$$\frac{f'(t)}{f(t)} = i$$

Si el crecimiento relativo maderero iguala al tipo de interés es indiferente cortar la madera o dejarla en pie

Si  $\frac{f'(t)}{f(t)} > i$  Se debe esperar.

Si  $\frac{f'(t)}{f(t)} < i$  Se debe cortar.

Bueno, he querido presentar, de una manera muy general y sintética algunas de las bondades de la microeconomía para aproximarnos a un uso más racional y eficiente de los recursos naturales. Todavía queda mucho por investigar y por entender de los recursos naturales. Sigo creyendo que tenemos una gran oportunidad para crecer económicamente sobre la base de los recursos naturales siempre y cuando estos estén acompañados de la posibilidad de crear valor agregado. Para ello se necesita un Estado visionario, como dije antes, que invierta en educación, ciencia y tecnología y también en infraestructura.

**Nota:** Las figuras fueron tomadas de:

—Tietenberg Tom: Natural Resource and Environmental Economics.

—Romero Carlos. Económica de los Recursos Naturales.

\* Conferencia dictada en el seminario sobre Economía y Medio Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, Sede de Medellín, julio 29 y 30 de 1997.

\*\* Profesor Asistente, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia.

EL SISTEMA ECONÓMICO Y EL MEDIO AMBIENTE

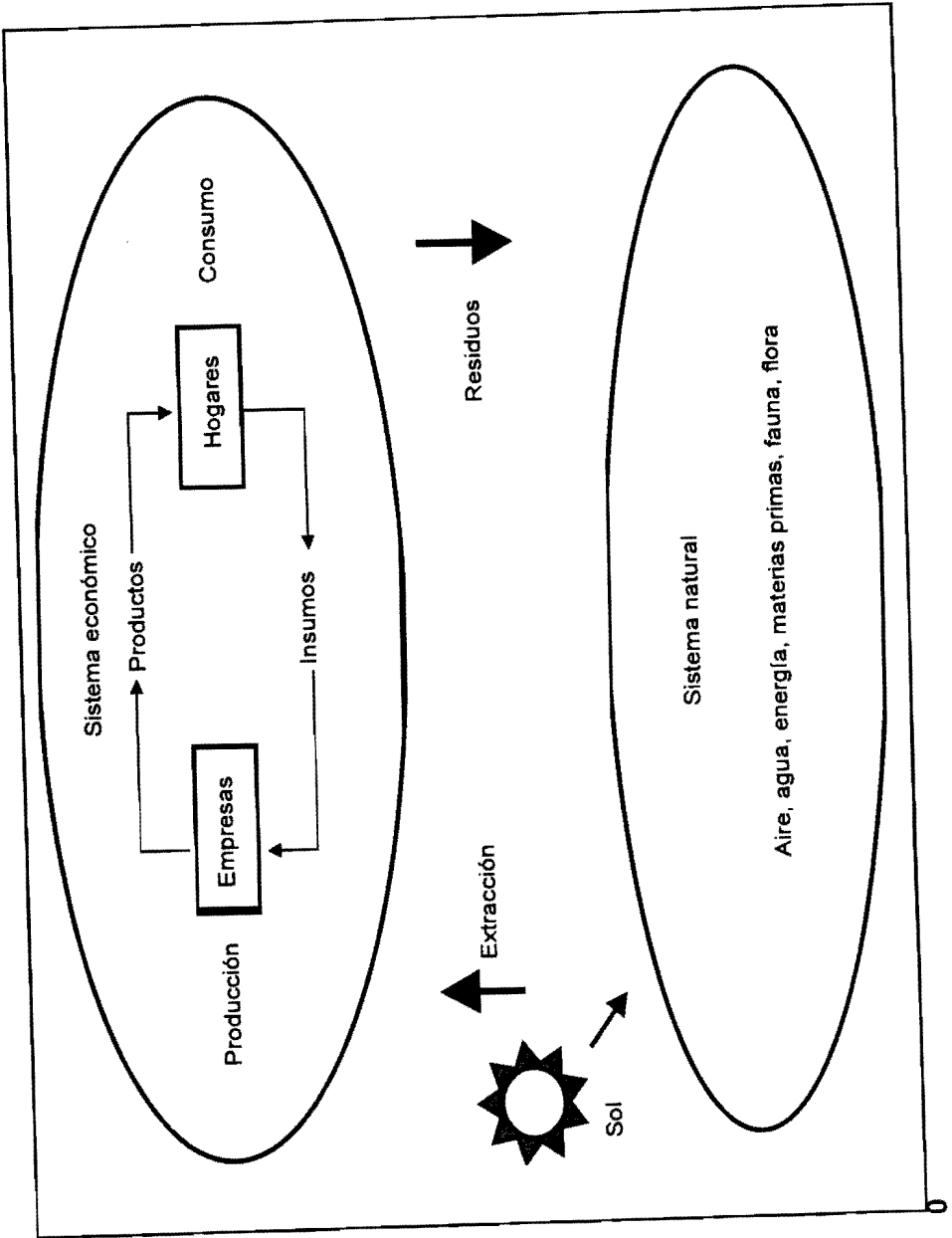


FIGURA 5

**CURVA DE CRECIMIENTO LOGÍSTICO DE UNA BIOMASA PESQUERA**

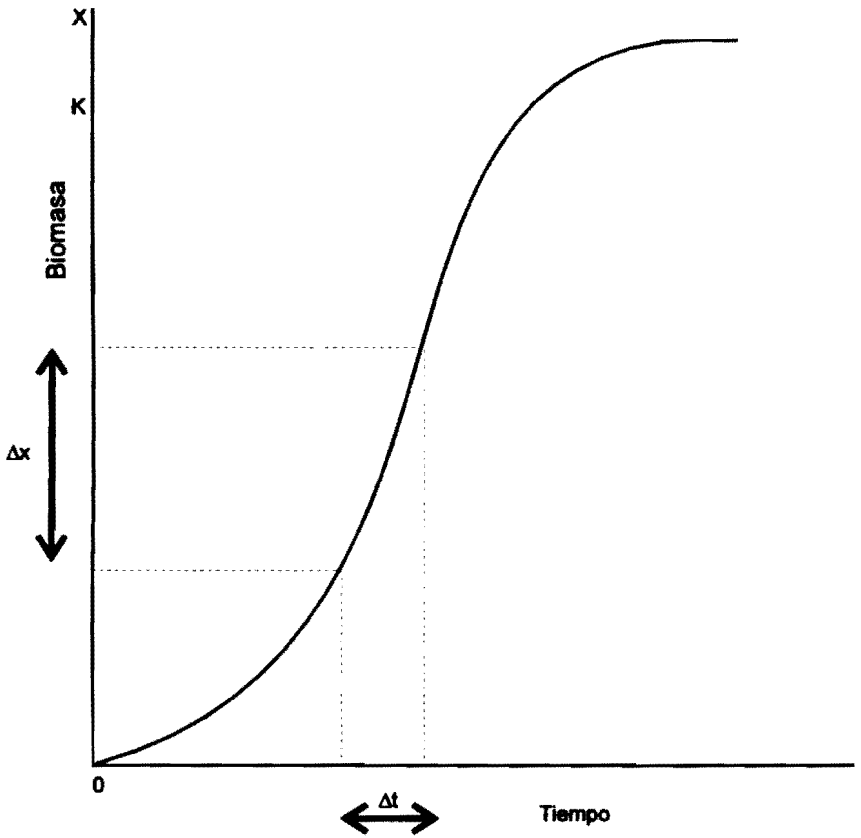




FIGURA 6

TASA DE VARIACIÓN DE UNA POBLACIÓN PESQUERA Y NIVEL SUSTENTABLE DE CAPTURAS EN FUNCIÓN DEL STOCK DE BIOMASA

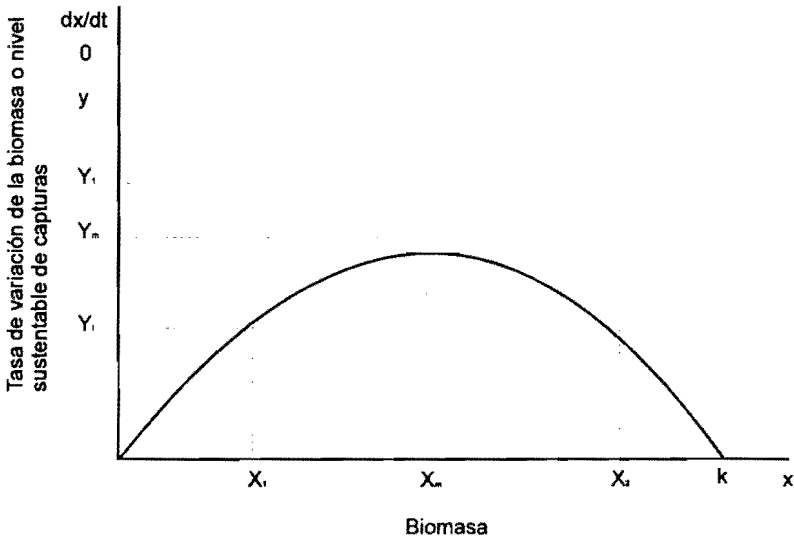


FIGURA 2

LA RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA Y LA DISPOSICIÓN DE PAGAR

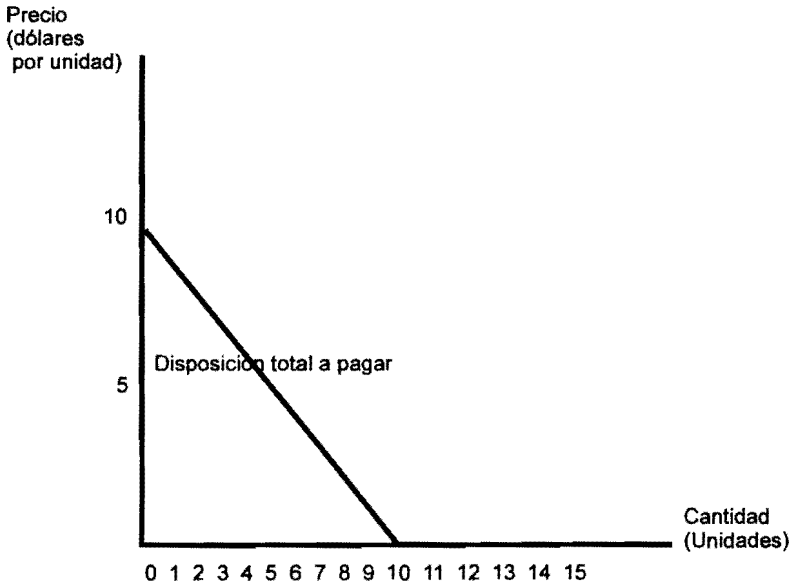
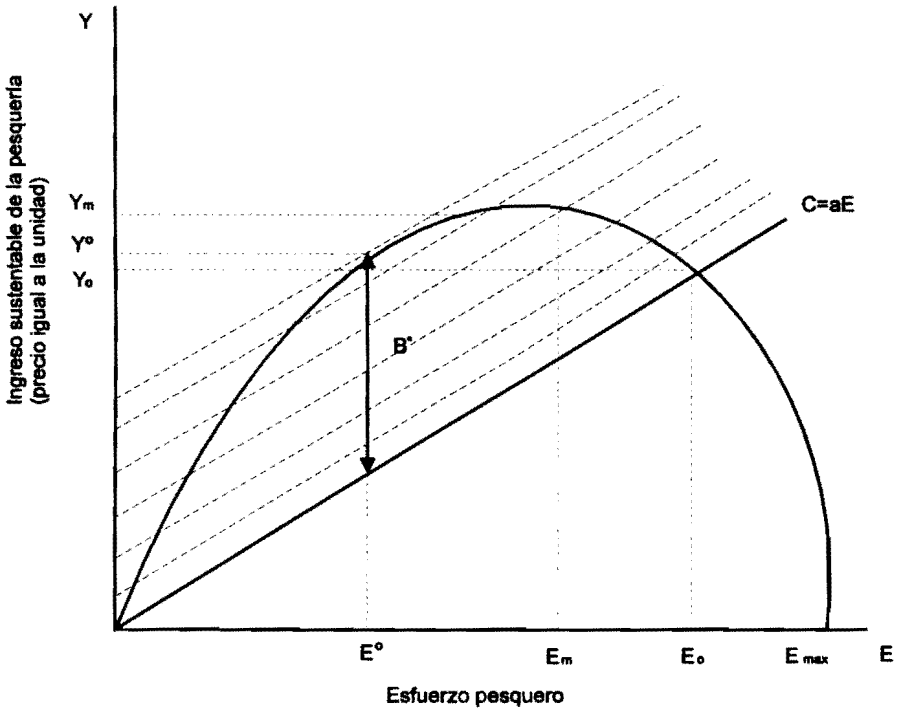
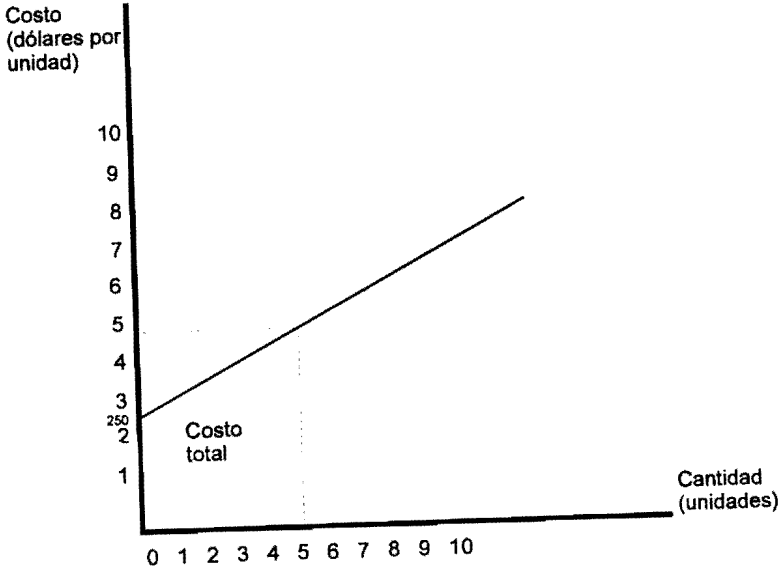


FIGURA 7

NIVEL DE CAPTURAS E INGRESO DE LA PESQUERÍA EN FUNCIÓN DEL ESFUERZO PESQUERO



**FIGURA 3**  
**LA RELACIÓN ENTRE COSTO MARGINAL Y COSTO TOTAL**



**FIGURA 4**  
**EQUILIBRIO DE MERCADO**

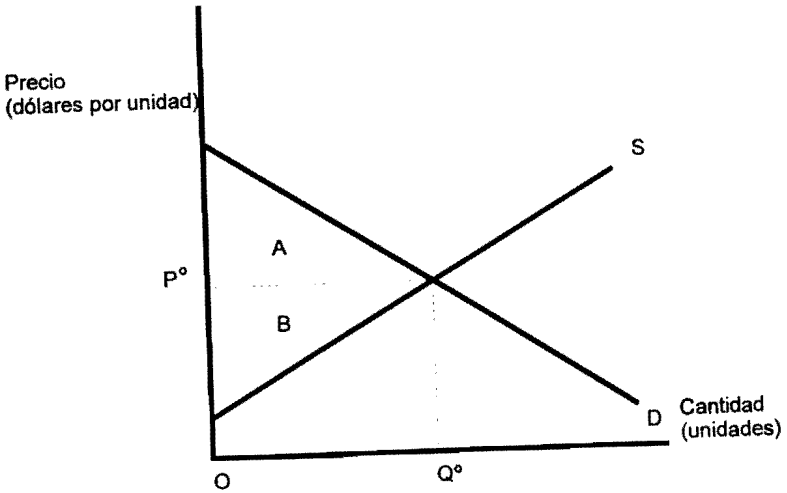


FIGURA 8  
 CURVA DE CRECIMIENTO O FUNCIÓN DE  
 PRODUCCIÓN TEMPORAL

