

PERU. 303.485. 1653a 1981

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
Oficina en Perú

ANALISIS ECONOMICO EMPRESARIAL DEL CAMBIO TECNOLOGICO

Teodoro A. Tonina
Especialista en Planificac
de la Producción Agrícola

IICA
2 223
1981

junio, 1981



**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION
PARA LA AGRICULTURA -OEA
OFICINA EN PERU**

**ANALISIS ECONOMICO EMPRESARIAL
DEL CAMBIO TECNOLOGICO (*)**

**Dr. Teodoro A. Tonina
Especialista en Planificación
de la Producción Agrícola**

JUNIO 1981

(*) Documento preparado para el "Curso sobre Manejo Integral de Cuencas" del Fondo Simón Bolívar/Huarez, realizado del 15 al 30 de junio de 1981.

COLECCION ESPECIAL
NO SACAR DE LA BIBLIOTECA
HONORABLE

ANÁLISIS ECONÓMICO EMPRESARIAL DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

CAMBIO Y PRODUCTIVIDAD

Cuando el caballo se ataba al arado por medio de un lazo que le apretaba la yugular, solamente podía roturar unos 300 m² diarios. Al inventarse la collera o pechera pudo trabajar 3.000 m² diarios, es decir, la productividad de la tracción animal se multiplicó por 10.

Cuando el Fitotecnista consigue variedades mejoradas, los rendimientos por hectárea se duplican, triplican y elevan aún más, aumentando así la productividad del suelo.

Cuando un suelo plano y potencialmente fértil puede ser regado, su productividad por hectárea se quintuplica, en términos comunes; pudiendo llegar a elevar su valor de venta 10 veces más.

Cuando el productor lechero ordeñaba a mano, necesitaba emplear entre 3 y 5 minutos por vaca; hoy en ese tiempo y con ordeñadora mecánica puede ordeñar cuatro vacas, es decir, su productividad se cuadruplicó.

Cuando se fertilizan las pasturas se puede pasar de un rendimiento de 200 kg/ha de carne en pie, a una producción de 800 kg.

La productividad es la relación entre lo que cambió y lo inicial, en estos casos:

$$\frac{3.000}{300}; \quad \frac{8}{1}; \quad \frac{5}{1} \text{ y } \frac{10}{1}; \quad \frac{4}{1}; \quad \frac{800}{200}.$$

En todos los casos hay un aumento de producción del equipo, del suelo, del trabajador, que significa también una aceleración en el tiempo. Se ara 10 veces más rápido, se cosechan tres volúmenes en un mismo

período, se ordeñan cuatro vacas en el mismo tiempo que se lo hacía con una. Estas características de aumento de producción sobre recursos constantes o de aceleración de la producción, hacen de la productividad el eje del progreso tecnológico.

Al aumentar la disponibilidad de productos en el mismo tiempo, al permitir hacer más tareas en menos tiempo, están influyendo en los costos de producción.

Hay más productos al alcance de los consumidores, aumentando el poder adquisitivo de los mismos. Así mismo hay un mayor rendimiento del trabajo, permitiendo elevar el salario del productor.

Las mejoras en el nivel de vida, tanto de los consumidores como de los productores están ligadas directamente al aumento de la productividad.

PRODUCTIVIDAD Y UNIDAD DE PRODUCCIÓN

El productor puede incorporar cambios tecnológicos en tres sentidos. Un medio de producción por otro: deshierbo manual, mecánico o químico; siembra de maíz a golpes, a lampa, a surco corrido; riego o fertilización; ordeña manual u ordeña mecánico, todo sin que cambien los rendimientos por hectárea.

Intensificar el medio de producción en determinado cultivo: más números u horas de riego; mayor cantidad de fertilizante por hectárea de cultivo; más labores de deshierbo y otros cuidados culturales, significando todos estos cambios un aumento de los rendimientos por hectárea.

Finalmente, puede cambiar un cultivo por otro, por ejemplo: trigo por cebada; frijol por habas; ganadería vacuna de engorde por lechería; una variedad de papas por otra; sin variar los medios de producción (salvo semilla).

En el primer caso se habla de situaciones de isoproducto, es decir, se obtiene igual cantidad de producto pero con distintos insumos o diferente combinación de los mismos. Mediante estos ajustes de sus medios de producción, el empresario puede reducir sus costos.

En el segundo caso, no se cambia la clase de insumo ni el tipo de producto, por ejemplo: riegos en maíz o fertilización en papa, pero varían simultáneamente las cantidades de medios de producción utilizadas y las cantidades de productos obtenidos, es decir, hay un cambio simultáneo entre ingresos y costos.

Finalmente, cuando se cambia un cultivo por otro o una actividad ganadera por otra, considerándose constantes los medios de producción (salvo cambios insignificantes de una semilla por otra, etc.) se habla de curvas de isoinputo y se espera variación en los ingresos por hectárea.

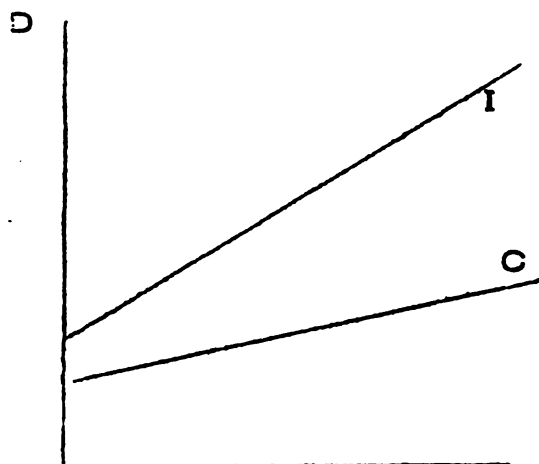
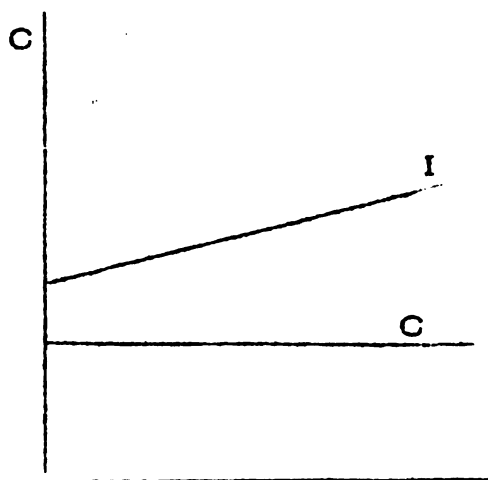
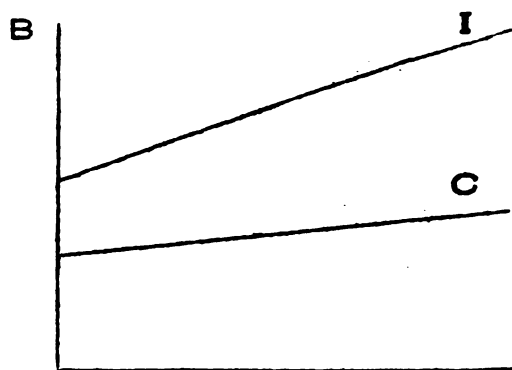
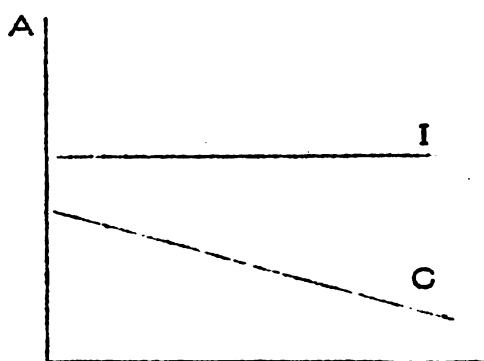
Resumiendo, los cambios tecnológicos pueden significar:

- a. Disminución de costos de producción;
- b. Variación simultánea de costos y de ingresos;
- c. Aumento de los ingresos.

Fronte a estos tres casos, el productor puede elegir entre cuatro alternativas de política económica para su explotación:

- a. Mantener la producción y los ingresos constantes, disminuyendo costos;
- b. Aumentar los costos de producción, pero con un incremento aún mayor (más que directamente proporcional) de los ingresos;
- c. Mantener los costos constantes pero aumentar los ingresos; y
- d. Aplicar simultáneamente los tres ajustes citados.

La representación gráfica de estas alternativas facilitará su comprensión, registrando soles en cada coordenada. El gráfico D es el B incrementado en sus efectos. En todos los casos se vé que los resultados de las políticas llevan a una mayor diferencia entre ingresos y costos.



En general, puede decirse que el productor puede utilizar estas políticas también en un orden sucesivo, por ejemplo:

Primero: mantener sus ingresos y disminuir los costos, con lo cual aumenta sus beneficios en forma rápida y segura. Un caso habitual es realizar las labores a tiempo y eficientemente, utilizando sólo la mano de obra y los insumos necesarios para el nivel de producción que tiene. Puede redistribuir sus costos, cambiando insumos más caros por más baratos.

Segundo: mantener sus costos, logrando el total y buen uso de todos los recursos, pero aumentando sus ingresos. Esto puede obtenerse mediante el uso total y eficiente de los recursos disponibles, especialmente la mano de obra permanente, el equipo mecánico, la capacidad productiva potencial de los suelos, etc. Se hace la oportuna y correcta aplicación de los insumos en las cantidades y calidades necesarias para la producción esperada.

Tercero: Aumentar simultáneamente costos e ingresos. Es el caso común que trata de promover el Servicio de Extensión Tecnológica, al ofrecer al productor un conjunto productivo de medidas, cuyo costo le traerá aparejado un ingreso más que proporcional de sus ingresos.

Cuarto: La aplicación simultánea de todas las políticas pone a prueba la capacidad empresarial del productor y para ello se puede contar con un método de programación de la unidad, conocido como método de planeamiento programado, del Margen Bruto o del planeamiento por etapas, como un método fácil de entendimiento entre asesor y productor.

Trabajo Práctico N° 1

A realizar en intervalo de 20 minutos.

En una hoja en blanco, cada participante colocará arriba y a la derecha su nombre y apellidos completos. A la izquierda, el título de una actividad agrícola o ganadera, que utilizará para desarrollar el ejemplo.

A continuación y para esa actividad contestará a las cuatro preguntas correspondientes a las alternativas explicadas, con ejemplos concretos y reales.

- a. ¿Qué hacer para mantener la producción y disminuir los costos en esa actividad y a nivel de campo?
- b. ¿Cómo aumentar los costos de esa actividad, de manera tal que la producción y sus correspondientes ingresos aumenten más que directamente proporcionales a los mismos? (aplicando qué insumo o insumos).

¿Cómo mantener los costos constantes pero aumentar los ingresos de esa actividad?

¿Cómo aplicar en una unidad de producción supuesta los tres ajustes simultáneamente?

CASO DE CURVAS DE ISOPRODUCTO

El investigador tecnólogo mide los efectos de sus experiencias, por ejemplo, comparando deshierbo manual (con lampa) y químico, considerando los costos de personal y material en cada caso y los rendimientos que se logran, con tratamientos aislados o combinados.

El Cuadro N° 1 es un ejemplo supuesto.

Cuadro 1. Rendimientos de maíz en grano seco (kg/ha) obtenidos con dos alternativas de deshierbo.

Manual N° \ Químico N° Aplicaciones	0	1	2	3	4	5	6
0	1500	2000	3000	3700	4200	4500	4600
1	2100	--	3700	--	4500	--	--
2	3100	3700	4500	--	--	--	5000
3	3700	4500	--	--	5000	--	--
4	4100	--	--	--	--	--	--
5	4500	--	--	5000	--	--	--

Las líneas de isoproducto unen los cuatro casos de 3700 kg/ha de rendimiento, los cinco de 4500 y los 3 de 5000.

El productor, en el caso de tener un rendimiento promedio de 4500 kg/ha puede elegir entre cinco combinaciones tecnológicas posibles. Su

elección estará guiada por la relación de costos entre ambos insumos, por ejemplo, si la mano de obra es más barata que el producto químico, utilizará aquello. También suele hacerlo cuando tiene personal familiar disponible, para no incurrir en gastos en efectivo.

Si se supone que el costo de cada deshierbo manual ascendiera a 1.000 soles y el deshierbo químico a 1.200, las combinaciones posibles serían para obtener 4.500 kg/ha de maíz.

D. Manual	D. Químico	Total
0	$5 \times 1.200 = 6.000$	6.000
$1 \times 1.000 = 1.000$	$3 \times 1.200 = 3.600$	4.600
$2 \times 1.000 = 2.000$	$2 \times 1.200 = 2.400$	4.400
$4 \times 1.000 = 4.000$	$1 \times 2.000 = 1.200$	5.200
$5 \times 1.000 = 5.000$	0	5.000

En este análisis, conocidos y aceptados los datos técnicos, la elección entre uno u otro método se hace en función de la relación de precios entre los insumos. Como ejemplo de aplicación, el participante debería calcular los datos si los precios fueran inversos, es decir, de 1.000 soles por deshierbo químico y 1.500 soles por deshierbo manual.

El mismo procedimiento se utiliza para calcular las curvas de isoinputo, por ejemplo, comparando trigo con cebada, pero las curvas tendrán su giro exactamente opuesto al presente.

En este caso la alternativa es utilizar los mismos costos en productos diferentes, por eso el ejemplo típico es trigo y cebada, donde sólo difieren las semillas, pero todas las labores culturales y maquinaria a utilizar son iguales.

FUNCION DE PRODUCCION Y DE INGRESOS

Cuando se aplican cantidades iguales y sucesivas de un insumo, la producción tiende a crecer, primero lentamente, luego aceleradamente, hasta llegar a un punto máximo al partir del cual decrece.

Si en un suelo apto para riego y con disponibilidad suficiente de agua se aplican uno, dos, tres, etc. riegos, la producción crecerá hasta un punto en que el exceso de riego dificulte el crecimiento vegetal por anegamiento y determine una baja de los rendimientos.

La gráfica N° 1 muestra esta influencia que se produce también con fertilizantes, tareas de deshierbo, pesticidas, etc. En la gráfica se consideraran constantes los incrementos de costos.

La curva de rendimientos será la misma de los ingresos si el precio del producto es igual, cualquiera sea la cantidad ofertada por el productor. Esta es la realidad considerada normal, ya que la oferta del productor individual no afecta al precio de mercado, que se mantiene constante. Entonces, considerando los rendimientos y el siguiente precio, los ingresos serán:

Caso	Rendimiento (kg/ha)	Precio (soles)	Ingreso (Soles)
1	2.000	80,00	160.000
2	2.200	80,00	176.000
3	2.600	80,00	208.000
4	3.300	80,00	264.000
5	4.400	80,00	352.000
6	5.200	80,00	416.000
7	5.500	80,00	440.000
8	5.400	80,00	432.000
9	4.800	80,00	384.000

En la realidad, suele suceder que cuando el productor es minifundista y ofrece poca cantidad de producto lo suelen pagar menos que el precio normal, disminuyendo así sus ingresos.

El desarrollo que sigue la curva de una función de producción da lugar a sacar numerosas conclusiones útiles para el productor.

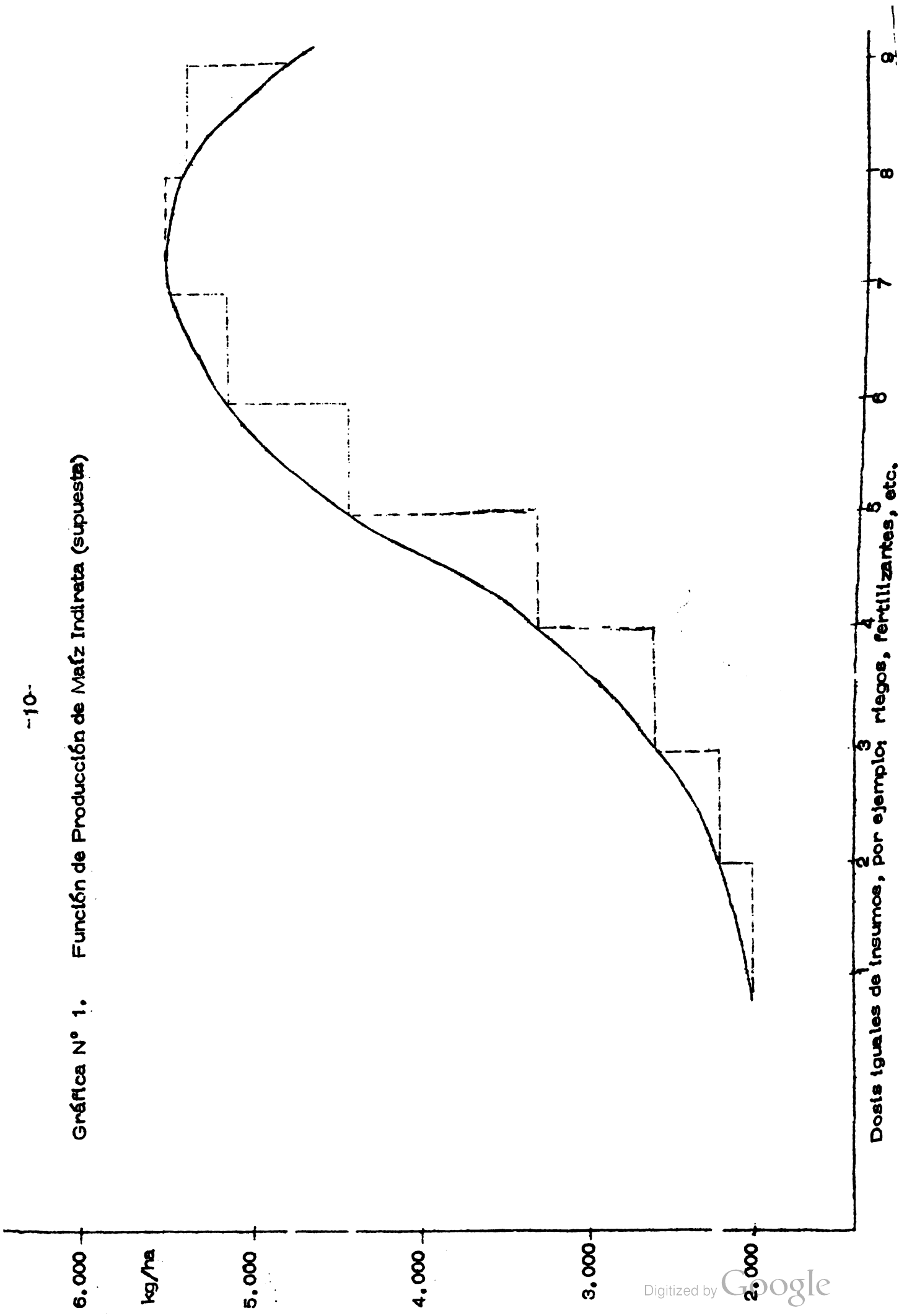
Cuando la producción está a un nivel bajo, resulta poco convincente, en términos económicos, elevarla porque la respuesta a los primeros niveles de insumos es baja, como se puede ver en 1, 2 y 3. Esto es lo que dificulta el despegue del productor y necesita de apoyo financiero para pasar, directamente, a los puntos 4 y 5, donde los ingresos crecen mucho más rápidamente, hasta llegar al punto 6 de máxima.

A partir del punto 6 ya no conviene continuar agregando nuevas dosis de insumos, porque harán bajar la producción y los ingresos.

Cuando el productor alcanza el nivel de insumos 4, habrá logrado el mayor retorno por su costo, como muestra el gráfico y, por lo tanto, será el punto de máximo beneficio. Sin embargo, al productor le puede convenir pasar dicho punto hasta alcanzar el nivel 6, para tener mayor volumen de ingresos, sobre todo cuando la unidad es pequeña, y también para cumplir con la función social de la empresa al entregar a los consumidores mayor cantidad de producto, en un mundo donde la escasez de alimentos está en constante aumento.

Al generar tecnología se espera que se den los puntos necesarios para dibujar una curva logística tal como la del ejemplo. Sin embargo, en muchos casos, solamente se logran datos para la parte ascendente de la curva, sea en su sección concava como en la convexa. En todos los casos, es recomendable que el investigador llegue a ubicar el punto de máxima producción, en condiciones experimentales. Pero frente a ello es

Gráfica N° 1. Función de Producción de Maíz Indirata (supuesta)



Dosis iguales de insumos, por ejemplo: riegos, fertilizantes, etc.

necesario que el asesor de campo obtenga los promedios normales y reales de producción a nivel predial, para ubicar el punto de partida de la curva.

Las líneas punteadas del gráfico introducen el concepto de análisis marginal.

V. FUNCIÓN DE COSTOS

Toda unidad de producción tiene una serie de costos fijos, como por ejemplo: impuestos, costo de la mano de obra permanente, intereses de los préstamos, amortización de máquinas, etc. Estos costos fijos empujan al productor a lograr un nivel de ingresos y beneficios que le permite cubrirlos.

Además, el productor tiene costos variables, operativos o asignables, que son aquellos que si no se producen no hay producción, pues corresponden a: semillas, fertilizantes, araduras, pesticidas, etc. El caso expuesto en la gráfica N° 1 se refiere a estos costos variables.

El cuadro N° 2 representa los costos fijos, los costos variables, su sumatoria ó costo total y relacionándolo con los rendimientos el costo medio por unidad producida.

Los cálculos del Cuadro N° 2 muestran cómo se calcula una función de costos. El costo fijo es constante. El costo variable se considera cero para el primer caso (aunque no coincida exactamente con la gráfica N° 1) y en tal situación no se logra ninguna producción, siendo cero el rendimiento e infinito el costo.

Luego, los costos variables crecen a valor constante de 40.000 soles, y sumando costos fijos y variables se tiene el costo total, que dividido por el rendimiento permite calcular el costo medio por kilogramo de maíz producido.

Cuadro N° 2. Cálculo de la función de Costos Medios por Unidad producida.

Caso	Costo Fijo a	Costo Variable b	Costo Total c	Rendimiento d	Costo por Unidad c/d
1	120.000	0	-.-	0	α
2	120.000	120.000	240.000	2.200	109
3	120.000	160.000	280.000	2.600	103
4	120.000	200.000	320.000	3.300	98
5	120.000	240.000	360.000	4.400	80
6	120.000	280.000	400.000	5.200	76
7	120.000	320.000	440.000	5.500	80
8	120.000	360.000	480.000	5.400	88
9	120.000	400.000	520.000	4.800	109

Como se sabe que el precio de venta del kilogramo de maíz es de 30 soles, los datos señalan que la producción es rentable entre los niveles 5 y 7. Cabe señalar que no siempre la curva de costos medios es tan explícita como ésta, pero siempre coincide en el punto de beneficio cero con la curva de ingresos, de manera tal que ingreso y costo se igualan, en este caso en 80 soles por kilogramo.

El análisis de costos se puede completar aún más considerando ingresos y costos marginales, pero ese tema supera el tiempo de esta exposición.

VI. FUNCION DE INGRESOS Y DE COSTOS

Lo importante es recordar que existe una correspondencia entre la función de producción e ingresos y la función de costos, cuyo análisis permite ubicar la zona de producción rentable, en este caso entre los niveles 5 y 7.

Cuál de éstos niveles elegirá el productor depende de su propia capacidad técnica, para lograr los rendimientos esperados en cada uno, y de su disponibilidad financiera para cubrir los costos correspondientes, o de otras limitantes, como: suelos, riego, etc.

La forma cómo deben utilizarse estos conocimientos para cooperar en la toma de decisiones del productor e inducir la elevación de su nivel tecnológico es la siguiente:

En primer lugar, armar conjuntos productivos o de insumos que suponen el correspondiente aumento de los rendimientos. Se recomienda un mínimo de 3 conjuntos, pero cuantos más sean, mejor, aunque la experiencia enseña que es difícil tener, en una primera aproximación, más de 6 conjuntos. Además, se recomienda que los elementos del conjunto sean

los menos posible, por ejemplo: de 3 a 6, para facilitar su difusión y adopción. Los elementos que componen el conjunto serán elegidos por los experimentadores, en función de ser los que más influyen en los aumentos de la producción, poniéndolos en orden de mayor a menor.

A continuación se muestra un ejemplo de conjuntos por maíz:

CONJUNTOS PRODUCTIVOS		
Semilla común	Semilla mejorada	Semilla certificada
Tres riegos anuales	Cinco riegos anuales	Siete riegos anuales
Sin fertilización	Primer nivel de fertilizac.	Seg. nivel de fertilizc.
Un deshierbo	Dos deshierbos	Tres deshierbos
	Un aporque	Dos aporques

Los conjuntos deben armarse sumando la práctica de los productores con la experiencia de los investigadores tecnológicos.

El problema habitual es que los productores no siempre saben estimar los rendimientos esperados con conjuntos más complejos. El otro problema es que los investigadores suelen tener datos para cada insumo, pero no para una combinación de insumos.

En consecuencia, tanto el economista agrícola como el extensionista, urgidos por el apremio de cálculos y respuestas, deben trabajar con supuestos lo más reales posibles, pero supuestos al fin.

Si bien es recomendable que A, B y C sean puntos que permitan trazar las curvas vistas, se recomienda esta expresión, por ejemplo:

Puntos	A	B	C
Rendimiento promedio Kg/ha	2.500	4.000	5.000
Variación	2.000-3.000	3.500-4.500	4.500-5.500

Al disponer de estos tres a seis conjuntos, se pueden calcular los ingresos promedio y costos asignables de cada uno de ellos. Entonces se puede llevar a una gráfica que facilite reconocer visualmente la zona de máximo beneficio.

Supónganse que los niveles de producción A, B y C corresponden a los ya expuestos, pero los costos asignables de los conjuntos productivos se estiman en el cuadro siguiente:

Nivel	Ingreso Total	Costo Variable Asignable	Diferencia
A (5)	352.000	260.000	92.000
B (6)	416.000	230.000	136.000
C (7)	440.000	340.000	100.000

Es evidente que el punto de máximo beneficio es el correspondiente al nivel B o C.

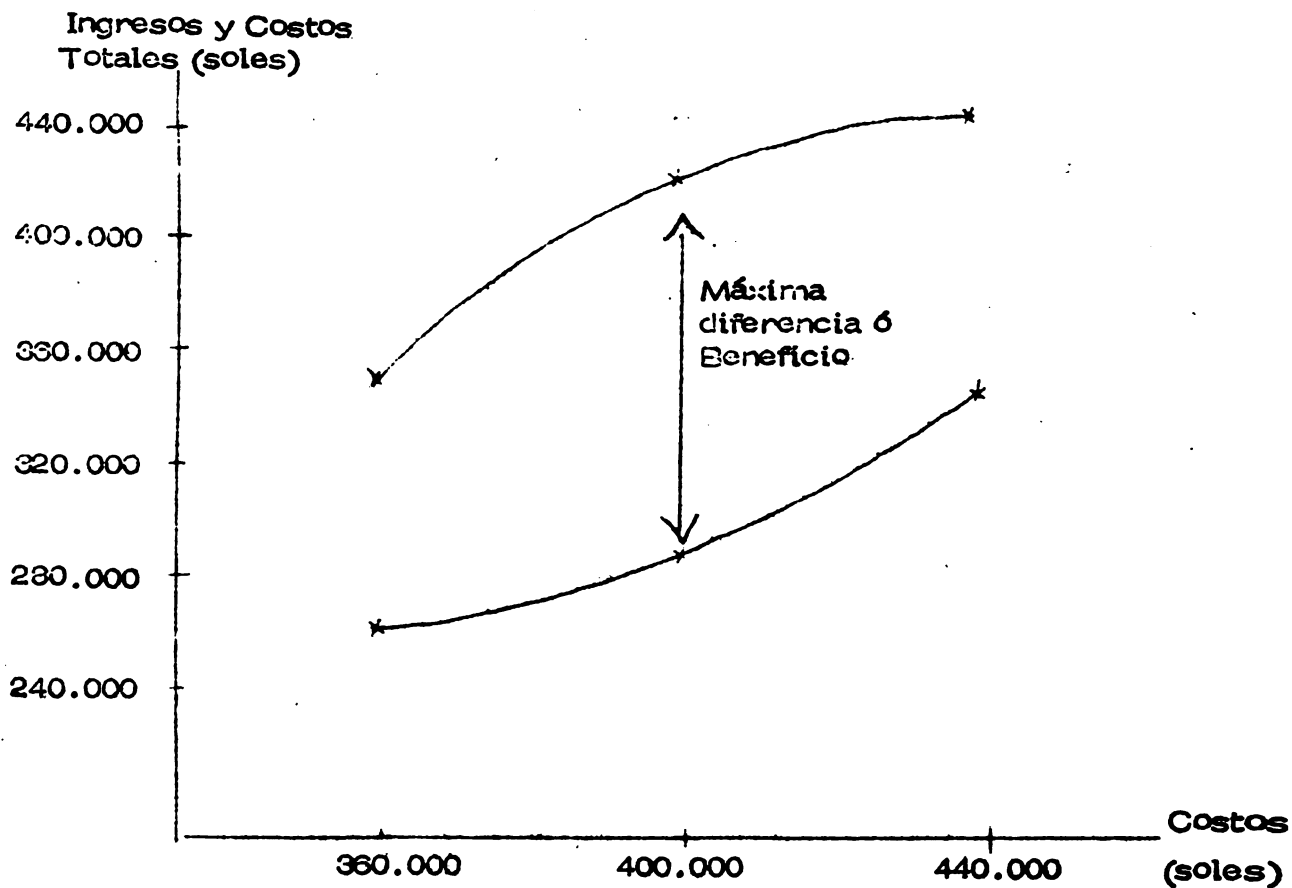
El método para graficarlo es el siguiente: se utiliza un eje de coordenadas. En las abscisas se marcan los costos y en las ordenadas tanto los ingresos como los costos.

Partiendo de las abscisas, se toma cada costo y con el costo de la ordenada se tiene el punto de cada nivel de costos.

Volviendo a partir de las abscisas, y subiendo hasta el ingreso correspondiente, se tendrán los niveles de ingresos.

Uniendo los puntos de ingresos y los puntos de costos se tendrán dos curvas que muestran una diferencia entre sí, diferencia que al ser positiva y máxima señalará el punto óptimo de beneficio para cada actividad. Se puede observar el ejemplo en la gráfica N° 2. El trazado de la curva puede ser ajustado mediante el cálculo de regresión.

Gráfica N° 2



Trabajo Práctico N° 2

Luego de poner en una hoja en blanco el mismo encabezamiento que en la práctica N° 1, describir un mínimo de tres conjuntos tecnológicos en la actividad elegida, señalando sus rendimientos esperados (por hectárea, por vaca, etc.) y los insumos propuestos.

Se recomienda, una vez terminada la exposición, hacer este ejercicio y calcular los ingresos y costos respectivos, incluyendo la graficación de ingresos y costos a todos los participantes, para verificar que con estos datos puede darse un asesoramiento justificado económicamente al productor.

VII. PRINCIPIOS DE PROGRAMACION PREDIAL

El análisis económico de datos tecnológicos que se ha explicado es fundamental para la programación de unidades de producción.

El productor conoce los recursos de su predio y deberá buscar su uso total y de máxima productividad. Conoce las aptitudes productivas de su explotación y con base a ello sabe cuáles cultivos puede producir, para lo cual utiliza la información de mercados.

Sabe cómo producir, pero a veces desconoce las técnicas para elevar su producción al grado de máximo beneficio.

Esta tarea es la que pueden realizar los Administradores Rurales, Programadores de Predios, Conductores de fincas, etc.

A tal efecto se cuenta con tres métodos utilizados habitualmente:

- El presupuesto total;
- El planeamiento programado, planeamiento por etapas
o método del Margen Bruto;
- La programación lineal.

La descripción de estos métodos así como sus áreas de aplicación serán objeto de otra reunión.

II CA-CIDIA
BIBLIOTECA
Bogotá-Colombia



