

La producción y los costos en la empresa porcina Desde Un Enfoque Económico

MVZ Arturo Alonso Pesado.®

Introducción.-

El presente trabajo se divide en dos partes, la primera parte plantea la base teórica de la producción y el comportamiento que tienen los costos totales y unitarios en la producción de un bien, así como sus ventas totales o ingresos totales, para determinar el nivel de recursos que optimicen la producción del bien o servicio que maximice los beneficios de empresa desde una perspectiva económica.

La segunda parte plantea un ejemplo de un caso práctico de una empresa productora de cerdos para abasto, en la que se analiza su actividad productiva como el comportamiento de sus costos totales y unitarios, así como sus ventas para determinar el nivel de producción más económico.

Toda sociedad tiene que organizar de algún modo el proceso productivo para resolver adecuadamente los problemas económicos fundamentales. Pero independientemente de la organización que se adopte, hay ciertos principios económicos universales que rigen el proceso productivo.

La actividad productiva está condicionada por ciertas leyes o principios generales que tiene que tomar en consideración el empresario si desea lograr el uso más eficaz de los recursos económicos a su disposición; es decir, lograr la máxima producción con el máximo de economía, bajo cualquier tipo de organización socio-económica.

Algunos principios que regulan la actividad económica son:

- Principio de la Escasez
- Ley de los Rendimientos Decrecientes.
- Principio de Eficacia Económica.

Principio de la Escasez

El concepto escasez es aplicable a aquellas cosas que son útiles. El economista considera útiles a todas aquellas cosas que tienen la capacidad de satisfacer necesidades humanas, y también abarca dos dimensiones: de un lado la cantidad de cosas útiles a nuestra disposición, y que llamaremos recursos o medios; y del otro lado, las necesidades que estas cosas están dispuestas a satisfacer, es decir el concepto escasez se refiere a una determinada relación entre los medios (recursos económicos) y los fines (las necesidades).

Dados los medios a nuestra disposición y los fines a conseguirse, habrá un problema de escasez, y por ende un problema económico cuando se reúnan las siguientes condiciones:

- 1) Los medios o recursos económicos son susceptibles de diferentes usos y aplicaciones. Por ejemplo el carbón de piedra nos sirve puesto que puede utilizarse para diferentes fines: transportación, calefacción y otros fines industriales.
- 2) Los fines son múltiples y de importancia variada para el hombre. La diversidad de fines con diferentes grados de importancia plantea inmediatamente el problema de decidir que fines lograr primero.
- 3) Y, finalmente, dados los medios, la consecución de ciertos fines implica siempre la renuncia de otros.

Supongamos, por ejemplo, que con determinados recursos el hombre puede conseguir tres fines distintos, digamos, A, B, y C. Como se expresó anteriormente, estos fines son de importancia variada para el hombre. Es decir, el grado de satisfacción obtenido varía con cada fin. Supongamos que podemos medir cuantitativamente estos grados de satisfacción de suerte que podamos ordenarlos de acuerdo con su importancia. Vamos a suponer, además, que los grados de satisfacción de A, B, y C, equivalen a 70, 40 y 10 grados respectivamente.

Ahora bien, de conformidad con el supuesto 3) no podemos conseguir todos estos fines con los recursos a nuestra disposición, viéndonos por lo tanto, obligados a renunciar a algunos de estos. Consideremos el problema de "que fin seleccionar" a la luz de los supuestos expresados. Aquí, existe la obligación de introducir otro supuesto básico de la Ciencia económica: **La racionalidad del hombre**. La ciencia económica presupone que el hombre actúa racionalmente al hacer sus decisiones económicas, tratará en todo momento, de llevar al máximo su satisfacción material. Bajo las condiciones establecidas, y de conformidad con el supuesto de racionalidad, el hombre tratará de alcanzar el fin A que le provee el grado más alto de satisfacción y luego B, y finalmente C.

® Profesor de Tiempo Completo Definitivo. Departamento de Administración y Economía. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
Mail: apesado@servidor.unam.mx

La diversidad de fines con ciertos grados de importancia y la escasez de los recursos es lo que obliga al hombre a considerar racionalmente las posibles alternativas, con miras a lograr, de acuerdo con el principio de racionalidad, la máxima satisfacción con los recursos disponibles.

Los Factores de la Producción:

La satisfacción de las necesidades humanas exige la producción de bienes y servicios, y para ello es preciso el empleo de recursos productivos o insumos.

Los **recursos** son los factores o elementos básicos utilizados en la producción de bienes y servicios, por lo que se les puede denominar **Factores de la Producción**.

Tradicionalmente la teoría económica clásica, a estos factores los clasifican en tres grandes categorías:

- **Tierra:** se usa en sentido amplio, indicando no sólo la tierra cultivable y urbana, sino también los recursos naturales que contiene como, por ejemplo, los minerales.
- **Trabajo:** se refiere a las facultades físicas, habilidades y conocimientos de los seres humanos que intervienen en el proceso productivo. El trabajo es el factor productivo básico. Los trabajadores utilizan las materias primas que se obtienen de la naturaleza. Con la ayuda de la maquinaria apropiada las transforman hasta convertirlas en bienes de consumo.
- **Capital:** se refiere al stock de bienes y servicios que se emplean en la producción y que a su vez han sido producidos por el hombre, asimismo tiene dos características importantes:
 - 1.- su creación implica un sacrificio.
 - 2.- aumenta la productividad de los otros factores de la producción: tierra y trabajo. Como ejemplo tenemos las edificaciones, fábricas, maquinaria y equipos, las existencias de medios elaborados y demás elementos utilizados en el proceso productivo.
 Los bienes de capital no están concebidos para satisfacer directamente las necesidades humanas, sino para ser utilizados en la producción de otros bienes.

Ley de los Rendimientos Decrecientes.

La ley de rendimientos decrecientes (o ley de proporciones variables), describe las limitaciones al crecimiento de la producción cuando, bajo determinadas técnicas de producción aplicamos cantidades variables de un factor o una cantidad fija de los demás factores de la producción. El principio de los rendimientos decrecientes, puede expresarse en los siguientes términos:

"Si se añaden unidades sucesivas de un insumo variable, a un conjunto constante de insumos fijos, finalmente se alcanza un punto en el que declina el aumento de la producción por unidad adicional de insumo".

La ley de los rendimientos decrecientes se aplica a casi todos los tipos de funciones de producción, que va desde la agricultura y la producción automotriz, así como operaciones textiles a gran escala y al menudeo, hasta la fabricación de zinc y cierres. Por lo tanto, esta ley es significativa y de carácter general.

Sin embargo, la definición de la Ley de los Rendimientos Decrecientes está basada en el siguiente supuesto:

Para que existan los rendimientos decrecientes, uno o más insumos fijos deberán utilizarse dentro del proceso de producción además del insumo variable.

Es importante mencionar que existe la posibilidad de que se presenten rendimientos decrecientes desde la primera unidad de insumo utilizado en el proceso productivo, tal es el caso de las engordas tanto de cerdo, de pollo o de bovinos.

La Función De Producción:

En la mayoría de los procesos productivos se utilizan todos los factores de producción, si bien la proporción en que intervienen puede variar de forma bastante apreciable, siempre dentro de las posibilidades que ofrezca la tecnología disponible.

Por **Tecnología** se entiende el estado de los conocimientos técnicos de la sociedad en un momento determinado. En el caso de la empresa, la tecnología se representa por la función de producción.

La **Función De Producción** de una empresa muestra la cantidad máxima de producto que se puede obtener con una cantidad dada de factores productivos, y no es más que la relación matemática existente entre la cantidad de **PRODUCCIÓN DE UN BIEN** y las cantidades de **INSUMOS** o **RECURSOS** que se requieran para realizarla.

Se puede expresar en forma muy general como:

$$PT. = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n)$$

Donde: **PT** es la Producción.

X₁, X₂, X₃, X₄,X_n Son insumos (Trabajo, Maquinaria, Animales, Materias Primas, etc.) y,

$f()$ es la notación matemática que no dice “ES FUNCIÓN DE”, es decir “SE RELACIONA CON” o “DEPENDE DE”.

Así, la ecuación se lee: La cantidad de producción de “Y” bien depende de las cantidades de los insumos X_1 , (Trabajo), X_2 , (Maquinaria), X_3 (Animales) X_3 (Materias Primas), etc.

Esta misma función de producción la podemos representar con mayor precisión en forma lineal entre producción e insumo en la siguiente forma:

$$PT = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_N X_N$$

Donde: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_N$ son coeficientes o valores que indica cuanto aumenta o disminuye la producción si el insumo respectivo se incrementa en una unidad, permaneciendo todos los demás insumos constantes o igual.

También se puede describir esta relación Insumos – Producto, con una función multiplicativa de la forma:

$$PT = \beta_0 X_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n}$$

La cual se denomina Función de Producción **COBB-DOUGLAS**.

Existen muchas otras formas funcionales que representan la función de producción. La elección de una función determinada es importante, puesto que funciones diferentes tienen propiedades matemáticas distintas e indican diversos supuestos acerca de las características tecnológicas del proceso de producción que se este analizando.

La forma más elemental del análisis de producción y la que proporciona la base para consideraciones más complejas en la administración de producción, es la relación de factor-único-producto. Esta trata de la transformación de un solo factor o insumo en una sola producción, manteniendo todos los otros factores de insumo constantes. Este tipo de función de producción puede ser expresado mediante la ecuación $Y = f(X_1 | X_2, X_3, X_4, \dots, X_n)$. Debido a que se permite que varíe un solo factor (todos los que se encuentran a la derecha de la diagonal se mantienen constantes), se pueden trazar los valores de esta función en un cuadro o tabla y en una gráfica bidimensional o de dos dimensiones.

Una función puede presentar tres tipos de rendimientos. Entendiéndose como rendimiento, los cambios de una variable dependiente ante los cambios de otra variable independiente, conocida esta medida como la pendiente (m) de una línea recta o curva.

La fórmula de la pendiente es:

$$m = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

Estos rendimientos pueden ser crecientes, constantes o decrecientes.

Se define **rendimiento creciente** a aquel que al añadir una unidad adicional de un insumo variable, manteniendo fijos los otros insumos que participan en el proceso productivo el producto total se incrementa en mayor proporción, que con la unidad anterior de insumo añadido.

Se define **rendimiento constante** a aquel que al añadir una unidad adicional de un insumo variable, manteniendo fijos los otros insumos que participan en el proceso productivo, el producto total se incrementa en igual proporción, que con la unidad anterior de insumo añadido.

Se define **rendimiento decreciente** a aquel que al añadir una unidad adicional de un insumo variable, manteniendo fijos los otros insumos que participan en el proceso productivo, el producto total se incrementa en menor proporción, que con la unidad anterior de insumo añadido. (*Ley de los Rendimientos Decrecientes*).

Análisis Tabular De Una Relación Físicas De Producción Insumo-Producto

Las columnas I y II del cuadro No. 1, representa en forma tabular una función de producción insumo-producto. Niveles diferentes de insumo que se pueden aplicar para producir el bien se muestra en la primera columna, suponiendo que todos los demás insumos que intervienen en el proceso productivo se mantienen fijos. La cantidad de producto total obtenido al utilizar diferentes cantidades de insumo variable se muestra en la segunda columna; también llamado producto físico total (PFT).

La función de producción proporciona datos básicos que pueden utilizarse para obtener mayor información acerca de la relación insumo-producto; de la cual se calcularán para su análisis el Producto Físico Promedio o Medio (PFP o PFM) y el producto físico marginal (PFMg). Los tres parámetros antes mencionados (PFT, PFP y PFMg) nos indican la eficiencia técnica con la que esta trabajando la empresa.

Producto Promedio:

Se refiere al producto de una unidad promedio del factor variable. El producto promedio se obtiene dividiendo el producto total entre el número de unidades de factor variable que se emplearon para obtener ese nivel de producción:

$$PFP = \frac{\text{Producto físico total}}{\text{El nivel de insumo}}$$

$$PFP = \frac{PFT}{X}$$

En la columna III del cuadro No.1 se calculó el PFP; siendo éste en el nivel de insumo de 1 unidad de trabajo y 200 unidades de producto; $PFP = 200 / 1 = 200$; al utilizar 2 unidades de trabajo se obtienen 500 unidades de producto, siendo el PFP de 250 ($500 / 2$). Como se aprecia el PFP aumenta en un determinado rango (desde el nivel de insumo 0 hasta la utilización de 3 unidades de trabajo, y después decrece hasta llegar a 9 unidades de trabajo. Otras actividades productivas presentan funciones de producción donde el PFP disminuye desde el primer insumo añadido en forma continua; entre estas actividades económicas tenemos la producción de carne de cerdo, de pollo, entre otras.

Producto Marginal.

Se refiere al incremento del producto total en cada nivel de producción, como consecuencia de utilizar una unidad adicional de factor variable.

Se define como el incremento en el producto total como resultado del empleo de una unidad adicional del factor variable.

Se expresa de la siguiente manera:

$$PFMg = \frac{\text{Cambio del producto físico Total}}{\text{Cambio en el nivel de insumo}}$$

$$PFMg = \frac{\Delta PFT}{\Delta X} \Rightarrow PFMg = \frac{PFT_2 - PFT_1}{X_2 - X_1}$$

El producto físico marginal (PFMg) se puede observar en la columna IV, del cuadro No. 1. El concepto marginal significa adicional, incremental o diferencial, el PFMg, habrá de representar el PFT incremental o diferencial generado mediante el empleo de una cantidad adicional de insumo. Requiere que se midan los cambios tanto en producto como del insumo.

Cuadro No. 1
(Datos Hipotéticos)

I	II	III	IV
INSUMO	PRODUCTO	Producto	Producto
Unidades de Trabajo	Unidades de Producto	físico Promedio	físico Marginal
X	Y o PFT	PFP	PFMg
0	0	000.0	
1	200	200.0	200
2	500	250.0	300
3	900	300.0	400
4	1200	300.0	300
5	1400	280.0	200
6	1500	250.0	100
7	1500	214.3	0
8	1400	175.0	-100
9	1200	133.3	-200

Veamos como se calcula con el siguiente ejemplo, los datos se obtienen del cuadro No.1. Al utilizar 3 unidades de insumo el producto obtenido es de 900 unidades, mientras que al utilizar 2 unidades de insumo el producto obtenido es de 500 unidades, por lo que el PFT se incremento en 400 unidades ($900 - 500 = 400$). Puesto que este cambio fue provocado por el cambio o incremento de 1 unidad de insumo ($3 - 2 = 1$), el PFMg, habría de determinarse dividiendo $400 / 1$ para obtener un PFMg de 400. Si se observa los resultados de utilizar 8 unidades de insumo en lugar de 7 habría de existir un cambio en el PFT negativo (en -100 unidades de producto). Si se divide este resultado por el aumento de 1 unidad (+1) en el insumo que provoca el cambio en el PFT, el PFMg es de -1. El producto físico marginal puede ser positivo o negativo. Inclusive podrá ser cero si un cambio en el nivel de insumo no provoca cambios en el producto físico total, como se puede apreciar al aplicar 7 unidades de insumo (rendimiento constante). Un PFMg negativo podrá significar que se está utilizando mucho insumo variable comparativamente con los insumos fijos y esta combinación hace que disminuya el PFT.

Al analizar el PFMg del cuadro No. 1, se aprecia que el PFMg aumenta desde el nivel 1 al nivel 3 de insumo, presentando rendimientos crecientes, y a partir del nivel 4 hasta el nivel 6 de insumo el PFMg

decrece en forma positiva, lo que indica que el producto físico total aumenta pero a una tasa decreciente (rendimientos decrecientes). En el nivel de insumo 7 el PFMg es igual a cero, lo que significa que el aumento de una unidad más de insumo no provoca un aumento en el PFT, es decir que permaneció constante. En los niveles de insumo 8 y 9 el producto físico marginal decrece en forma negativa, lo que indica que el producto físico total disminuye al aplicar una unidad más de insumo.

Análisis Gráfico De La Relación Insumo-Producto

Una función de producción y sus correspondientes PFP y PFMg podrán mostrarse en forma gráfica. La figura No.1 representa una función de producción con las mismas características generales de los datos del cuadro No. 1. Se puede observar que el PFT aumenta a una tasa creciente a medida que el nivel de insumo se incrementa desde cero hasta 3 unidades. Posteriormente el PFT sigue aumentando pero a un ritmo decreciente presentando desde el nivel 4 de insumo hasta el 6. Para permanecer fijo en el nivel 7 y finalizar con la disminución real del PFT, a pesar de aumentar la cantidad del insumo.

Relaciones Importantes Entre El PFT, PFP Y PFMg

Relaciones Entre PFT Y PFMg

- a) Cuando el producto físico total aumenta a una tasa creciente, el producto físico marginal crece o aumenta. En el cuadro No. 1 y en la figura No. 1 se aprecia esta tasa creciente del producto físico total desde 0 niveles de insumo hasta 3 niveles de insumo, donde el PFMg va creciendo en cada nivel de insumo.
- b) Cuando el producto físico total aumenta a una tasa decreciente el producto físico marginal va decreciendo con valor positivo; este comportamiento se puede apreciar en el cuadro 1 y figura No. 1. El producto físico total sigue aumentando del nivel 4 hasta el nivel 6 de insumo pero a una tasa decreciente, puesto que el producto físico marginal llega a su máximo en el nivel 3 de insumo y empieza a disminuir sus valores desde el nivel 4 hasta el nivel 7 de insumo, en este último nivel de insumo se aprecia que el producto físico total llega a su máximo.
- c) Cuando el producto físico total es constante al añadir una unidad más de insumo el producto físico marginal es igual a cero, y es cuando el PFT está en su máximo.
- d) Y cuando el producto físico total decrece al añadir una unidad de insumo el producto físico marginal decrece con valor negativo. En el cuadro No. 1 y figura No. 1 se puede observar como en los niveles de insumo 8 y 9 el PFT decreció y el PFMg es negativo.

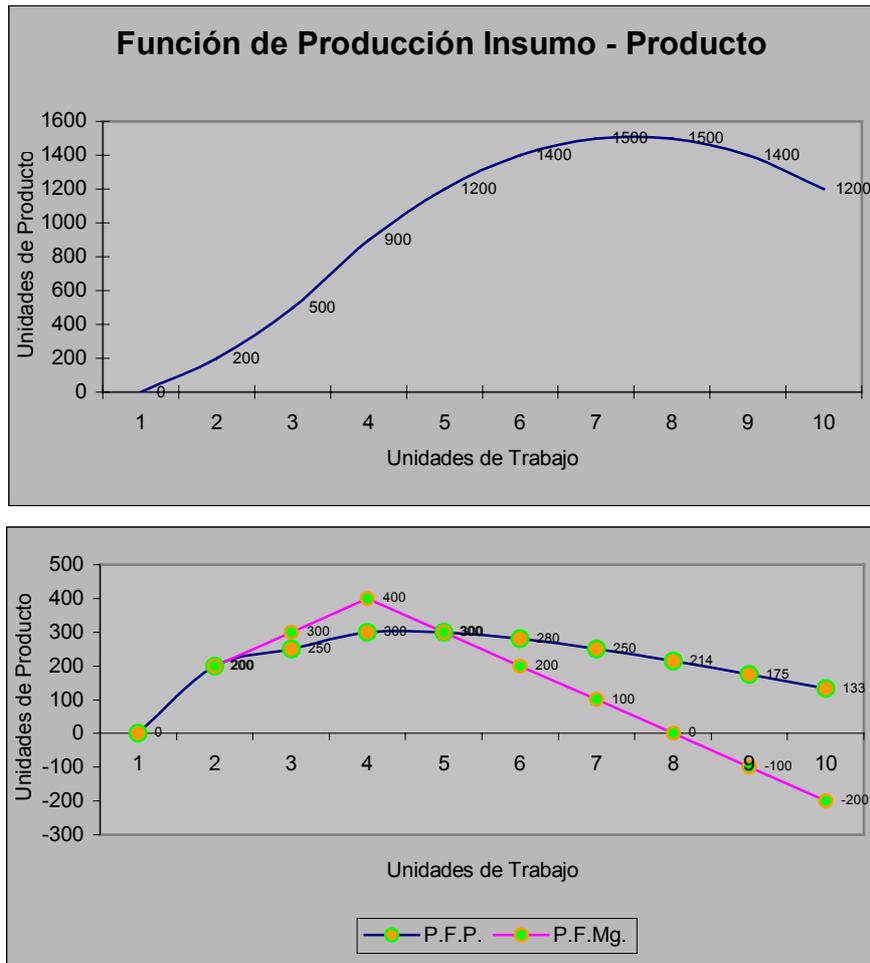
Relaciones Entre El PFP Y PFMg.

- a) Cuando el producto físico promedio aumenta al ir añadiendo unidades de insumo, el producto físico marginal también aumenta, y es mayor que el PFP. En el ejemplo del cuadro 1 y figura 1 se aprecia que desde el nivel de insumo 0 hasta el nivel 4, el PFP aumenta, asimismo el PFMg aumenta y es mayor al PFP.
- b) Cuando el PFP disminuye al ir añadiendo unidades de insumo, el PFMg también decrece y es menor al PFP. En el ejemplo se aprecia como el PFP a partir del nivel de insumo 4 hasta el 9 decrece, al igual que el PFMg y éste es menor al PFP.

Relación Entre El PFT Y PFP.

- a) Para que el PFP aumente en diferentes niveles de insumo el PFT tiene que aumentar más que el PFP del insumo anterior utilizado. Así en el ejemplo se observa como en el nivel de insumo 1, el producto físico total es de 200 unidades, y en el nivel de insumo 2 el producto físico total es de 500 unidades, siendo su aumento de 300 unidades, mayor al PFP del nivel de insumo 1 que fue de 200, por lo que este PFP en el nivel 2 de insumo aumentó a 50 unidades, observándose esto hasta el nivel 3 de insumo.

Figura No. 1



Las Etapas De Una Función De Producción

Las relaciones entre el PFT, PFP y PFMg frecuentemente se utilizan para delimitar este tipo de función de producción en tres etapas, como se muestra en la figura No. 2.

Etapa I

La etapa I comienza a un nivel cero de insumo y prosigue hasta un punto en donde el PFP es un máximo y es igual al PFMg. La característica de esta etapa es que la producción presenta en toda ella rendimientos crecientes puesto que el PFP aumenta hasta su máximo, al igual que el PFMg.

Etapa II

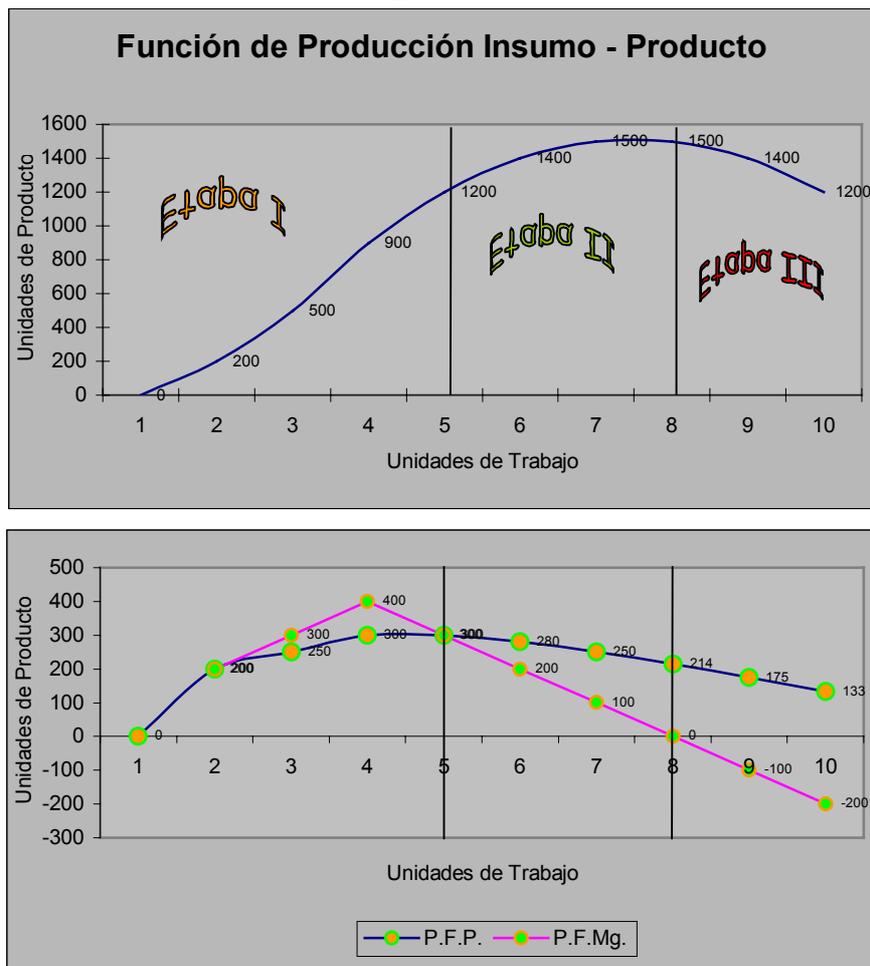
La etapa II empieza donde el PFP es máximo e igual al PFMg, terminando ésta en donde el PFMg es cero (o el PFT llega a su máximo). La característica de esta etapa es que la producción presenta rendimientos decrecientes, puesto que el PFP y el PFMg decrecen y el PFMg es menor al PFP.

Etapa III

La etapa III es el rango de niveles de insumo en donde el PFMg es negativo y el PFT está decreciendo en términos absolutos. Por lo que inicia cuando el PFMg es cero. Se puede apreciar esta etapa en el cuadro No. 1 y figura No. 2 en los niveles de insumo 8 y 9 donde el PFMg es negativo y el producto físico total disminuye en forma real.

Un importante uso de la información derivada de la función de producción es el determinar cuanto insumo variable se debe usar en la empresa, partiendo del objetivo de maximizar el beneficio económico de la misma; por lo que el administrador o tomador de decisiones deberá seleccionar de entre los diversos niveles posibles de insumo, aquel que determine el mayor beneficio económico.

Figura No. 2



Cierta ayuda se podrá obtener consultando las tres etapas de la producción. Cualquier nivel de insumo en la etapa III podrá eliminarse de alguna consideración dado que al utilizar mayores cantidades de insumo provocan que el PFT disminuya y que el PFMg sea negativo. Para cualquier nivel de insumo en la etapa III, la misma producción podrá obtenerse con menor cantidad de insumo en alguna de sus otras etapas. El escoger un nivel de insumo en la etapa III es completamente irracional, por lo que el administrador no deberá utilizar estos niveles, aún en el caso que el insumo que se está variando sea gratis.

La etapa I cubre el área donde al añadir unidades adicionales de insumo provoca que el producto físico promedio aumente. En esta etapa, al ir añadiendo unidades de insumo aumenta la productividad de todos los insumos anteriores, conforme se mide esta productividad a través del PFP y el PFMg. Si habrá de usarse algún insumo, es razonable pensar que el administrador deseará utilizar al menos aquel nivel de insumo que halla de proporcionar el mayor producto físico promedio por unidad de insumo. Tal punto se encuentra en las fronteras de la etapa I y la etapa II y representa la mayor eficiencia técnica en el uso del insumo variable. Sin embargo los beneficios se podrán incrementar aún más utilizando mayor insumo, aún cuando el PFP esté disminuyendo, como se mostrará posteriormente.

Los comentarios anteriores eliminan la etapa I y la etapa III de ser consideradas como aquellas etapas donde se encuentre el nivel de insumo que proporcione los mayores beneficios. Esto deja sólo la etapa II, como la etapa lógica de producción. Sin embargo, utilizando tan sólo la información física disponible, no será posible determinar que nivel de insumo realmente habrá de maximizar los beneficios económicos en esta etapa II, por lo que se requiere de la información de los precios del insumo variable y del producto, es decir los parámetros económicos.

Relación Costo Del Insumo Variable - Valor Del Producto Físico Marginal.

Hasta este momento, solo se ha analizado, los parámetros técnicos que denotan la eficiencia productiva dentro de la empresa, sin embargo para el tomador de decisiones no es suficiente, por lo que será necesario incluir, los precios, tanto del insumo variable como del producto final. De esta manera utilizando la información vertida en el cuadro No. 1, se ha designado un precio de \$ 2.50 por unidad de producto (Py) y de \$39.00 por unidad de insumo (Px).

El cuadro No. 2, se presentan los mismos datos de la función de producción del cuadro No. 1, sin incluir el PFP, puesto que el PFP tiene poco o ningún valor para determinar el nivel de insumo que maximice el beneficio económico, tal luego se deje de considerar la etapa I. Dos nuevas columnas de información se incluirán en este cuadro, utilizando los precios para el insumo y para el producto anteriormente mencionados.

Estas nuevas columnas se llamarán Costo Total del insumo variable (CTx) y Costo Marginal del insumo variable (CMgx)

En la columna V del cuadro No 2. se muestra el cálculo del CTx a partir de la siguiente ecuación: Nivel del insumo variable (cantidad que se utiliza) multiplicado (*) por el precio del Insumo (Px).

$$CTx = X \times Px$$

La columna VI denota el cálculo del Costo marginal del insumo variable (CMgx), el cual se define como cambio o variación en el costo total del insumo variable, provocado por el empleo de una unidad adicional de insumo variable. Se determina con base en la siguiente ecuación:

$$CMgx = \frac{\text{Cambio del Costo Total del insumo}}{\text{Cambio del nivel de insumo}}$$

$$CMgx = \frac{\Delta CTx}{\Delta X} \quad CMgx = \frac{CTx_2 - CTx_1}{X_2 - X_1}$$

Por ejemplo, en el cuadro No. 2, al utilizar 5 unidades de insumo el costo total del insumo (CTx) es de \$195.00 y al utilizar 6 unidades es de \$234.00, por lo que el cambio fue de \$39.00 ($234-195=39$) y el cambio en la utilización de insumo variable fue de 1 ($6-5=1$) por lo tanto el costo marginal del insumo (CMgx) fue de \$39.00 ($39 / 1 = 39$). El CMgx es constante para todos los niveles, esto se debe al concepto de CMgx que dice: “El Costo Marginal del insumo es el aumento del costo total por haber añadido una unidad más de insumo en el proceso productivo”; Y ese aumento es sólo el precio del insumo aplicado (Px); por lo tanto el precio del insumo es igual al costo marginal del insumo (**Px=CMgx**). Esta conclusión siempre habrá de ser válida siempre y cuando el precio del insumo no cambie a medida que una mayor o menor cantidad de insumo se adquiere, o por la necesidad de adquirir un insumo con características diferentes durante el proceso productivo y tengan un valor diferente, como es el caso de los alimentos en las diferentes etapas productivas de la actividad pecuaria.

Finalmente, se presentarán en el cuadro No. 2 las dos últimas columnas con parámetros económicos, estos se llamarán Valor del producto físico total (VPFT) y el Valor del producto físico marginal (VPFMg).

El valor del producto físico total (VPFT) para cada nivel de insumo se calcula simplemente multiplicando la cantidad de producción (PFT) por el precio de venta del producto (Py).

$$VPFT = PFT \times Py$$

El valor del producto físico total es equivalente a los Ingresos Totales, también llamado ingresos brutos o ventas totales. Sin embargo el VPFT es el término utilizado en el análisis de la relación física de producción Insumo - Producto.

El Valor del producto físico marginal (VPFMg), que se define como “el ingreso incremental o adicional, recibida como consecuencia de añadir una unidad más de insumo” se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$VPFMg = \frac{\text{Cambio del Valor del Producto Físico Total (PFT)}}{\text{Cambio en la cantidad del insumo utilizado}}$$

$$VPFMg = \frac{\Delta VPFT}{\Delta X} \quad VPFMg = \frac{VPFT_2 - VPFT_1}{X_2 - X_1}$$

O simplemente multiplicando el producto físico marginal por el precio del producto (Py):

$$VPFMg = PFMg \times Py$$

De esta forma, para los niveles de insumo entre 5 y 6, el **VPFMg** se determina restando al valor del producto físico total para 6 unidades de insumo (\$3750.00) con el valor del producto físico total para 5 unidades (\$3500.00) y dividiendo tal resultado entre el cambio de insumo, que en el ejemplo es de 1, para obtener un valor del producto físico marginal de \$250.00. Los demás **VPFMg** se calculan de la misma manera. El **VPFMg**, también se puede calcular al multiplicar el producto físico marginal (PFMg) (del nivel 5 al 6 fue de 100) por el precio del producto (Py) 2.50, siendo este **VPFMg**, de \$250.00.

Cuadro No. 2
(Datos Hipotéticos)

<i>I</i>	<i>II</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>
X	Y						
	PFT	PFMg	CTx	CMgx	VPFT	VPFMg	Utilidad
Nivel de insumo	Producto físico total	Producto físico marginal	Costo total del insumo	Costo marginal del insumo	Valor del producto físico total	Valor del producto físico marginal	
0	0		0.00		0.00		0.00
1	200	200	39.00	39.00	500.00	500.00	461.00
2	500	300	78.00	39.00	1250.00	750.00	1172.00
3	900	400	117.00	39.00	2250.00	1000.00	2133.00
4	1200	300	156.00	39.00	3000.00	750.00	2844.00
5	1400	200	195.00	39.00	3500.00	500.00	3305.00
6	1500	100	234.00	39.00	3750.00	250.00	3516.00
7	1500	0	273.00	39.00	3750.00	0.00	3477.00
8	1400	-100	312.00	39.00	3500.00	-250.00	3188.00
9	1200	-200	351.00	39.00	3000.00	-500.00	2649.00

Con los datos del cuadro No. 2 se compara el valor del producto físico marginal o ingreso marginal del insumo con el costo marginal del insumo o precio del insumo y utilizarse para determinar el nivel óptimo de insumo a aplicar donde la empresa obtendrá su máximo beneficio económico. Se observa que este valor del producto físico marginal va aumentando, y desde la utilización de una unidad de insumo hasta el nivel 6 de insumo el valor del producto físico marginal es superior al costo marginal del insumo. En otras palabras, el ingreso adicional obtenido al utilizar una unidad adicional de insumo supera el costo adicional de ese insumo. Por lo tanto, se habrá de obtener una utilidad adicional. Estas relaciones habrán de existir hasta en tanto el nivel de insumos llegue a 3 unidades. El utilizar una mayor cantidad de insumo superior a 7 unidades provoca que el ingreso incremental (**VPFMg**) sea inferior al costo adicional (**CMgx**) lo cual provoca que las utilidades disminuyan a medida que mayor cantidad de insumos se utilice.

El nivel de insumos en que se maximizan los beneficios habrá de ser aquel en que el valor del producto físico marginal o ingreso marginal del insumo sea igual al costo marginal del insumo o precio del insumo (**VPFMg=CMgx**). Si el **VPFMg** es menor que el **CMgx**, mayores utilidades se podrán obtener utilizando menos insumos. Cuando el **VPFMg** es mayor que el **CMgx**, utilidades incrementales se podrán obtener utilizando más insumos. Es importante aclarar que el punto en que se maximizan las utilidades no es necesariamente aquel nivel de insumo que determine el máximo de producción que por ende será el máximo valor del producto físico total (**VPFT**) o ingreso total (**YT**). Por lo que se puede llegar a la siguiente conclusión: si el precio del insumo (**Px**) es barato con relación al precio del producto (**Py**) el máximo beneficio económico se obtendrá al finalizar la etapa II de producción, y si el precio del insumo (**Px**) es caro con relación al precio del producto, el nivel de insumo a utilizar que optimiza el máximo beneficio se localizará al inicio de la etapa II de producción.

Otro principio que nos ayuda también a determinar el nivel de insumo en donde se maximizan los beneficios de la empresa, es cuando se compara el producto físico marginal (**PFMg**) con el cociente o razón de precios del insumo y del producto (**Px/Py**), y donde sean iguales estos (**PFMg = Px/Py**), nos indicará el nivel de insumo a utilizar que maximizará el beneficio económico de la empresa. Así en el ejemplo se tiene que el cociente entre precios (39.00/2.50) es de 15.6 y al comparar éste con la columna del **PFMg** del cuadro No. 2, se observa que en el nivel 6 de insumo el **PFMg** es de 100 y en el nivel 7 de insumo es de 0, encontrándose entre 6 y 7 niveles de insumo el **PFMg** de 15.6, y suponiendo que sólo se pueden aplicar unidades enteras, concluimos que de nuestras observaciones el nivel donde se maximiza el beneficio económico de la empresa es al utilizar 6 unidades de insumo.

La ventaja que tiene éste principio es la de que solo se requiere calcular el producto físico marginal de la relación insumo producto, y si cambian los precios, ya sea del insumo o del producto, solo se procede a calcular el cociente entre precios (**Px/Py**) y se compara con el **PFMg**.

Es importante señalar que en el ejemplo del cuadro No. 2, que entre los niveles de insumo 0 y 1 se encuentra otro valor del **PFMg** de 15.6 el que pudiera confundir al lector e interpretarse que entre éstos dos niveles de insumos se obtiene el máximo beneficio económico. Lo que ocurre es que señala otro punto en donde la empresa obtiene el nivel de insumo utilizado que da la máxima pérdida o mínima ganancia. Recuérdese que ha estos niveles de insumo del ejemplo, la función de producción se encuentra en la etapa I donde hay rendimientos crecientes y que la productividad tanto del producto físico promedio como del producto físico marginal va en aumento, por lo que sería irracional no utilizar mayor cantidad de insumo variable.

Obviamente el nivel de insumos que maximiza el beneficio económico podrá determinarse calculando el valor del producto total (ingreso total) y costo total de insumos para cada nivel y luego proceder a restar el costo del ingreso para encontrar el nivel en que las utilidades sean mayores. Este procedimiento presenta dos desventajas. En primer término, oculta los efectos marginales de cambios en el nivel de insumos y en segundo lugar, se requiere de más tiempo para encontrar el nuevo nivel óptimo de insumos si el precio ya sea del insumo o del producto han cambiado.

LA TEORÍA DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN.

En este estudio se pretende analizar las decisiones fundamentales que tiene que hacer una empresa bajo condiciones de competencia perfecta, para lograr el objetivo de producir con la máxima eficacia económica posible, para lograr el nivel de producción de máxima eficacia económica y máxima ganancia. Hay que tomar en consideración que la ganancia total de una empresa depende de la relación entre los costos de producción y el ingreso total alcanzado. El precio de venta del producto determinará los ingresos de la empresa. Por lo tanto, los costos e ingresos resultan ser dos elementos fundamentales para decidir el nivel de producción de máxima ganancia.

Por otra parte, la organización de una empresa para lograr producir tiene necesariamente que incurrir en una serie de gastos, directa o indirectamente, relacionados con el proceso productivo, en cuanto a la movilización de los factores de producción tierra, capital y trabajo. Los animales, el alimento las instalaciones, el equipo de producción, otras materias primas, los empleados de todos los tipos (asalariados y ejecutivos), entre otros recursos componen los elementos fundamentales del costo de producción de una empresa.

De esta manera, el nivel de producción de máxima eficacia económica que es en última instancia el fin que persigue todo empresario, dependerá del uso de los factores de producción dentro de los límites de la capacidad productiva de la empresa.

Al analizar los costos de producción de una empresa, se establece una distinción entre los puntos de vista a corto y al largo plazo. Estos son fundamentalmente conceptos de planeación más que de calendarización, se refieren al horizonte de tiempo sobre el que se extiende la planeación de la empresa.

La producción y el corto plazo.

Muchos de los factores que se emplean en la producción de un bien o un servicio son bienes de capital, tales como el pie de cría en la producción de lechones destetados, la maquinaria, las instalaciones, edificios, entre otros. Si quisiéramos aumentar la producción rápidamente, algunos de estos factores no podrían incrementarse en el corto plazo – es decir, permanecerían fijos – y sólo sería posible aumentar la producción con mayores cantidades de factores, como el trabajo, cuya adquisición en mayores cantidades sí resulta factible en un breve período de tiempo.

“Es un período tan breve que la empresa es incapaz de variar las CANTIDADES usadas de algunos factores o recursos o insumos.

Por lo general, el período necesario para cambiar las CANTIDADES de recursos o insumos como alimento, materia prima, energía eléctrica, biológicos medicamentos, combustibles, entre otros, será más corto que el necesario para variar las CANTIDADES de los locales maquinaria, pie de cría, equipo, mano de obra contratada, entre otros.”

El corto plazo es un período de tiempo a lo largo del cual no pueden variar algunos de los factores que se denominan fijos. La empresa sí puede ajustar los factores variables, incluso a corto plazo.

Dentro de la agricultura o ganadería se consideran períodos al corto plazo un ciclo agrícola o una engorda de cerdos, bovinos, pollos, etc. Por ejemplo, al inicio de la temporada de siembra podría ser demasiado tarde para incrementar o disminuir la cantidad de tierras que se posean o que se arrienden. El ciclo actual de producción de productos habría de representar un período a corto plazo ya que la cantidad de tierras se considera fija.

La producción y el largo plazo.

El largo plazo se define como aquel período suficientemente largo para permitir que la empresa VARIÉ, las CANTIDADES, que emplea por período de TODOS los factores o recursos. Así, todos los factores o recursos son variables. La empresa tiene tiempo suficientemente para modificar la escala de su planta como desee, de muy chica a muy grande, o viceversa”. En el largo plazo, un negocio puede expandirse adquiriendo insumos adicionales o bien podrá dejar de existir vendiendo todos sus insumos.

Los costos de largo plazo son aquellos que se incurren a través de un período de suficiente duración como para hacer variar el rendimiento, alterando, por decirlo así, todos los costos. Es decir, todos los costos que encierra esta actividad son variables y ninguno de los factores son fijos.

En consecuencia, al análisis de costo con el rendimiento de largo alcance (largo plazo) revela la variación del costo con el rendimiento, permitiendo que la totalidad de los factores de la producción varíen

libremente en cantidad y configuración, de ahí que surgiera lo óptimo en ubicación de la planta, capacidad, tecnología y normas de operación. Este tipo de análisis identifica la función de producción y la estructura de costos más económicas para cada escala de operaciones.

A largo plazo, las empresas tienen la posibilidad de alterar la cantidad de cualquiera de los factores que emplean en la producción. Precisamente, en economía, la distinción entre corto y largo plazo se establece únicamente atendiendo a la existencia o no de factores fijos.

Las propiedades técnicas de la producción a largo plazo se establecen en torno al concepto de **rendimientos de escala** (escala significa el tamaño de la empresa medida por su producción), y éste se aplica sólo al caso en que todos los factores varíen simultáneamente en la misma proporción.

Existen **rendimientos o economías de escala crecientes** cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores, en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una proporción mayor.

Existen **rendimientos constantes de escala** cuando la cantidad utilizada de todos los factores y la cantidad obtenida de producto varía en la misma proporción. Existen **rendimientos de escala decrecientes** cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una proporción determinada, la cantidad obtenida de producto varía en una proporción menor.

Por tanto conviene distinguir entre **recursos fijos**, los de los factores que sólo se pueden modificar a largo plazo, y **recursos variables**, los que tienen flexibilidad para adaptarse a las circunstancias cambiantes a corto plazo.

Costos al corto plazo

La clasificación de los recursos a corto plazo como fijos y variables permite clasificar sus costos también como fijos y variables. Los costos fijos son los costos de los recursos fijos. Los costos variables son los costos de los recursos variables.

El objetivo del análisis de los costos es determinar los costos por unidad producida, por lo que a continuación se analizarán los costos variables y los fijos por unidad.

Costo fijo (C.F.)

“Son aquellas erogaciones que se realizan en forma constante y forzosa, se este produciendo o no se este produciendo. Por lo que NO ESTÁN EN FUNCIÓN de las unidades que se producen”. Los costos no cambian a medida que los niveles de producción cambian en el corto plazo

Costos fijos totales (C.F.T.).

Simplemente representan la suma de diferentes tipos de costos fijos. Dentro de ellos se encuentran: el agotamiento del pie de cría, la mano de obra a contrato, la depreciación, el mantenimiento, el interés de capital, renta del terreno o locales, etc.

El capital invertido es un recurso fijo que tiene un costo de oportunidad, y el gasto por intereses se incluye como costo fijo para considerarlo. El interés representa el costo de oportunidad del capital. Dentro de los recursos fijos utilizados en la actividad productiva podrán existir costos explícitos y costos implícitos, éstos últimos podrán fácilmente pasar inadvertidos o ser subestimados, dado que gran parte de los costos fijos totales representan gastos no desembolsables, por ejemplo: las depreciaciones, mano de obra familiar, etc.

Costos fijos promedio (C.F.P.)

El costo fijo promedio se obtiene dividiendo los Costos Fijos Totales del periodo de análisis entre el total de las unidades producidas en el periodo de análisis:

$$C.F.P. = \frac{\text{Costos Fijos Totales en el periodo}}{\text{Nº de Unidades Producidas en el periodo.}}$$

Puesto que el C.F.T. representa un valor fijo o constante por definición, el Costo fijo promedio habrá de disminuir en forma continua a medida que se incrementa la producción. Una forma de reducir el costo de producir un bien determinado es de obtener mayor producción del recurso fijo. Esto siempre habrá de disminuir el costo fijo promedio por unidad de producto.

Costos variables (C.V.).

“Son erogaciones que realiza la empresa y que varían en FUNCIÓN, de lo producido, es decir, conforme se produce más tienen a aumentar o a incrementarse o viceversa”.

Como ejemplo de estos costos tenemos: El alimento, materias primas, (productos semiterminados), medicamentos biológicos, combustible entre otros.

Los costos variables existen tanto en el corto como en el largo plazo. La diferencia entre los costos fijos y los costos variables depende del momento exacto en el tiempo en que la siguiente decisión se habrá de tomar.

Costos variables totales (C.V.T).

Pueden determinarse sumando cada una de las partidas individuales de costos variables, cada uno de los cuales es igual a la cantidad de insumo comprado multiplicado por su precio.

Algunos autores señalan que los costos variables presentan en su conformación un comportamiento fijo, ya que se produzca o no se produzca existe un gasto de éste, como ejemplo la Energía Eléctrica o el Teléfono hay que pagar una renta, por lo que a este tipo de recursos se les conocen como costos semifijos o semivariables.

Costos variables promedio (C.V.P.).

Se definen como los costos variables por unidad de producción, se determinan con base en la siguiente ecuación:

$$C.V.P. = \frac{\text{Costo Variable Total en el periodo}}{\text{Nº de Unidades Producidas en el periodo}}$$

Los costos variables promedio podrán disminuir si la función de producción presenta rendimientos crecientes y aumentaran si hay rendimientos decrecientes.

Costo total (C.T.).

Es la suma de los costos fijos totales y los costos variables totales para los diversos niveles de producción. Por lo tanto:

$$C.T. = C.F.T. + C.V.T.$$

Costo unitario, medio o promedio (C.P.)

Son los costos globales por unidad de producción. Se pueden obtener de dos maneras:

Dividiendo el Costo Total del periodo entre las Unidades Producidas en el periodo o sumar el Costo Fijo Promedio más el Costo Variable Promedio.

Matemáticamente se tendrá:

$$C.P. = \frac{\text{Costo Total del periodo}}{\text{Nº de Unidades Producidas en el periodo}}$$

$$C.P. = C.F.P. + C.V.P.$$

Costo marginal (Cmg)

Es el aumento del Costo Total al producir una unidad más de producto o es la adición al Costo Total atribuible a la producción de una unidad más. Se calcula midiendo el cambio en los costos totales que resulta del cambio en la producción. Para su cálculo utilizamos el siguiente procedimiento:

$$Cmg = \frac{\Delta \text{Costo Total}}{\Delta \text{Unidades Producidas}}$$

$$Cmg = \frac{\text{Costo Total 2} - \text{Costo Total 1}}{\text{Unidades Producidas nivel 2} - \text{Unidades Producidas nivel 1}}$$

Costos a largo plazo

En el periodo de largo plazo, cualquier tamaño de planta es una posibilidad para la empresa. Todos los recursos son variables. Es donde la empresa puede cambiar las cantidades usadas por unidad de tiempo de terrenos, edificios, maquinaria, administración y todo los recursos.

Cada posibilidad de tamaño de la empresa, representa una escala en el nivel de producción de la misma, de tal manera que podemos tener dentro de esa escala: Economías y deseconomías de escala.

Economías y deseconomías de escala.

Los economistas y los administradores tienen interés en el tamaño de las empresas y la relación existente entre costos y tamaño, por varias razones. Entre las que podemos destacar: ¿Cuál habrá de ser el tamaño de negocio agrícola o ganadero más rentable? ¿Pueden las empresas más grandes producir más barato? ¿Qué empresas son más eficientes para producir los grandes o los pequeños? etc. Las respuestas a éstas preguntas dependerán, en parte al menos, en lo que vaya a suceder en los costos y con los costos por unidad de producto a medida que se incrementa el tamaño de las empresas.

Respecto al enfoque económico del tamaño de las empresas giran en torno de identificar qué tipos de

costos y rendimientos existen para un determinado tipo de negocio agrícola o ganadero y de esa manera poder construir la curva de COSTOS PROMEDIO A LARGO PLAZO (CPLP). Una curva de costo promedio a largo plazo existe para cada uno y para todos los posibles tamaños de las empresas conforme se define por la cantidad de insumo fijo disponible.

Economías de escala.

Las economías de escala o rendimientos crecientes respecto a tamaño existen cuando la curva de CPLP está disminuyendo. Las fuerzas que provocan la disminución de los costos promedio a largo plazo de una empresa, según aumentan el nivel de producción y el tamaño de la planta. Estas, por lo general, se estima que son crecientes posibilidades de división del trabajo y la especialización del trabajo, además de mayores posibilidades de emplear tecnología más eficiente.

Deseconomías de escala.

Las deseconomías de escala existen cuando la curva de CPLP está aumentando, y la combinación desalienta mayores incrementos en el tamaño de la empresa. Una posible causa de las deseconomías de escala, (incremento de la curva de CPLP), la atribuyen a la ausencia de suficiente talento administrativo para poder operar una empresa grande de manera armoniosa y eficientemente. Otro motivo de deseconomía de escala se debe al tamaño en la extensión física de la empresa, dentro de la agricultura por ejemplo, es la dispersión a través de un área geográfica más grande a medida que el tamaño se incrementa en el tiempo de viajes y en el costo para ir de casa al trabajo y de regreso y de campo a campo del administrador. También habrá de hacer más difícil la administración y supervisión de la fuerza de trabajo por éste.

Por ejemplo, si partimos de la planta más pequeña en tamaño, a medida que ésta aumenta, se producen usualmente ciertas economías de escala. Se puede reducir el costo unitario de producción aumentando el tamaño de la planta. La eficiencia aumenta por la concentración del esfuerzo. Si una planta es muy pequeña, y ocupa a un pequeño número de obreros cada uno de estos tendrá que desempeñar normalmente varias tareas en el proceso de producción. Para ello tendrán que deambular por la planta, cambiar de herramientas, etc. Así que no sólo dejarán de especializarse en gran forma, sino que perderán tiempo al pasar de una ocupación a otra. Es por ello que se pueden hacer importantes ahorros aumentando la escala de la operación. Una planta más grande con una fuerza de trabajo más numerosa puede permitir que cada trabajador se especialice en una ocupación, aumentando su eficiencia y evitando cambios de lugar y de equipo que consumen tiempo. Naturalmente habrá disminuciones correspondientes al costo unitario de la producción.

Cabe señalar que la especialización, división del trabajo y los factores tecnológicos permiten a la empresa reducir el costo unitario al aumentar el nivel de producción. La administración de cualquier empresa implica controlar y coordinar una amplia variedad de actividades: producción, sanidad, transporte, finanzas, ventas, etc. A medida que la escala de la planta pasa de cierto punto, la gerencia del más alto nivel se ve obligada a delegar parte de su autoridad y responsabilidad en empleados de menor jerarquía. Tiende a perderse el contacto con las operaciones diarias de rutina, y la eficiencia de la empresa tiende a disminuir. Aumenta el papeleo (burocratización) y la administración se hace en general menos eficiente. Esto aumenta el costo de la función administrativa y, por supuesto, el costo unitario de la producción. Es atribuible a la presencia de las deseconomías de escala.

Ahora bien, las curvas de costo promedio de corto y largo plazo se parecen porque tienen forma de “U”. Sin embargo, el hecho de su parecido es diferente en ambos casos. La curva CPCP, tiene forma de “U” debido a que la disminución del costo fijo promedio es finalmente superada por el aumento del costo promedio variable, que, a su vez, ocurre debido a que el producto promedio (el producto promedio de un insumo, es el producto total dividido entre la cantidad de insumos que se emplean en la producción) alcanza un nivel máximo y luego desciende. Esto no tiene nada que ver con la curvatura de CPLP, en la que ciertas economías o deseconomías de escala determinan su forma.

CASO PRACTICO DE LA RELACIÓN FÍSICA DE PRODUCCIÓN INSUMO – PRODUCTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CERDOS PARA ABASTO DENOMINADA “COVADONGA”

El presente ejercicio representa una relación física de producción insumo – producto, donde se consideró el insumo variable al alimento y al producto los kg de carne de cerdo, considerando el supuesto que las cantidades de los otros recursos se mantienen fijos por lo que no se incluyeron.

Se obtuvieron de los registros productivos de la Granja “La Covadonga” el consumo promedio de alimento acumulado por cerdo, así como el peso promedio por cada cerdo. Esta información se ordenó en una tabla (cuadro 3), con la finalidad de calcular la eficiencia técnica como la económica.

Como se puede apreciar en el cuadro 3, al observar la columna del Producto Físico Promedio y el Producto Físico Marginal, los rendimientos que presenta la producción son decrecientes desde su inicio, situación normal en la actividad.

La Eficiencia económica en este ejemplo la encontramos al aplicar 188.168 kilogramos de alimento y a un peso promedio de 95.9 Kilogramos, siempre y cuando el precio del alimento sea de \$3.16 (tres pesos 16/100 m.n.) y el precio de venta del kilogramo de carne de cerdo sea de \$10.30 (diez pesos 30/100 m.n.), porque si cambia el valor de alguno de ellos nuestro punto de máximo beneficio económico cambia si la relación de precios se modifica.

Si recordamos que en párrafos anteriores nos señalaba que cuando la razón de precios (Px/Py) es igual al Producto Físico Marginal (PFMg), esa igualdad nos indica la cantidad de insumo que se deberá aplicar para que se dé el máximo beneficio económico.

Comprobémoslo en nuestro cuadro 3: El precio del Insumo (Px) es de \$3.16 (tres pesos 16/100 m.n.) y el precio del kilogramo de carne en ese momento (Py) fue de \$10.30 (diez pesos 30/100 m.n.), por lo tanto nuestro cociente entre precios es de:

$$C_p = \frac{P_x}{P_y} = \frac{3.16}{10.30} = 0.306$$

Observamos que al aplicar 188.168 tenemos un producto físico marginal de 0.306 igual al cociente entre precio, por lo que concluimos que es aquí donde obtendremos nuestro máximo beneficio económico, en nuestro ejemplo será la mayor ganancia. Asimismo si son iguales el Costo Marginal del Insumo (CMgx) y el Valor del Producto Físico Marginal (VPMg) se obtiene el Máximo Beneficio Económico, al igual, en nuestro ejemplo, al aplicar 188.168 kilogramos de alimento, pues a este nivel de producción el CMgx es igual al VPMg.

Si supuestamente el precio del alimento aumentara a \$3.70 (Tres pesos 70/100 m.n.) cambiaría mi punto de máximo beneficio económico ahora estaría al aplicar 115.738 kilogramos de alimento y obtener cerdos de un peso 72.5 kilogramos, ya que aquí el cociente entre precios es ahora de 0.359 siendo igual al aplicar 115.738 kg. de alimento, siendo menor la utilidad que cuando el precio del alimento era de \$3.16. (Si desea el lector puede comprobarlo al resolver las columnas del costo total del insumo, costo marginal del insumo y de utilidad o pérdida del cuadro 3).

Cuadro 3

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ENGORDA “GRANJA COVADONGA”									
Días	Consumo Acumulado (1)	Peso Promedio Por Cerdo (2)	Producto Físico Promedio	Producto Físico Marginal	Costo Total del Insumo	Costo Marginal del Insumo	Valor del Producto Físico Total	Valor del Producto Físico Marginal	Utilidad o Pérdida
49	3.808	14.6	3.834		\$12.02		\$150.38		\$138.36
56	7.640	18.0	2.356	0.887	\$24.12	\$3.16	\$185.40	\$9.14	\$161.28
63	12.348	22.0	1.782	0.850	\$38.98	\$3.16	\$226.60	\$8.75	\$187.62
70	17.682	26.5	1.499	0.844	\$55.82	\$3.16	\$272.95	\$8.69	\$217.13
77	23.282	31.2	1.340	0.839	\$73.49	\$3.16	\$321.36	\$8.64	\$247.87
84	29.281	36.0	1.229	0.800	\$92.43	\$3.16	\$370.80	\$8.24	\$278.37
91	35.938	40.9	1.138	0.736	\$113.44	\$3.16	\$421.27	\$7.58	\$307.83
98	45.738	45.9	1.004	0.510	\$144.38	\$3.16	\$472.77	\$5.26	\$328.39
105	57.568	51.0	0.886	0.431	\$181.72	\$3.16	\$525.30	\$4.44	\$343.58
112	70.868	56.2	0.793	0.391	\$223.70	\$3.16	\$578.86	\$4.03	\$355.16
119	85.358	61.5	0.720	0.366	\$269.44	\$3.16	\$633.45	\$3.77	\$364.01
126	100.128	66.9	0.668	0.366	\$316.06	\$3.16	\$689.07	\$3.77	\$373.01
133	115.738	72.5	0.626	0.359	\$365.34	\$3.16	\$746.75	\$3.70	\$381.41
140	132.818	78.3	0.590	0.340	\$419.25	\$3.16	\$806.49	\$3.50	\$387.24
147	150.458	84.3	0.560	0.340	\$474.94	\$3.16	\$868.29	\$3.50	\$393.35
154	170.548	90.5	0.531	0.309	\$538.35	\$3.16	\$932.15	\$3.18	\$393.80
161	188.168	95.9	0.510	0.306	\$593.97	\$3.16	\$987.77	\$3.16	\$393.80

168	213.388	103.5	0.485	0.301	\$673.58	\$3.16	\$1,066.05	\$3.10	\$392.47
175	245.928	110.5	0.449	0.215	\$776.30	\$3.16	\$1,138.15	\$2.22	\$361.85
PRECIO PROMEDIO DEL ALIMENTO									\$3.16
PRECIO DEL KILOGRAMO DE CARNE EN PIE DE GRANJA									\$10.30

El comportamiento de los costos totales como unitarios se pueden observar en el cuadro 4; la información se consiguió de la función de producción del cuadro 3, los supuestos que se aplican en el modelo son: 1.- El único insumo variable que se está considerando es el alimento.

2.- Los costos fijos se estimaron con base al siguiente criterio, generalmente la literatura reporta que el insumo alimento representa un 75 % del costo de producción, entonces el 25% restante lo consideraremos como los costos fijos. (Si el costo total del alimento por cerdo en todo el ciclo es de \$673.00 (seiscientos setenta y tres pesos) que representa el 75% del costo total, entonces el 25% es de \$224.00 (doscientos veinticuatro pesos); cantidad que representa los costos fijos totales en el ciclo productivo).

Como se puede apreciar en el cuadro 4 en la columna IV (Costo Fijo Total) el valor es constante ya que las cantidades de recurso no varían si aumenta o disminuye las unidades producidas, en las columnas V y VI (Costo Variable Total y Costo Total) los valores aumentan en la medida que aumenta las unidades producidas. Asimismo en la columna XII (Ventas Totales o Ingreso Totales o Valor del Producto Físico Total) también se observa que entre mas unidades se producen y se venden los Ingresos Totales aumentan.

Cuadro 4.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ENGORDA "GRANJA COVADONGA"														
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Alimento Acumulado (1)	Peso Promedio Por Cerdo (2)	P.F.Mg.	C.F.T.	C.V.T.	C.T.	C.F.P	C.V.P	C.P.	CMg	CMgx	Y.T o V.T.	YMg	VPF Mg	Utilidad o Perdida
3.808	14.6		\$ 224.00	\$12.03	\$236.03	\$15.34	\$0.82	\$16.17			\$150.38			-\$85.65
7.640	18.0	0.887	\$ 224.00	\$24.14	\$248.14	\$12.44	\$1.34	\$13.79	\$3.56	\$3.16	\$185.40	\$10.30	\$9.14	-\$62.74
12.348	22.0	0.850	\$ 224.00	\$39.02	\$263.02	\$10.18	\$1.77	\$11.96	\$3.72	\$3.16	\$226.60	\$10.30	\$8.75	-\$36.42
17.682	26.5	0.844	\$ 224.00	\$55.88	\$279.88	\$8.45	\$2.11	\$10.56	\$3.75	\$3.16	\$272.95	\$10.30	\$8.69	-\$6.93
23.282	31.2	0.839	\$ 224.00	\$73.57	\$297.57	\$7.18	\$2.36	\$9.54	\$3.77	\$3.16	\$321.36	\$10.30	\$8.64	\$23.79
29.281	36.0	0.800	\$ 224.00	\$92.53	\$316.53	\$6.22	\$2.57	\$8.79	\$3.95	\$3.16	\$370.80	\$10.30	\$8.24	\$54.27
35.938	40.9	0.736	\$ 224.00	\$113.56	\$337.56	\$5.48	\$2.78	\$8.25	\$4.29	\$3.16	\$421.27	\$10.30	\$7.58	\$83.71
45.738	45.9	0.510	\$ 224.00	\$144.53	\$368.53	\$4.88	\$3.15	\$8.03	\$6.19	\$3.16	\$472.77	\$10.30	\$5.26	\$104.24
57.568	51.0	0.431	\$ 224.00	\$181.91	\$405.91	\$4.39	\$3.57	\$7.96	\$7.33	\$3.16	\$525.30	\$10.30	\$4.44	\$119.39
70.868	56.2	0.391	\$ 224.00	\$223.94	\$447.94	\$3.99	\$3.98	\$7.97	\$8.08	\$3.16	\$578.86	\$10.30	\$4.03	\$130.92
85.358	61.5	0.366	\$ 224.00	\$269.73	\$493.73	\$3.64	\$4.39	\$8.03	\$8.64	\$3.16	\$633.45	\$10.30	\$3.77	\$139.72
100.128	66.9	0.366	\$ 224.00	\$316.40	\$540.40	\$3.35	\$4.73	\$8.08	\$8.64	\$3.16	\$689.07	\$10.30	\$3.77	\$148.67
115.738	72.5	0.359	\$ 224.00	\$365.73	\$589.73	\$3.09	\$5.04	\$8.13	\$8.81	\$3.16	\$746.75	\$10.30	\$3.70	\$157.02
132.818	78.3	0.340	\$ 224.00	\$419.70	\$643.70	\$2.86	\$5.36	\$8.22	\$9.31	\$3.16	\$806.49	\$10.30	\$3.50	\$162.79

150.458	84.3	0.340	\$ 224.00	\$475.45	\$699.45	\$2.66	\$5.64	\$8.30	\$9.29	\$3.16	\$868.29	\$10.30	\$3.50	\$168.84
170.548	90.5	0.309	\$ 224.00	\$538.93	\$762.93	\$2.48	\$5.96	\$8.43	\$10.24	\$3.16	\$932.15	\$10.30	\$3.18	\$169.22
188.168	95.9	0.306	\$ 224.00	\$594.61	\$818.61	\$2.34	\$6.20	\$8.54	\$10.31	\$3.16	\$987.77	\$10.30	\$3.16	\$169.16
213.388	103.5	0.301	\$ 224.00	\$674.31	\$898.31	\$2.16	\$6.52	\$8.68	\$10.49	\$3.16	\$1,066.05	\$10.30	\$3.10	\$167.74
245.928	110.5	0.215	\$ 224.00	\$777.13	\$1,001.13	\$2.03	\$7.03	\$9.06	\$14.69	\$3.16	\$1,138.15	\$10.30	\$2.22	\$137.02
PRECIO PROMEDIO DEL ALIMENTO														\$ 3.16
PRECIO DEL KILOGRAMO DE CARNE EN PIE DE GRANJA														\$ 10.30
COSTOS FIJOS														\$ 224.00
<i>CFT=Costo Fijo Total; CVT=Costo Variable Total; CT=Costo Total; CFP=Costo Fijo Promedio; CVP=Costo Variable Promedio; CP=Costo Promedio; CMg=Costo Marginal; CMgx=Costo Marginal del Insumo; VT o YT= Vents Totales o Ingreso Total; YMg=Ingreso Marginal; VPFMg=Valor del Producto Físico Marginal o Ingreso Maginal del Inusmo.</i>														

Si analizamos los costos unitarios del cuadro 4 tenemos lo siguiente: La columna VII (costo fijo promedio) disminuye entre mas unidades se producen, debido esto a que el Costo Fijo Total no depende de las unidades que se producen. En la columna VIII (Costo Variable Promedio) y la columna X (Costo Marginal) desde el inicio de la producción hasta la producción de cerdos de un peso promedio de 110.5 kilogramos el costo por unidad va aumenta cada vez mas, [ya sea en promedio (CVP) o al producir un kilogramo mas de carne de cerdo (CMg)] ocasionado porque la producción presenta rendimientos decrecientes, estos rendimientos se pueden apreciar en la columna III (Producto Físico Marginal) como van disminuyendo.

El Costo Promedio se encuentra en la columna IX, donde se aprecia que al ir aumentando la producción este costo tiende a disminuir hasta llegar a un costo de producción más bajo y posteriormente tienden a incrementarse al producir cada vez más. Esta disminución del costo promedio al inicio de la producción es ocasionado porque los costos fijos promedio disminuyen en forma muy importante y el aumento del costo variable promedio es mínima, pero mientras más va incrementa la producción el impacto que tienen estos costos fijos promedio en el costo promedio es mínimo, por lo que empieza aumentar el costo promedio por que el costo variable promedio se incrementa cada vez más en mayor proporción, por los rendimientos decrecientes.

Cuando se da la igualdad del Costo Marginal (columna X) con el Ingreso Marginal (columna XIII) se determina que es el nivel de producción donde se va a dar el máximo beneficio económico, (pudiendo ser este mayor ganancia o mínima perdida) y en nuestro cuadro 4 observamos que al producir cerdos a un peso de 94.5 kilogramos obtenemos la máxima ganancia ya que el costo marginal es de \$10.31 (Diez pesos 31/100 mn) y el ingreso marginal es de \$10.30 (Diez pesos 30/100).