

3  
2º

**Proceso de Producción y Cambio Técnico:  
Análisis del Sistema de Producción Porcícola Intensivo.**

Maestría en Economía  
Facultad de Economía

**Luis Kato Maldonado.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1996



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

Presentación .....	7
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DESDE</b>	
<b>UN ENFOQUE INTEGRAL .....</b>	<b>10</b>
Cambios en los procesos productivos a nivel agregado.....	10
El proceso de producción y la estructura de costos de la empresa.....	14
El proceso de producción desde el punto de vista técnico .....	14
La rotación del capital constante circulante y los precios relativos.....	18
Materias primas y materias auxiliares.....	18
La rotación del capital constante fijo y los costos fijos .....	23
La fuerza de trabajo.....	30
Los costos de producción y el nivel de ganancias.....	35
La rentabilidad de las empresas en el contexto del mercado .....	38
La rentabilidad de la empresa desde el punto de vista del proceso productivo y del contexto del mercado.....	54
ANEXO .....	57
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>EL CAMBIO TECNOLÓGICO.....</b>	<b>66</b>
El cambio tecnológico desde el punto de vista técnico .....	71
El comportamiento de los costos de producción en los procesos de producción .....	
Evaluación de la introducción de las Innovaciones tecnológicas (procesos y/o pro- ductos) .....	83
Anexo.....	91
<b>Capítulo 3</b>	
<b>EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PORCÍCOLA INTENSIVO .....</b>	<b>95</b>
El concepto de eficiencia.....	97
El sistema de producción porcícola intensivo.....	101

<b>Consumo productivo, proceso técnico y principales costos en la producción porcícola</b>	
<b>Intensiva.....</b>	<b>108</b>
<b>Allimentación .....</b>	<b>108</b>
<b>Renovación del Pie de cría.....</b>	<b>112</b>
<b>Los desperdicios.....</b>	<b>114</b>
<b>Los bienes de capital .....</b>	<b>120</b>
<b>Cálculo de la tasa de rotación del capital constante fijo y evaluación de la misma en el ciclo productivo a partir de subsistemas .....</b>	<b>123</b>
<b>La tasa de depreciación y la estructura de costos .....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>128</b>
<b>Anexo 2.....</b>	<b>134</b>
<b>Anexo 3.....</b>	<b>142</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>157</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>170</b>

## PRESENTACIÓN

El trabajo que ha continuación se expone tiene por objetivo aplicar el análisis del proceso de trabajo, considerando la teoría marxista del valor trabajo, e introduciendo elementos de la teoría de sistemas, a fin de estudiar los determinantes técnicos y sociales que especifican el proceso de trabajo y su efecto en la formación de los precios de costo. Se plantea una metodología para evaluar el potencial impacto de la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos productivos, está es la síntesis de aportes teóricos metodológicos realizados por diversos autores en el estudio del cambio tecnológico. La metodología propuesta pretende subsanar las deficiencias de las metodologías tradicionales, insumo producto como la teoría microeconómica neoclásica, las cuales describen los efectos finales que trae la penetración de las nuevas tecnologías sin esclarecer y analizar los determinantes económicos que inducen a las diferentes empresas a desarrollar y aplicar procesos de innovación tecnológica.

En el primer capítulo se presenta la propuesta teórica-metodológica para la comprensión del proceso de trabajo desde un enfoque integral. Se concluye que el análisis de los procesos productivos debe partir de la descripción y cuantificación de las formas concretas en que se realiza el consumo productivo de materias primas, bienes de capital y materias auxiliares por parte de la fuerza de trabajo en los procesos de producción. En el capítulo se explica y desarrolla dicha relación con el fin de identificar los elementos que determinan el costo de producción y su relación con la rentabilidad de la empresa. El segundo capítulo desarrolla las ideas para la comprensión y cuantificación del proceso de cambio tecnológico introduciendo la vinculación que se establece entre el capital productivo con las diferentes figuras del capital en funciones (capital mercantil, capital dedicado al tráfico de dinero, capital financiero), las cuales posibilitan el desarrollo del ciclo de distribución y/o de reproducción. En tercer capítulo se presenta la aplicación de la metodología desarrollada a fin de evaluar su pertinencia y validez para analizar el proceso de trabajo y determinar la estructura de costos implícita, así como los conocimientos técnico-científicos que supone cada etapa del proceso de producción en el denominado sistema de producción intensivo. El sistema considerado fue escogido debido a que presenta varias características que lo hacen particularmente representativo de los efectos que provoca el proceso de competencia, derivado de la apertura comercial, al cual se ven sometidos sectores que eran considerados, dentro del contexto nacional,

maduros desde el punto de vista científico-tecnológico. La industria porcícola nacional ha manifestado cambios sustanciales como consecuencia de la apertura comercial en sus formas de operación y en su estructura organizativa. A nivel inmediato observamos que la apertura comercial ha provocado que los productores busquen que el Estado tenga un papel activo en el sector, orientando, verificando y controlando el ritmo de la apertura comercial y las estrategias de desarrollo. La apertura comercial ha hecho evidente a los productores nacionales que para mantenerse en el mercado es necesario aplicar procesos y productos biotecnológicos destinados a propiciar cambios estructurales en los sistemas productivos de cerdos y en sus diferentes productos. Asimismo, se dan cuenta que la inserción dentro del mercado internacional supone subordinarse a reglamentos internacionales que en el corto plazo han provocado políticas sectoriales de precios para productos e insumos que han exacerbado el deterioro del sector porcícola nacional pues no benefician a la mayoría de los productores. Cabe señalar que el análisis del sistema de producción porcícola intensivo no fue desarrollado íntegramente en primer lugar por falta de información y en segundo lugar por la complejidad de los procesos biológicos a examinar. Sin embargo considero que lo expuesto en este capítulo ilustra el potencial interpretativo de la metodología desarrollada.

CAPÍTULO 1  
**EL PROCESO DE PRODUCCIÓN  
DESDE UN ENFOQUE INTEGRAL**

**Cambios en los procesos productivos a nivel agregado**

A partir de la década de los ochenta, el mundo ha sido testigo del desarrollo de nuevos procesos productivos y de una mayor diferenciación en las formas de consumo. La electrónica, la tecnología en informática, los nuevos materiales, la robótica, la tecnología aeroespacial y la biotecnología son, sin duda, las tecnologías que mayor incidencia han tenido en las transformaciones de las que hoy somos testigos.

Los cambios generados por las nuevas tecnologías en los procesos productivos a nivel agregado deberán ser identificados a partir de las modificaciones estructurales que se estén propiciando, o que vayan a generarse, en las relaciones de intercambio de insumos y productos, así como en la demanda final entre las diferentes actividades económicas, tanto a nivel internacional como nacional. La influencia que puede ejercer la tecnología sobre la estructura de articulación de una economía es, en general, la siguiente:

a) Cambios en la estructura de la demanda final.

b) Efecto sobre la estructura de oferta de bienes de capital y sobre el uso de los recursos naturales, aspecto que afecta la relación de precios relativos, en primer lugar, entre el trabajo y el capital y, en un segundo momento, entre las diferentes industrias a partir de las modificaciones en la estructura de costos.

c) El efecto de la tecnología sobre las características medias imperantes de las diferentes firmas y/o empresas que concurren al mercado; esto incluye: la distribución del volumen de ventas entre empresas, el tamaño de cada planta, la eficiencia en el uso de activos, las estrategias de inversión y el margen de ganancia.

Estos aspectos se relacionan entre sí, por ejemplo: cuando la producción y el ingreso aumentan, por la utilización de una nueva tecnología que modifica la estructura de costos entre las industrias, la demanda se reparte en forma diferente entre los diversos tipos de productos en función de modificaciones de la distribución del

Ingreso y de las elasticidades demanda ingreso. Esta descripción del efecto final que tiene la tecnología en las relaciones de intercambio, nos permite describir y analizar los patrones de incorporación de los mencionados avances tecnológicos en los procesos productivos. Al referirnos a una articulación insumo-producto, nos remitimos a una descripción estática y agregada del flujo de Intercambio del valor del producto que se convierte en insumos primarios y secundarios y en demanda final; en otras palabras, describimos el intercambio del valor del producto de todas las firmas, plantas e industrias que definen a una actividad económica. Es decir, la metodología insumo-producto describe los efectos finales que trae la incorporación de nuevas tecnologías pero no da elementos explicativos respecto de las fuerzas que inducen a las diferentes empresas a desarrollar y aplicar procesos de innovación tecnológica. En gran medida, esto se debe a la complejidad del fenómeno; sin embargo, la causa principal de esta carencia reside en que se considera a la tecnología como exógena al sistema de producción. Por ende, el problema del cambio tecnológico se reduce al criterio de selección de técnicas. Esta selección deberá llevarse a cabo, según la teoría tradicional, con base en un conjunto de técnicas desarrolladas y disponibles para los diferentes productores. Al ser la tecnología exógena a los productores, éstos deben considerarla como un dato ante el cual deberán maximizar sus ganancias y minimizar sus costos (véase anexo 1).

En la realidad, detrás del intercambio de mercancías encontramos procesos productivos concretos, los cuales se desarrollan sobre la base de la obtención de ganancias; al mismo tiempo, los medios de producción (maquinaria y materias primas) y la fuerza de trabajo, operan atendiendo en particular al proceso productivo para el que están destinados. Es decir, el aspecto técnico del proceso productivo se puede concebir como el resultado de la articulación de diferentes elementos, a través del cual los insumos intermedios, el uso de los recursos naturales y los elementos necesarios para el mantenimiento del equipo, entran como un flujo de servicios y valores que está distribuido en un lapso de tiempo, y que será transformado por el trabajo concreto desplegado mediante el uso de la herramienta y de los bienes de capital. El proceso de innovación tecnológica, por tanto, no puede ser una variable exógena a los productores, y por ende no se desarrolló de manera independiente al sistema de producción de mercancías, más bien la innovación tecnológica es impulsada de manera directa o indirecta por los propios productores mediante la modificación en la interacción de los elementos materiales que forman parte del proceso de producción en los siguientes aspectos:



- a) Imponiendo los ritmos de rotación de los bienes de capital que están siendo utilizados.
- b) Generando cambios en las características físicas de los insumos utilizados.
- c) Modificando las características físicas del producto final.
- d) Transformando aspectos físicos del sistema de producción en flujo.

Cabe señalar que los procesos de innovación tecnológica se aplican en los procesos productivos de manera relativamente lenta. Las diferentes firmas y empresas no renuevan de un año para otro todos los equipos que están en operación, sino una parte de los mismos. Puede afirmarse que los diversos productores se sujetan a relaciones técnicas de producción que revisten un carácter histórico. La rotación del capital fijo determina, por un lado, las características concretas del uso de los insumos y de la productividad de la fuerza de trabajo; los procesos de inversión en el período  $t-1$  se realizaron sobre la base de una relación de precios relativos que, para una firma individual, se manifiesta en que el precio de sus mercancías finales, el precio y tipo de insumos intermedios —y de los bienes de capital factibles a utilizar— así como la ganancia histórica promedio y la tasa de interés, se le presentan como datos. Es decir, la vida activa del capital fijo determina los ciclos de inversión de las diferentes industrias. Considerando la división social del capital en funciones, el capital productivo tiene que acudir a retirar de sus cuentas bancarias el fondo de amortización que ha guardado para la reposición de ese bien de capital, o bien puede solicitar dinero en préstamo. En los dos casos se plantea la conveniencia de invertir ese dinero en la compra de un medio de producción que potencialmente redituará un beneficio. Estos elementos definen la medida natural de la reproducción de la empresa, y como se observa, están condicionados por la rotación del capital fijo y circulante.

La empresa desarrolla el proceso de producción y planea sus estrategias de inversión considerando una estructura de precios relativos determinada y una base tecnológica. Dado que ésta no es estática en el largo plazo, la empresa busca acelerar el ciclo de rotación de su capital fijo, incrementar la productividad de la fuerza de trabajo y realizar un consumo eficiente de los insumos; es decir, combina una economía de tiempo con una economía de insumos o, en otras palabras, maximiza minimizando costos. La tasa de renovación de los equipos se realiza con base en una estimación del rendimiento probable a obtener con la nueva in-

versión; entre los principales factores que determinan el rendimiento probable encontramos:

- a) el tipo de productos que la empresa vende,
- b) las características técnicas de los insumos y de los bienes de capital utilizados,
- c) la productividad del trabajo asociada al uso de los bienes de capital y de los insumos utilizados,
- d) la estructura de propiedad de la empresa,
- e) el precio promedio de los bienes de capital y de los insumos utilizados en el momento de realizar la reinversión,
- f) la sensibilidad de la valoración de las acciones ante movimientos en el mercado de dinero,
- g) la tasa de interés de los bonos gubernamentales,
- h) la política impositiva del Estado sobre los rendimientos del capital.

De los ocho elementos antes enunciados, el comportamiento de los cuatro primeros depende fundamentalmente del manejo técnico-administrativo de la empresa. El comportamiento de los cuatro restantes se asocia a los movimientos cíclicos que se observan en la economía. El conjunto de estos elementos determina el mapa de precios relativos sobre los cuales la empresa tiene que actuar y decidir las características técnicas del equipo a incorporar que garantizará la obtención de los rendimientos estimados como probables.

El análisis de los procesos productivos debe partir de la descripción y cuantificación de las formas concretas en que se realiza el consumo productivo de materias primas, bienes de capital y materias auxiliares por parte de la fuerza de trabajo en los procesos de producción. En el presente texto se explica y desarrolla dicha relación con el fin de identificar los elementos que determinan el costo de producción y su relación con la rentabilidad de la empresa.

## El proceso de producción y la estructura de costos de la empresa

### El proceso de producción desde el punto de vista técnico

El proceso de producción se concibe desde el punto de vista técnico como la acción de la capacidad de trabajo que se despliega a través de la maquinaria y las herramientas sobre diferentes objetos materiales que serán transformados con el fin de obtener un producto cualitativamente diferente. Estos objetos materiales se ordenan y pasan a lo largo de una secuencia de procesos de transformación racionalmente organizados y controlados; la secuencia analítica de estos procesos parciales describe el uso productivo de las materias primas y materias auxiliares, que son modificadas por la acción de diferentes trabajos que utilizan diversas herramientas y maquinarias.

El desarrollo de estos procesos parciales está acotado por un tiempo determinado, de lo contrario el proceso parcial sería ineficiente, y el objetivo del proceso productivo –la producción de mercancías– no se podría realizar en términos socialmente productivos. De esta forma, el fin fundamental de todo proceso de producción capitalista es la realización del trabajo en el menor tiempo posible, lo cual supone un uso racional y eficiente tanto de la maquinaria como de los medios de trabajo que serán utilizados para la transformación de la materias primas.

Esquemáticamente, podemos considerar el proceso productivo desde el punto de vista técnico como un proceso en flujo en el cual  $F_i(T)$  son los insumos acumulados hasta el momento  $t$ , y  $G_i(T)$  los productos acumulados hasta el momento  $t$ , es decir:

$$E_i(T) = G_i(T) - F_i(T) \dots \dots \dots (1)$$

$E_i(T)$  = indicará con su signo los flujos netos que salen del proceso (+) o los flujos que ingresan al proceso (-).

“La descripción analítica completa de un proceso (productivo) en un punto del espacio abstracto se puede escribir por medio de símbolos del modo siguiente:

$$E_{i_0}^i(t), F_{a_0}^i(t), G_{a_0}^i(t) \dots \dots \dots (2)$$

En donde el subíndice  $i$  indica elementos que son insumos o productos, y  $a$  indica los que son las dos cosas.

Esta notación subraya el hecho de que cada proceso debe tener una duración de 0 a  $T$  e implica deterioro o destrucción.<sup>1</sup> En donde  $T$  puede ser considerada la vida útil de los bienes de capital.

La participación de la maquinaria y de las herramientas en un proceso de producción, actuando como elemento de flujo, se puede representar simplificando la expresión (2) de la siguiente manera:

$$E_{i_0}^I(t), S_{a_0}^I(t), \dots \dots (3)$$

Donde  $E_i(t)$  sigue representado a cada elemento de flujo (insumos) y  $S_a(t)$  representa la depreciación física de la maquinaria y de los medios de trabajo en el momento  $t$  dado un fondo de servicios que un bien de capital puede proporcionar  $C_a$  hasta el momento  $t$ ; por tanto  $0 \leq t \leq T$ .

Los elementos contenidos en la expresión (3) —materias primas, maquinaria y medios de trabajo— se pueden representar de manera más general por medio de la siguiente expresión:

$$R_0^T(t), I_0^T(t), M_0^T(t), Q_0^T(t), W_0^T(t), K_0^T(t), H_0^T(t), \dots \dots (4)$$

Donde  $R$  son los recursos naturales utilizados de manera directa en los procesos productivos,  $I$  los materiales que proceden de otros procesos de producción,  $M$  los elementos necesarios para el mantenimiento del equipo,  $Q$  la producción de artículos,  $W$  los desperdicios,  $K$  los bienes de capital y  $H$  la fuerza de trabajo empleada. "Cada proceso de producción, cualesquiera que sea su tipo, se puede reducir a su proceso elemental. Los sistemas más complejos se pueden aislar trazando el límite correspondiente y registrando las coordenadas analíticas del proceso. La representación de un proceso que comprenda todas las combinaciones factibles y sin desperdicios de ingredientes puede estar dada por la funcional".<sup>2</sup>

$$Q_0^T(t) = F^I [R_0^T(t), I_0^T(t), M_0^T(t), Q_0^T(t), W_0^T(t), K_0^T(t), H_0^T(t)] \dots \dots (5)$$

<sup>1</sup>C. Weebs, *Economía de la empresa*, México, Limusa, 1991, p. 394.

<sup>2</sup>Op. cit., p. 399.

"Si en cada instante se inicia un proceso elemental, se dice que el sistema tiene continuidad y coordenadas de flujo (uso de insumos) que se pueden representar como funciones lineales homogéneas de  $t$ ":<sup>3</sup>

$$R(t) = rt, I(t) = it, M(t) = mt, W(t) = wt \dots \dots \dots (6)$$

Las coordenadas de fondo del sistema (maquinaria y equipo, la tasa de depreciación física, materiales e insumos sometidos a transformación en el momento  $t$  y la fuerza de trabajo empleada) se pueden escribir de este modo:

$$K(t) = Kt, S(t) = St, T(t) = Tt, H(t) = Ht \dots \dots \dots (7)$$

El proceso productivo se puede representar como una función de producción por medio de la funcional:

$$q_0^T(t) = G' \left[ (r_0^T t), \dots, (w_0^T t); (k_0^T t), \dots, (H_0^T t) \right] \dots \dots \dots (8)$$

Durante un instante, la funcional degenera en una función puntual ordinaria:

$$q = F(r, i, w, K, S, H) \dots \dots \dots (9)$$

En el caso de la producción que ocurre entre dos instantes, en un intervalo  $t$ , la función se debe escribir:

$$qt = \phi(rt, \dots, wt; Kt, \dots, Ht; t) \dots \dots \dots (10)$$

Donde es una función lineal homogénea de  $t$ , lo mismo que las otras variables de la ecuación, indicando que las materias primas consumidas y la depreciación física de los bienes de capital en seis horas, por ejemplo, equivalen a seis veces las de una hora. De aquí la identidad  $\phi = tF$ .<sup>4</sup>

Cada sistema de producción presenta un máximo potencial productivo, el cual teóricamente nos daría los desembolsos unitarios, o coeficientes técnicos de producción, por unidad de producto. Dichos desembolsos se obtienen de dividiendo las cantidades respectivas gastadas en medios de producción que

<sup>3</sup>Op. cit.

<sup>4</sup>Si la función  $z=f(x,y)$  tiene la propiedad de que para cualquier constante  $\mu$ ;  $f(x, y) = \mu f(x,y)$  se dice que es homogénea de grado  $n$ . Si  $n=1$  se llama linealmente homogénea. Si  $z=f(x,y)$  es positivamente homogénea y sus derivadas parciales de primer orden existen, puede demostrarse que:  $x \cdot z/x + y \cdot z/y = n f(x,y)$ , J. E. Draper y Klingman, *Matemáticas para administración y economía*, Harla, México, 1976, p. 353.

Para el caso de que la producción ocurra en dos momentos determinados, dada nuestra función de producción, tenemos que:  
 $r_0 \delta q/t + \dots + w_0 \delta q/wt + \dots + L_0 \delta q/Lt + \dots + H_0 \delta q/Ht = n (rt, \dots, wt; Lt, \dots, Ht; t)$ , de modo que: la cantidad de producto obtenido en el momento  $t$  depende de los insumos comprados en el momento  $t_0$  y su tasa de flujo, la cantidad de máquinas utilizadas y su tasa de depreciación, la cantidad de fuerza de trabajo contratada y su tasa de explotación.

potencialmente pueden ser utilizados, en un tiempo determinado, entre la cantidad de producto que potencialmente puede obtenerse, es decir:

$$\left[ \left( \frac{R_0^T}{Q_0^T t} \right) \dots \left( \frac{W_0^T}{Q_0^T t} \right) ; \left( \frac{K_0^T}{Q_0^T t} \right) \dots \left( \frac{H_0^T}{Q_0^T t} \right) \right] \dots (11)$$

Sin embargo, visto desde sus aspectos técnicos, el proceso productivo se desarrolla a partir de una economía mercantil, es decir los flujos de entrada y de salida se determinan por relaciones cuantitativas monetarias que dan contenido y viabilidad técnica, económica y social a los procesos productivos. Para los diferentes productores privados e independientes estas relaciones monetarias se presentan como datos a partir de los cuales pueden realizar su proceso de producción. Se considera implícitamente que el abastecimiento de los insumos, el uso de los recursos naturales y la cantidad de trabajo incorporado en el momento  $t$  se relacionan con procesos productivos adyacentes que determinan la viabilidad técnica del sistema de coordenadas que define al sistema productivo que se analiza.

Esta formalización presenta la forma en que diferentes elementos materiales cualitativamente diversos material de trabajo, medios de trabajo y trabajo vivo se articulan para desarrollar la unidad del procesos de producción. La diferencia cualitativa de estos elementos se presenta desde el punto de vista de los precios relativos como una diferencia cuantitativa que determina su movimiento total (rotación). El desgaste físico de la maquinaria y la velocidad con que son transformadas las materias primas en el proceso productivo determinan los precios de las mercancías finales, es decir, las condiciones materiales del proceso de producción se presentan desde el punto de vista formal como el desarrollo del capital constante fijo y del capital constante circulante.

## La rotación del capital constante circulante y los precios relativos

### Materias primas y materias auxiliares

El ciclo de rotación de materias primas y auxiliares se determina por las características técnicas de los procesos de producción. Éstas dependen a su vez de la velocidad con que los diferentes activos fijos son utilizados y transfieren su valor al producto final mediante la transformación de las materias primas y auxiliares, de la capacitación de la fuerza de trabajo para el uso de ambos elementos y, en última instancia, de las características de los productos finales, así como del tipo de mercado hacia el cual se destinan (bienes de consumo final, bienes intermedios y bienes de capital).

Considerando los elementos materiales que dan contenido a todo proceso de producción (expresión 4) podemos clasificar a  $R$ ,  $I$  y  $M$ , como capital constante circulante. Como el proceso de producción es un sistema continuo en un intervalo  $t$  —donde  $t$  es el proceso de producción— entonces  $R(t) = rt$ ,  $I(t) = it$ ,  $M(t) = mt$ , en términos de la cantidad de materias primas y materias auxiliares utilizada, puede ser expresada como un flujo que describe el número de unidades apropiadas (kilowatts, metros cúbicos de combustible, metros de hilo, etcétera). La tasa de flujo indica una dimensionalidad combinada: número de unidades apropiadas por unidad de tiempo (kilowatts/hora, metros cúbicos de combustible/hora, metros de hilo/hora, etcétera). Con la determinación de la tasa de flujo es posible describir y analizar el uso combinado de cada elemento utilizado en el proceso productivo, y con ello determinar la participación que tiene en el costo del producto en un momento determinado. A partir de la tasa de flujo se pueden calcular los coeficientes técnicos. Estos coeficientes constituyen la relación de dos corrientes: la de los desembolsos y la del producto en un periodo determinado. Asimismo, estos coeficientes unitarios especifican el grado social de productividad del trabajo, comparado con los factores objetivos del proceso de producción. La productividad del trabajo se reflejará por tanto en el volumen relativo de materias primas y auxiliares que el obrero convierte en producto (y la cantidad de capital constante fijo utilizado), con base en ello podemos definir una técnica de producción por los desembolsos unitarios, o bien por la productividad de la fuerza de trabajo asociada

a determinado conjunto de medios de producción. Las técnicas de producción se diferencian por tanto por:

La duración del periodo productivo. La distribución de los desembolsos unitarios en el tiempo. Los principios científicos sobre los que se desarrollan la generación de energía, la transmisión de la misma, la velocidad de transformación de la materia a partir del capital constante utilizado, las características de las materias primas utilizadas, y la organización de los procesos elementales en el tiempo.

Si suponemos que cada proceso productivo tiene un inventario mínimo de materias primas e insumos intermedios, entonces el consumo del capital constante circulante en el momento  $t$  puede ser determinado a partir de los siguientes variables:

a) Inventarios iniciales ( $N_0$ ). Esta relación establece la cantidad de materias primas y materias auxiliares introducida en el momento  $t_0$  para que el proceso de producción inicie y tenga continuidad. Esta relación depende de los parámetros técnicos de transformación del capital constante fijo que marcan los fabricantes de bienes.

b) Coeficiente de utilización ( $l_t$ ). Indica la tasa de cambio entre la cantidad de materias primas y materias auxiliares utilizadas en el momento  $t$  y la cantidad de materias primas y/o materias auxiliares introducidas en el momento  $t_0$ . Este indicador señala la fracción de materias primas y auxiliares que no ha transferido su valor de uso en el producto. Es decir, identifica la probabilidad de que las materias primas y auxiliares introducidas en el momento  $t_0$  persistan sin haber transferido su valor de uso en el producto final durante  $t$  unidades de tiempo; en notación matemática esto sería igual a  $N_t/N_0$ .

c) Coeficiente de decremento  $P_t$ . Indica la relación que existe entre el decremento de la cantidad de materias primas y auxiliares en una unidad de tiempo de utilización y la cantidad de materias primas y auxiliares que originalmente se tenían, es decir:  $(N_t - N_{t+1})/N_0$ . Este indicador define la probabilidad de que la cantidad de materias primas y/o auxiliares en el momento  $t_0$  transfiera su valor de uso al producto final en el momento  $t$ .

d) Intensidad de decremento ( $mf$ ). Muestra el consumo de materias primas y auxiliares que tiene lugar durante la unidad de tiempo  $(t+1)$  y el número de materias primas y auxiliares que se tenían en el momento  $t(N_t - N_{t+1})/N_t$ . La intensidad de decremento puede interpretarse como la probabilidad de que las



materias primas y auxiliares utilizadas durante  $t$  unidades de tiempo transfieran su valor de uso al producto final durante la siguiente unidad de tiempo.

La intensidad del decremento también puede ser expresada como el cociente resultante de dividir el coeficiente de decremento y el coeficiente de duración por lo tanto  $mt = P_t/l_t$ .

La determinación del proceso productivo –y por ende de la producción capitalista– en un sistema productivo, se especifica a partir de la cantidad de medios disponibles que necesariamente deben existir para que el proceso de trabajo pueda desplegar todos elementos en un orden determinado, y que posibilite la valorización del capital. Por ende, la cantidad de objetos que transfiere su valor de uso al producto final en una unidad de tiempo es el determinante del precio de costo y depende fundamentalmente de la productividad de la fuerza de trabajo, asociada a determinado uso de los bienes de capital, que potencialmente puede ser utilizada al transformar la masa de materias primas y auxiliares en producto final. En este sentido, si con  $N_0(t)$  designamos el número de objetos introducidos en el año  $t$ , para que el proceso productivo tenga continuidad este número debe ser igual al conjunto de objetos que transfieren su valor de uso al producto final en el curso de dicho año, es decir :

$$N_0(t) = [N_0(t-1)P_1 + N_0(t-2)P_2 + \dots + N_0(t-w)P_w]; t \geq pw \dots (12)$$

Donde  $N_0(t-1)$  es el número de objetos introducidos en el momento  $t-1$ ;  $N_0(t-2)$  es el número de objetos introducidos en el proceso productivo en el momento  $t-2$  y  $N_0(t-w)$  es el número de objetos introducidos en el momento  $t-w$ . La fórmula anterior se aplica directamente para evaluar la cantidad de objetos que deben ser repuestos en el momento  $t$  productivo; por ende la cantidad de objetos que deben ser reproducidos en un periodo determina el gasto físico del capital constante circulante.

Considerando un proceso continuo de producción, la fórmula anterior puede ser expresada de la siguiente manera:

$$N_0(t) = \int_0^t N_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma) \dots (13)$$

Donde  $f(\gamma) = -l(t)$  (coeficiente de eliminación).

Considerando la desagregación de los elementos que componen el capital constante circulante (expresión 4) esta ecuación se desagregaría en las siguientes relaciones:

$$R_o(t) = \int_0^t R_o(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma).....(14)$$

(Recursos naturales utilizados de manera directa en los procesos productivos.)

$$I_o(t) = \int_0^t I_o(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma).....(15)$$

(Materias primas utilizadas.)

$$M_o(t) = \int_0^t M_o(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma).....(16)$$

(Elementos necesarios para el mantenimiento del equipo.)

Donde nuevamente  $f(\gamma) = -l(t)$ .

Considerando que cada empresa opera en el momento  $t$  ante una estructura de precios relativos determinada, el proceso de producción se concibe desde la óptica de la obtención de ganancias como un proceso en el que la transformación de las materias primas y auxiliares, así como la utilización de los recursos naturales, se realiza en diferentes etapas en las que se pretende alcanzar un costo mínimo por unidad de mercancía mediante un uso racional y adecuado del material a transformar con el fin de evitar desperdicios, mantener las características físicas y químicas de estos insumos y lograr que el producto que se elabore mantenga dichas cualidades, aspecto que se traducirá necesariamente en un incremento de las ganancias por unidad de mercancía.

El perfeccionamiento de los procesos de producción permite una mejor programación de los flujos de entrada de materias primas y de salidas de la producción final; esto repercute en una programación precisa entre el ciclo de compra y venta de materias primas y auxiliares y de productos finales. Los parámetros de calidad de la materias primas y de los productos finales se van estableciendo a partir del perfeccionamiento alcanzado en los procesos de producción que están integrados. Dichas articulaciones están mediadas por intercambios mercantiles a través de los cuales los precios relativos van estableciéndose en el tiempo y en el espacio, y son resultado, en última instancia, de la evolución que presentan las condiciones medias de producción imperantes en cada actividad. En este sentido, la relación de precios relativos expresa en el largo plazo el comportamiento del proceso de producción, y por ende, del uso de la

tecnología, definida por la determinación de la productividad del trabajo. Por otra parte, la amplitud o contracción del mercado de insumos intermedios afecta los flujos de transformación de las materias primas en un proceso productivo. Estos cambios en la oferta se expresan fundamentalmente en la variación de precios; de ahí que resulte que, un incremento en el precio de los productores de materias primas derivado por una escasez relativa de estas se traducirá directamente en una disminución de las ganancias brutas de los productores de mercancías finales, debido fundamentalmente a que la rotación de estos insumos se realiza en un solo proceso de producción, afectando con ello la expansión del mercado e imposibilitando, desde el punto de vista técnico, la utilización plena de los activos fijos, lo cual conlleva a un incremento por unidad de producto de los costos de los activos fijos y del índice de capacidad utilizada.

Por el contrario, el aumento de la productividad de la fuerza de trabajo derivado de un perfeccionamiento de los procesos productivos vigentes, o conseguido mediante la utilización de nuevos bienes de capital, permite un mayor volumen de materias primas utilizadas por ciclo productivo. Por lo tanto, existe una relación directa entre el incremento de la productividad de la fuerza de trabajo y la transformación de las materias primas a utilizar, lo cual se traduce, en el sistema de precios relativos, en un incremento de la participación de estos costos por unidad de mercancía final y en una disminución relativa de los costos de la fuerza de trabajo y del desgaste de los bienes de capital. Las variaciones de los precios de materias primas se contrarrestan fundamentalmente incrementando los inventarios de éstas y de los productos finales. A partir de la experiencia de las variaciones coyunturales que se presentan en el precio de las materias primas y materias auxiliares en los mercados, los productores que las insuman evalúan los costos de transporte, almacenamiento y conservación, preparación para el proceso de producción y para la venta final que tendrán que realizarse para el desarrollo del proceso productivo. La magnitud de los costos de circulación de las materias primas depende fundamentalmente del proceso productivo que se realice; a mayor escala de producción se observará una disminución de estos costos por unidad de producto; sin embargo, su participación en los activos totales de la empresa es significativa por el mayor volumen de utilización de dichas materias primas. Dado lo anterior la empresa debe ser capaz de evaluar de manera correcta a partir de las variaciones coyunturales que presenten en el mercado de materias primas y auxiliares los requerimientos de transporte y almacenamiento.

El consumo productivo del capital constante circulante equivale en términos de costos a:

$$\begin{aligned}
 Cc(t) = & \int_0^t R_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) (Pr_t) + \beta \left[ \int_0^t R_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) \right] \cdot (cm) + \\
 & \int_0^t I_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) (Pr_t) + \beta \left[ \int_0^t I_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) \right] \cdot (cm) + \\
 & \int_0^t M_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) (Pr_t) + \beta \left[ \int_0^t M_0 (t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma) \right] \cdot (cm) \dots \dots \dots (17)
 \end{aligned}$$

Donde  $Cc$  es el capital constante circulante,  $prt$  es el precio unitario de  $r$  en el intervalo  $t$ ,  $pit$  es el precio unitario de  $l$  en el intervalo  $t$  y  $pmt$  es el precio unitario de  $m$  en el intervalo  $t$ , es el porcentaje de materias primas, auxiliares y recursos naturales almacenado en promedio,  $cm$  es el costo de almacenamiento.

Multiplicando  $Cc(t) \cdot n(t)$  (12) (el número de rotaciones anuales) tendríamos la cantidad monetaria gastada anualmente en materias primas.

De esta forma  $n(t) \cdot Cc(t) / VBP(t)$  es el valor de los costos de las materias primas como porcentaje del producto total anual.

### La rotación del capital constante fijo y los costos fijos

El volumen y las características físicas y técnicas de los bienes de capital utilizados en un momento determinado depende fundamentalmente de los siguientes factores: el deterioro físico de los bienes de capital y la obsolescencia; esta última se puede dar por el perfeccionamiento y generación de nuevos bienes de capital, por la introducción de nuevas técnicas de producción y de nuevos productos, o bien por el cambio en la estructura de la demanda.

El deterioro físico de los bienes de capital es el factor fundamental que determina la tasa de depreciación y por ende, el porcentaje anual que se carga al precio de las mercancías por ese concepto. El costo fijo que se carga al producto

se calcula a partir de factores técnicos relacionados con la durabilidad de los bienes, la calidad de éstos y el grado de utilización promedio que se imponga en la rama, así como del comportamiento de la demanda derivada. Las características de la rotación del capital constante dependen desde el punto de vista técnico de las propiedades físicas de los materiales que componen los medios de producción (resistencia de materiales, estado de construcción, etcétera), de las condiciones de utilización en las que operan (cargas de utilización, condiciones atmosféricas, acción de sustancias químicas, etcétera), y de la intensidad de utilización. Dado que, por un lado, los objetos que componen el capital constante fijo se diferencian en cuanto a la propiedad de sus materiales –incluso los de la misma clase–, y que por otra parte las condiciones de operación no son homogéneas, resulta que los diversos objetos que componen al capital constante fijo tienen un periodo de utilización diferente; es decir, su tasa de depreciación varía. Sin embargo, apoyándose en la experiencia y las características técnicas medias imperantes en una actividad económica, se puede establecer un periodo de utilización medio para los objetos de un tipo dado de capital fijo. En este sentido, "la vida de una unidad de equipo es, generalmente, inversamente proporcional a la carga que se le imponga. Pero los resultados son directamente proporcionales a esa carga. Cuando éste es el caso, existe una carga asociada con un costo mínimo, que determinará el nivel de operación para la economía máxima."<sup>5</sup>

Esta economía máxima acorta el periodo de recuperación del capital contante fijo y, por lo tanto, disminuye las posibilidades de pérdidas debidas a obsolescencia e insuficiencia.

En relación con la demanda derivada se sabe que cuando se presenta un crecimiento sostenido de ésta, se buscará un aceleramiento de la rotación del capital fijo, y los nuevos bienes de capital a utilizar presentarán innovaciones incrementales destinadas a generar procesos de diferenciación de producto, e incluso para la producción de nuevos productos, aspecto que condicionará la dinámica de la inversión, el ciclo de los procesos productivos y el de los productos. En este contexto económico, el incremento de la demanda derivada se asocia con un crecimiento más que proporcional en la capacidad utilizada, aspecto que se explica en gran medida –y dependiendo de las características técnicas del proceso de producción– por las economías a escala asociadas a la producción y las características de las mercancías finales.

---

<sup>5</sup> H. G. Thuesen *et al.*, *Ingeniería económica*, México, 1986, PPH, p. 491.

Por otra parte, en un contexto en el que la demanda derivada presenta ritmos de crecimiento más lentos, o incluso se estanca o decrece, se presenta el siguiente fenómeno:

Los costos fijos por unidad de producto se incrementan, lo cual nos conducirá a elevar el grado de capacidad utilizada, propiciando que la tasa de rotación del capital fijo disminuya, y por ende, que la demanda de reposición por bienes de capital disminuya a un ritmo más que proporcional al decrecimiento de la demanda derivada; en este caso los productores buscarán modernizar su equipo con el fin de reducir costos. Así, el deterioro físico de los bienes de capital juega un papel secundario, siendo la obsolescencia; el factor fundamental que explica la dinámica de la inversión, es decir, un decrecimiento de la demanda derivada se asocia a un estancamiento en el grado de flexibilidad de los procesos productivos para adaptarse a las condiciones del mercado (el ciclo del proceso productivo se estanca) o bien se presentan límites para la producción de nuevos productos o el perfeccionamiento de los ya existentes (se estanca el ciclo del producto).

Considerando nuevamente los elementos materiales que componen el proceso productivo (expresión 4) podemos clasificar a  $K$  como capital contante fijo que proporciona un determinado fondo de servicios dada la vida útil de los bienes de capital acumulados  $C_a$  hasta el momento  $t$ . Entonces, la depreciación de los bienes de capital puede presentarse de diversas maneras, las cuales describen el patrón de utilización de los bienes de capital y son, en última instancia, determinadas por las características del proceso de producción. Es decir, el patrón de depreciación de los bienes de capital debe estimarse especificando los siguientes aspectos: el sistema de generación de energía utilizado, el sistema de transmisión de la misma, los sistemas de control desarrollados en el proceso productivo, la velocidad de transformación de materias primas y auxiliares, y las características físicas y químicas de los materiales que componen a los bienes de capital. Si consideramos nuevamente que el proceso productivo está plenamente desarrollado, a partir de la sistematización de sus procesos elementales es posible generar una serie de indicadores, mediante tablas de distribución de frecuencias que describen la cantidad de servicios prestados por un bien de capital en un tiempo determinado; estos indicadores son los siguientes:

a) Edad del bien u horas de servicio potenciales que puede prestar un bien de capital ( $N_0$ ). Indica el tiempo durante el cual dicho objeto puede ser utilizado en

condiciones eficientes; esta cantidad de fondos de servicio es determinada por los fabricantes.

b) Tiempo efectivo de utilización ( $Nt$ ). Esta relación establece el tiempo efectivo de utilización especificado por las necesidades de servicio los productores a partir de su proceso de producción.

c) Coeficiente de utilización ( $l_t$ ). Indica la relación de tiempo de utilización en el año (mes) en cuestión y el número total de tiempo de servicio del equipo que se tenía originalmente ( $No$ ). Este indicador señala la fracción de tiempo que perdurará en utilización el equipo, es decir, la probabilidad de que el equipo persista en utilización durante  $t$  unidades de tiempo; en notación matemática sería igual a  $Nt/No$ .

d) Coeficiente de decremento  $Pt$ . Indica la relación que existe entre el decremento de las horas de utilización del equipo en una unidad de tiempo de utilización y el número de horas de servicio que originalmente se tenían, es decir:  $(Nt-Nt+1)/No$ . Este indicador señala la probabilidad de que el equipo, al ser revisado en el momento  $t$  (tiempo decreciente) pierda su valor de uso durante el periodo de tiempo mencionado.

e) Intensidad de decremento ( $mt$ ): Señala la pérdida de horas de servicio que tiene lugar durante la unidad de tiempo ( $t+1$ ) y el número de horas de servicio que se tenían en el momento  $t$  ( $Nt-Nt+1)/Nt$ . La intensidad de decremento puede interpretarse como la probabilidad de que el equipo que fue utilizado durante  $t$  unidades de tiempo pierda su valor de uso durante la siguiente unidad de tiempo.

La Intensidad del decremento también puede ser expresada como el cociente resultante de dividir el coeficiente de decremento y el coeficiente de duración, por lo tanto  $mt = Pt/l_t$ .

Con estos indicadores se puede calcular la pérdida de horas servicio y/o el número de objetos que pierden su valor de uso en una unidad de tiempo determinada, con lo cual se tiene la depreciación física de los bienes de capital en un periodo de tiempo. Si con  $No(t)$  designamos la cantidad de horas de servicio y/o el número de objetos introducidos en el año  $t$  este número tiene que ser igual al conjunto de horas de servicio y objetos que pierden su valor de uso en el curso de dicho año.

Considerando la expresión (4), la depreciación de un bien de capital se expresa de la siguiente manera:  $K(t) = K_1 = [Ca-Sa(t)]$ , donde  $Ca-Sa(t)$  sería igual a

la vida útil de los bienes de capital. En términos de indicadores, las anteriores expresiones equivaldrían a:

$$N_0 \int_0^t I_t dt \dots\dots\dots (18)$$

$$Ca - S(t) = N_0 \int_0^t I_t dt$$

en el caso de una depreciación lineal, o bien

$$N_0 \int_0^t e^{p(t)} dt \dots\dots\dots (19)$$

$$Ca - S(t) = N_0 \int_0^t e^{p(t)} d(t)$$

en el caso de una depreciación exponencial donde p=coeficiente de decremento, y

$$N_0 f(t) + \int_0^t g(t-\gamma) f(\gamma) d(t) \dots\dots\dots (20)$$

$$Ca - S(t) = N_0 f(t) + \int_0^t g(t-\gamma) f(\gamma)$$

en el caso de una depreciación con renovación parcial de las partes que componen al equipo.

Donde  $g(t-\gamma) = N(t)(t-\gamma)/N(0)$ . La fracción  $g(t-\gamma)$  se denomina frecuencia de utilización e indica la cantidad de horas de un bien de capital que tendrán que ser renovadas en un momento determinado dado su desgaste y su mantenimiento como una fracción de la cantidad de horas disponibles de utilización al inicio del uso del bien de capital, y  $f(\gamma) = -l(\gamma)$ , donde  $l(t)$  es el coeficiente de duración  $N(t)/N_0$ .

Las diversas formas en las que se presenta el deterioro físico de los bienes de capital se constituyen en la base para calcular lo que se denomina la vida útil de un activo, también conocida como vida de costo mínimo o intervalo óptimo de reemplazo. Éste se define como "el intervalo de tiempo que minimiza los costos totales anuales del activo o que maximiza su ingreso anual equivalente neto".<sup>6</sup> Esta

<sup>6</sup> Thuesen et al., pp. 224 -225.



definición de lo que constituye la vida económica de un bien de capital tiene como supuesto que el capital materializado en medios de producción se recupera de acuerdo con un patrón de utilización determinado por la relación valor-tiempo, el cual considera que la depreciación y/o recuperación del valor de un bien de capital en el tiempo está determinada, en términos técnicos, por la cantidad de bienes producidos por unidad de tiempo, los insumos utilizados, los materiales necesarios para el mantenimiento del equipo, las horas hombre trabajadas durante el desarrollo del sistema de producción y el proceso de desgaste de un bien de capital. Al evaluar la depreciación de un bien de capital se supone que los procesos elementales que dan contenido al proceso de producción se mantienen constantes, es decir, que se operará sobre la base de un sistema de producción que no manifiesta discontinuidades, que es funcional y que es armónico.

Así, por ejemplo, al comprar un bien de capital que se integra a un sistema productivo se tiene que evaluar el valor actual neto del dicho bien para estimar los ingresos a percibir en el tiempo; en este caso, se calcula sobre la base contable en el cual VAN (valor actual neto) = Inversión inicial  $C/(1+r)^t$ . Donde C son los Ingresos a recibir en el periodo y  $r$  es el factor de actualización de la ganancia del capital invertido en el periodo  $t$ . En este caso, la posibilidad de evaluar la pertinencia o de utilizar el bien de capital depende de su inserción en el sistema. Asimismo, el cálculo adecuado de la depreciación de los bienes de capital tiene gran importancia en la medida en que afecta los flujos estimados de caja que resultan del pago del impuesto sobre la renta. "La depreciación influye en los costos amortizados sobre las utilidades, como se muestra es el estado de pérdidas y ganancias de una empresa, porque la depreciación aparece como un gasto que se deduce del ingreso bruto. Los impuestos sobre la renta se pagan sobre una cifra del ingreso neto y estos impuestos representan flujos de caja reales aunque los cargos por depreciación constituyan rubros contables."<sup>7</sup>

El cálculo de la tasa de depreciación de un bien de capital en términos monetarios depende entonces de la estimación de su vida útil. Así, la tasa de depreciación monetaria para un bien de capital se estimará a partir de las siguientes variables:

Costo Inicial del bien de capital = P

Valor del salvamento estimado = V

---

<sup>7</sup>Thuesen *et al.*, pp. 346-347.

La función que describe la depreciación física del bien de capital es:

$$C(t) = \int_0^t Ca - S(t) dt$$

El factor de pago para una serie de pagos compuestos iguales  $F/Ai, n = A[(1+i)^n - 1]/i$ , donde  $A$  es igual a la cantidad depositada en el fondo de amortización.

Entonces, la depreciación de un bien de capital en el momento  $t$  es igual a:

$$C(t) = (P) \left[ \left( Ca - \int_0^t s(t) dt \right) \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] - V \right] \dots \dots \dots (21)$$

Si consideramos como  $L = (P)Ca - \int_0^t St dt$ , entonces la fórmula anterior es

igual a

$$Ck = L (F/Ai, n).$$

La relación  $L$  determinaría el porcentaje de la depreciación del bien de capital en el momento  $t$  en términos monetarios. Esta cantidad monetaria es resultado de las características técnicas del proceso de producción, es decir, se considera que la depreciación física marginal del bien de capital en cuestión permite explicar la depreciación como un flujo monetario en el cual se considera el valor monetario del bien de capital considerando y su valor estimado de salvamento. Multiplicando lo anterior por  $(F/Ai, n)$  se expresaría la depreciación monetaria más un factor de descuento que garantizaría la compra a futuro del bien de capital en cuestión. Esta fórmula expresa la depreciación monetaria en el momento  $t$  como un cantidad compuesta producida por una serie de pagos. El factor de descuento que debe aplicarse para el cálculo de la depreciación monetaria debe garantizar que en el momento en que termina la vida útil del bien de capital, la cantidad acumulada permita comprar un bien de capital similar al que se enajenó en el momento  $t_0$  esto siempre y cuando se considere que no existirán cambios tecnológicos radicales. Es decir  $(F/Ai, n)$  nos permitiría actualizar los flujos monetarios realizados en el momento  $t_0$  al valor futuro de dichos flujos al terminar su vida útil. Si la economía mantiene una relación de precios relativos estable, la cual se reflejaría en tasas de inflación cercanas a cero, el valor monetario del bien de capital que será comprado en el momento  $t$  sería igual, o cercano, al valor monetario del bien de capital en el momento  $t_0$ .

## La fuerza de trabajo

La cantidad de la fuerza de trabajo empleada, así como el grado de explotación de ésta y, por ende, los niveles de rentabilidad de la empresa, están en función de las características técnicas de los procesos productivos. Actualmente nos encontramos en un régimen de producción de plusvalía relativa en el cual existen límites físicos y políticos para el alargamiento de la jornada de trabajo. Por consiguiente, el capital individual se ve forzado a reducir el tiempo de producción de sus mercancías individuales relación con el tiempo de producción socialmente necesario. Para lograr lo anterior es necesario incrementar la productividad de la fuerza de trabajo. Este incremento implica que, en el mismo tiempo de trabajo, el obrero utiliza de manera más intensa el capital constante fijo –la relación  $K/H$  se incrementa– y transforma más materias primas y materias auxiliares por tiempo de trabajo efectivo, es decir, se incrementa la relación  $CC/H$ . "La forma en que el proceso de trabajo reviste al capital, en cuanto valor de uso, se objetiva en que los medios de producción operan como medios de producción de la capacidad de trabajo específica que actúa conforme a su naturaleza determinada."<sup>8</sup> La mayor relación capital-trabajo no modifica la esencia del proceso de trabajo, pero sí determina la interacción entre sus elementos objetivos y subjetivos en los siguientes aspectos:

–Incrementa la rotación de capital constante fijo.

–La acción específica de los medios de trabajo (maquinaria y herramientas) sobre la materia prima, dado el aceleramiento de la rotación del capital constante fijo, implica procesos de mecanización y automatización muy elevados, a través de los cuales no sólo se libera al proceso de trabajo de la capacidad física de los seres humanos, sino que además las operaciones de control, percepción concentración y desentimiento paulatinamente se van independizando de la acción del hombre.

–Los procesos crecientes de mecanización y automatización, y con ello el incremento de la rotación del capital constante, así como todas sus implicaciones en el uso de la fuerza de trabajo, necesariamente generan una adecuación de las características físicas de las materias primas a ser transformadas en función de las

---

<sup>8</sup>Marx C., VI *Inédito*, México, Siglo XXI, 1980, p. 92.

características técnicas de la maquinaria (consumo de energía, velocidad de transformación, condiciones de control). Lo anterior trae como consecuencia una tendencia a establecer niveles de especialización crecientes en las etapas parciales del proceso de producción y, paradójicamente, una simplificación creciente de las actividades realizadas por los diferentes tipos de trabajo. En términos del producto final esto se expresa en lo siguiente : la maquinaria reduce la cantidad de horas obreros trabajadas por cantidad de materia prima utilizada y aumenta la cantidad de materia transformada en producto en un determinado tiempo de trabajo.

-La producción a través de una creciente relación capital/trabajo supone, por un lado, procesos de producción estandarizados, y por otra parte, flexibles, capaces de adaptarse a cambios en el uso de las materias primas, derivados tanto de variaciones en la demanda final como de variaciones sustanciales en el precio de las materias primas, aspecto que se expresa en el nivel de utilización de la maquinaria. Estos cambios también se traducen en la necesidad de utilizar una fuerza de trabajo flexible y polyvalente, la flexibilidad se asocia a la capacidad de modificar la cantidad de fuerza de trabajo empleada ante cambios radicales en la demanda, o en la oferta de las materias primas, y el concepto de polyvalente a la posibilidad de adaptar al trabajador a los cambios de las en el proceso de trabajo manteniendo el mismo nivel de productividad.

Los procesos continuos y constantes de mecanización y automatización tienden a liberar a la maquinaria de la fuerza motriz del obrero, y su influencia sobre el proceso de control y desentimiento sobre su funcionamiento. Lograr este control implica asimismo un proceso creciente de concentración y centralización de capital<sup>9</sup>. Asimismo, la organización del capital centralizado comprende el desarrollo de una red de subcontratación en la que las empresas, jurídicamente autónomas y no controladas mediante participación financiera, no constituyen capitales autónomos desde el punto de vista de la producción y realización de las mercancías. En el régimen de producción de plusvalía relativa esta tendencia a la integración se acentúa, la obtención de ganancia extraordinaria para una empresa depende de la

---

<sup>9</sup> En general la concentración es la extensión de un capital individual dentro del proceso de valorización. "La centralización del capital reagrupa bajo un mismo poder de disposición y de control ciclos de valorización que pueden permanecer separados entre sí desde el punto de vista de la producción y realización de mercancías". Aglieta Michael, *Regulación y crisis del capitalismo*, Siglo XXI, p. 6.

posibilidad de independizar los subsistemas del proceso productivo con el fin de automatizar aquellas etapas del proceso productivo en donde sea factible reducir al mínimo la acción de la fuerza de trabajo. Por ende, la subcontratación posibilita establecer normas y procedimientos de producción a un número de empresas integradas a los procesos de automatización. Es decir, la socialización del valor de uso de la fuerza de trabajo alcanza su máxima expresión. "Las condiciones objetivas del trabajo se vuelven más desarrolladas como medios de producción concentrados (y centralizados) gracias a la amplitud y el resultado de las condiciones de producción del trabajo combinados socialmente."<sup>10</sup> Este resultado se presenta al obrero como algo absolutamente autónomo e independiente de su propia acción, se expresa en su proceso de trabajo como elementos materiales (maquinaria, herramienta, materias primas, etcétera) en que toma cuerpo el capital. Lo anterior define el concepto tecnológico de la producción en el capitalismo, el cual reviste formas más reales, cuanto más, su propia capacidad laboral es modificada de tal suerte por estas formas que la misma en su autonomía esto es al margen de ese contexto capitalista se vuelve impotente, su capacidad productiva independiente se quiebra y por otra parte, merced al desarrollo de la maquinaria, las condiciones laborales también aparecen como dominado el trabajo desde el punto de vista tecnológico, y por lo mismo lo oprimen, lo vuelven superfluo en sus formas autónomas.<sup>11</sup> En este sentido, la producción (entendida como el proceso por medio del cual los miembros de la sociedad hacen que los productos de la naturaleza resulten apropiados a las necesidades humanas) se sujeta a una forma tecnológica que suprime la capacidad independiente del trabajo particular. El tiempo de trabajo vivo (en el proceso productivo) no reproduce otra cosa que la parte del tiempo de trabajo objetivado del capital que se presenta como equivalente de la disposición sobre la capacidad viva del trabajo, parte que por tanto, debe remplazarse como equivalente del tiempo de trabajo objetivado en esa capacidad de trabajo, es decir remplazar los costos de producción de la capacidad viva del trabajo.<sup>12</sup> Lo que el tiempo de trabajo vivo produce de más no es reproducción sino nueva producción de valores. Que a la vez se conserve el tiempo de trabajo contenido en la materia

---

<sup>10</sup>Marx C., *op. cit.*, p. 96.

<sup>11</sup>*Ibid.*, p. 7.

<sup>12</sup>Marx C., *Elementos fundamentales para la crítica de la Economía Política (Grundrisse)*, México, 1982, tomo I, Siglo XX1, p. 305.

prima no se debe a la cantidad de trabajo sino a su calidad como trabajo en general; esa calidad universal no es una calificación especial del mismo no es trabajo específicamente determinado [...] el capital no paga por esa calidad que la ha comprado en el intercambio con el obrero.<sup>13</sup>

En estricto sentido, el régimen de producción de plusvalía relativa supone la plenitud del proceso de producción, que desde el punto de vista de la competencia entre los diversos capital individuales implica que éstos trabajan a una escala condicionada, no por la demanda individual, sino por la tendencia a realizar la mayor cantidad posible de mercancías en el mercado con el capital existente. La sistematización de la forma en que interactúan la maquinaria, la utilización de las fuerzas naturales, y de la ciencia en el proceso de producción, determina la productividad de la misma, que en términos de la competencia reviste la forma de fuerzas productivas del capital. Actualmente el desarrollo de la maquinaria posibilita la sistematización y normalización del producto que sujeta y dirige la aplicación de la herramienta y que posibilita un uso eficiente de la energía. Asimismo, la aplicación de la informática permite normalizar los productos y los procesos de producción, y actualmente el conocimiento científico, a partir de tecnologías como nuevos materiales y biotecnología, tiende a modificar el objeto de trabajo. Es posible determinar la planeación de los requerimientos de trabajo en los procesos de producción, independientemente de las características del trabajo concreto que se despliegue, describiendo las llamadas operaciones unitarias. Este concepto se aplica "para designar operaciones como la destilación la filtración, el secado, etcétera, comunes a un gran número de industrias. En efecto es interesante estudiar estas operaciones independientemente de la naturaleza de las sustancias que intervienen, con objeto de establecer las leyes que determinan su eficiencia, y diseñar los equipos industriales apropiados".<sup>14</sup> Bajo esta lógica es posible codificar los procesos productivos como sistemas de producción en los cuales se puede obtener una visión global de las estructuras productivas y del comportamiento tecnológico que siguen. La tasa de productividad de la fuerza de trabajo puede ser determinada considerando que el obrero se ve sujeto a las leyes que enmarcan las condiciones de operación del sistema productivo en el cual la productividad de éste aumenta conforme se incrementa la utilización de los elementos que lo com-

---

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 305.

<sup>14</sup> Villermaux Jacques, "La Ingeniería de procesos", en *Mundo Científico*, núm. 118, vol. 2, p. 1094.

ponen, por esto la norma de productividad de la fuerza de trabajo será una función de la cantidad de producto generado dado el sistema de producción utilizado. Esta norma de productividad es conocida también con el nombre de curva de aprendizaje; dicha curva estima que la cantidad de horas de mano de obra directa requerida para producir  $1+n$  unidades es menor en un porcentaje  $x$  al requerido para producir la primera unidad. En términos funcionales lo anterior puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Y_x = Kx^n$$

Donde  $Y_x$  = número de horas de mano de obra directa requeridas para producir la unidad  $x$ ,  $K$  el número de horas de mano obra directa requerida para producir la primera unidad,  $x$  el número de unidades, y  $n$  = (parámetro dependiente de la curva de aprendizaje/porcentaje de reducción de horas hombre requerida por unidad de producto). Entonces el número de horas hombre acumulado para producir  $N$  unidades puede ser expresado de la siguiente forma:

$$T_N = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N = \sum_{x=1}^n Y_x$$

Entonces

$$TN = \int_0^n Kx^n dx$$

Considerando nuevamente la ecuación (4) que describe en términos funcionales los elementos que dan contenido al proceso de producción, tenemos que  $H(t)$ , expresada en términos de costos, es igual a:

$$H_0(t) = \int_0^n Kx^n dx (TSP) \dots \dots (22)$$

donde  $Tsp$  = tasa de salario promedio por hora hombre trabajada. Esta norma de productividad de la fuerza de trabajo empleada se relaciona directamente a la capacidad del capital constante fijo para incrementar sus niveles de rotación mediante el incremento en la utilización del bien de capital con el fin de alcanzar el costo mínimo por unidad de producto. Es decir, este costo mínimo, desde el punto de vista de la fuerza de trabajo, se relaciona directamente con los límites que el propio proceso productivo señala para la Intensificación de la jornada de trabajo.

## Los costos de producción y el nivel de ganancias

Una vez explicados los anteriores elementos, podemos definir la estructura de costos de la empresa, en términos dinámicos, en los siguientes términos:

$$\begin{aligned}
 CT(t) = & \int_0^t R_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma)(Prt) + \beta \left[ \int_0^t R_0(t-g)f(g)d(g) \right] \cdot (cm) + \\
 & \int_0^t I_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma) (Prt) + \beta \left[ \int_0^t I_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma) \right] \cdot (cm) + \\
 & \int_0^t M_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma)(Prt) + \beta \left[ \int_0^t M_0(t-\gamma)f(\gamma)d(\gamma) \right] \cdot (cm) + \\
 & (P) \left[ \left( Ca - \int_0^t s(t)dt \right) \left[ \frac{(1+i)^{n-1}}{i} \right] - V + \left[ \int_0^n Kx^n dx(TSP) \right] \dots (23)
 \end{aligned}$$

O en términos puntuales:

$$CT(t) = [rt(prt) + lt(pit) + mt(pmt)] + [St(pkt)] + [Hht(TSP)] \dots (24)$$

La ecuación 24 expresa la estructura de costos de la empresa considerando el proceso de producción a partir de sus elementos técnicos y en relación con el mapa de precios relativos a través de los cuales la empresa opera. Es decir, la empresa establece sus precios considerando los requerimientos físicos espaciales y temporales de materias primas, materias auxiliares, fuerza de trabajo, y requerimientos de capitalización de un proceso productivo. Desagregando los elementos de la ecuación, tenemos que la estructura de precios de una empresa se determina especificando el patrón de cambio del precio del capital constante circulante, lo cual supone determinar los cambios en los requerimientos de insumos consumidos por unidad de mercancía producida, la estructura del mercado de los oferentes, los patrones de competencia que imperan entre ellos, sus índices de capacidad instalada, las variaciones de precios ante diversas coyunturas del mercado, la capacidad de respuesta de los oferentes de materias primas ante cambios en la demanda, y los niveles de calidad de los insumos que producen. Asimismo, la ecuación permite determinar la distribución del costo del capital constante fijo en el



tiempo, lo que incluye determinar el patrón de depreciación del capital constante fijo, estimar los requerimientos de mantenimiento del equipo, evaluar la funcionalidad y armonía del sistema productivo y determinar el valor futuro del dinero. Por otra parte, la ecuación temporal de costos especifica los requerimientos de fuerza de trabajo, que se asocian a los niveles de capacidad utilizada del capital constante fijo y a los requerimientos técnicos del mismo. En términos de costos, la determinación de lo anterior permite evaluar cambios en los niveles de salario por unidad de mercancía.

Para la empresa, el comportamiento de los precios relativos tiene sentido económico si y solo si es capaz de transformar los insumos y utilizar eficientemente tanto los bienes de capital como la fuerza de trabajo. En este sentido, la minimización de los costos, a partir de la reducción del tiempo de producción, posibilitará al capitalista maximizar sus ganancias. Como la maximización de la ganancia sólo se puede realizar en el precio, ésta estará determinada por el excedente del precio recibido con respecto al precio de costo. En consecuencia, los márgenes de beneficio se establecen, en primer lugar, por las necesidades sociales que existan del producto; en este sentido, la producción se organiza y desarrolla sobre la base de una producción para el consumo. El consumo, por tanto, condiciona y determina los cambios factibles a desarrollar en los procesos productivos; modificaciones no acordes en los procesos productivos a las necesidades sociales se expresarán en un decremento de los beneficios. La correcta evaluación de las necesidades sociales por parte de los productores, la evaluación de las condiciones de competencia con otros productores, el análisis sobre el comportamiento de los mercados de materias primas y auxiliares, así como los patrones de evolución tecnológica que sigue el proceso productivo, la evolución de la distribución del ingreso que determinan la demanda efectiva para los diferentes mercados, y la estructura de distribución del capital social de la empresa, son las variables determinantes del comportamiento histórico de los márgenes de ganancia que la empresa obtiene. Aún más, son estas mismas variables las que determinan el comportamiento futuro de la empresa, es decir, de la inversión.

Sobre la base del comportamiento histórico de los márgenes de ganancia de cada empresa es posible determinar los rendimientos futuros de la misma, e incluso es posible estructurar los potenciales variaciones temporales de los precios relativos y, en última instancia, a partir de lo anterior, determinar la eficiencia y pertinencia social de un sistema productivo. Las características específicas de la rotación del capital en cada sistema productivo determinan la ganancia a obtener

en cada periodo de tiempo. En el corto plazo, para la empresa el precio de su producto final es un dato, por lo que tiene que obtener la maximización de la ganancia, incrementando la productividad del trabajo. La productividad de la fuerza de trabajo se puede formalizar de la siguiente manera:

$$VAPh(t) = \frac{VBP(t) - CCT(t)}{H_o(t)} \dots\dots\dots (25)$$

$$CTh(t) = \frac{CTt}{\int_0^n Kx^n} dx \dots\dots\dots (26)$$

Donde (25); valor agregado por horas hombre trabajadas en el momento  $t$  = valor bruto de la producción en el momento  $t$  (precio del producto final en el momento  $t$  \* unidades vendidas - costos incurridos por el consumo del capital constante en el momento  $t$ ) / Horas hombre trabajadas, y (26) costos totales por hora hombre trabajadas = costos totales/horas hombre trabajadas.

Por lo tanto  $GBh(t) = VBP(t) - CTh(t)$  (27), donde  $GBh(t)$  = ganancia bruta por horas hombre trabajadas.

Nótese que tanto (25), (26) y (27) son funciones homogéneas de  $(t)$ , lo mismo que todas las variables anteriormente definidas. Por otra parte, la igualdad (27) indica que las ganancias obtenidas por hora hombre trabajada en el periodo  $t$  dependen del precio del producto final, de la rotación del capital, de los precios relativos de los insumos en el momento  $t$ . De esta forma, la tasa de ganancia en el momento  $t$  sería igual  $GBh(t) / CTh(t)$  (27) y la tasa de explotación de la fuerza de trabajo  $GBh(t)/Ho^T * Tsp$ . (28)

Las decisiones de inversión dependen de la certidumbre de los rendimientos probables a obtener. Los potenciales rendimientos futuros deben explicarse, en primer lugar, a partir de los rendimientos corrientes, los cuales se estiman considerando la estructura de costos existente y el precio del promedio del mercado del bien o bienes producidos durante el lapso en que están en activo los bienes de capital. A partir de lo anterior, es posible analizar los cambios potenciales que traerá la incorporación de nuevos bienes de capital, los cuales modificarán la estructura de costos previstos de producción y alterarán tanto los ciclos de rotación del capital (fijo y circulante) como la productividad de la fuerza de trabajo, y por ende la ganancia bruta por hora hombre trabajada. Asimismo, la incorporación de nuevos bienes de capital podría propiciar una disminución del precio del producto si se generaliza su utilización entre todos los productores y se mantiene sin cambio el

precio de las materias primas y auxiliares y el de la fuerza de trabajo. En este caso, la estructura de la demanda (poder adquisitivo del consumidor) y el desarrollo de los patrones de consumo, permiten determinar la sensibilidad del mercado para absorber este incremento de producción y el margen de ganancia. Estos factores, que son los determinantes de los rendimientos a futuro, hacen posible el establecimiento del efecto que tiene el valor del dinero sobre la dinámica de inversión de una economía.

### **La rentabilidad de las empresas en el contexto del mercado**

La rentabilidad de la inversión que una empresa puede realizar se confronta cotidianamente como un movimiento cíclico a partir del dinero adelantado necesario para mantener el proceso productivo en activo. La reproducción (compra y venta) de los elementos materiales que dan contenido y forma al proceso productivo aparece en el tiempo como momento de la producción. En general, y según las características del periodo de rotación del capital constante fijo y circulante, será necesario adelantar capital dinerario en magnitudes muy disímiles para poner en movimiento y/o mantener el proceso productivo. Los ciclos de rotación del capital constante circulante determinan el primer punto de comparación de la rentabilidad de la empresa en la medida en que puede solicitarse financiamiento para la compra de dichos bienes. En este caso, los requerimientos de capital dinerario necesarios para que las empresas operen en la misma escala, o para expandirse, no se presenta como dinero adelantado por las propias características del proceso de producción y circulación, sino como dinero que se toma prestado. El sector financiero impone al capital industrial un criterio de rentabilidad relativa basado en el principio de obtener rendimientos económicos suficientes durante un periodo futuro que justifiquen el desembolso original, es decir, suficientes entradas de caja para justificar el efectivo gastado. Para determinar el rendimiento económico, el sector financiero relaciona todas las oportunidades de inversión en comparación con todas las fuentes de financiamiento. Dado que la sociedad capitalista opera en una racionalidad determinada por la competencia, se producen sin cesar grandes perturbaciones en los mercados. Éstas pueden originarse por las presiones que se ejercen sobre el mercado de dinero en la medida que es necesario el adelanto incesante del mismo en gran escala, durante largos periodos que cuales se expresan en demandas por créditos. Por otra parte, pueden existir presiones sobre el capital

productivo de una economía; como regularmente se retiran elementos del capital productivo, bajo la forma de capital dinerario, puede aumentar la demanda solvente sin que necesariamente se incremente la oferta, y por consiguiente pueden generarse alzas en los precios en los bienes. Asimismo, y prescindiendo del volumen la demanda en general puede presentarse que una baja en los precios restringe deliberadamente la venta, mientras que la producción sigue su curso; a la inversa la producción cuando hay alza en los precios la producción y la venta tienen una relación directa, e incluso se presentan ventas a futuro. La oferta y la demanda por crédito son los determinantes de la expansión de las empresas en la medida en que por un lado nivelan la ganancia para las diferentes industrias, reducen los costos de circulación —pues disminuyen las transacciones al sustituir el papel del dinero por dinero crédito— y aceleran la circulación del medio circulante al acelerar las diferentes fases de circulación mercantil. A nivel de la empresa, los potenciales requerimientos por crédito en el corto plazo están asociadas a la relación existente entre el proceso productivo y el proceso de circulación. La separación del proceso productivo y de la circulación de mercancías provoca que existan diversas proporciones en la forma en que aparece la inversión de capital, ya sea bajo la formas de capital dinerario y/o bajo la forma de capital mercancía. Así por ejemplo, cuando el periodo de trabajo es igual al de circulación, entonces el capital dinerario liberado por la venta del producto permite cubrir los requerimientos de compra de materias primas y de fuerza de trabajo. Asimismo, cuando el periodo de trabajo es más largo que el de circulación pero éste se expresa como un múltiplo del primero, entonces el capital dinerario recuperado cubrirá los requerimientos parciales para la compra de materias primas y fuerza de trabajo. En ambos casos, los capitales que se presentan bajo la forma de capital productivo y capital dinerario se expresa como diversos capitales que funcionan y se recubren de manera homogénea. En estos casos, los requerimientos por crédito de corto plazo de la empresa, cuando la economía es estable, están claramente definidos y son prácticamente inexistentes, dado que la empresa es capaz de cubrir por sí misma sus necesidades de capital dinerario. Por el contrario, en todos los casos en que el periodo de circulación es mayor al del trabajo, sin que el primero sea un múltiplo del último, y cuando el periodo de trabajo es mayor que el de circulación, a partir de la segunda rotación una parte del capital circulante quedará libre de manera constante y periódica en un monto tal que es igual a la parte del capital que se encuentra en el proceso de circulación. El capital dinerario liberado por el mero mecanismo de rotación desempeñará un importante papel para cubrir los requerimientos de la empresas

para el acopio de materias primas y para la contratación de fuerza de trabajo. Los requerimientos de acopio y la proporción en que son cubiertos por el capital liberado condicionan los requerimientos de capital adicional adelantado por las empresas en un ciclo de rotación. Es decir, el monto de recursos o capital adelantado que la empresa necesita para mantener en operación su proceso productivo de manera continua y en la misma escala depende de la velocidad de rotación del capital circulante y del tiempo de circulación de las mercancías producidas. En este caso, la programación de pagos de sus diferentes abastecedores de materias primas y auxiliares, los flujos de compra y venta de materias primas y la programación de los circuitos mercantiles se establece bajo criterios estrictamente técnicos, aspecto que depende de la distribución de los desembolsos unitarios en el tiempo. En una fase de relativa estabilidad, los montos de capital dinerario que las empresas requieren para cubrir sus necesidades de acopio de materias primas, no constituyen una presión sobre el mercado de dinero en la medida en que se recubren los diversos pagos, pues existe la posibilidad de programar de manera precisa los flujos de compra y venta, las demandas por inventarios dependen de la velocidad de utilización de los objetos y de las reservas iniciales que se requieran en cada proceso productivo. La cantidad de inventarios requeridos en el inicio del proceso productivo se constituye en el límite de la función de renovación. Sin embargo, se pueden presentar perturbaciones en el precio de materias primas y auxiliares, situaciones que el mercado financiero puede remediar de manera relativamente rápida en la medida en que la consolidación de los determinantes técnicos entre diversas actividades productivas genera un flujo de capital dinerario relativamente amplio que se origina del proceso de rotación de los diversos capitales, o bien porque se utiliza una parte de las ganancias acumuladas por diversos capitales y que fluyen al sistema financiero. En este caso, la oferta dineraria que el sector financiero puede generar deriva de los siguientes aspectos:

- a) Reducción en el tiempo de circulación de las mercancías, en sectores económicos que presentan un gran volumen de capital adelantado; en este caso se liberaría capital bajo su forma dineraria.
- b) Reducción en el precio de las materias primas.
- c) Incremento en el precio de los productos finales.
- d) Acumulación de las ganancias.
- f) Utilización de los fondos de amortización derivados de la depreciación del capital constante fijo.

Son estos mismos factores los que permiten a las empresas tener la capacidad de generar sus propios recursos por capital dinerario en un escenario de relativa estabilidad en la relación de precios relativos. Hasta ahora hemos considerado el proceso por medio del cual la empresa es capaz de cubrir sus propias necesidades por capital dinerario, es decir, la empresa opera como una sola unidad capaz de cubrir tanto los costos de producción como de circulación, y de programar de manera eficiente, a partir de lo anterior, sus requerimientos de capital dinerario. En este sentido se considera que la empresa opera como un sistema de producción capaz de producir ganancias en un tiempo determinado. Estas ganancias –como hemos visto– dependen de la relación tecnológica que se establece en el propio proceso productivo y de las necesidades sociales. Sin embargo, a medida que los procesos productivos se hacen más complejos y los mercados se expanden, las empresas requieren solicitar dinero en los mercados financieros para poder cubrir sus requerimientos de expansión y operación; la posibilidad de que accedan a dichos créditos se ve condicionada por la probabilidad de acrecentar sus márgenes de ganancia a través de la inversión productiva. Esta inversión se valora en relación con los rendimientos que las otras empresas tienen en la misma unidad de tiempo, aspecto que oculta la relación tecnológica que se deriva del proceso de producción.

Esta relación tecnológica se manifiesta en los costos de producción en dos; aspectos el primero se refiere a su expresión física, que es, como hemos expuesto, determinada por los desembolsos unitarios que el sistema de producción señala; y segundo por el comportamiento de los precios de los elementos materiales del proceso de producción y de la fuerza de trabajo. El primer aspecto ha sido desarrollado con anterioridad, ahora nos abocaremos a analizar la variación de los precios y su vinculación con el proceso productivo y con la estructura tecnológica del sistema de producción. Sabemos que *expost* oferta es igual a demanda. Es decir,  $D_t = O_t$  pero la oferta  $O_t$  depende de la producción iniciada en  $n$  periodos anteriores  $I_{t-n}$ . Para que la oferta y demanda coincidan *expost*, las empresas tienen siempre un inventario de mercancías, entonces las diferencias entre oferta y demanda son cubiertas por los inventarios ( $S_t$ ), que de esta forma se acumulan y desacumulan en función de las variaciones de la oferta y demanda, es decir  $S_{t+1} - S_t = O_t - D_t$ . Llamemos  $S_t^*$  a los inventarios deseados al comienzo del periodo.

Donde  $S_t^* - S_t = @E_t$ . Siendo  $@$  la variación de los inventarios.

Entonces:

$$It = Q_0^t(t) + \sum Et - n = Ot$$

$$S_{t+1} - S_t = Q_0^t(t-n) - Dt + \sum Et - n$$

La variación de los precios de las mercancías puede enfrentarse a través de los inventarios, y al reducirse éstos o aumentar, se abre un ajuste en la producción que permite tener una  $S_t^*$  acorde al comportamiento de la demanda en el periodo anterior. Así, los cambios en los precios de los insumos y de las mercancías finales se mueven dentro de un rango definido por la base tecnológica en la cual se asientan los sistemas de producción. Dichos sistemas tienen capacidad para incrementar la producción a partir del comportamiento de la demanda agregada. Por esta razón, en una economía capitalista la empresa actúa sobre un escenario de precios relativos de corto plazo conocidos. La rotación del capital constante y variable que aparece en la contabilidad de la empresa como efectivo gastado en determinado lapso de tiempo, está determinada por las condiciones tecnológicas que se tienen a partir del sistema de producción, el cual se determina por las expectativas de crecimiento de la demanda agregada. Sobre esta lógica, las empresas planean su trayectoria de expansión y plantean sus estrategias de financiamiento. El otorgamiento de financiamiento se relaciona por tanto con la capacidad de realizar en determinado tiempo las ganancias esperadas; en contabilidad financiera la evaluación de la rentabilidad a futuro se mide bajo el criterio del valor actual neto. Dicho concepto pretende expresar las ganancias futuras en ganancias actuales, para lo cual calcula los ingresos a futuro descontados por un factor de rentabilidad definido por los niveles de ganancia que actualmente se tienen para inversiones similares. Para el cálculo del valor actual neto se requieren los siguientes datos: determinar los costos futuros, determinar los ingresos futuros, y encontrar la tasa de rentabilidad promedio que un inversionista estaría dispuesto a recibir en el mercado financiero. Los ingresos futuros (flujos de tesorería) se analizan a partir de las transacciones que potencialmente se realizarán en un periodo de tiempo determinado, es decir, en análisis financiero se define el flujo de tesorería como: flujo de tesorería = ingresos - costos fijos - costos variables. Esta desagregación presenta un ordenamiento contable de los elementos que definimos en la función de producción anteriormente desarrollada. La primera relación existente entre las dos diferentes formas de agregación es que la expresión de transacciones en términos contables se determina a partir de la relación sistémica que define el proceso de producción. Por ende los rendimientos futuros son función de las relaciones tecnológicas que el sistema de producción define.

Analizando el primer componente de la ecuación –costos futuros– tenemos que éstos se valoran en precios presentes a partir de los determinantes técnicos de la rotación de capital constante que incluye la depreciación del equipo y el consumo de capital constante circulante. El supuesto de este concepto se basa en el criterio de equilibrio de inventarios, el cual plantea que es posible prever el comportamiento de las variaciones de los precios si el sistema de producción está plenamente desarrollado. El que un proceso técnico esté plenamente desarrollado implica que se tienen determinados los desembolsos unitarios del sistema, y que las variaciones de éstos en el tiempo no pueden tener modificaciones abruptas en la medida en que la producción sigue un proceso evolutivo sustentado en sistemas de producción relativamente definidos; existe, por tanto, un rango de sustituibilidad entre insumos que permite mantener el precio del producto en rangos relativamente estables. Considerando este supuesto, se tiene que, en este caso, el costo por unidad de producto es proporcional a la cantidad de productos elaborados. En otras palabras, la contabilización del capital constante circulante guarda una relación estrecha con el índice de capacidad utilizada, aspecto que en la contabilidad de la depreciación del capital constante fijo no se puede apreciar en la medida en que se evalúa a partir del cálculo actuarial, en el cual se consideran los aspectos técnicos del proceso de producción como la variación del valor del dinero.

Todo sistema de producción tiende necesariamente a un proceso de estabilización en el cual la renovación de los objetos se uniformiza llegando a un promedio de renovación de los elementos objetivos del proceso de producción; este promedio es linealmente dependiente del periodo medio de utilización de los mismos. En términos técnicos, lo anterior significa que los procesos productivos que satisfacen la demanda de una empresa se coordinan en función del proceso uniforme de renovación. Los niveles de calidad de los insumos, el potencial de transformación de los procesos productivos que satisfacen la demanda por insumos y los tiempos de entrega, se planean para que siempre exista en el mercado una oferta continua. La variación de los inventarios deseados, que se presentan en el modelo de equilibrio de existencias, observa perfiles históricos relativamente estables, y sus variaciones dependen del volumen de producción que se obtenga por unidad de tiempo. Es decir, la relación entre oferta y demanda está reflejando la relación de diferentes sistemas de producción y de técnicas que posibilitan procesos de producción de bienes finales continuos que articulan los requerimientos y las variaciones de mercado. La contabilización del capital constante circulante aparece en los libros de contabilidad bajo los rubros de activos de trabajo, que in-



cluyen las materias primas y los productos que se encuentran en proceso de elaboración. <sup>15</sup> El segundo elemento que entra en la valoración de los costos, y por tanto en el cálculo del flujo de tesorería, es la devaluación del capital constante fijo. Las funciones de devaluación de este elemento del proceso de producción explicadas anteriormente se asocian a la pérdida de valor debido al empleo, uso o desgaste de los bienes de capital que tiene lugar por el uso de éstos dentro del sistema de producción, en el cual operan. En términos contables o financieros, el monto de depreciación no tiene necesariamente que coincidir con la depreciación física en la medida en que esta última tiende a señalar el valor real del bien de capital en cualquier periodo de tiempo de la vida útil. La depreciación contable especifica un patrón de distribución del valor monetario del bien de capital que posibilite al término de su vida útil cubrir el valor monetario real del bien capital. Como puede observarse, la depreciación real del bien de capital es de gran importancia para el cálculo de la depreciación contable, en la medida en que indica el patrón de desgaste que el bien de capital sufrirá, y señala el tiempo en el cual se deberá distribuir el costo monetario del bien de capital para que pueda ser renovado.

Por lo tanto, y considerando la forma en que el capital constante fijo transfiere su valor a las mercancías, éste es el que determina el periodo de tiempo que debe ser considerado para evaluar el rendimiento de la inversión. Es por ello que, cuando un proceso de producción está plenamente desarrollado, los tiempos de vida útil de los diferentes bienes de capital tienden a homogeneizarse de tal manera, que la participación de los diferentes bienes de capital en los costos unitarios tiende a uniformarse. Asimismo, los costos de la mano de obra directa invertida para un determinado volumen de producción de fuerza de trabajo, se asocian a la tasa de utilización de los bienes de capital.

$$\int_0^n Kx^n = F(Ca - \int_0^t St dt)$$

Es decir, para una determinada actividad del proceso productivo. Asimismo, los gastos generales pueden ser expresados como una fracción del número de horas de mano de obra directa asociadas a una determinado volumen de producción.

---

<sup>15</sup>También se incluyen en este rubro contable los artículos terminados y las mercancías que se encuentran en proceso de venta. Al conjunto de todos estos elementos se le puede denominar inventario.

Con estos datos, la empresa puede prever el primer elemento para el cálculo del flujo de tesorería, en términos de desembolsos unitarios, y asimismo determina el periodo de tiempo que tendrá que considerar para la estimación de los ingresos futuros. Los costos totales, por tanto, son iguales al volumen de producción multiplicado por los costos unitarios.

El segundo elemento a considerar para la estimación de flujos de tesorería son los potenciales ingresos a que se recibirán durante la vida útil de los elementos materiales que definen el proceso de producción. Los ingresos dependen del tamaño del mercado, de la estimación de las necesidades sociales que tiene que satisfacer el conjunto de empresas, y de la participación de una empresa determinada en el mercado total.

El registro histórico sobre los volúmenes de ventas que se obtienen permite determinar los comportamientos cíclicos de éstas y especificar la interdependencia que existe en los requerimientos sociales entre dos periodos de tiempo determinado. A partir de lo anterior, se pueden calcular porcentajes de variación entre las demandas que tuvieron lugar en dos periodos de tiempo determinado, y con ello asignar errores de estimación en el tamaño de mercado. Sobre esta base, cada empresa puede asignar porcentaje de error (o probabilidades de éxito o fracaso) sobre las estimaciones que se hagan sobre el tamaño del mercado, y analizar las causas que generan la variación; la asignación de probabilidades nos permitiría formular una modelo de simulación idéntico al que se desarrolló con el equilibrio de inventarios.

El conocimiento sobre las variaciones históricas del tamaño del mercado, así como de las condiciones de producción (técnicas de producción que imperan para el conjunto de empresas) permiten especificar los rangos sobre los cuales se moverá el precio del producto final.

Respecto a lo antes dicho podemos considerar las siguientes elementos que potencialmente pueden modificar los rangos de variación del precio del producto final en el supuesto de que los procesos productivos están plenamente desarrollado (que exista un proceso de división social del trabajo entre los diferentes capitales).

a) Variaciones abruptas y permanentes de la demanda.

b) Variaciones abruptas y permanentes en la oferta de insumos que induzcan a modificaciones radicales en los procesos de producción.

c) Incorporación y/o adaptación de técnicas novedosas al sistema de producción por parte de una empresa, aspecto que se traduciría en el desarrollo de nuevos procesos de producción y de nuevos productos, o en una diferenciación radical entre los ya existentes.

d) Incremento en la participación del mercado por parte de una empresa o concurrencia de nuevos competidores derivados de algunas de las causas antes mencionadas.

e) Cambios en la relación de precios relativos en la economía derivados de procesos inflacionarios.

Estos factores, que inducen a modificar los rangos de variación de precios sobre los cuales las empresas operan, ocurren en el largo plazo (por lo que se expresan de manera paulatina) y son producto fundamentalmente del cambio tecnológico. Dado que los factores antes enunciados ocurren de manera paulatina, es posible prever el rango de variación de los precios de los productos finales a partir de los siguientes elementos.

a) Codificar la edad de las diferentes tecnologías utilizadas mediante el cálculo de la tasa de transformación de insumos en las etapas parciales del proceso de producción a nivel social. Con ello será posible determinar la oferta potencial del sistema de producción y simular las variaciones de costos ante diferentes situaciones de mercado.

b) A partir de a) se puede codificar el grado de estabilidad de los sistemas de producción de diversos productores de insumos y bienes de capital, así como de los competidores. Con ello será posible prever las barreras a la entrada, derivadas por las economías de escala que se tienen ante un determinado tamaño de mercado.

c) El tamaño del mercado tendrá que analizarse considerando el grado de madurez de la economía, el cual se contextualiza a partir de la eficiencia relativa de los sistemas de producción respecto al mercado de capitales.

En este sentido, cuando los niveles de inversión se incrementan en determinada actividad económica, sin que ocurran cambios en los procesos productivos derivados por el cambio tecnológico, por encima del promedio social y, asimismo, los niveles de rentabilidad son sustancialmente superiores a los imperantes socialmente, puede afirmarse que el grado de madurez de la economía no es

pleno. A medida que una economía madura, se tiende a homogeneizar las tasas de rentabilidad en las diversas actividades económicas (empujados por la competencia), y por ende la distribución de la ganancia social entre los diferentes capitalistas. La competencia entre diferentes capitales privados e independientes permite una organización social de la producción que garantiza la reproducción de las relaciones económicas y sociales, situación que se presenta en la distribución del ingreso y, por ende, en el comportamiento de los mercados. Cuando el comportamiento de los mercados es estable en el largo plazo, la tasa salarial promedio se estandariza y el desarrollo de nuevos mercados tiende a ser explicado fundamentalmente por los factores de concentración del ingreso que imperan a nivel social, situación que en un régimen de producción de plusvalía relativa hace esperar una creciente concentración del mismo. Por otra parte, cuando la economía es madura, la ampliación del mercado en bienes de consumo masivo tiende a desarrollarse sobre patrones de optimización de los procesos productivos mediante el perfeccionamiento de las técnicas de producción y la diferenciación del producto. A nivel práctico, la determinación de la demanda futura debe darse considerando las variables que inducen el incremento o decremento del consumo, la utilidad social de este consumo y la estructura de distribución de capitales entre las diversas actividades económicas.

La incidencia relativa de cada uno de estos factores en el comportamiento de los precios puede determinarse con cierta precisión en la medida en que existe el conocimiento sobre la estructura tecnológica sobre la cual las empresas operan en determinado mercado. Esto significa que los factores de competencia no dependen exclusivamente de las barreras a la entrada derivadas de los desembolsos iniciales de capital, los cuales se asocian a las escalas de producción y que determinan el número de productores que concurren al mercado. Estas economías de escala son resultado de las condiciones técnicas de producción que socialmente imperan, y el número de empresas que participan en la producción depende del mercado a satisfacer. Situándonos en los casos extremos puede existir un precio plenamente competitivo si la demanda es creciente con condiciones iniciales oligopólicas de producción, o bien puede existir un precio plenamente competitivo que tienda al establecimiento de un oligopolio si dada una determinada distribución del mercado entre las empresas alguna de éstas quisiera aumentar su participación en el mercado a través de una reducción en el precio que tiene su origen en la aplicación y desarrollo de cambios tecnológicos radicales, los cuales reducirían los costos unitarios. A nivel de una empresa, el incremento de sus ventas depende

de su política de diversificación de productos y las modificaciones en los costos asociados al desarrollo de nuevos productos, la tasa de crecimiento de capital de la empresa y el margen de ganancia que impera en el mercado y que ha permitido determinar una política de precios. En resumen, a partir del análisis de la estructura tecnológica prevaeciente en el mercado, la empresa puede prever el precio sobre el cual opererará y determinar las causas posibles de los errores de previsión que pueden darse en dos periodos de tiempo determinado. Sobre esta base, puede estimarse el flujo de tesorería de la siguiente manera: flujo de tesorería = ventas esperadas (unidades vendidas) \* (precio unitario) - (costos unitarios + impuestos esperados).

Una vez planteada la metodología que nos indicaría cómo calcular los elementos que determinan los flujos de tesorería, es posible realizar el análisis de la rentabilidad relativa de las empresas. Dicho análisis parte de los siguientes supuestos implícitos:

Existe un nivel mínimo de rendimiento para inversiones, el cual sirve de parámetro de comparación para determinar el costo de oportunidad de éstas. Dicho rendimiento mínimo debe alcanzar un nivel que cubra el pago de interés e impuestos, considerando que el capital productivo opera únicamente con dinero prestado.

El rendimiento mínimo se presenta como factor de descuento que logra igualar los rendimientos futuros en rendimientos actuales. Para cada tipo de inversión existe un factor de descuento que mide la rentabilidad relativa de las inversiones en función del riesgo, por ello pueden compararse rendimientos de cualquier tipo de inversión o de activos en el momento presente.<sup>16</sup>

En este sentido, dicho rendimiento mínimo de las inversiones se asocia directamente a las diversas tasas de interés que imperan en el mercado. El comportamiento de ésta depende de tres factores:

- a) La oferta y la demanda de dinero de corto plazo (anual), que se asocia con el nivel de actividad económica del país.
- b) El desarrollo del ciclo de negocios e industrial.

---

<sup>16</sup> Este principio es conocido como el criterio de aditividad, el cual puede ser enunciado de la siguiente forma: si tenemos dos corrientes de tesorería A y B el valor actual de A + B es igual al valor actual de A más el valor actual de B. Es decir, el valor actual de dos activos combinados es igual a la suma de sus valores actuales considerados separadamente.

c) La concentración del capital social entre los diferentes capitales en funciones (capital industrial, mercantil y financiero).

De los tres aspectos antes mencionados los relevantes son los dos últimos, en la medida en que determinan al primero. Dicha determinación se realiza de la siguiente forma: la fase de ciclo industrial y comercial nos especifica los montos de capital dinerario que se liberan por efectos de la actividad económica. En una economía con fase de auge, los ciclos de producción y circulación de mercancías se desarrollan en forma continua, existiendo por ende requerimientos por crédito fundamentalmente asociados a la necesidad de renovar los elementos materiales de los procesos de producción, o bien a expandir la capacidad productiva de las empresas. En esta fase del ciclo comercial e industrial, la tasa de interés disminuye por el incremento de la oferta monetaria factible a ser utilizada como capital dinerario y virtualmente como capital productivo. En la fase de estancamiento económico, el nivel de actividad económica paulatinamente decrece; los ciclos de producción y circulación de mercancías comienzan a presentar problemas para su continuidad derivados del estancamiento en los niveles de rentabilidad asociados a las inversiones que originalmente se realizaron. En esta fase, la tasa de interés comienza a elevarse por la contracción de la oferta de capital dinerario y por el incremento de la demanda de crédito vinculadas, entre otras causas, a las dificultades de cubrir los pagos que se asocian a las discontinuidades que se dan entre los ciclos de producción y comercialización. En la fase de crisis esta tendencia se acentúa, se incrementa la tasa de interés por la contracción de la oferta dineraria factible a ser utilizada como capital productivo, y las oportunidades de financiamiento para la inversión se reducen.

Otro de los elementos que influyen sobre la tasa de Interés se relaciona con la división del capital en funciones entre los capitalistas industriales, comerciales y financieros. Una mayor participación del capital financiero dentro del capital total de una economía supone que una parte de las ganancias de la empresa se expresa como pago por interés sobre el capital. En este sentido una mayor participación del capital financiero en actividades industriales y comerciales genera que las ganancias obtenidas en estas actividades potencialmente se estanquen bajo la forma de capital dinerario; en este caso, se provocará un proceso de estancamiento de la inversión productiva, una reducción de la oferta monetaria y un incremento de la tasa de interés. Asimismo, cuando las ganancias asumen la forma de pago de interés, puede presentarse una expansión de los créditos en la medida

en que el comportamiento de las empresas que son enajenadas por el capital financiero se conforma con el pago de interés, y con ello se puede generar una expansión de la oferta dineraria que induciría a la disminución de la tasa de interés. Como hemos visto, la variación de la tasa de interés se asocia directamente a la rentabilidad de las diferentes industrias, las cuales se expresan en la tasa media de ganancia. Sobre esta base, las expectativas de rentabilidad para la estimación del valor actual neto se presentan como probabilidades de realización de las mercancías en el mercado, los flujos potenciales de tesorería actualizados por el factor de descuento explican la rentabilidad potencial de la inversión considerando un comportamiento histórico de la tasa de interés que impera en el mercado. La comparación de la rentabilidad relativa se asocia entonces a la tasa de interés o factor de descuento que induciría a un propietario de capital dinerario a prestar dicho capital.

Se está hablando en suma de una rentabilidad relativa vinculada a la distribución de las ganancias del capital financiero. Recordando la definición del valor actual neto:

$$\text{Inversión inicial} - \text{Flujo de tesorería} / (1+r)^t$$

Esta expresión nos permitiría mostrar el índice de rentabilidad de la inversión, es decir, el índice de rentabilidad es igual al valor actual de los flujos de tesorería previstos divididos por la inversión inicial ( $\sum_0^t \text{flujos de tesorería} / (1+r)^n$  / inversión inicial). Esta misma expresión podría ser presentada como:  $(c+v) (1+r)^n =$  tasa de rentabilidad a futuro que se esperaría dada la inversión inicial. El significado de esta expresión puede tener dos sentidos a) expresa el precio de producción si la tasa de rentabilidad que rige en el mercado financiero fuera la tasa media de ganancia, b) Que que la inversión alcanza la rentabilidad media imperante en el mercado financiero expresada esta en la tasa de descuento vigente para tipos de inversión similares. Sin embargo, es de esperarse que la rentabilidad del mercado financiero no sea inferior a la rentabilidad real obtenida en el proceso de producción, de lo contrario ningún empresario tendría la posibilidad de acudir al mercado de dinero para financiar sus operaciones.

Ambas expresiones (el cálculo del valor actual neto y el índice de rentabilidad) miden la rentabilidad relativa de las inversiones de capital a partir de la comparación directa con el mercado de capitales. Una tercera alternativa para medir la rentabilidad relativa de las inversiones lo constituye el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR). El TIR se define como el tipo de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, dado los ingresos que se esperan a futuro y las diferen-

tes tasas de capitalización que imperan en el mercado, se tendrá que encontrar la tasa de rentabilidad que haga que los ingresos futuros sean iguales a los costos en que se incurren.

En este caso tenemos que:

$$VAN = \frac{I - (F_{t1} + F_{t2} + \dots + F_{tn})}{(1 + TIR) + (1 + TIR)^2 + \dots + (1 + TIR)^n}$$

El problema en este caso es encontrar una tasa de descuento que haga que el valor actual neto sea igual a cero. El criterio de rentabilidad implícito es el siguiente: Si el factor de descuento, que hace que el valor actual neto sea cero, es mayor a la tasa de capitalización que se ofrece en el mercado de capitales, la inversión se realizará, de lo contrario no. Por lo tanto, cuando se compara la tasa de capitalización que se ofrece en el mercado con la del *TIR* se está valorando si el proyecto de inversión obtiene valores actuales netos positivos dada la tasa de rentabilidad vigente en el mercado de capitales.

El *TIR* relaciona la rentabilidad relativa de una inversión determinando el factor de descuento que hace que los ingresos devengados amorticen la inversión inicial más los intereses que se producen sobre el saldo no recuperado de la inversión. Esto permite comparar si la rentabilidad de la inversión es superior ante los rendimientos que ofrece el mercado de capitales. Sin embargo, como el *TIR* es una medida *ad hoc* presenta los siguientes problemas: es un indicador que se puede estimar si los rendimientos de la inversión son positivos; sin embargo, no todas las inversiones presentan ganancias positivas durante la toda la vida útil del proyecto de inversión, en gran medida esto se debe a los desembolsos que tienen que realizarse para el mantenimiento del equipo, o bien para sustituir bienes de capital que han llegado al fin de su vida útil, sin que todos los elementos de que componen el capital constante fijo, y formaron parte de la inversión inicial, hubiesen terminado su vida útil. De suceder lo anterior, es factible que se obtengan diversos valores para el *TIR* para los que el valor presente de los flujos de tesorería fuera cero. Una de las ventajas del *TIR*, a diferencia del criterio del valor actual neto, es que se puede estimarse sin conocer previamente una tasa de interés. En este sentido, el *TIR* es una medida adecuada para medir la rentabilidad de una inversión siempre y cuando los flujos de tesorería sean positivos y el conocimiento futuro sobre las tasas de interés sea incierto. Sin embargo, no puede ser aplicada si presenta más de un valor. Lo anterior lo podemos vislumbrar de manera más clara si consideramos el caso en que dado un costo de oportunidad del capital, un



proceso técnico, que arroje un producto por trabajador mayor respecto a otros procesos, y que presente dos valores para el *TIR*, pueda ser menos rentable en el intervalo entre el primer valor del *TIR* y el último, con lo cual sería factible utilizar tecnologías que generen un producto por trabajador inferior entre estos valores intermedios.<sup>17</sup>

Otro criterio de rentabilidad relativa, el cual se basa en los principios de la *TIR*, es el análisis del punto muerto. Este análisis se realiza de la siguiente manera: dado un escenario de comportamiento de mercado y considerando una determinada participación de la empresa en éste, se estiman los Ingresos a percibir y los costos que se tendrán considerando el nivel de ventas de la empresa en un tiempo determinado. Con esta información se calcula el valor actual de los ingresos y los costos (a partir de una determinada tasa de interés), ante diferentes niveles de producción. En el punto en que los ingresos sean iguales a los costos se encontrará el equilibrio de la empresa, es decir, éste es el punto en que el valor actual neto es igual a cero. En el momento en que los ingresos sean superiores a los costos el valor actual neto es positivo y viceversa. Esta medida de rentabilidad busca el mismo objetivo que el *TIR*, pero nuevamente su cálculo depende del conocimiento previo de una tasa de interés con el fin de determinar la tasa de rendimiento que potencialmente ofrecerá la inversión durante su vida útil.

Estas medidas de la rentabilidad de la inversión se aplican asimismo para medir y comparar la rentabilidad de inversiones incrementales expresadas en la selección de dos o más bienes de capital.

Los principios generales que rigen esta evaluación pueden ser resumidos de la siguiente forma:

---

<sup>17</sup>Pléñese por ejemplo en la posibilidad de que un proyecto presente dos *TIR* una valorada al 20% y otra al 40% entonces, a niveles inferiores de 40%; la rentabilidad de la inversión es menor a proyectos que alcancen un *TIR* mayor de 20% y menor de 40%. En términos teóricos esto se refiere al efecto Wicksell precio y Wicksell real, y al problema de readaptación técnicas y de retrotrasiación del capital. El primer efecto se refiere a los cambios en el valor del capital cuando cambian el valor del salario y de los beneficios, pero no las técnicas de producción. El segundo efecto se refiere a los cambios en el valor del capital asociados con cambios en las técnicas cuando los salarios y los beneficios toman valores diferentes. El problema de readopción de técnicas se refiere a la posibilidad de que un mismo método de producción pueda ser más rentable de un conjunto de diferentes métodos de producción a más de un tipo de beneficios aún cuando otros métodos sean más rentables a los tipos intermedios. La retrotrasiación del capital se produce cuando el valor de éste se mueve en la misma dirección que el tipo de interés cuando se consideran tipos de intereses alternativos, de modo que cuando una técnica medida con menor grado de mecanización se asocia a un menor tipo de beneficio.

- a) Evaluar los costos asociados (inversión inicial y los costos de operación) con la introducción de nuevos bienes de capital.
- b) Evaluar los potenciales ingresos adicionales que traería la introducción de la nueva maquinaria.
- c) Calcular los flujos de tesorería.

Con estos datos es posible obtener flujos monetarios futuros a precios presentes considerando conocido el factor de descuento que logra expresar la ganancias futuras a precios actuales.

Así, por ejemplo, aplicando el criterio del valor actual neto, el análisis para la selección de alternativas de bienes de capital se desarrollaría de la siguiente manera: se procedería agrupando los bienes de capital en orden ascendente de costo inicial equivalente o desembolsos iniciales. Se escoge una alternativa inicial denominada como la mejor actual en la medida que presenta el menor costo inicial. Cabe resaltar que dicha metodología considera como primera alternativa la opción de no realizar ningún tipo de inversión. Posteriormente se restan los desembolsos y los ingresos entre la alternativa inicial y la subsiguiente. Con estos datos se calcula el valor presente de los ingresos obtenidos entre dichas alternativas considerando un determinado costo de oportunidad de capital. Si al realizar dicha operación se concluye que el flujo de caja obtenido es mayor que cero, entonces la segunda alternativa (subsiguiente) es considerada como la mejor. El proceso se vuelve a repetir hasta encontrar otra combinación de alternativas que dé un valor presente de los flujos de tesorería mayor a cero. Esta metodología pretende precisar la alternativa que maximiza el valor presente y obtiene un mayor tasa de retorno sobre la inversión.<sup>18</sup> Aplicando el criterio de tasa interna de retorno, el procedimiento se desarrollaría de la misma manera, sólo que se considerarían los siguientes cambios: en lugar de aplicar el factor de descuento conocido se calcularía el tipo de descuento que hace que el valor presente de los ingresos futuros sea igual a cero, es decir, se calcula la tasa interna de retorno. Si la tasa interna de retorno obtenida es mayor a la que se considera como la mínima, la alternativa con-

---

<sup>18</sup>La metodología anteriormente descrita puede ser resumida de la siguiente forma si el valor presente del bien B es mayor al valor presente del bien A,  $(VB) > (VA)$  entonces  $V(A-B)$  debe ser positivo.

siderada como la mejor se mantiene; en caso contrario se abandonaría esta alternativa y la siguiente pasaría a ser la mejor.<sup>19</sup>

Estas metodologías suponen que existe un sistema de equilibrio general en el cual las expectativas sobre los rendimientos son plenamente conocidas, por lo que la rentabilidad de un activo es el valor presente de su rendimiento neto. Por ende, dichas metodologías no explican el proceso por medio del cual se puede desencadenar el cambio tecnológico; son modelos de corto plazo que suponen expectativas racionales.

### La rentabilidad de la empresa desde el punto de vista del proceso productivo y del contexto del mercado

Las medidas de rentabilidad relativa comentadas consideran como dato el proceso tecnológico, y por ende el desarrollo específico del proceso de producción. La expresión absoluta y relativa del desarrollo del proceso de producción se relaciona con las características de la rotación del capital constante y del capital variable. Como hemos visto las ganancias y los salarios se expresan en una determinada cantidad de horas hombre trabajadas, es decir:

$$\text{ganancias brutas} + \text{salarios} = \int_0^n Kn^x dx$$

Esta expresión del valor agregado muestra que los niveles de salario y de ganancias dependen del nivel de producción, y por estos de la productividad del trabajo asociada a ese nivel de producción considerando el sistema de producción. En este sentido, la masa de fuerza de trabajo empleada variará entre empresas con igual nivel de inversión inicial y de ventas anuales en razón directamente proporcional a la masa de capital empleado en cada ciclo productivo dada una estructura de precios relativos.<sup>20</sup> De esta forma, el nivel de ganancia anual ( $r$ ) se expre-

<sup>19</sup>La inconveniencia de esta técnica de evaluación de alternativas es que no necesariamente se logra que la alternativa escogida como la mejor garantice que se logre maximizar el valor presente dada la tasa mínima de retorno. Esto se debe a que TRA-TRB no necesariamente es igual a TR(A-B).

<sup>20</sup> Salarios + Ganancias empresa 1 > Salarios y Ganancias de empresa 2 si y solo si:  $\frac{\int_0^n Kx_1 dx}{Q_0^1} < \frac{\int_0^n Kx_2 dx}{Q_0^1}$  y por lo tanto  $C1h1(t) < C1h2(t)$ .

sa en la relación  $GB(t)/CT(t)$ , por lo tanto existirán, en el transcurso de la vida útil del bien de capital, diversas  $r$  anuales. El promedio de estas  $r$  determinará el valor presente de los rendimientos, expresado éste, en valores monetarios en el momento  $t$  y no en tasas de rentabilidad imperantes en el mercado. Por ende, la rentabilidad de la empresa depende de la estructura de costos óptima que el proceso de producción puede alcanzar y de la eficiencia que se tenga para llegar al óptimo y, en segundo término, de las condiciones del mercado.

A nivel de la inversión que se realice por bienes de capital la rentabilidad potencial a alcanzar por un bien de capital puede ser presentada de la siguiente manera:  $R \text{ año } i = -(P_i + V_i) + \sum F_j t (1+i)^j / (1+r)^n$  donde,  $\sum F_j t$  es igual  $\sum Gb_i$ ,  $P$  costo inicial del bien de capital,  $V$  valor del salvamento en el año  $i$ ,  $i$  es la tasa de interés que garantiza que los flujos monetarios a futuro reflejen el cambio en el valor del dinero, y  $r$  es igual a:

$$r = \frac{(Gb_{t-1} / C_{t-1} + V_{t-1}) + (Gb_{t-2} / C_{t-2} + V_{t-2}) + \dots + (Gb_{t-n} / C_{t-n} + V_{t-n})}{n}$$

Esta última expresión nos indica lo siguiente: Se presenta el precio de oferta de los bienes de capital considerando el valor presente del rendimiento probable a obtener, que depende de la tasa potencial bruta por hombre ocupado, que está en función, en primer término, y *ceteris paribus*, del incremento de la productividad de la fuerza de trabajo asociada al uso del nuevo bien de capital, aplicando la tasa de descuento ( $r$ ) resultante de la rentabilidad promedio obtenida en diversos periodos previos de producción que logra igualar dichos rendimientos al precio de costo de los bienes de capital. Si este valor es menor al valor presente de los rendimientos probables a obtener descontados por la tasa de interés del mercado que logra igualar dichos rendimientos al precio de costo de los bienes de capital la inversión es rentable. Es decir, si  $r /$  la inversión se realizará debido a que  $Gb_{ht} (1+r) > Gb_{ht} (1+i)$ . Esta medida de rentabilidad de las diferentes inversiones en bienes de capital supone en primer lugar, que las expectativas a futuro se ligan al potencial uso de los bienes de capital, y por ende al nivel de valorización alcanzado con el uso asociado de la fuerza de trabajo a los bienes de capital. Y en segundo lugar, que los bienes de capital siempre tienen una tendencia a ajustarse al valor probable del dinero. Caber señalar que esta medida de la rentabilidad relativa de las inversiones, si bien se presenta en forma aislada del contexto de proceso productivo, no puede dejar de considerarlo en la medida en que los rendimientos probables de un

bien de capital están asociados al sistema productivo en el cual dicho bien de capital operará.

## ANEXO

El análisis neoclásico sobre el cambio tecnológico es desarrollado mediante la formalización de la función de producción. "La función de producción es la exposición de la relación funcional entre los insumos y la producción. Muestra la producción máxima que se puede obtener de determinados insumos. Es una relación tecnológica y resume la tecnología más avanzada para obtener la producción".<sup>1</sup> La propuesta analítica desarrollada por la escuela marginalista reconoce la existencia de  $n$  funciones de producción —para el mismo número de productores— sin embargo definen una función de producción de una empresa típica, a fin de estudiar la relación entre su producción y sus insumos, dado un determinado nivel de desarrollo tecnológico. Esta función de producción típica debe de tener determinadas características a fin de que cumpla con la teoría de la distribución del ingreso neoclásica a saber:

1. Existen rendimientos constantes ante incrementos proporcionales de insumos. Así el empresario es capaz de maximizar su beneficio.
2. Son funciones homogéneas de grado 1, con ello se garantiza que las productividades marginales de los factores de la producción no cambian ante incrementos de los insumos.
3. Se debe de cumplir el teorema de Euler el cual especifica que el producto total generado por una firma se agota a través del pago de factores.

Para cumplir tales condiciones los neoclásicos utilizan la llamada función Coob-Douglas. Matemáticamente esta función se expresa de la siguiente forma:

$$q = f(x, y) = Ax^\alpha y^{1-\alpha} \dots (1)$$

Donde  $A$  y  $\alpha$  son constantes positivas ( $0 < \alpha < 1$ ).  $A$ , mide el estado de la tecnología y  $x, y$  son los factores de producción —capital y trabajo—.

Si multiplicamos la función Coob-Douglas por el factor  $t$ , se obtiene:

$$\begin{aligned} q &= Atx^\alpha ty^{1-\alpha} \dots \\ q &= At^\alpha x^\alpha t^{1-\alpha} y^{1-\alpha} \\ q &= Atx^\alpha y^{1-\alpha} \dots (2) \end{aligned}$$

Si  $t=1$  existen rendimientos constantes a escala, si  $t < 1$  existen rendimientos decrecientes, si  $t > 1$  existen rendimientos crecientes. Por tanto el producto total obtenido en cada momento de la función nos define la situación de los conocimientos tecnológicos, en

---

<sup>1</sup>Madala G. S. y Miller, *Microeconomía*, México, 1991, Mac Graw Hill. p. 160.

el momento considerado. Esta situación de los conocimientos tecnológicos se asocia directamente a la productividad marginal de los factores los cuales permanecen inalterados ante cambios proporcionales de ambos inputs.

Derivando parcialmente la expresión (2) respecto a x,y se obtiene la productividad marginal del para los insumos:

$$dq / dx = \alpha A t^{\alpha-1} x^{\alpha-1} y^{1-\alpha} = \alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha} \dots (3)$$

(Productividad marginal de x)

$$dq / dy = (1-\alpha) A t^{\alpha} x^{\alpha} t^{-\alpha} y^{-\alpha} = (1-\alpha) A x^{\alpha} y^{-\alpha} \dots (4)$$

(Productividad marginal de y)

Se constata que el pago de las respectivas productividades marginales agota completamente el producto obtenido con lo cual, el pago a factores se da de una forma natural ya que se basa en la contribución productiva de cada uno. Esta a su vez depende del inventario de técnicas sociales que el emesario utiliza.

Lo anterior puede ser demostrado desarrollando el teorema de Euler. Este teorema postula siguiente:

$$\text{Dada } f(q) = x(dq / dx) + y(dq / dy) \dots (5)$$

Donde:

X = Factor de producción 1 (cantidad utilizada)

Y = Factor de producción 2 (cantidad utilizada)

$dq/dx$  = Productividad marginal de x (pago al factor x)

$dq/dy$  = Productividad marginal de y (pago al factor y)

Sustituyendo en f(q), las productividades marginales obtenidas al derivar parcialmente la Cobb Douglas, obtenemos :

$$F(q) = x(\alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha}) + y(1-\alpha A x^{\alpha} y^{-\alpha})$$

$$F(q) = \alpha A x^{\alpha-1} x y^{1-\alpha} + 1 - \alpha A x^{\alpha} y y^{-\alpha}$$

Reduciendo términos nos queda lo siguiente:

$$F(q) = \alpha A x^{\alpha} y^{1-\alpha} + 1 - \alpha A x^{\alpha} y^{1-\alpha} \dots (6)$$

Por definición la función Cobb-Douglas tiene la siguiente expresión matemática:

$$q = A x^{\alpha} y^{1-\alpha} \dots$$

De esta forma la expresión (6) se puede expresar como:

$$\alpha + (1 - \alpha)q \dots (7)$$

En resumen:  $F(q) = q \dots$

Dado que la función Cobb Douglas cumple con el teorema es posible ahora desarrollar el proceso de maximización de ganancia.

Tomemos la función de beneficio máximo definida como:

$$\pi = PAx^\alpha y^{1-\alpha} - r_1x - r_2y \dots (8)$$

Donde:

$$PAx^\alpha y^{1-\alpha} = \text{Ingreso Total}$$

$$r_1x - r_2y = \text{Costo Total}$$

En esta ecuación se observa que  $\pi$  es una función de  $x$  y  $y$  y se maximiza con respecto a la utilización de insumos. Esta función supone que el empresario tiene libertad para variar los niveles de costo y de producto y su último objetivo es la maximización del beneficio. Si obtenemos las derivadas parciales de la función de beneficio máximo se tiene lo siguiente:

$$\frac{\partial \pi}{\partial x} = P\alpha Ax^{\alpha-1} y^{1-\alpha} = r_1 = 0, \dots (9)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial y} = P(1-\alpha)Ax^\alpha y^{-\alpha} = r_2 = 0 \dots (10)$$

Pasando a la derecha los términos que contienen los precios de los insumos resulta:

$$P\alpha Ax^{\alpha-1} y^{1-\alpha} = r_1 \dots (11)$$

$$P(1-\alpha)Ax^\alpha y^{-\alpha} = r_2 \dots (12)$$

Si dividimos la primera ecuación entre la segunda tenemos:

$$\frac{\alpha Ax^{\alpha-1} y^{1-\alpha}}{1-\alpha Ax^\alpha y^{-\alpha}} = \frac{r_1}{r_2} \dots (13)$$

Como puede observarse la expresión indica que la razón de las productividades marginales de  $x, y$  debe ser igual a la razón de sus precios.

Reduciendo la última expresión nos queda:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\alpha y}{(1-\alpha)x} \dots (14)$$

La relación de precios relativos es resultado de la productividad de los factores.

## Aspectos técnicos del proceso productivo

A partir de aquí, la teoría neoclásica determina un concepto básico el cual sintetiza todos los aspectos técnicos involucrados en un proceso productivo éste es: la relación técnica de

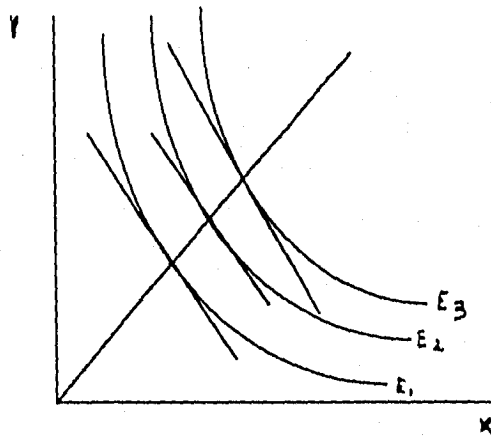


A

sustitución de insumos (RTS).

Este concepto es aplicado en lo que se define como mapa de isocuantas. La isocuenta es el lugar geométrico de todas las combinaciones de  $x, y$  (insumos) que proporciona un nivel de producto específico. En otras palabras, la RTS mide (o indica al productor), la proporción en que puede sustituir los insumos en la producción, de tal forma que al elevar al máximo la producción con un costo total y con los precios de los insumos dados esta tasa de sustitución técnica es igual a la productividad marginal de los insumos, la cual, es equivalente a la razón de precios de los insumos. Gráficamente la anteriores afirmaciones pueden ser mostradas de la siguiente forma:

## Isocuantas



En este gráfico tenemos los siguiente:

Para un nivel de producto dado existirá:

$$E_{1,2,3} = F(x_{1,2,3}, y_{1,2,3}).$$

En donde E son la función de las isocuantas.

Al ser continua la función de producción existe un número infinito de combinaciones de insumos. En la figura se representan 3 curvas de familias de isocuantas todas las com-

binaciones de insumos en la isocuanta proporciona el producto indicado para la curva. Cuanto más allá del origen esté situada la isocuanta mayor es el nivel de producto que representan. La pendiente de la tangente en un punto a una isocuanta es la RTS.

Al unir los puntos de tangencia de las isocuantas en donde es constante la RTS se define la denominada ruta de expansión. En este lugar geométrico la producción aumenta cuando permanecen constantes los precios de los factores. En términos matemáticos esta condición se satisface con la siguiente expresión:

$$r_1 / r_2 = \alpha y / (1 - \alpha)x$$

En cada punto de tangencia de las isocuantas es en donde se cumple que la RTS es constante. La función de la ruta de expansión viene dada por:

$$(1 - \alpha)r_1 y_1 - \alpha r_2 x$$

## Definición y clasificación del cambio tecnológico

Una vez establecidos todos los conceptos, e instrumentales matemáticos básicos, la teoría neoclásica define el llamado progreso tecnológico: Este consiste en un cambio cualquiera de la función de producción que permite generar el mismo nivel de producción con menos insumos, o bien un nivel de producción mayor con la misma cantidad de insumos. El cambio tecnológico se analiza considerando la modificación del equilibrio y la forma como se obtiene el nuevo equilibrio, en esta nueva situación se debe cumplir los postulados de la teoría de distribución neoclásica. De esta forma se considera tres posibles patrones de cambio tecnológico.

### 1. Progreso tecnológico neutral

Se da cuando la sustitución técnica del capital por el trabajo permanece constante. En otras palabras la tasa marginal de sustitución técnica del capital por el trabajo debe ser igual a la relación de precios de los insumos.

### 2. Progreso tecnológico empleador de capital

Se da cuando la tasa marginal de sustitución técnica del capital por el trabajo disminuye dada una cierta productividad del capital. En este caso el precio del capital disminuye en relación al del trabajo.

### 3. Progreso tecnológico empleador de trabajo

Es aquel en donde la tasa marginal de sustitución técnica del capital por el trabajo

aumenta. El precio del capital aumenta en relación al trabajo.

Al establecer el concepto de progreso tecnológico y su clasificación de teoría neoclásica encuentra varios problemas:

—No se manifiestan rendimientos constantes.

—Por ende no se cumple la teoría de la distribución del ingreso y al variar la tasa marginal de sustitución no se garantiza que las Isocuantas generadas tengan siempre pendiente negativa y sean convexas hacia el origen. Lo anterior nos indica que a lo largo de una isocuanta el nivel del producto no permanece constante y por lo tanto la razón de insumos cambia continuamente.

Asimismo no se cumple que la tangencia de una isocuanta sea encontrada por lo cual no se puede determinar el punto en el cual es óptima la utilización de insumos.

Para superar este problema los neoclásicos utilizan las llamadas funciones de constantes elasticidad de sustitución (CES).

Cuya expresión es: (3)

$$Q = A[\alpha K^\rho + (1 + \delta)L^\rho]^{-1/\rho} \dots (15)$$

$A > 0; 0 < \delta < 1; \rho > 1$

Donde K,L representan 2 factores de producción y A  $\delta$  y  $\rho$ . Son parámetros que indican respectivamente el estado general de la tecnología, el parámetro de distribución y el valor de la elasticidad de sustitución.

Con esta función los neoclásicos demuestran lo siguiente: Que es una función de elasticidad de sustitución constante y muestra rendimientos constantes a escala, que admite la aplicación del teorema de Euler, que tiene productos medios y marginales de grado cero, que la Isocuantas generada tiene pendiente negativa y son convexas hacia el origen y que la elasticidad de sustitución puede ser  $\rho = 1, < 1$  dependiendo del parámetro  $\rho$ , el cual mide el valor de la elasticidad de sustitución la cual por demostración es constante y puede tomar valores diferentes de 1. En la función CES cuando  $\rho$  tiende a cero se aproxima como límite a la Cobb-Douglas.

## Cambio tecnológico y productividad

La productividad de un Insumo se define como la razón producción insumo. La medición de esta razón se puede calcular de la siguiente forma:

$$Q = a(bL + dc)$$

donde: Q = producción.

a = parámetros de cambio tecnológico.

b y c = constantes.

L y C = insumos (capital trabajo).

Si  $L_0 = XP_x$  y  $C_0 = Yp_y$ , entonces:

$$P_x = \alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha}$$

$$P_y = (1 - \alpha) A x^\alpha y^{-\alpha}$$

Para medir la tasa de cambio tecnológico del momento 0 al q se calcula con el siguiente índice:

$$a_1/a_0 = Q_1/Q_0 / (R L_1/L_0 + S C_1/C_0)$$

donde:

$$R = b L_0 / b L_0 + d C_0 \quad S = d C_0 / b L_0 + d C_0$$

Considerando la Coob-Douglas tenemos:

$$R = b x \alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha} / b x \alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha} + d y (1 - \alpha) A x^\alpha y^{-\alpha}$$

$$S = d y (1 - \alpha) A x^\alpha y^{-\alpha} / b x \alpha A x^{\alpha-1} y^{1-\alpha} + d y (1 - \alpha) A x^\alpha y^{-\alpha}$$

Entonces:

$$a_1/a_0 = Q_1/Q_0 / [(1 + r_1/r_2 b / d L_1/L_0) + (1 + r_2/r_1 d / b C_1/c_0)]$$

Esta última expresión nos indica que el índice de productividad depende de la relación de precios relativos de los factores lo cual se expresará en la cantidad de física de utilización de los insumos en el periodo de tiempo considerado.

### Maximización del Beneficio

Con todos estos elementos es posible ubicar cuando el empresario maximiza beneficios en función de la utilización de insumos.

Tomemos la función de producción Coob-Douglas, la ecuación de costo y la función de trayectoria de expansión.

$$q = A x^\alpha y^{1-\alpha}$$

$$C = r_1 x + r_2 y \dots$$

$$(1 - \alpha) r_1 x - \alpha r_2 x_2 = 0$$

Resolviendo la segunda y la tercera ecuación para x, y.

A

$$x = \alpha C / r_1.$$

$$y = (1 - \alpha)C / r_2.$$

y sustituyendo dichos valores en la función de producción:

$$q = A(\alpha C / r_1)^\alpha (1 - \alpha C / r_2)^{1-\alpha}$$

Resolviendo C en términos de q y de los parámetros, la función de costo total es:

$$C = [r_1^\alpha r_2^{1-\alpha} (Ax^\alpha y^{1-\alpha}) / A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}] \dots (16)$$

Ahora apliquemos la definición de maximización de beneficio:

$$\pi = PAx^\alpha y^{1-\alpha} - \left[ r_1^\alpha r_2^{1-\alpha} / A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} \right] xAx^\alpha y^{1-\alpha}.$$

$$d\pi / dq = P - [r_1^\alpha r_2^{1-\alpha} / A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}] = 0.$$

Donde:

$$r_1^\alpha r_2^{1-\alpha} / A\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha} = Cmg$$

Pasando el costo marginal de la derecha tenemos

$$P = Cmg$$

La condición del segundo grado para la maximización del beneficio requiere que:

$$d^2\pi / dq^2 = -d^2C / dq^2 < 0$$

De esta forma la maximización del beneficio se realiza condicionada a las restricciones técnicas de la función de producción.

Estas a su vez satisfacen las siguientes relaciones:

1. El beneficio decrece a medida que se aumenta algún factor productivo por separado.
2. El beneficio decrece a medida que aumenta la utilización de ambos insumos conjuntamente.
3. Como el precio es mayor que cero se garantiza que las productividades marginales de ambos insumos son decrecientes.

Como puede observarse, el progreso tecnológico se da en una forma natural y no incorporada, es decir, "no afecta a ninguno de los factores, de modo que los tipos marginales de sustitución entre factores para una determinada relación entre los primos permanece inalterada, aunque para cada relación se produce un aumento mítico en el producto total asociado a cada relación. Todos los bienes de capital se tratan de la misma forma. Ya fuera de reciente creación (...) o fueron fósiles heredados del pasado, inversiones de años anteriores que de hecho podría esperarse que reflejaron las condiciones técnicas las expectativas y los precios relativos que prevalecían entonces."<sup>2</sup> La obsolescencia tecnológica sólo

<sup>2</sup>Solow R.M., *El cambio tecnológico y la función agregada*, Muller Mg, Lecturas de macroeconomía, CECSA, México, 1985, 497 p.

A

puede ser explicada en función del poder de mercado que las firmas tengan. Al no existir condiciones de competencia la firma puede utilizar equipos obsoletos maximizando un beneficio vía la discriminación de precios, la producción en varias plantas, etc.

## CAPÍTULO 2

# EL CAMBIO TECNOLÓGICO

Las metodologías financieras para la evaluación del cambio tecnológico están orientadas a desarrollar criterios o reglas de evaluación sobre las inversiones que potencialmente pueden ser realizadas, el supuesto sobre el cual se sustenta parte de la idea de que la selección de técnicas se realiza de manera independiente de los productores; se asume implícitamente que existe una estructura de precios y de distribución del ingreso que asigna de manera eficiente los recursos y con ello, las técnicas. Se supone que en una economía de libre mercado existe una tendencia a la estabilidad del crecimiento a largo plazo, y la modificación en los precios de los factores es lo que garantiza el equilibrio. Por este mecanismo, la economía genera el pleno empleo de factores productivos. Los perceptores de rentas distribuirán éstas entre la demanda de consumo y el ahorro con sensibilidad a la variación de los tipos de interés, existiendo el equilibrio entre el ahorro y la inversión. "De este modo, los movimientos de tipo de interés y, en su caso, de los precios y de los salarios monetarios, garantizan la filtración del ahorro y el mantenimiento del pleno empleo en la economía".<sup>1</sup>

Las metodologías financieras pretenden establecer un vínculo entre el incremento de la productividad de una empresa y el entorno macroeconómico en el cual se realiza la inversión. Cuando el Estado interviene en los aspectos antes mencionados, la evaluación financiera presupone que, a partir del entorno macroeconómico que el Estado imponga (en el peor de los casos) o de las modificaciones que se realicen en el equilibrio de la economía (en el mejor de los casos), la selección de técnicas se realiza de manera uniforme entre todos los productores, ya que todos se ven condicionados por las mismas leyes económicas.

Considerando lo anterior, la elección de la tecnología se determina por el comportamiento de los costos de producción en tal dirección. La teoría tradicional ha caracterizado a las empresas a partir de su costo de producción de la siguiente manera: "En un momento dado, podemos dividir la totalidad de los productos en distintas clases: una primera clase está formada por aquellas mercancías cuya cantidad se puede hacer mayor que la disponible en el momento y lugar actuales, aumentando sencillamente el costo en una cantidad proporcional; en una segunda

---

<sup>1</sup>Robert Solow M., "Una contribución a la teoría del desarrollo económico", en Luis Rojo Luque, *Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo*. Madrid, Gredos, 1966, p. 12.

clase colocamos los productos que pueden acrecentarse con un aumento del costo menos que proporcional; y finalmente una tercera que comprende los productos que no pueden acrecentarse *hic et nunc* sin un aumento más que proporcional del costo.<sup>2</sup> La necesidad de clasificar las industrias conforme al comportamiento que presentan sus costos de producción tiene como fin elaborar potenciales patrones de comportamiento de las empresas, de las industrias y de la economía en su conjunto con base en la productividad de los factores, y determinar con ello las potenciales tendencias de desarrollo que pueden seguir los diferentes agentes económicos que conforman la economía. Sraffa plantea que el problema de clasificación de las industrias, desde la perspectiva del comportamiento de los costos de producción, se convierte en un seudoproblema en la medida en que no se están considerando las condiciones objetivas inherentes a las distintas industrias sino más bien el punto de vista del observador: si los costos crecientes y decrecientes no son más que distintos aspectos de una misma cosa, que pueden aparecer al mismo tiempo en la misma industria, de tal manera que una industria puede clasificarse arbitrariamente en una categoría u otra, según la definición de industria que se elija en cada problema particular, y según el tipo de periodos que se tomen en consideración, largos o cortos.<sup>3</sup>

Para la teoría tradicional, el problema del uso de los insumos se analiza desde tres perspectivas: la primera comprende el estudio de los rendimientos marginales físicos decrecientes, y está ligada a la teoría de la distribución; el problema que se plantea al analizar este caso se refiere al hecho concebido en la agricultura de que si uno o varios de los factores que entran necesariamente en la producción de una mercancía cualquiera aumenta, mientras los demás permanecen constantes y se presenta un aumento en el producto proporcionalmente menor al aumento de uno de los factores utilizados, entonces se estará en el caso de rendimientos físicos decrecientes. Esta definición del proceso de rendimientos físicos decrecientes se analizó partiendo de la observación de la agricultura en donde se considera que el factor de producción fijo es la tierra. La posibilidad de ampliar la explicación hacia otras actividades productivas, dado que lo único en común entre la agricultura y la industria es la naturaleza humana, debe cumplir determinadas condiciones, a saber: 1) la aplicación del principio de sustitución, es decir, del criterio con que se realiza la

---

<sup>2</sup>Pantaleoni, *Principios de economía pura*, Florencia, 1889, p. 226 Citado por P. Sraffa, *Relaciones entre costos y cantidad producida*. Anales de economía, Alfonso García Ruis (trad.), vol. II, núm. 1, mimeo, p.2.

<sup>3</sup>Piero Sraffa, *op. cit*



elección económica; 2) la existencia de un cierto grado de variedad e independencia entre las partes que componen el factor variable, o entre las que componen el factor constante, o bien, entre las formas en que se pueden combinar los dos factores (es decir, entre los usos en los que se emplea el factor variable). Dadas estas condiciones, forzosamente deberá presentarse la productividad decreciente, porque será el mismo productor quien, por su propia conveniencia, determine las dosis de los factores y las formas de emplearlos en una escala descendente de los más ventajosos a los más ineficientes, y comenzará la producción con las mejores combinaciones recurriendo, a medida que se vayan agotando éstas, a otras menos ventajosas. "El principio de rendimientos físicos decrecientes supone que la tecnología determina tajantemente la forma en que debe emplearse cada uno de los sucesivos incrementos del gasto de los factores, y que el producto de cada incremento posterior tenderá a ser decreciente debido a un conjunto de circunstancias fortuitas y ajenas a la economía."<sup>4</sup> La tecnología en este caso determina la forma posible en que se puede gastar una determinada cantidad de dinero en uno de los factores, y al mismo tiempo determina el producto que potencialmente se puede obtener. El criterio económico determina cuál de las alternativas tecnológicas disponible dará el mayor producto. Sraffa plantea que el criterio económico, dada la independencia de los factores variables, posibilita que no necesariamente se tenga una disminución del producto al utilizar determinada técnica, dado que el productor tendrá la posibilidad de combinar el uso de técnicas con el fin de obtener un producto que presente rendimientos constantes a escala, e incluso rendimientos crecientes.

La segunda forma de analizar el comportamiento de los costos es cuando se observan costos decrecientes. Lo anterior se presenta cuando aumenta la cantidad de mercancías producida por una empresa y disminuye el costo unitario del producto para ésta. Dicha disminución se debe a la posibilidad de recurrir a técnicas de producción más adecuadas cuando aumenta la escala de producción, o a la introducción de economías internas (cuyo principal elemento característico es la mayor división del trabajo), y la segunda se deriva del hecho de que cada empresa debe soportar cierta cantidad de "gastos generales" que permanece constante al crecer la producción de la empresa, o que por lo menos crecen en una proporción menor. La tendencia a la disminución del costo ofrece la posibilidad de repartir esos gastos generales entre un mayor número mercancías.

---

<sup>4</sup> Piero Sraffa pag20.

En cuanto al problema de la división del trabajo, el caso de una empresa individual no se puede incluir en la teoría de la determinación del precio en un régimen de competencia perfecta, ya que si una empresa puede disminuir sus costos ilimitadamente, cuando aumenta la producción reducirá el precio de venta hasta que haya conquistado todo el mercado. El problema de la división del trabajo se relaciona directamente con las economías de escala y con las economías externas, y fue la base para el desarrollo de la teoría de la competencia imperfecta. Esto fue así en la medida en que no se pudo resolver el problema de las economías externas y de escala para la formación de una curva colectiva de costos, esto quedó indeterminado al darse el equilibrio individual considerando el costo, la cantidad de mercancías producidas por el individuo y la cantidad que produce el colectivo de empresas.

La segunda causa por la que los se presentan costos decrecientes afecta fundamentalmente los costos medios y no los costos marginales; en este caso se puede afirmar que al considerarse los gastos generales constantes como el factor constante y los costos especiales como el factor variable. Sraffa afirma que, en la realidad, las condiciones que originan ganancias anormales, por posición favorable, capacidad administrativa excepcional, equipamiento etcétera, no pueden formar parte del costo de producción propiamente dicho, en la medida en que se salen de los límites del modelo de competencia perfecta.

El tercer caso es una variante de los dos anteriores, y se caracteriza por la presencia de costos constantes. La causa fundamental de este fenómeno consiste en la combinación de las causas que originan tanto los costos crecientes como decrecientes; el comportamiento constante de los costos implica una mayor capacidad organizativa de la empresa. El problema que presenta el estudio de este caso dentro de la perspectiva de interpretación de la teoría de competencia perfecta consiste en lo siguiente: si las empresas operan con costos constantes se pone en entredicho la simetría entre la oferta y la demanda, dado que la independencia de las dos curvas se sustenta en la posibilidad de que la variabilidad del costo de producción tenga el mismo grado de generalidad que la variabilidad del precio de la demanda, cuando varía la cantidad. La existencia de costos de producción constantes indicaría que existe un mayor efecto de los costos de producción en la determinación del precio del producto, hecho que perturbaría la independencia entre las curvas de oferta y demanda.

Podemos afirmar que los estudios sobre el comportamiento de los costos que tradicionalmente ha realizado la teoría neoclásica se han orientado a dar razón sobre los siguientes problemas:

a) Analizar la distribución de los recursos (factores de producción) entre un número de industrias distintas, cada una de las cuales utiliza una parte de los recursos totales. En este caso se analiza la variación en la proporción de los factores utilizados.

b) Analizar el comportamiento en la producción de una mercancía específica ante la variación absoluta de los factores; en este caso se supone que el precio de los factores es determinado por causas externas.

Los temas planteados en el análisis de costos se derivan de dos definiciones de industria que la posición neoclásica maneja, y del problema de temporalidad de la producción :

i) "Si se define cada industria individual como consumidora exclusiva de un determinado factor de producción se supone sin más una condición que tiende dar a esa industria una tendencia a los costos crecientes, porque precisamente el factor que es característico de la industria misma permanece en general constante al aumentar la producción.

ii) "Si, por el contrario, se define una industria como la única productora de un determinado producto, y se toma éste en sentido bastante restringido, de tal manera que se puede afirmar, en general, que cada industria emplea sólo una parte pequeña de cada factor de producción, se excluye con ello en la industria las circunstancias que generan los costos crecientes y se la sujeta probablemente a la ley constante de los costos, o, en otras condiciones determinadas, decreciente."<sup>5</sup>

iii) Al introducir el fenómeno dinámico en la producción, y considerando la escasa movilidad del capital y del trabajo en periodos cortos de tiempo, es posible que se presenten costos crecientes, pero si se amplía el lapso de tiempo, los factores de producción pueden cambiar, por lo que se pueden presentar costos decrecientes constantes.

Dados los límites teóricos en los que se mueve el análisis de la modificación del costo de producción (teoría de la distribución del ingreso y cambio en el precio de las mercancías), las interpretaciones sobre el proceso de cambio tecnológico intentan determinar los puntos de equilibrio ante modificaciones en las situaciones

---

<sup>5</sup>Ibidem pag 68.

preestablecidas. Sin embargo, no se tocan aspectos fundamentales que son los que dan contenido al proceso de innovación tecnológica, a saber:

a) Determinar las ventajas específicas, desventajas o limitaciones que proporciona determinada innovación tecnológica comparada con el equipamiento y prácticas productivas que se esperaría remplacen.

b) Identificar qué sectores industriales se beneficiarán y dependerán de los procesos de innovación tecnológica una vez que éstos han sido ordenados como técnicas productivas.

c) Estimar en prospectiva económica las ventajas de la innovación tecnológica respecto a la organización de los subgrupos de plantas industriales que actualmente operan considerando su posición competitiva, la producción de productos mixtos, su escala de operación, su capacidad de utilización y la disponibilidad de insumos.

d) Una vez logrado lo anterior indicar cuáles subgrupos probablemente presenten desventajas económicas significativas por la adopción de la innovación tecnológica, o bien porque la adaptación de la innovación regularmente va acompañada de atrasos, incremento de costos o confusiones en su proceso de adaptación antes de que la adaptación de la innovación impacte positivamente las ganancias y los niveles de utilización de la capacidad instalada.

e) Explorar la posibilidad de que al aplicarse la innovación tecnológica se haga atractiva la entrada a nuevos competidores en la industria.<sup>6</sup>

Los problemas planteados ubican de manera precisa los obstáculos intrínsecos al proceso de cambio tecnológico. Lo que a continuación se presenta pretende analizar algunos de los posibles patrones de interpretación sobre el cambio tecnológico en particular el punto a) del párrafo anterior.

## **El cambio tecnológico desde el punto de vista técnico**

Dado que el proceso de producción es un proceso recurrente, que atraviesa diferentes fases hasta llegar al consumo, la integración de diferentes periodos de rotación del capital puede presentar revoluciones en el valor del mismo ya que, pueden darse innovaciones en los procesos de producción. Estas revoluciones en el valor del capital

---

<sup>6</sup>Bela Gold et al, *Evaluating Technological Innovations*. 1980, E.U.A., Lexington Books, pp. 13-14.

social se imponen a los diferentes capitales privados e independientes de manera violenta; y éstos desaparecen o se adecuan a las nuevas condiciones de valorización. Estos procesos de modificación de las condiciones de producción deben ser explicados por la lógica de la competencia. Para el capital productivo la competencia implica, a partir de su lógica de funcionamiento, lo siguiente:

Que su ganancia por unidad de mercancía aumente mediante el abaratamiento de sus precios de costos en relación con el imperante socialmente, con ello, incrementa su margen de ganancias por unidad de mercancía. En un segundo momento, que su masa de ganancia se incremente por tener una mayor participación en el mercado es decir, aunque sus ganancias por unidad de producto disminuyen, por efecto del abaratamiento de las mercancías a nivel social y dado el incremento de la productividad, su masa de ganancias al tener una mayor participación en el mercado. Esta lógica de funcionamiento de las empresas deriva en que buscan optimizar sus procesos productivos, en otras palabras, maximizan sus ganancias minimizando costos lo que constituye la base para entender el proceso de cambio tecnológico. En esta perspectiva, el cambio tecnológico se ubica en una estructura de competencia determinada y en un espacio específico de precios relativos que indica la distribución de la plusvalía social entre los diferentes agentes que componen el capital en funciones. Asimismo, las trayectorias de innovación tecnológica dependen del conocimiento existente en la sociedad sobre de leyes de transformación de energía y de la materia que posibilitan la articulación de los diferentes elementos del sistema productivo.

La estructura de la competencia, la relación de precios relativos y el nivel de desarrollo científico y tecnológico a nivel social da la posibilidad, a los diferentes capitales privados, de planear el incremento de la productividad de la fuerza de trabajo futuro. Con ello, la base de la sociedad capitalista, el trabajo asalariado, se reproduce y adecúa a las condiciones del mercado. Sobre este fundamento se adaptan los sistemas productivos y con ello se modifican las coordenadas analíticas de los procesos de producción y por tanto, las funciones lineales homogéneas que definen el uso de los elementos materiales en un sistema productivo. En términos matemáticos esto implica que:

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

Donde  $z$  es igual a la cantidad de mercancías producidas;  $x_1, \dots, x_n$  representa las cantidades empleadas de diversas materias primas y auxiliares, de horas de trabajo y de horas de máquinas utilizadas para producir la cantidad de mercancías  $z$ . Para que el sistema productivo tenga sentido económico se asume que  $z \geq 0$  y  $x_i \geq 0$ ,

para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . Si la función  $z$  es continua y presenta primeras y segundas derivadas y que es un función creciente de gasto  $x_i$ , entonces :

$$\delta f / \delta x_i > 0 \quad (2)$$

Rescribiendo la función  $z$  como una ecuación de balance tenemos que:

$$r(x_1, x_2, \dots, x_n) = Cr, \quad (3)$$

En cada una de estas ecuaciones el segundo miembro es una constante.

Por (2) tenemos que :

$$\partial \Phi / \delta x_i > 0 \quad (4)$$

De la ecuación se deduce que, para cada ecuación de balance:

$$\partial x_i / \partial x_j = \partial \Phi / \delta x_i / \partial \Phi / \delta x_j < 0 \quad (r=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; i \neq j)$$

Esta expresión indica que el incremento de un gasto de un medio implica el decremento de otro, lo cual conduce a expresar el carácter limitado de la utilización de los medios. Las relaciones de balance expresan el carácter concreto de estas restricciones. Si aplicamos las funciones que definen el costo de producción (capítulo 1) podemos hacer que  $X_1, \dots, X_n = f(N_0) = \int_0^t N_0(t-\gamma) f(\gamma) d(\gamma)$ . De esta forma, el carácter limitado de la utilización de los medios productivos se asocia al uso de determinadas técnicas; esto indica (una vez dispuesta la organización del proceso productivo) los límites de la sustitución entre factores. El fenómeno que se presenta fue ubicado perfectamente por Mill en el sentido de que la técnica condiciona la cantidad que puede ser utilizada de un insumo o factor de producción, y el grado de sustitución, entre ellos. Sin embargo, la técnica presenta una variable exógena de la organización de los diferentes capitales privados e independientes; la adopción de las técnicas depende de criterios económicos y el carácter científico de la producción se subordina al criterio de rentabilidad. La crítica de Sraffa sobre la visión absolutista de la técnica es válida pero, habría que matizarla. Si bien en el mercado puede existir un número infinito de procesos técnicos factibles, éstos no pueden ser aplicados a todas las esferas productivas, fundamentalmente porque en primer lugar hay que analizar las particularidades de los trabajos concretos desplegados en un sistema de producción, y en segundo lugar porque la disposición de los procesos técnicos como procesos productivos en el tiempo y en el espacio se da de manera relativamente lenta ya que la organización de éstos fue resultado de una adecuación paulatina de la demanda social a las posibilidades de oferta de las diversas industrias. Esto último es lo que posibilita integrar la producción con la esfera de la circulación; la relación de precios relativos es resultado de un proceso de articulación intersectorial que en el tiempo y en el espacio va condicionando determinados patrones tecnológicos entre las

actividades productivas. Los eslabonamientos tecnológicos reflejan flujos continuos de demandas y ofertas articuladas que son determinadas por las variaciones de la productividad del trabajo en cada uno de los sectores económicos. El uso eficiente del capital constante, fijo y circulante, condiciona los niveles de productividad de la fuerza de trabajo, las escalas de producción mínimas a alcanzar para que el proceso productivo sea eficiente, el tamaño del mercado y la estructura física de costos (coeficientes técnicos) de los productores. Asimismo, determina la tasa de rentabilidad que potencialmente se alcanzará considerando constantes los factores tecnológicos y dado el comportamiento del mercado financiero. La estructura de los bienes de capital utilizados durante el transcurso de un año,  $(t-1)$ , se halla parcialmente eliminada por la deterioración física entre los periodos de transición  $t-1$  y  $t$ , y por tanto, no se utilizará íntegramente en el curso del periodo  $t$ . El resto de la estructura de los bienes de equipo sobrevivirá físicamente y será utilizado en el periodo  $t$ . Esta estructura de bienes de equipo heredados constituye la fuente principal de los bienes de equipo en el curso del periodo  $t$ .<sup>7</sup> Por lo anterior, la ruta de expansión de las innovaciones tecnológicas está marcada por la duración del tiempo de rotación de los bienes de capital. El progreso técnico asociado al desarrollo de innovaciones incrementales se expresa en el aumento la productividad debido a una mayor calificación de la mano de obra que utiliza el equipo, en el perfeccionamiento de los tipos de bienes de capital heredados, o en las innovaciones registradas en los métodos de empleo de las materias primas (control de calidad, control de desperdicios y reciclaje de los mismos). "Debe señalarse que tal evolución representa una tendencia del factor tiempo al dar origen a nuevas posibilidades de producción técnica que no existían durante el periodo anterior".<sup>8</sup> Cuando un mercado está plenamente desarrollado, los sistemas productivos presentan homogeneidad en los estándares de producción, lo cual se refleja en una estructura de costos y, por ende, la evolución del cambio tecnológico se asocia a la estabilidad y uniformidad del proceso productivo. Si el sistema productivo ha sido estable y uniforme en el tiempo, desde el punto de vista técnico, entonces la función de renovación, desarrollada en el capítulo precedente, presenta un comportamiento oscilatorio, existe un número infinito de oscilaciones que se recubren y que dan contenido al proceso de renovación. Dado lo anterior, el ciclo de renovación se realiza en torno al valor inicial

---

<sup>7</sup>Ingvar Svennilson. "Desarrollo económico y progreso técnico un ensayo de análisis secuencial", en D. Rojo, *Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo*, Madrid, 1966, Gredos, p. 218.

<sup>8</sup>Ibidem.

(constante) de los elementos materiales que dan contenido al sistema productivo en el año 1. Por consiguiente el cambio tecnológico se desarrolla sobre la base de cada generación de bienes de capital, las cuales basan se fundamentan en principios mecánicos que se incorporan al uso de fuentes de energía que permiten una velocidad de transformación de la materia mediante la integración de los diversos bienes de capital en la cadena productiva. Esto determina la eficiencia productiva promedio de una economía para satisfacer necesidades sociales preestablecidas. La nueva generación de bienes de capital que se incorpora en un proceso productivo busca la armonización de la estructura de producción, es decir, se intenta utilizar el potencial productivo de los bienes de capital hasta su máxima dimensión posible. Así, se logra que cada bien de capital sea de tal tipo que cada equipo fabrique la misma cantidad de producto por unidad de tiempo. Cuando la estructura del equipo es disarmónica, la potencia productiva del proceso técnico está determinada por aquel elemento del equipo técnico que en comparación de los demás elementos permite obtener una menor cantidad de producto.<sup>9</sup>

La armonización del equipo técnico por medio de la unificación de lo procesos técnicos es por consiguiente posible en los casos en que los diversos procesos técnicos emplean los mismos capitales fijos en cuanto la técnica, y en aquellos otros en que los elementos del proceso técnico constituyen en unos procesos un componente limitante mientras que en otros son parcialmente desaprovechados.<sup>10</sup> Al mismo tiempo, la armonización de los procesos productivos busca la funcionalidad, en este sentido, puede ocurrir que el mayor desembolso unitario de algún elemento que constituye el capital constante vaya acompañado de una disminución de al menos otro elemento aspecto que se reflejará en incremento de la productividad de la fuerza de trabajo. Sobre la base de la búsqueda de la armonización de los procesos productivos y la funcionalidad de los mismos se establecen límites para crear procesos de sustitución entre los elementos que componen el capital constante lo que se manifiesta en un proceso decreciente de sustitución entre insumos.

Por esto, las nueva generaciones de bienes de capital van incorporando innovaciones tecnológicas tendientes a mejorar paulatinamente los procesos parciales de los sistemas productivos (innovaciones incrementales), de esta forma, la evaluación del cambio tecnológico por parte de los productores de bienes de capital debe considerar los siguientes aspectos:

---

<sup>9</sup> Oscar Lange, Economía Política II, México, FCE, 1981 p. 103.

<sup>10</sup> Lange, p. 104.



a) Las características de la oferta de materias primas y bienes intermedios, b) la cantidad de productores que convergen en la satisfacción del mercado c) el tamaño del mercado del bien final y la posibilidad de expandir éste impulsando una mayor diferenciación de productos, d) la reducción del costo que se obtendrá por unidad de producto al mejorar la velocidad de transformación de los productos.

Cada uno de estos factores tendrá a sí mismo los siguientes desarrollos:

i) Modificación de los aspectos físicos y químicos de los insumos utilizados, así como la introducción de nuevos insumos.

Lo anterior se expresa en la participación de cada insumo utilizado por unidad de producto, en la clase, niveles de calidad y uniformidad de los insumos a comprar y utilizar; cambios en los requerimientos de capacitación de la fuerza de trabajo para el manejo tanto de los insumos a utilizar como de los nuevos equipos a incorporar, considerando las facilidades de capitalización y capacidad productiva, el grado de especialización del proceso productivo, la flexibilidad en los niveles de uso de los bienes de capital y la perspectiva de obsolescencia de los mismos.

ii) Cambios en las características físicas del producto final.

Este inciso incluye modificaciones en la variedad de las líneas de productos, en los niveles de calidad e importancia de cada línea de producto en el volumen total de producción y en los sistemas de servicios a clientes ( capacitación, precisión, durabilidad, confiabilidad, seguridad y conveniencia).

iii) Cambios en los aspectos físicos del sistema de producción en flujo.

Implica modificaciones en el sistema de control de las etapas parciales del proceso de producción y la rapidez con que éste puede ser alterado, en la variabilidad de los diferentes insumos ante modificaciones en los niveles de producción y la generación de productos mixtos, en el porcentaje de duración del ciclo de producción, en los costos de mantenimiento cuando los niveles de producción caen, en los requerimientos de inversión, cualidades y accidentes asociados a la salud y riesgos ambientales.

Considerando las características de los insumos utilizados, se aprecia que el incremento en la armonización de los procesos productivos implica que la estructura de oferta de los insumos sea elástica a un mayor incremento en velocidad de transformación de los bienes de capital (de la productividad del trabajo) ubicados en un proceso parcial de producción que es considerado como limitante. De lograrse lo

anterior, se reducirán los tiempos de no utilización de los bienes de capital ubicados en las posteriores etapas del proceso productivo. En este caso, se logra aumentar el potencial productivo de los procesos técnicos integrados y por ende se alcanza un mayor grado de armonización del proceso productivo.

Si la oferta de insumos intermedios y auxiliares no es elástica provocará un incremento del índice de capacidad no utilizada en el caso de que la empresa no pueda sacar del mercado a otros productores. En caso contrario, se provocará un proceso de concentración del mercado y la posibilidad de competencia se reducirá, con lo que puede afirmarse que el proceso tecnológico determina el número de productores que satisfacen las necesidades del mercado. Suponiendo que exista una alto nivel de variación de la oferta de insumos intermedios y de capital, y que el proceso de innovación tecnológica sea adoptado por todos los productores que satisfacen un determinado mercado, el incremento del potencial productivo de un proceso técnico puede dar lugar a la búsqueda de una diferenciación de productos. Es decir, se incrementan los mercados sin modificar radicalmente los procesos tecnológicos.

Cabe hacer notar que esta participación en el costo del producto se determina por la productividad de la fuerza de trabajo, sin embargo, en apariencia se supondría lo contrario. A medida que la maquinaria es la síntesis del conocimiento científico expresado tecnológicamente, el incremento de productividad de la fuerza de trabajo, asociada a determinado uso de los bienes de capital, se presenta como la expresión de la subordinación del trabajador a la ciencia, ante esto el incremento de productividad de la fuerza de trabajo aparece como algo externo al trabajador en la medida en que su acción no condiciona el funcionamiento de la maquinaria a su habilidad directa.

La propuesta que se presenta para entender el proceso de cambio tecnológico consiste en el análisis de la relación de flujos reales, aspecto que se evidencia cuando se comprenden y sintetizan los sistemas productivos que se encuentra expresado, en el gráfico 1 del anexo. La información que proporciona este esquema abarca los siguientes aspectos:

1. Determina la naturaleza (tipo de industrias con el que se articula el proceso productivo) y nivel de insumos requeridos por unidad de producto. Desagregado, este aspecto indicaría el tipo de materiales utilizados, facilidades de inversión, salarios del personal y horas directas de trabajo.

2. Proporciona la base para analizar los cambios en la proporción en que los insumos son utilizados, con el fin de que se pueda tomar en cuenta su nivel de sustitución.

3. Posibilita diferenciar la cantidad de insumos requeridos por unidad de producto antes distintos niveles de capacidad utilizada.

4. Permite simular los potenciales cambios y sus efectos en la estructura del sistema.

Observando detenidamente este esquema se pueden entender las interrelaciones productivas anteriormente expuestas, por lo que no necesariamente las trayectorias de innovación tecnológica deben ser explicadas exclusivamente a partir de las fronteras técnico científicas que definen un sistema productivo. Puede decirse que el proceso de innovación tecnológica se desarrolla también mediante la transferencia de conocimientos técnicos entre diversos proyectos de investigación y desarrollo que se encuentran en diferentes etapas, o bien, puede transferirse tecnología mediante el intercambio de información técnica entre proyectos de una misma empresa que cubren diferentes mercados. En general, cualquiera que sea el proceso por medio del cual se obtenga información técnico-científica, los procesos de innovación tecnológica persiguen los siguientes objetivos:

1. Ahorro de energía y perfeccionamiento de los bienes de capital.

Las líneas de investigación tecnológica involucradas son: reducir la energía gastada, mejorar la transmisión de la energía desplegada, y lograr un incremento en la adaptabilidad de los materiales (durabilidad y resistencia) con los cuales se construyen los bienes de capital, para mejor transmisión de la energía desplegada.

2. Cambios tecnológicos orientados a mejorar el control de los procesos elementales y del proceso global de producción. Esto se subdivide en dos aspectos:

a) Cambios tecnológicos orientados a mejorar los sistemas de control de materiales, lo cual implica: perfeccionar los sistemas de control de inventarios, elevar la planeación de los requerimientos de materiales, establecer novedosos sistemas de control de calidad, elevar el porcentaje de materiales de reuso y/o reciclables.

b) Cambios tecnológicos orientados a mejorar la productividad de la fuerza de trabajo, lo cual implica: establecimiento de círculos de calidad, técnicas administrativas de cero defectos, tiempos flexibles, trabajo por tareas, semanas

de trabajo comprimidas, armonización de funciones, establecimiento de curvas de aprendizaje, etcétera.

3. Cambios tecnológicos orientados a la adaptación de paquetes tecnológicos integrados; a saber: robótica, informática, tecnología de diseño, tecnología de grupos, administración de mantenimiento, tecnología láser, etcétera.

4. Cambios tecnológicos orientados a perfeccionar las características de diseño de los productos finales. Esto incluye: diversificación, simplificación, estandarización y mejoramiento de la calidad del mismo, programación de la producción, etcétera.

El amplio espectro de posibilidades de incorporar conocimientos tecnológicos a los procesos productivos, lejos de limitar la posibilidad de describir las trayectorias tecnológicas que seguirá determinado sistema productivo, limita el rango de opciones, ya que su aplicación depende del comportamiento histórico del mercado de bienes en donde potencialmente puede incidir, y por ende de las formas de competencia que en él imperen. Así, por ejemplo, los procesos de transferencia de tecnología entre subsidiarias de empresas transnacionales presentan tres fases: la primera se caracteriza por la importación de nuevos materiales y/o de nuevos productos, sin que éstos se adapten a los procesos particulares del proceso de trabajo, la segunda fase supone la adaptación tanto de los materiales como de la tecnología a las necesidades del mercado doméstico, y la tercera supone la transmisión y absorción de los requisitos de información técnica y de habilidades científico-tecnológicas. Esta última etapa podría suponer el movimiento del personal técnico e ingenieros y científicos entre países.

En general, la capacidad de aprovechar económicamente una innovación tecnológica se ve condicionada en este nivel por la relación de precios relativos entre sectores y por la productividad de la fuerza de trabajo. Estas cuatro líneas de cambio tecnológico presentan a los productores en el mercado como mercancías (bienes y servicios) que potencialmente pueden ser incorporados en los procesos productivos. En este escenario, la valorización de, conocimiento tecnológico como tal se circunscribe a la promesa de valorización de los procesos de trabajo en donde potencialmente pueden incidir, lo cual enlaza el futuro con el presente. Es decir, la valorización de este conocimiento tecnológico depende del incremento en la tasa de explotación de la fuerza de trabajo que se obtendrá a futuro, dadas las condiciones de concurrencia de los diversos capitales en el presente.

Lo anterior puede ser explicado más claramente si observamos el esquema de los flujos reales de producción en términos monetarios (gráfico 2).

Considerando las funciones analizadas en el capítulo 1, podemos observar la temporalidad de la relación en función de los procesos técnicos y la etapa de desarrollo del proceso productivo. En el gráfico se aprecian claramente las relaciones entre los cuatro grandes componentes del costo. La relación *costos totales/producto* (cantidad de insumos utilizados unidades físicas  $(1, \dots, x_n) \times (p_1, \dots, p_n)$  / número de unidades terminadas desde el momento 0 al  $t$  x precio de venta promedio por unidad del periodo) depende, como se comentó anteriormente, del grado de armonización de los sistemas tecnológicos que componen el proceso productivo, así como de la armonización y funcionalidad de los procesos tecnológicos de las empresas que son principales oferentes. Al existir funcionalidad tecnológica, se planea la productividad de la fuerza de trabajo se y se abren expectativas de los posibles cambios que traerán aparejadas modificaciones parciales en los procesos productivos. Por lo anterior, el costo unitario de producción es la síntesis del proceso productivo, que puede ser analizado si desagregamos los costos unitarios. Así, por ejemplo, se puede dar el caso en que la relación *costos de fuerza de trabajo/producto* (horas hombre trabajadas en el momento  $t$  x salario promedio pagado) / número de unidades terminadas desde el momento 0 al  $t$  x precio de venta promedio por unidad del periodo) pueda reducirse por la incorporación de nueva maquinaria, pero si el proceso productivo no es armónico, se incrementará el margen de capacidad utilizada, con lo que se podría originar un incremento del costo fijo por unidad de producto situación que se reflejará en la relación *costo de maquinaria y equipo / producto*, (número de horas de utilización de la maquinaria desde 0 a  $t$  x costo de venta del bien de capital-valor de salvamento x tasa de capitalización / número de unidades terminadas desde el momento 0 al  $t$  x precio de venta promedio por unidad de periodo). Otra situación potencial de inoperancia de una innovación tecnológica se daría cuando se presenten disfuncionalidades en el proceso productivo, es decir, un incremento absoluto en la cantidad de horas hombre trabajadas ocasionará un incremento proporcional o más que proporcional en la relación *costos de materias primas y auxiliares/producto* (cantidad de materia prima utilizada desde el momento 0 al  $t$  x precio promedio de compra de los materiales desde el momento 0 al  $t$ ) / número de unidades terminadas desde el momento 0 al  $t$  x precio de venta promedio por unidad del periodo). Los eventos potenciales que se han comentado caen dentro del caso de costos crecientes comentados por Sraffa, sin embargo la diferencia en el análisis reside en que no descifra los dos componentes que pueden ocasionar costos crecientes; es decir, las variables reales o monetarias. Podemos tener procesos técnicos que sean funcionales, pero también que la relación de precios relativos haga que la reducción de, por

ejemplo, el uso de determinada materia prima no corresponda con una reducción del costo de materia producida por unidad de producto. Esto se deberá a un incremento del precio unitario de la materia prima utilizada.

Obviamente, el sistema de producción capitalista tiende en el largo plazo a evitar estas discrepancias entre los procesos técnicos y las variables monetarias, a través de la competencia. Un factor fundamental que explica este último lo constituyen fenómeno los procesos de cambio tecnológico que son desarrollados por los diversos capitales y la libre competencia. El desarrollo de la libre competencia garantiza que las empresas tengan capacidad de investigar, desarrollar, adaptar y transferir sus conocimientos tecnológicos en diversos procesos productivos. Dado que el dinero es al mismo tiempo capital, el desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel de empresas depende de la capacidad de ser valorado a futuro. Es decir, se compara la promesa de valorización que se obtendrá al incorporar la innovación tecnológica en el proceso productivo con la tasa de rendimiento que el mercado de capitales ofrece. Para poder desarrollar este horizonte de análisis es necesario especificar dos niveles de investigación. El primero se refiere al desarrollo de modelos de control gerencial para la evaluación del cambio tecnológico.

El modelo de evaluación gerencial que considera las variables en este capítulo y en el anterior es el modelo de Gold, el cual se desarrolla a partir de 6 variables:

- Precios del producto
- Costos unitarios
- Utilización de las instalaciones
- Asignación de recursos de capital entre el capital fijo y del trabajo

Estas variables son combinadas para dar origen a razones financieras que permiten evaluar que las utilidades dependen de las primeras de la siguiente forma:

$$\text{Ganancia total/inversión total} = (\text{Ingresos/producto} - \text{costos/producto}) \times (\text{producción/capacidad}) \times (\text{capacidad/inversión fija}) \times (\text{inversión fija/inversión total}).$$

En donde:

$(\text{Ingresos/producto} - \text{costos/producto}) = \text{ganancia por unidad producida (a)}$

$(\text{producción/capacidad}) = \text{porcentaje de capacidad utilizada (b)}$

$(\text{capacidad/inversión fija}) = \text{costo unitario de capacidad instalada (c)}$

$(\text{inversión fija/inversión total}) = \text{porcentaje de participación de inversión fija respecto al total (d)}$

Entonces:

$\text{Costo unitario de inversión fija por unidad producida} = (b) (c)$

$\text{Costo unitario de inversión total por unidad producida} = (b) (c) (d)$

De lo que se deduce que: ganancia total/inversión total  $\cong$  ganancia por unidad producida - costo unitario de inversión total por unidad producida.

De acuerdo con el sistema gerencial de razones financieras, éstas indican que la búsqueda por incrementar el porcentaje de ganancias a inversión total no necesariamente supone únicamente concentración o reducción de costos unitarios por periodo de producción. Sería indeseable que al aplicarse una innovación tecnológica se produjera una reducción del precio y del nivel de capacidad utilizada que en prospectiva compense el incremento en la ganancia por la reducción del costo unitario. Inversamente, una innovación podría ser juzgada atractiva si en prospectiva ofrece un incremento en la capacidad de utilización y un precio adecuado que compense cualquier incremento en los costos unitarios derivado, por ejemplo, de un alto precio de los insumos, o por la participación de este insumo en el costo unitario del producto.<sup>11</sup> (Véase gráfico 3)

Este esquema de análisis gerencial permite visualizar el comportamiento del precio en el corto plazo de las mercancías con el horizonte de planeación de mediano plazo de las empresas; la funcionalidad de los sistemas de producción, en este nivel de análisis, se ve reflejada en la tasa de rotación de los bienes de capital y del capital constante fijo así como del capital variable. Asimismo, las relaciones de precios relativos sirven para circunscribir el valor apropiado por cada capital individual en un espacio de tiempo determinado, dadas las estructuras tecnológicas y los sistemas de producción que de éstas se deriven.

El segundo nivel de investigación desde la perspectiva monetaria se circunscribe a la aplicación de los principios financieros, que como se mencionó en el capítulo 1, se centran en los siguientes aspectos:

a) Evaluar los costos asociados (inversión inicial y los costos de operación) con la introducción de nuevos bienes de capital.

b) Evaluar los potenciales ingresos adicionales que traería la introducción de la nueva maquinaria.

c) Calcular los flujos de tesorería (Ingresos a futuro).

Como se puede observar, la diferencia sustancial de la metodología de flujos financieros respecto a la metodología de razones financieras consiste en que la primera presume que los sistemas de producción están completamente codificados,

---

<sup>11</sup>Bela Gold et al. *Evaluation technological innovations*. USA, Lexington, 1980, p. 90.

que existe una tasa de interés que permite determinar el costo de oportunidad de capital, y que la tecnología está dada, lo cual significa que los productores, considerando la estructura de las tasas de interés, tienen la posibilidad de elegir la tecnología que permita maximizar los ingresos, o en su caso, minimizar los costos. En este sentido, el análisis temporal consiste en periodos de tiempo idénticos e independientes, en los que las personas encargadas de tomar decisiones asignan probabilidades subjetivas a los posibles beneficios de cada estrategia de inversión. Habiendo hecho esos cálculos para todas las alternativas, el empresario elige las que tienen el valor esperado más alto en cada periodo. Estas rentabilidades netas son descontadas mediante la tasa de descuento subjetiva, lo que permite conocer el valor actual neto. La firma entonces escoge la estrategia que maximiza el valor actual neto del flujo futuro del beneficio neto en un horizonte temporal específico.

Las críticas al sistema de evaluación de flujos financieros se centran fundamentalmente en el supuesto de que los empresarios manejan los mismos escenarios de incertidumbre en donde el comportamiento de la demanda y la tasa de rendimiento esperada son acotados por el mercado (es decir son variables exógenas a la empresa); con ello el fenómeno de la competencia queda reducido a un problema de racionalidad de los agentes productivos. Más allá de las inconsistencias de la teoría tradicional de la empresa, convendría analizar cómo, a pesar de éstas los métodos de evaluación de la inversión siguen sujetos a sus principios. En este caso la pregunta pertinente sería qué tipo de resultados (o qué fenómenos económicos) se captan a través de la aplicación de dicha metodología. La metodología del valor presente en términos prácticos se aplica para medir el efecto de las economías de escala y del cambio tecnológico. La forma de utilización es la siguiente:

En este caso, los flujos de tesorería se calculan para diferentes niveles de producción de la planta. El valor presente de los flujos de tesorería para cada nivel de producción se compara, y si el valor presente se incrementa más que proporcionalmente con la escala (o con la introducción de la nueva tecnología) se inferirá que existen economías de escala, o que el efecto del cambio tecnológico es positivo.

## **El comportamiento de los costos de producción en los procesos de producción**



La asignación de los costos de producción en el producto final depende de las características de rotación de los bienes de capital durante su vida útil. A partir de ahí se determina la tasa de transformación (o de rendimiento) de las materias primas y auxiliares, con objeto de calcular la cantidad de materias primas y auxiliares consumidas por unidad de tiempo. También se calcula la cantidad de horas de trabajo desplegadas por unidad de tiempo, considerando la tasa de rotación de los bienes de capital y su velocidad de rendimiento. Desde esta óptica, los flujos de tesorería reflejarían el comportamiento temporal de los costos de producción. En términos económicos, los elementos a considerar para explicar la temporalidad de los costos de producción serían los siguientes:

a) La escala de producción.

La tasa de rotación del capital constante fijo se halla determinada por las características técnicas del proceso productivo, existiendo procesos productivos en los cuales las escalas de producción son indivisibles. Asociadas a estas indivisibilidades técnicas se encuentran costos que son indivisibles<sup>12</sup> parcialmente con respecto a: rendimiento del producto, rendimiento alcanzado por el uso de determinada tecnología, el equipo requerido para obtener un rendimiento de producción, tamaño de la planta, producto por planta. Una dimensión adecuada de la escala de producción permite distribuir en el tiempo estos costos indivisibles y reducir su participación en los costos unitarios, por lo que a toda escala de producción se asocian grados de eficiencia mínimos en el uso del capital constante fijo. El uso integral de la capacidad productiva de los bienes de capital no se manifiesta de manera inmediata al arranque de una planta, conforme se desarrollan los ciclos de producción las diferentes empresas perfeccionan los procesos parciales del proceso productivo retroalimentando a sus oferentes respecto a las modificaciones que tienen que ser realizadas en los bienes de capital para que éstos se adecuen a las necesidades del sistema de producción de forma tal que, paulatinamente, se vaya logrando el perfeccionamiento de las máquinas utilizadas e incluso el desarrollo de una nueva generación de bienes de capital.

b) Las economías de especialización.

---

<sup>12</sup>Entre los más importantes se encuentran: el costo inicial de construcción de las plantas, los costos asociados a las pruebas de operación de las plantas piloto, los costos de estructuración de cadenas de oferentes, la distribución geográfica de los clientes, los gastos de publicidad, los gastos de administración gerencial y la capacitación de la fuerza de trabajo.

Íntimamente relacionadas con las escalas de producción se encuentran las economías de especialización. Por economías de especialización entendemos la experiencia adquirida por una empresa en determinado proceso productivo; esto se expresa en un manejo eficiente de los bienes de capital, a través de la división de funciones de los procesos de trabajo para especializar a los trabajadores en determinada actividad, incrementando con ello su productividad, la tasa de rotación de los bienes de capital, y perfeccionando el proceso de producción en flujo.

c) Las economías dimensionales y del uso de recursos en masa.

A mayor escala de producción, los costos iniciales de operación de los bienes de capital crecen en menor proporción a los que se tendrían si la escala de producción fuera menor, fundamentalmente porque las características técnicas de los bienes de capital hacen posible incrementar el potencial de servicios (energía desplegada, capacidad de almacenamiento, etcétera) sin que se incrementen los costos unitarios. Asimismo, una mayor escala de producción permite a los usuarios de estos bienes de capital comprar de manera exclusiva los que requieren; en términos económicos puede hablarse de una centralización e integración de procesos productivos especializados. Por otra parte, la utilización de un gran número de bienes de capital de la misma clase permite a la empresa tener una proporción de inventarios (materias primas, insumos intermedios y bienes finales) proporcionalmente menor de la que se tendría si utilizara una sola máquina. Paralelamente, una mayor escala de producción permite evitar interrupciones en el suministro de materias primas. Este control sobre el mercado de materia primas, de bienes de capital y de productos finales crea condiciones para que la empresa experimente con la introducción de nuevos productos, sobre la base del control que ejerce sobre un proceso productivo, o bien que desarrolle procesos de experimentación de nuevos procesos productivos a partir del control del mercado a el cual puede ser nacional o transnacional a de productos finales.

d) Los métodos de organización de la producción

El incremento en la escala de producción puede hacer posible que las empresas sean más eficientes en las técnicas y en los métodos de organización de sus procesos productivos. A mayor escala de producción es factible, en términos de costos unitarios, incrementar los sistemas de automatización y/o transformar los sistemas de producción en flujo en sistemas de producción organizados mediante subsistemas de producción articulados. Con ello, es posible optimar tanto el uso de energía desplegada para la realización de los procesos de transformación de la materia, hacer un uso más intensivo de los bienes de capital y, por ende, acrecentar la productividad

de la fuerza de trabajo. Las posibilidades anteriormente enunciadas dependen de las formas específicas de la principal fuente de energía utilizada, y de la transmisión de la energía desplegada en un proceso productivo. El análisis y perfeccionamiento de los procesos parciales del sistema de producción constituye el elemento determinante de transformaciones radicales en los procesos de producción, e incluso posibilita la divisibilidad del proceso de producción con el fin de reducir los costos unitarios. En este sentido, el perfeccionamiento de los procesos productivos pasa necesariamente por el desarrollo de procesos de administración científica, los cuales tienen los siguientes ejes de desarrollo:

a) Los gerentes asumen la carga de reunir el conocimiento tradicional que en el pasado tuvieron los obreros y clasificarlo, tabularlo y reducirlo a leyes y fórmulas. Éstos procesos permiten obtener un control de la organización del trabajo.

b) Todo posible trabajo cerebral debe ser removido del taller y concentrado en el departamento de planeación y diseño, es decir, se debe separar el proceso de concepción del proceso de trabajo al de ejecución.

c) Con base en lo anterior, la gerencia debe seleccionar de manera científica a los obreros, de acuerdo con las necesidades del proceso productivo. Los proclias indivisibilidad de los costos.

e) El control del mercado.

Como se ha mencionado, la ampliación de las escalas de producción depende de la posibilidad de realizar las mercancías como valores. El control del mercado por una firma puede reducir la incertidumbre derivada de la realización de mercancías, esto implica que las firmas buscan necesariamente procesos de integración vertical de sus actividades. Sin embargo, el aspecto fundamental que permite el control del mercado se da cuando se logran establecer estándares de calidad. Lo que define el concepto de calidad ha evolucionado a lo largo del tiempo en función de las normas sociales de consumo y de la flexibilización de los procesos productivos para adecuarse a las necesidades de consumo. En este sentido, podemos precisar dos criterios de calidad que son vigentes.

Cuando se instauró la producción en serie, la calidad de los productos se establecía por un grupo de diseño que especificaba las características que el bien habría de tener al final del proceso de producción. Sobre esta base conceptual de planeación apareció la especialidad del control de calidad; las técnicas desarrolladas buscaban la verificación de que el grupo de diseño había predeterminado. Las

técnicas de muestreo estadístico, por medio de las cuales sólo se inspecciona una muestra de los productos terminados, permitieron asegurar el control adecuado de la calidad, sin incurrir en el gasto de inspeccionar cada producto. Junto con los procesos de estandarización y normalización de los productos, las prácticas administrativas modernas toman cuerpo, y se establecen normas de salarios en función de las formas de organización de la producción. Los métodos modernos de ventas a gran escala, basadas en campañas publicitarias o por medio de vendedores, sólo fueron rentables cuando el costo de evaluación del producto pudo ser reducido. Esta disminución del valor de la publicidad supone, entre otras cosas: facilitar la construcción de tablas de daños por transporte de productos, y con ello permitir el cobro de las reclamaciones hacia las empresas transportadoras; establecer esquemas de financiamiento para otorgar préstamos sobre productos en almacenamiento y en tránsito; desarrollar sistemas de transporte eficientes en función de las características del producto y de la cantidad de consumo requerido en los diferentes mercados, y cuando los canales de distribución (fabricante-usuario industrial, fabricante-mayorista-usuario industrial, fabricante-intermediario-mayorista-usuario industrial), pudieron establecer ofertas de productos con calidad uniforme a sus diversos clientes. Gracias a lo anterior, las coberturas de los seguros y de los mercados a futuro pudieron ser establecidas.

Otro criterio de calidad surge cuando se desarrollan sistemas automáticos de producción y se incorpora la informática en los sistemas de mercadeo. Con estos procesos es posible producir mercancías en función de la satisfacción personalizada de los clientes. Con ese fin se establece un sistema interno-externo, cliente-proveedor, que abarca la organización de los departamentos internos a todos los proveedores externos enfocados en su fase final a la satisfacción y expectativas del cliente. La diferenciación del producto supone procesos de automatización flexible, en donde dominan innovaciones fuertes y permanentes a nivel de ingeniería de producto. Las estrategias desplegadas con este criterio de calidad utilizan las ventajas de la publicidad para productos estandarizados, agregando información respecto a las cualidades y ventajas que tendría el cliente al comprar determinado producto en relación con productos similares existentes en el mercado.

## **Evaluación de la introducción de las innovaciones tecnológicas (procesos y/o productos)**

El modelo desarrollado en el capítulo 1, así como los elementos analizados en el apartado anterior, nos permiten abordar la metodología para el análisis del impacto tecnológico en el proceso productivo.

De acuerdo con la metodología de Gold, se entiende que las decisiones de los capitales privados e independientes para incorporar procesos de innovación tecnológica deben estar basadas en la búsqueda del incremento de la ganancia por monto de inversión realizada. Esta afirmación pone énfasis en el uso del capital constante fijo y en su proceso de depreciación. Sin embargo, los parámetros de utilización del capital constante fijo requieren determinar las relaciones implícitas en cuanto a la tasa de rotación del capital constante y circulante, así como la cantidad de horas de trabajo requeridas por unidad de producto. En este sentido, hay dos niveles de análisis que deben ser abordados. Un primer nivel reside en la descripción de los sistemas de producción desde el punto de vista técnico. Las funciones descritas en el capítulo 1 proporcionan una guía bastante clara de las interrelaciones técnicas que implícitamente se presentan. La ventaja de utilizar las funciones dinámicas reside en que no sólo permite describir el consumo productivo de los objetos de trabajo, de los insumos utilizados y de la fuerza de trabajo, sino que además orientan sobre los principios científicos y tecnológicos en los que se basan las diversas etapas parciales del proceso de producción. Así, es posible simular el impacto que tendría la incorporación de la innovación tecnológica a nivel de proceso o de producto. De igual manera, y de acuerdo con lo expuesto en el capítulo 1, se estaría en posibilidad de ligar las posibles impactos que a nivel monetario y/o financiero pudieran tener las modificaciones en el sistema de producción ocurridas por la incorporación del cambio tecnológico. Teóricamente, esto supone que el proceso de trabajo, como proceso de producción de plusvalor, es el eje a través del cual se pueden comprender los diferentes niveles en los que se impone la dinámica de la competencia a los capitales privados e independientes. La competencia relaciona el valor de uso de la fuerza de trabajo con la producción de valores, mediante su consumo productivo, con elio se realiza la transformación del trabajo (como actividad viva y orientada a un fin ) en capital. Al convertirse en parte del capital el trabajo se ve sometido históricamente a relaciones técnicas de producción; éstas, en un primer momento, se presentan a los capitalistas mediante la estructura de precios relativos. Los capitalistas, al comprar materias primas y medios de producción, tienen una gama de opciones respecto a la durabilidad de los bienes de capital, transformación de energía, resistencia de los materiales, características físicas y químicas de las materias primas; es decir las características de estas mercancías como valores de uso son los determinantes del

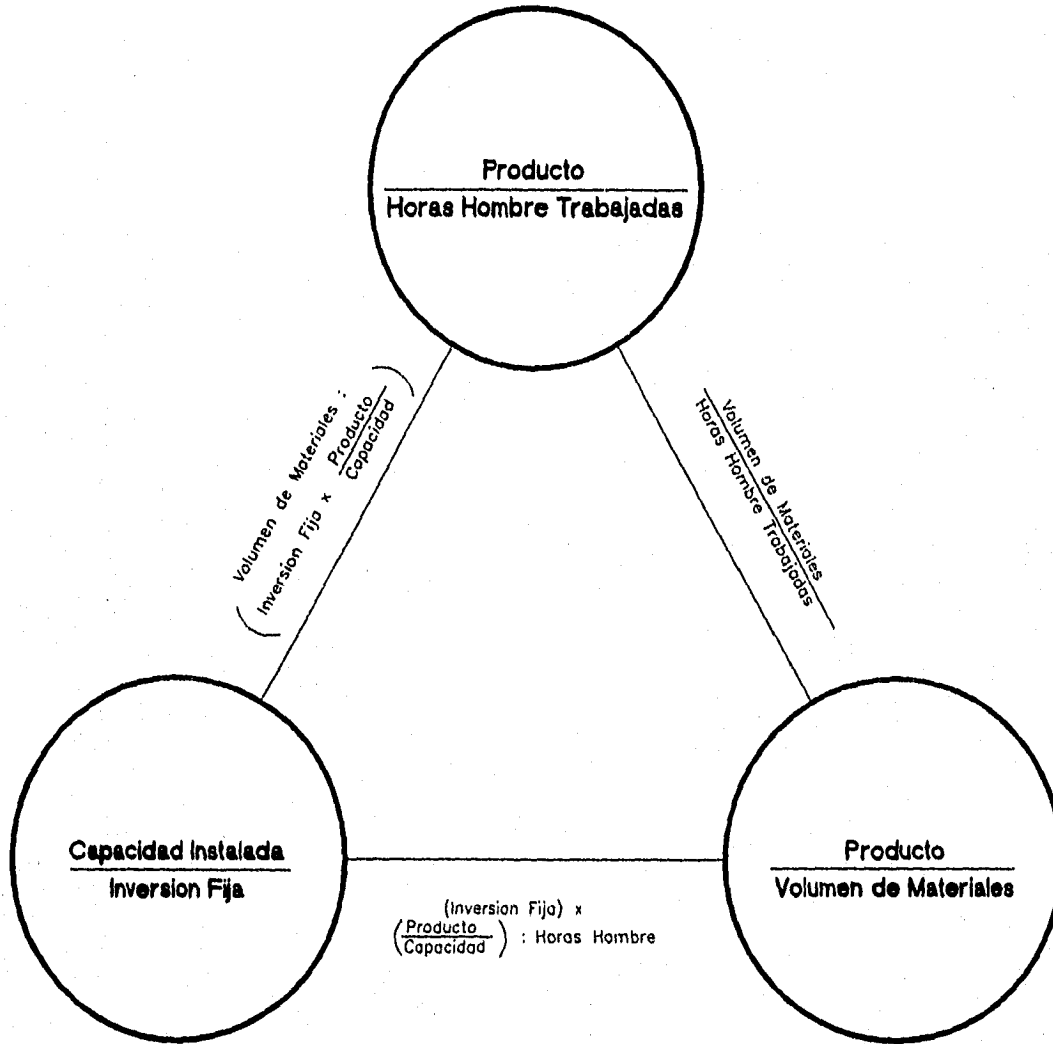
desarrollo del proceso de producción como productor de valor, en el sentido de que su consumo productivo determina las características del bien final. A su vez, estos valores se expresan en el intercambio como precios relativos, ante la cual los capitalistas tienen que seleccionar aquellas mercancías que hagan posible un eficiente proceso productivo. El consumo eficiente de los elementos materiales del proceso productivo se mide a través de la rotación de éstos. La rotación potencial de cada una de las materias primas y bienes de capital determina los márgenes de la productividad del trabajo, con lo que se comprende de manera más precisa el efecto de la competencia sobre la fijación tanto del tiempo de trabajo socialmente necesario, como del valor individual de las mercancías, en un espacio en el que los capitalistas confrontan precios de mercado. En el desarrollo de Marx sobre el proceso de producción æ si bien nos sitúa en un nivel metodológico o de abstracción en el cual los capitalistas desarrollan un intercambio de mercancías a través de sus valores æ el proceso guarda su esencia y naturaleza como un proceso de explotación en donde el consumo productivo constituye la base para la reproducción. A nivel de lo concreto real, el hecho de que los capitalistas no compren sus mercancías a sus valores en nada invalida la condición de éstas como valores de uso destinados a ser valores de cambio. Cuando el capitalista vende el producto final a su precio de mercado, el trabajo contenido en sus mercancías se reconoce socialmente al mismo tiempo como valor individual, como valor social y como precio de producción; todo esto manifiesto en el precio del producto final. La incorporación de innovaciones tecnológicas (proceso o producto) para el capital productivo, se relaciona directamente en el precio de costo de sus mercancías, ya que es el espacio concreto que define al capital productivo como privado e independiente. El efecto final de la incorporación de las innovaciones tecnológicas se tiene que medir a partir de la vinculación del capital productivo con las diferentes figuras del capital en funciones (capital mercantil, capital dedicado al tráfico de dinero, capital financiero), las cuales posibilitan el desarrollo del ciclo de distribución y/o de reproducción. Esto nos conduce al segundo nivel de análisis para ver el efecto del cambio tecnológico. Los gráficos ilustran, en términos estáticos, el proceso productivo en términos contables. A partir de la contabilidad de la empresa, las diferentes figuras del capital condicionan su participación para el desarrollo del ciclo de valorización, el cual, se presenta en forma capitalizada. Es por ello que se nubla la relación entre proceso de producción y de circulación. La incorporación de innovaciones tecnológicas en los procesos productivos tiene que ser codificada a través de esta contabilidad financiera. Lo expuesto en el capítulo 1

**determina la información que se requiere para establecer el vínculo entre el proceso de producción y la contabilidad financiera.**

## **Anexo**

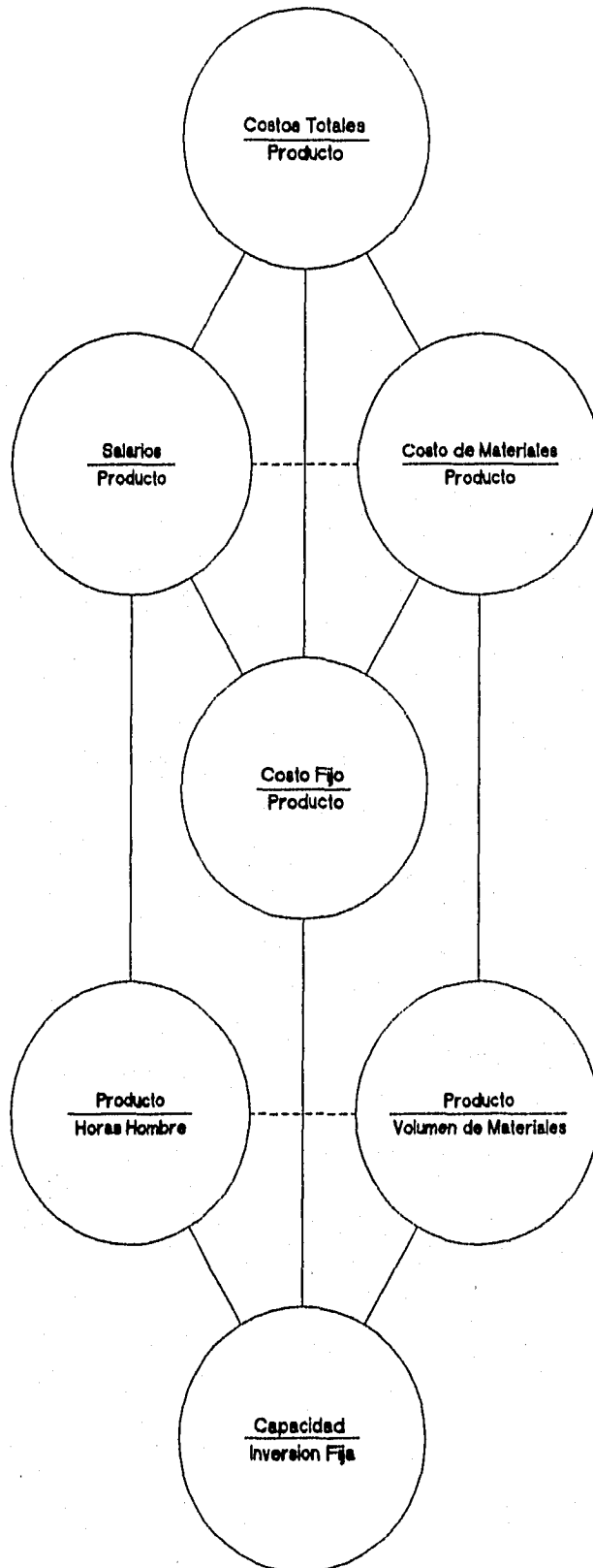


GRAFICO 1



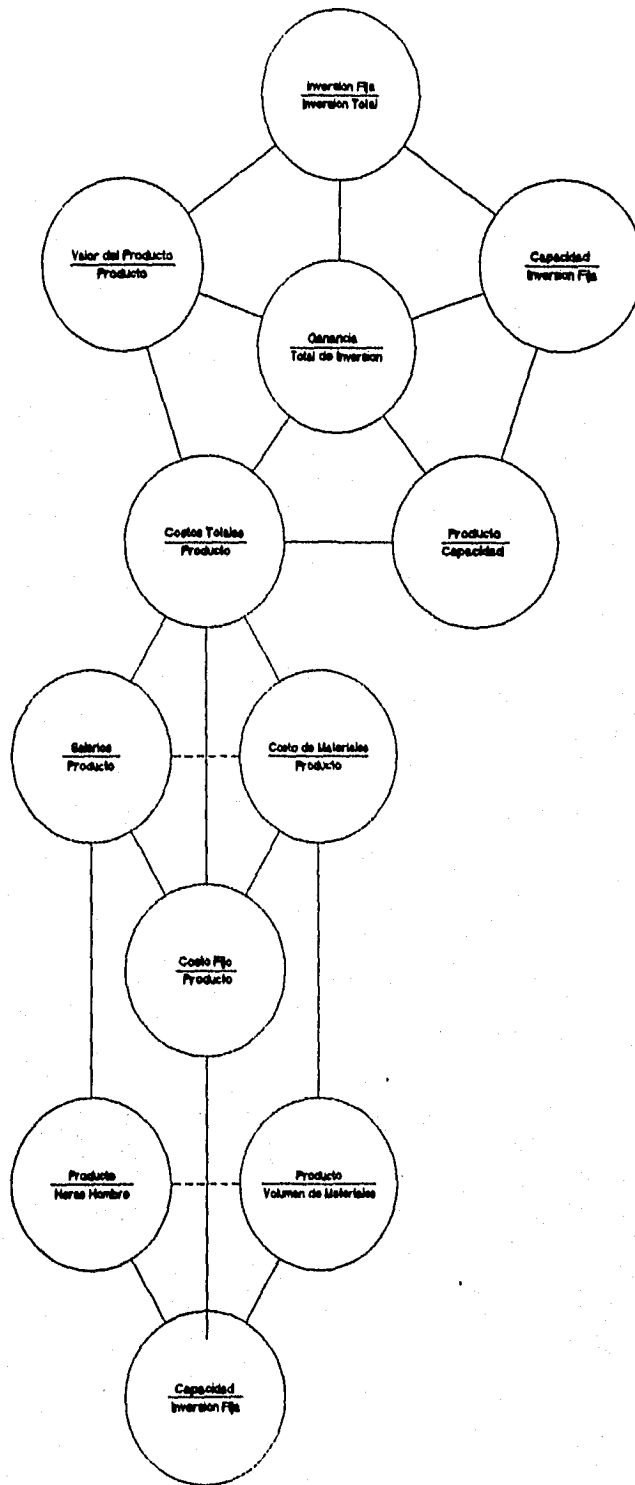
FUENTE:  
Bela Gold, Research Technological Change, and Economic Analysis  
Lexington, Mass, Lexington Books, D. C.

GRAFICO 2



FUENTE:  
Grafico 1

GRAFICO 3



FUENTE:  
Grafica 1

### CAPÍTULO 3

## EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PORCÍCOLA INTENSIVO

En este capítulo se presenta la aplicación de la metodología desarrollada a fin de evaluar su pertinencia y validez para analizar el proceso de trabajo y determinar la estructura de costos implícita, así como los conocimientos técnico-científicos que supone cada etapa del proceso de producción en el denominado sistema de producción intensivo. El sistema considerado fue escogido debido a que presenta varias características que lo hacen particularmente representativo de los efectos que provoca el proceso de competencia, derivado de la apertura comercial, al cual se ven sometidos sectores que eran considerados, dentro del contexto nacional, maduros desde el punto de vista científico-tecnológico. La industria porcícola nacional ha manifestado cambios sustanciales como consecuencia de la apertura comercial en sus formas de operación y en su estructura organizativa. A nivel inmediato observamos que la apertura comercial ha provocado que los productores busquen que el Estado tenga un papel activo en el sector, orientando, verificando y controlando el ritmo de la apertura comercial y las estrategias de desarrollo. La apertura comercial ha hecho evidente a los productores nacionales que para mantenerse en el mercado es necesario aplicar procesos y productos biotecnológicos destinados a propiciar cambios estructurales en los sistemas productivos de cerdos y en sus diferentes productos. Asimismo, se dan cuenta que la inserción dentro del mercado internacional supone subordinarse a reglamentos internacionales que en el corto plazo ha provocado políticas sectoriales de precios para productos e insumos que han exacerbado el deterioro del sector porcícola nacional pues no benefician a la mayoría de los productores. Estas políticas sectoriales modificaron la política estatal de subsidios y protección comercial afectando con ello, el inventario nacional porcícola y provocando un descenso de la producción ante lo cual, se ha incrementado substancialmente la importación de carne, vísceras y pieles crudas de cerdo. Se constatan que la reorganización del proceso productivo, a partir de la década de los noventa propicio, la concentración de la actividad empresarial en grupos más integrados al proceso de comercialización de alimentos, comercio de semen, industria productora de animales de alto rendimiento e industria de transformación de alimentos cárnicos. Estos productores han tenido amplia capacidad para cubrir la demanda interna mediante la consolidación de la agroindustria de cárnicos hasta con 30 millones de toneladas en 1990. Esto ha propiciado que los grandes productores de las cuencas de producción tradicionales

tengan que retirarse de la actividad por la baja rentabilidad de sus tecnologías consolidándose como cuencas porcícolas Sonora, Sinaloa y Yucatán.

Es evidente que la apertura comercial que México presenta actualmente, así como la firma del Tratado de Libre Comercio entre México, Canadá y Estados Unidos de América, conllevan la potencial aplicación de procesos y productos biotecnológicos en el sector agropecuario, que tenderán a generar cambios estructurales en sus sistemas productivos. Por tanto, es fundamental establecer parámetros de competitividad en las diversas cadenas productivas de este sector para determinar el tipo de bienes que nuestro país puede producir en condiciones competitivas. Lo anterior surge al considerar que las diferencias de precios relativos entre países, sustento inmediato para la dirección del comercio internacional, no son únicamente resultado de la dotación de factores productivos, sino también de la eficiencia productiva alcanzada.

El uso económico de los recursos naturales está estrechamente ligado al hecho de que la industria sea capaz de ofrecer recursos intermedios y bienes de capital que permitan, en primer lugar, la especialización de los productores y, además, el incremento de la productividad del trabajo desplegado en cada una de las actividades agropecuarias. Aun cuando en nuestro país existe una fuerte vinculación entre el sector industrial y el agropecuario, ésta no se ha traducido en un aumento de la eficiencia productiva. Esto se debe, en gran medida, a que se buscó incrementar la productividad del sector agropecuario con base en el uso intensivo de insumos (fertilizantes, insecticidas, plaguicidas, semen, pie de cría, semillas mejoradas, etcétera) y bienes de capital (maquinaria agrícola) del sector industrial, que fueron producidos —o importados—copiando patrones tecnológicos que no satisfacían de manera integral los requerimientos de los productores (no se adecuaban a las características geográficas y climáticas, tampoco al tipo de suelo ni al comportamiento del mercado nacional).

Para el sector porcícola en particular, existen los siguientes problemas: atraso tecnológico, altos costos de los insumos, bajo poder adquisitivo, poca competitividad internacional, descapitalización, menores márgenes de ganancia y falta de asesoría e integración. A lo anterior hay que agregar la existencia de diferencias fundamentales en los hábitos de consumo de los mexicanos con respecto a los norteamericanos, diferencias que influyen grandemente en el nivel de desigualdad de desarrollo de la industria porcícola en los dos países, y considerando el grado de apertura comercial que México tiene actualmente, es de esperarse un incremento sustancial de las importaciones de carne de cerdo a mediano y corto plazo.

La forma de penetración de las importaciones estadounidenses al mercado nacional se ha centrado en la reducción de los precios de exportación de las partes de cerdo que en el mercado norteamericano son consideradas como desechos. Esto afectó y continuará afectando a los productores nacionales medianos y pequeños, por el estrecho margen que tienen para elevar su productividad, y porque se encuentran ubicados en mercados regionales.

Por lo anterior, es necesario definir cuáles son los criterios internacionales que enmarcan la definición de eficiencia en el sistema de producción intensivo, y al mismo tiempo, diseñar metodologías que permitan tipificar las diversas formas de organización que presenta la producción porcícola en el país. En este sentido, mientras no se analicen y sintetizen los sistemas productivos con los que se opera a nivel nacional, no se podrán establecer criterios de selección de técnicas.

## **El concepto de eficiencia**

Los parámetros de eficiencia que rigen el comportamiento de quienes integran el sector productor de carne de cerdo se han ido estructurando a partir del desarrollo de las diferentes industrias que constituyen la oferta de insumos para los granjeros (productores de alimentos balanceados, farmacéutica, animales de alto rendimiento, etcétera), así como por los sectores que determinan el proceso de transformación final del producto para ser llevado al mercado (empacado de carne). Sin embargo, el factor determinante de la rentabilidad para los productores directos es el precio de los granos; de estos los principales son: maíz, trigo, sorgo, soya y avena.

El país con mayor nivel de eficiencia en la producción de carne de cerdo es EUA; además, es el principal productor de los cultivos anteriormente señalados, y el primer productor mundial de maíz (produce más de 40 por ciento del maíz del mundo, mientras que sus exportaciones representan 70 por ciento del maíz comercializado en el mercado internacional). En otras palabras, la fertilidad de las tierras cerealeras de EUA y la tecnología aplicada en ellas permitieron, por una parte, perfeccionar el proceso de producción intensivo porcícola de ese país, y por otra, sentar patrones internacionales de eficiencia que aún siguen vigentes.

Durante la década de los setenta, el precio de la carne de cerdo en los EUA presentaba fuertes variaciones a la alza, cuya causa inmediata era ubicada en los procesos inflacionarios que manifestó la economía norteamericana a raíz del aumento de los precios internacionales de los energéticos. Consecuencia lógica de esa

inestabilidad fue que la producción de cerdos, bajo el sistema de confinamiento, se generalizó con el fin de reducir las variaciones estacionales propias del ciclo biológico de esta especie. Mediante el control del medio ambiente se logró que a finales de la década mencionada la distribución de las lechigadas fuera uniforme a lo largo del año.

**Cuadro 1**

**DISTRIBUCIÓN DE LECHIGADAS POR TRIMESTRE, CON BASE EN INFORMACIÓN DE LOS CATORCE ESTADOS DE EUA CON MAYOR PRODUCCIÓN, DE 1956 A 1980**

Periodo	%			
	Diciembre-febrero	Marzo-mayo	Junio-agosto	Septiembre-noviembre
1956-1960	19.7	38.1	21.9	20.3
1961-1965	19.0	35.0	24.0	22.0
1966-1970	19.2	33.1	24.1	23.6
1971-1975	21.3	31.1	23.7	23.9
1976-1980	21.8	28.1	25.0	25.1

Fuente: USDA, Livestock and Meat Statistics. Tomado de: Hayenga et al., The U.S. Pork Sector: Changing Structure and Organization, Iowa State University Press, 1985.

Cabe señalar que, si bien se logró reducir la influencia del ciclo biológico sobre el comportamiento de los precios, no se pudo evitar que hubiera variaciones estacionales del precio de la carne de cerdo, lo cual provocó que la industria procesadora operara con índices de capacidad relativamente altos. Esta industria inició un proceso de modernización y actualización de sus activos mediante fusiones y asociaciones, lo cual implicó para ella una alta concentración. Dicha política permitió reducir los índices de subutilización y mejorar los sistemas de empaclado.

**Cuadro 2**

**CERDOS SACRIFICADOS Y CAPACIDAD DE UTILIZACIÓN (EUA)**

Año	Cerdos sacrificados (millones)	Capacidad estimada de utilización (%)
1975	68.7	64
1976	73.8	69
1977	77.3	72
1978	77.3	75
1979	89.1	89

1980	96.1	95
1981	91.6	94
1982	82.2	85
1983	87.2	89

Fuente: L. Haverkamp, Wilson Foods Corporation, Personal Communications. Tomado de: Hayenga *et al.*, *op. cit.*

Esta situación ha llevado a los productores de carne de cerdo a elevar tanto la calidad del hato como su productividad, con el fin de producir excelente carne magra e incrementar el abastecimiento de animales a los rastros.

Al mismo tiempo que la concentración de la industria de carne, se observa un incremento en el tamaño de las granjas en los EUA, y una concentración geográfica. La mayoría de las granjas se localiza en las zonas noreste y centro noreste de ese país, y su nivel de producción es de más de 10 000 vientres vendidos por año. Esto supone que gran parte de las unidades productivas requieren habilidades empresariales de alta organización gerencial y un creciente nivel de asociación entre productores (corporativización).

Aunque existe especialización, las técnicas de crianza, manejo y atención a la salud de los cerdos son uniformes, es decir, las granjas de ciclo completo siguen los mismos procesos técnicos que las granjas especializadas. De esta forma, las economías de escala son definidas por la reducción en los costos administrativos y de comercialización, los cuales se establecen de acuerdo con el volumen de compras que una granja puede ejercer en función de su tamaño.

**Cuadro 3**

<b>CRECIMIENTO DE 1990 A 1991 POR TAMAÑO DE OPERACIÓN</b>				
<i>Tamaño de operación (cabezas)</i>	<i>Número de operaciones 1990</i>	<i>1991</i>	<i>Media de comercialización (por operación)</i>	<i>Porcentaje de crecimiento</i>
1 000 - 1 999	14 923	1 243	1 327	7%
2 000 - 2 999	5 942	2 061	1 247	9%
3 000 - 4 999	3 332	3 293	3 529	7%
5 000 - 9 999	1 677	6 120	6 369	4%
10 000 - 49 999	921	13 849	15 406	11%
50 000 o más	37	207 119	258 436	25%
<i>Total de operaciones</i>	28 832	2 700	2 957	9.5%



*Nota:* Todos los datos están restringidos a operaciones que obtuvieron resultados positivos. El total de cabezas comercializadas, bajo esa restricción, fue de 6 888 000.  
Fuente: V. James Rodees y Gel. Grimas, Structure ora U.S. Hog Production: A 1992 Survey, University of Missouri, Department of Agricultural Economics. Pork'92, Vance Publications.

Esta forma de organización de la producción indica que existe un mercado de insumos plenamente desarrollado que puede ofrecer precio y calidad adecuados a los diferentes tamaños de establecimientos. Así, por ejemplo, en los EUA los grandes productores de cerdos compran el alimento de sus animales de manera directa en las empresas o con sus representantes de ventas, eliminando así la intermediación comercial que hace crecer el precio de los insumos.

Paralelamente, las habilidades empresariales requieren ser enfocadas de tal manera que los productores conozcan el uso de sus activos, las formas concretas en que operan y su incidencia sobre el proceso de crecimiento biológico del cerdo, con el fin de tener elementos de juicio para decidir: a) la incorporación de nuevos procesos o productos tecnológicos, b) cuándo debe renovarse o repararse la planta, c) el nivel de especialización, con el fin de enfrentar a la competencia. La habilidad empresarial también involucra el perfecto conocimiento del mercado de insumos (pie de cría, alimentos balanceados, medicamentos), la elaboración de estrategias de organización para la crianza de corto plazo con el fin de no saturar el mercado y, fundamentalmente, la capacidad para desarrollar análisis sobre la demanda futura que permitan al productor establecer planes de comercialización que garanticen el pleno uso de su capacidad instalada.

Podemos afirmar que existe una diferencia fundamental entre los productores directos y los procesadores. Para los primeros, el precio del mercado depende principalmente del volumen de animales que se comercializa, mientras que para los segundos, un mayor volumen implica una reducción en los costos de producción y un incremento de sus márgenes de ganancia por animal procesado. En este contexto de convivencia mercantil, se presentan intereses confrontados entre dos eslabones de la cadena de producción, siendo los procesadores quienes tienen más oportunidad de disminuir sus costos si mantienen altos los niveles de operación.

Por otro lado, el precio al consumidor de la carne de puerco no se ve afectado de manera inmediata por los cambios estacionales en la oferta o en la demanda. Esto se explica por la madurez del mercado, por la capacidad de los minoristas para almacenar y jugar con los diferentes productos que son vendidos al consumidor y por la competencia que se da con otras carnes.

Los parámetros de competencia que actualmente rigen en la producción porcícola intensiva se explican por las características del mercado norteamericano antes descritas. Las tendencias de innovación que se presentan en las granjas y en la industria procesadora apuntan a consolidar esta estructura de mercado. Así, por ejemplo, muchas investigaciones tienden a buscar el acortamiento del periodo de destete a parto en los cerdos, con el fin de incrementar el número de unidades vendidas por ciclo productivo, lo cual implica un cambio en los métodos y formas de alimentación de los animales de las granjas. La formulación de las dietas tendrá que sujetarse a los siguientes objetivos económicos: procurar que el cerdo alcance un potencial máximo en cada una de sus etapas de crecimiento, así como también minimizar el costo de alimentación por tonelada producida o el de alimentación por cerdo. Dependiendo de la relación entre costo de adquisición del alimento y costo de alimentación por unidad producida en cada granja, se podrá incrementar el margen de ganancia si aumenta la productividad del hato, aun cuando el costo de la alimentación se incremente en términos absolutos. El factor determinante es, en consecuencia, la uniformidad genética del hato confinado.

Por el lado de la industria empacadora, las innovaciones son fundamentalmente de organización, y se centran en el establecimiento de redes de información computarizadas que permiten la planeación de la capacidad instalada en función de la demanda efectiva que pueda presentarse.

## **El sistema de producción porcícola intensivo**

El sistema de producción y reproducción porcícola intensivo busca la producción en cadena mediante el control, por medios artificiales, de las funciones biológicas de los animales, de tal suerte que todas las semanas se puedan preñar, parir, etcétera, el mismo número de ellos. Estructurando el proceso biológico bajo esta forma de organización es posible entregar todas las semanas un número determinado de cerdos al mercado. En términos técnicos, los factores determinantes de la organización de la producción porcícola son: la manipulación de la herencia y la adaptación de los animales a determinado medio ambiente. Esta última comprende el control de la temperatura, de las corrientes de aire, de la humedad y el periodo de luminosidad solar.<sup>5</sup> Todos estos elementos determinan un concepto de confort, así como también patrones potenciales de enfermedades y sistemas de salud asociados (preventivos y curativos), las características del modelo de alimentación y la rotación

de los activos fijos utilizados. En teoría, la posibilidad tecnológica para determinar condiciones artificiales encaminadas a lograr el desarrollo pleno del potencial de conversión de biomasa en los cerdos se sustenta en un conocimiento del sistema biológico (circulación, respiración, digestión, metabolismo y sistema inmunológico) sobre el cual se quiere influir. Esto es sin embargo hipotético, ya que la existencia de condiciones artificiales para el crecimiento del cerdo implica asimismo modificar o alterar el comportamiento biológico del animal con el fin de lograr los objetivos económicos previstos; esto se ve limitado para no modificar sustancialmente la capacidad funcional del crecimiento biológico del cerdo.<sup>6</sup>

La satisfacción de los requerimientos ambientales para la cría de cerdos es generalmente difícil de llevar a cabo por el número de variables que tienen que ser manejadas, por la capacidad económica de las granjas y por su ubicación geográfica. En la práctica se prefiere una satisfacción de tipo funcional (que permite fluctuaciones en las condiciones ambientales que rodean a los animales manteniendo niveles aceptables de productividad), antes que la satisfacción óptima (que exige un medio ambiente perfecto para lograr la máxima productividad por canal). Los efectos del clima pueden regularse de diversas maneras, pero siempre tomando en cuenta el siguiente aspecto meramente biológico: el cerdo pierde calor por conducción (transmisión de calor entre dos cuerpos, que se da del más caliente hacia el otro), radiación (desprendimiento de calor de un individuo hacia el medio), convección (pérdida de calor del individuo debido a las corrientes de aire) y evaporación (pérdida de calor provocada por la evaporación de agua de un cuerpo). La incidencia relativa de cada uno de los equipos utilizados para el control del medio ambiente no se ha determinado a la perfección, dado que la construcción del equipo se basa en parámetros de resistencia de materiales, y no con base en los requerimientos de control del medio ambiente a partir de la ubicación de la granja.

<b>Cuadro 4</b>	
<b>Características comerciales</b>	
<b>Raza</b>	
<b>Duroc</b>	Presenta rápido crecimiento con bajo consumo de alimento. Produce grandes masas musculares.
<b>Hampshire</b>	Produce carne magra de manera rápida y eficiente Debido a su mejor porcentaje de cortes magros produce la mejor carne en canal. Presenta buena conversión alimenticia.
<b>Lamdrace</b>	Gran proporción de lechones nacidos vivos.

	Baja mortalidad en lechones.
	Alto número de lechones destetados.
Poland china	Gran capacidad de adaptación al ambiente. Produce sementales magros y agresivos.
Spotted	Presenta buena conversión alimenticia. Es adaptable a cualquier ambiente. Sus machos son muy fértiles.
Chester white	Es fuerte y la crianza de sus lechones resulta excelente Sus lechigadas son grandes y uniformes. Presenta altos índices de reproducción.
Berkshire	Se adapta a las características de la producción intensiva. Presenta un buen volumen de músculos magros.
Pietrain	Produce carne magra. Se utiliza para crear líneas genéticas

Fuente: J. Covarrubias Flores, Razas porcinas en producción porcina, México, UNAM, 1988.

La variabilidad genética de los animales permite expresar fenotípicamente sus potenciales genotípicos en función de las necesidades del mercado. Así, el manejo genético de las diferentes razas utilizadas busca adecuar y satisfacer las demandas derivadas de los mercados, que son los que dan contenido y condicionan las posibilidades técnicas de producción. En el cuadro 4 se aprecian los principales potenciales fenotípicos que se busca desarrollar con el sistema de producción intensiva.

En el cuadro 5 se determinan resultados de la calidad de la canal, así como también del número de días en que los animales alcanzan los 230 lb de peso.

**Cuadro 5**

**NÚMERO DE CERDOS MEDIDOS Y PROMEDIOS OBTENIDOS  
EN EL PROGRAMA DE EVALUACIÓN DE MISSOURI PARA 1992**

<i>Raza</i>	<i>Sexo de cerdos</i>	<i>Núm.</i>	<i>Grasa</i>	<i>Músculo</i>	<i>Días (hasta alcanzar 230 lb de peso)</i>
Chester white	Macho	128	.85	5.2	181
Chester white	Hembra	89	.97	5.3	185
Duroc	Macho	1 069	.83	5.1	159
Duroc	Hembra	1 032	.90	5.2	175

Hampshire	Macho	701	.71	5.4	178
Hampshire	Hembra	777	.74	5.4	185
Lamdrace	Macho	146	.85	5.2	174
Lamdrace	Hembra	215	.99	5.0	192
Spotted	Macho	39	.82	5.2	183
Spotted	Hembra	19	.96	5.0	211
Yorkshire	Macho	637	.80	5.0	170
(Incluye a la variedad Large white)					
Yorkshire	Hembra	499	.83	5.1	180

**Notas:** Los cerdos fueron utilizados del 1 de abril de 1992 al 31 de diciembre del mismo año. Las columnas de grasa y músculo están calculadas a las 230 lb de peso.

**Fuente:** Ron Plain, Hog Prices. A look back to 1992 and a look ahead to 1993, Department of Agricultural Economics.

Al seleccionar determinada raza de animales se eligen también parámetros de productividad y sistemas de producción adecuados a las características fisiológicas y de comportamiento del animal. A partir de cruzas entre diferentes razas se puede mantener el vigor híbrido del hato, y con ello también las características fenotípicas que tienen mayor demanda en el mercado.

En términos del sistema productivo, mantener el vigor híbrido permite definir los parámetros de eficiencia con los que la granja va a operar, siendo las principales variables las siguientes:

- Actividad reproductora de las cerdas.
- Número de lechones paridos vivos.
- Periodo de destete a parto.
- Características fenotípicas de los lechones destetados.
- Eficiencia alimentaria.
- Uso del espacio de la granja.
- Adiposidad de la canal.

El manejo adecuado del sistema de producción intensivo permite obtener ventajas técnico-económicas que ningún sistema de producción de animales presenta actualmente. Entre las más importantes podemos mencionar las siguientes:

a) Los cerdos presentan una tasa de conversión de biomasa altamente eficiente a partir del control de las variables ambientales, lo que permite desarrollar sistemas de alimentación a partir de concentrados.

b) La producción de cerdos tiene tasas de rotación de la inversión sumamente rápidas, con lo cual la inversión inicial se capitaliza en corto tiempo. Los cerdos pueden ser vendidos al mercado seis meses después de paridos, o diez meses después de que la hembra fue criada, pudiendo obtenerse un mínimo de dos camadas al año.

c) El adecuado manejo genético y del medio ambiente permite un alto grado de adaptación de los animales a las condiciones de producción de la granja.

d) Dado que la cantidad de grano requerida para la alimentación de los cerdos es relativamente baja, éste puede ser producido en pequeñas extensiones de terreno.

e) La estructura del sistema productivo de cerdos presenta requerimientos de fuerza de trabajo relativamente bajos ante diferentes niveles de capacidad utilizada de las instalaciones.

f) Dados los requerimientos de carne de cerdo en el mercado y la capacidad potencial de las granjas con producción intensiva, es difícil que existan periodos de sobreproducción prolongados, y por ende, de precios deprimidos. Se estima que en un periodo de tres a cinco años es totalmente amortizada la inversión total de la granja.

g) Considerando que los parámetros genéticos son conocidos, que el ciclo de rotación de los activos presenta parámetros de estandarización tanto física como monetaria relativamente fijos, que las características de los procesos de innovación tecnológica presentan tendencias de innovación incrementales en los bienes de capital que son utilizados en las granjas porcícolas con sistema de producción intensivo, y dados los requerimientos del mercado de consumo final, la programación de la producción, distribución, intercambio y consumo de carne de cerdo puede ser planeada con expectativas de precios relativamente estables.

Las ventajas técnico-productivas enumeradas anteriormente encuentran sustento en encadenamientos productivos verticales con el sector agrícola, las industrias alimentaria, farmacéutica, pecuaria especializada, de materiales para construcción, metalmeccánica, electrónica; y actualmente, con la naciente industria ecológica. Cada una de estas ramas ha desarrollado una oferta de insumos para los productores porcícolas.

Como puede observarse, el número de variables que afecta el desarrollo de la producción intensiva es muy grande, por lo que la sistematización de éstas debe identificar los elementos materiales utilizados en cada uno de los procesos de trabajo que se realizan en las etapas parciales de ciclo de producción. La eficiencia productiva supone un acoplamiento en todos estos elementos materiales.

Por otra parte, la medición de los productos parcialmente transformados en cada una de las etapas parciales del proceso productivo es determinante para la evaluación de la eficiencia productiva y de los costos de producción.

Tradicionalmente, en la producción porcícola intensiva los parámetros de eficiencia están determinados por los resultados parciales obtenidos en cada una de las etapas productivas: partos potenciales del hato, eficiencia de preñez, número de partos por hembra al año, número de lechones destetados y vivos, conversión alimenticia y calidad de la canal; sin embargo, no existe una visión del proceso en su conjunto. Esto implica que la producción de cerdos debe comprenderse como el resultado del consumo que se realiza de los elementos materiales por unidad de tiempo (cantidad de animales incorporados a la granja para renovar el hato, cantidad de granos y concentrados consumidos, depreciación del equipo, etcétera), considerando los parámetros de eficiencia que se pretenda alcanzar. El sistema de producción porcícola intensivo puede conceptualizarse considerando la metodología desarrollada en el capítulo 1 de la siguiente forma.

T

$R_0(t)$  = Número de hectáreas cosechadas de grano y cantidad de agua.

T

$I_0(t)$  (Materiales que proceden de los procesos de producción) = Cantidad de alimentos balanceados consumidos, número de vientres y sementales renovados, consumo de energía, cantidad de medicamentos, nutrientes, vitaminas, minerales.

T

$M_0(t)$  (Elementos necesarios para el mantenimiento del equipo) = Pintura, anticorrosivos, aluminio, etcétera.

T

$Q_0(t)$  (Producción de artículos) = Kilogramos de carne.

T

**W0(t) (Desperdicios) =** Esta medición requiere determinar la cantidad de compuestos orgánicos que no son asimilados por los animales, dependiendo del tipo de alimentación y de la calidad genética; posteriormente se tienen que establecer las ecuaciones de conversión del medio ambiente de estos compuestos orgánicos, y la resultante es el efecto en el tiempo de los desperdicios sobre el sustrato de almacenamiento. En términos económicos, significa que deben establecerse sistemas de conversión de compuestos orgánicos, así como también se debe determinar el costo de conversión y los usos alternativos de los compuestos modificados.

**T**

**H0(t) (Fuerza de trabajo empleada) =** Número de jornadas laborales de trabajo simple y especializado. El número de jornadas para cada una de las categorías de trabajo se define a partir del sistema de salud que se va a establecer. Las actividades que comprende dicho sistema son:

- a) **Actividades de medición:** cálculo de parámetros de eficiencia de la granja, medición del destete, medición de la eficiencia alimentaria, evaluación costo-beneficio, medición de temperatura, humedad y microbismo.
- b) **Observaciones clínicas:** revisión del comportamiento de los animales y normalidad sanitaria
- c) **Manejo de los animales:** descolmillación, inmunización de la hembra, sincronización del parto y del celo, control del régimen de montas, habilitación sanitaria de las instalaciones y sanidad animal.
- d) **Actividades de control:** control del cambio de la alimentación, del destete, parto y celo, de la temperatura, humedad y microbismo; control de la adaptación de los animales a las diversas áreas, pruebas metabólicas y pruebas de salud de los animales.

**T**

**K0(t) (Bienes de capital) =** Elementos materiales para el control del medio ambiente, los cuales pueden ser divididos en los siguientes subsistemas: de confinamiento, de pisos y techos, de distribución de alimentos y agua, de control de temperatura ambiental, de almacenamiento y procesamiento de alimentos.

Ordenar el proceso productivo bajo esta lógica nos permite analizar la relación que existe entre las etapas de dicho proceso y los principios y técnicas científicos que le dan contenido (por ejemplo, la selección y renovación del pie de cría se asocia al conocimiento genético de la raza a explotar). Sobre esta base, se pueden prever los potenciales requerimientos de nutrientes, los cuales se asocian a las características



del potencial de crecimiento de tejido de la raza a desarrollar, a su grado de adaptabilidad al medio en que se encuentra, a su costo metabólico de respuesta inmunológica y al gasto de energía. La evaluación de estos aspectos requiere el conocimiento de la bioquímica asociada al proceso de nutrición. Asimismo, la previsión de las necesidades alimentarias permite seleccionar instalaciones adecuadas a las características fenotípicas de los animales, las cuales se expresan en sus procesos metabólicos.

En otras palabras, la eficiente utilización de los bienes de capital depende del conocimiento pleno de los aspectos genéticos y bioquímicos de los animales. Los aspectos antes señalados hacen posible elaborar un sistema de salud animal preventivo y sistemas de control sanitario altamente rentables con mínimos costos de operación. En este caso, la función del especialista en medicina animal se centrará en el control y evaluación del sistema de producción en su conjunto.

El control sobre los procesos de selección genética, nutrición, salud animal y manejo de las instalaciones, permite determinar criterios de control sobre los trabajadores directos, lo que se traduce en incrementos de productividad y reducción de costos.

El control de los flujos de los elementos materiales anteriormente definidos permite alcanzar la plena eficiencia técnico-económica del sistema de producción intensivo.

## **Consumo productivo, proceso técnico y principales costos en la producción porcícola intensiva**

### **Alimentación**

En la porcicultura la esencia de la nutrición es definir, identificar y proporcionar las sustancias requeridas (nutrientes) por los cerdos para realizar de manera óptima sus funciones vitales; esto se lleva a cabo con el fin de satisfacer los objetivos económicos de las granjas y combinar estos conocimientos en la formulación de dietas.

El proceso de nutrición es, por tanto, la síntesis de la aplicación de bioquímica, fisiología y química, integradas para establecer las cantidades de nutrientes requeridos en una dieta balanceada en función de las condiciones del medio ambiente, de la calidad genética de los animales, del costo de los ingredientes y del

mercado final a satisfacer. En este sentido, la nutrición no es sólo un proceso técnico, ya que la definición de la dieta se subordina a los siguientes objetivos:

Maximizar el rendimiento.

Minimizar los costos de alimentación por cerdo vendido.

Minimizar los costos de alimentación por ganancia en peso diario.

La dieta se planea comparando los requerimientos que se deben satisfacer en cada etapa productiva con aquellos que el empresario puede cubrir. Esto se toma en cuenta para calcular raciones balanceadas de alimento, con el fin de que el costo sea mínimo y esto redunde en las ganancias por cerdo vendido o por ganancia en peso diario, o bien para obtener la máxima transformación de biomasa.

En cuanto a los nutrientes que requiere cada cerdo, podemos hablar de cinco tipos básicos: aminoácidos, minerales, vitaminas, energía, ácidos grasos esenciales y agua. Los aminoácidos hacen posible la formación de proteínas musculares; los minerales dan rigidez a las estructuras óseas y permiten el crecimiento rápido y eficiente; las vitaminas sirven para estimular y mantener reacciones químicas que permiten un metabolismo normal; la energía digestible permite el adecuado funcionamiento de células y tejidos; los ácidos grasos esenciales sirven para reforzar las membranas celulares y para la síntesis de las hormonas llamadas prostaglandinas; el agua es utilizada para realizar funciones digestivas, para transportar nutrientes y hormonas por medio de la sangre o intracelularmente, y para mantener un nivel constante de temperatura. Los nutrientes se obtienen de los ingredientes; de éstos existen actualmente en el mercado más de 40, que conforman la base de la alimentación de los cerdos desarrollados en el sistema de producción intensivo. Estos son algunos de los más comunes: avena, maíz, trigo, soya y sorgo.

Cada ingrediente satisface de manera distinta los requerimientos de nutrientes por etapa de desarrollo.

Como puede observarse en el anexo 1, los ingredientes considerados satisfacen en proporciones muy variadas los requerimientos de nutrientes. En la primera etapa, la soya y sus diferentes preparaciones cubren en rangos muy altos la demanda tanto de energía digestible como de aminoácidos, pero no la de minerales. El trigo satisface los requerimientos de energía digestible, y casi la mitad de los de aminoácidos y minerales. La avena y el maíz en sus diversas preparaciones aportan la energía digestible necesaria, pero presentan un déficit de más de 50% en aminoácidos y en minerales. Conforme se analizan las etapas posteriores, encontramos que los

diversos ingredientes tienden a rebasar los niveles óptimos (más de 100%), aunque la soya y sus preparaciones superan de manera muy notoria la eficiencia de los demás alimentos.

El análisis anterior pone de manifiesto que la nutrición no puede desarrollarse con base en un solo producto, en gran medida porque se deben contemplar las consecuencias en el tracto digestivo del animal, así como también la absorción y el desecho de nutrientes que caracterizan a cada ingrediente, ya que estas propiedades repercuten de diferentes maneras en el crecimiento.

El balance de los diversos nutrientes se realiza considerando la combinación ideal de aminoácidos, vitaminas y minerales. Así, por ejemplo, el Prairie Swine Centre propone tomar a la lisina como 100%, por lo que los demás aminoácidos deben guardar una proporción mínima óptima con respecto a ella: cada 100% de lisina proporcionada al animal debe implicar 100% de leucina, 96% de fenilalanina más tirosina, 70% de valina, 60% de treonina, 55% de isoileucina, 50% de metionina más cisteína, 33% de histidina y 15% de triptofano. La Swine Nutrition Guide señala reiteradamente que las cantidades de nutrientes estimadas para cada ingrediente deben tomarse como indicativas en la medida en que el número de nutrientes depende —entre otros factores— de los niveles de fertilización de la tierra que se destinó al cultivo del grano, de la salinidad del agua y de la temporada de cosecha.<sup>8</sup>

Por otra parte, pueden presentarse efectos no deseados en el proceso de crecimiento de los cerdos debido a la existencia de toxinas, microbios, contaminación del producto, etcétera; por lo que debe realizarse un análisis del producto para determinar la presencia de estos factores.

Así, la especialización de los productores de alimentos se convierte en una condición necesaria para garantizar niveles mínimos de calidad, lo que implica utilizar procesos de control de calidad, uniformizar técnicas de producción y de mercadeo y crear complejos sistemas de investigación científica y tecnológica.

Considerando las articulaciones del proceso productivo de una granja tenemos que la nutrición afecta la eficiencia de ésta en los siguientes aspectos:

*Previsión de la actividad reproductora de las cerdas.* La alimentación puede modificar el crecimiento del útero, de las glándulas mamarias, el crecimiento mismo de la cerda, el número de abortos y el remplazo de las reservas usadas durante el embarazo. Asimismo, una buena nutrición facilita el parto y mejora la calidad y cantidad de la leche, lo que incrementa las reservas de energía de los lechones, su tamaño y resistencia ante las enfermedades en las etapas posteriores del ciclo.

*Previsión aproximada del número de lechones paridos vivos.* La nutrición influye en el crecimiento fetal, así como también en el tamaño y peso de los lechones que nacen vivos, mientras que el número de nacidos muertos se reduce. En la gestación, la alimentación adecuada reduce el estrés propio de esta etapa, tanto en los lechones como en la cerda. Así, se previene la pérdida de peso de los lechones, atribuida a que son aplastados por su madre y gastan mucha energía para liberarse.

*Previsión del periodo de destete a parto.* Se reduce el ciclo astral.

*Previsión de las características fenotípicas de los lechones destetados.* Estudios del Prairie Swine Centre han encontrado que la edad a la que salen al mercado los lechones está altamente relacionada con el tiempo que éstos tardan en alcanzar los 23 kilogramos. Por tanto, una alimentación adecuada influye no sólo en el tiempo necesario para que los cerdos sean vendidos, sino en los costos de mantener más tiempo a los lechones en las granjas.

*Efectos en los sementales.* La nutrición modifica la salud y el vigor de los sementales. Cabe destacar que la sobrealimentación provoca reducciones en la libido de los cerdos.

*Previsión en la eficiencia alimentaria.*

*Adiposidad de la canal.*

Los costos de alimentación constituyen entre 75 y 80 % de los costos de producción de una granja. Sin embargo, como hemos podido constatar, la adecuada planeación de la nutrición permite controlar los costos tanto del capital constante fijo (en la medida en que se pueda planear la tasa de utilización de éste), como los de uso del suelo (siempre y cuando sea posible determinar con precisión el espacio ocupado de la granja) y, lo que es más importante, la nutrición determina la calidad del producto final y, por ende, el margen de ganancia por kilogramo producido de carne.

La planeación tradicional de los costos de alimentación se basa en la determinación del número de cerdos que estará en cada una de las etapas de producción y en el promedio de alimentos a consumir por animal. Posteriormente, se multiplican los dos resultados y se obtiene la cantidad de alimento requerida en cada una de las etapas del proceso productivo. Ésta se multiplica por el precio vigente en el mercado, y el resultado son los gastos (costos) de alimentación. Sin embargo es indispensable, como primer paso para realizar este cálculo, relacionar el consumo alimentario en función de la conversión de biomasa esperada de acuerdo con la calidad genética del hato. Por desgracia la estadística al respecto es casi inexistente a nivel de granjas

productivas es necesario por tanto establecer la ecuación de renovación considerando el sistema de inventario y proceder a su potencial interpretación.

## **Renovación del pie de cría**

La renovación del pie de cría depende del sistema de control genético que se establezca en la granja en este sentido existen cuatro formas de manejar el pie de cría.

1. "Granjas con sistemas cerrados; o sea, que no permite la actualidad de nuevos animales.

2. Granja con sistema sanitario abierto; es decir que permite la captación periódica de animales para pie de cría.

3. Granja de producción intensiva con movimientos parcelarios en el pie de cría, es decir, grupos de hembras primerizas, que jamás se mezclan con hembras adultas y viceversa.

4. Granja de producción intensiva con movimiento de pie de cría combinatorios, es decir, que tanto hembras primerizas como adultas tienen la oportunidad de mezclarse." (8)

Una vez determinado el tipo de control genético y los sistemas de verificación del medio ambiente a utilizar es realizable fijar los parámetros de productividad mínimos a alcanzar.

En primera instancia se tiene que considerar el número de vientres, el sistema de reproducción, la eficacia de preñez, el número de lechones nacidos vivos, los días del destete y el número de lechones destetados. La calidad genética del hato se convierte en la variable fundamental para planear la tasa de rotación del pie de cría en una granja ya que cerca de 40% de la tasa de reposición de los animales tiene su origen con problemas relacionados con insuficiencias genéticas. La construcción de la ecuación de renovación se fundamenta en el establecimiento de las probabilidades de causa de pérdida. En el siguiente cuadro se presentan dichos datos.

**Cuadro 6**  
**Causas de pérdida de la cerda**

---

(8) loc cit.

<i>Causas de pérdida</i>	<i>Porcentaje de cerdas</i>
Insuficiencia reproductiva	32
Trastornos locomotores	32
Problemas de ubre e insuficiencia de leche	5
Vejez	8
Muerte	12
Diversos (agresión, torpeza, camadas pequeñas etc.)	11
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

English Peter R. *et al.* *La cerda, cómo mejorar su productividad*, El manual modemo, México, 1981, p. 72.

En el anexo dos se presenta la aplicación de la ecuación de renovación para la determinación de la reposición del pie de cría. Esta ecuación se construyó considerando los siguientes parámetros productivos: Se parte de un hato de 264 hembras, organizados mediante bajo el sistema abierto de renovación. Los animales presentan un ciclo de gestación de 114 días, con períodos de lactancia de 27 días, el potencial reproductivo del animal es de 6.77 partos por hembra y el número de partos por hembra por año es de 2.23, el número de lechones nacidos es de 9 por parto. La ecuación de renovación nos indica el número de animales que tienen que ser renovados a fin de que el sistema tenga continuidad, la recurrencia de los eventos nos indica que las fluctuaciones del ciclo disminuyen desde el segundo ciclo y el proceso se vuelve uniforme de manera asíntota desde el tercer ciclo. A partir del cuarto ciclo, se observa un proceso de renovación uniforme que es consecuencia directa de la consonancia en la introducción de nuevas cerdas al ciclo productivo. Este aspecto es el que nos liga el impacto de las variables genéticas en la determinación del costo de producción, ya que nos indica que parte del valor del producto total en cada ciclo productivo constituye el fondo de amortización para que el sistema opere con eficiencia. Asimismo, la descripción dinámica de la renovación del pie de cría nos determina la productividad de la fuerza de trabajo al especificamos el margen de error factible a aceptar en el manejo de los animales por parte de la fuerza de trabajo aspecto que, se constituye en una variable de control administrativo y de manejo de personal. Dados los parámetros productivos sobre los cuales se asienta la renovación del pie de cría es factible planear los costos fijos asociados al proceso de renovación, en la medida que únicamente con el desarrollo de este proceso es factible lograr la plena ocupación de la capacidad instalada y por ende uniformizar los costos fijos por unidad de producto. El que el proceso de

producción intensiva permita estabilizar la renovación del ple de cría es la variable científica-tecnológica que nos ilustra la relación que existe entre los diferentes mercados que producen insumos para el sector productor porcícola intensivo

## **Los desperdicios**

Los desperdicios pueden ser expresados como la suma de la energía total (100% del alimento suministrado a cada cerdo) menos la energía digestible (el alimento aprovechado por el cerdo para sus funciones vitales) más los animales muertos y las materias primas y auxiliares sobrantes (astillas, madera, basura, alimentos, etcétera). Los desechos orgánicos dependen del peso del animal y de la actividad productiva a que se ve sometido, así como de su raza, del tipo de dieta que se le suministra y de la eficiencia del manejo técnico administrativo de la granja.

**Cuadro 7**  
**Factores que influyen sobre la cantidad y composición de estiércol animal**

<i>Factores específicos del alimento</i>	<i>Factores específicos del animal</i>	<i>Otros factores</i>
Composición de la dieta	Especie animal	Tipo de granja
Alimento consumido	Tipo y raza	Temperatura ambiental
Agua consumida	Edad	Cantidad y tipo cama
Digestibilidad	Alojamiento	Almacenaje del estiércol
Pérdidas de alimento	Densidad de la población	Métodos de la separación de sólidos y líquidos
Contenido de MS1 del estiércol	Tratamientos médicos	Otros tratamientos al estiércol (Urea, NaOH)
Aditivos usados en el alimento	Cantidad de orina	

Fiachowsky, 1994.

La evaluación del desperdicio por unidad de tiempo se planea en función de las características genéticas de la raza a explotar y de su conversión de biomasa. Se realiza un análisis químico de las características del alimento desechado y con base en él se calcula la cantidad de desperdicio por kilogramo de crecimiento.

Para medir los impactos relativos sobre el ecosistema se determinan las condiciones iniciales de compuestos orgánicos implícitos en éste durante el momento. Posteriormente se establece el flujo de contaminación considerando la conversión de las sustancias por parte del ecosistema y la velocidad del flujo de desecho por unidad de tiempo. Esta metodología de evaluación considera que el impacto ambiental de la producción porcícola intensiva deriva la por el uso de insumos extraprediales así como un uso intensivo de energía para operar y mantener el modelo de instalaciones y de la operación de los medios de trabajo que demanda alta tecnología. Asimismo, la unidad de producción intensiva favorece la concentración de poblaciones que contribuye a concentrar la producción de residuos y excretas en un solo sitio provocando que su eliminación requiera la participación de procesos biológicos auxiliares destinados a disminuir o suprimir los graves problemas de contaminación atmosférica de mantos acuíferos o la proliferación de fauna nociva. La unidad de producción intensiva al límite de su desarrollo tecnológico esta generando un impacto ecológico que es motivo de atención principalmente por su expansión



mundial que contribuye a la llamada patología ambiental de las poblaciones de porcinos concentradas en regiones o cuencas de producción. El modelo de unidad de producción animal intensiva que integra el sistema de producción de cerdo, para el abasto y reposición de la población, contribuyen substancialmente al deterioro ambiental local, regional y cuya lógica de expansión obedece exclusivamente a factores de rentabilidad y no a la búsqueda del equilibrio ecológico. Las leyes y reglamentos relativos al medio ambiente obligan a los empresarios que incorporen en sus procesos productivos equipos anticontaminantes para remediar su impacto nocivo. Sin embargo, dichos equipos son demasiado costosos y no remedian de manera integral todo el potencial contaminante de excretas de cerdo entre otros efectos, se señala en el texto, podemos encontrar la liberación de gases como CH<sub>4</sub> y NH<sub>3</sub> a la atmósfera los cuales contribuye al calentamiento de la misma. Este tipo de gases destruye asimismo árboles y vegetación natural y afecta los mantos freáticos, al percolarse los nitratos en estos, destinados al consumo humano. Por otra parte los metales pesados al ser usados para la alimentación de los cerdos ocasionan, entre otros efectos, deficiencias en el oxígeno en el agua cuando se filtra a los mantos freáticos y la muerte de lombrices de tierra que tienen la función de airear el suelo y mezclar sus nutrientes. El siguiente cuadro ilustra el potencial contaminante de los desechos minerales de una granja porcícola.

**Cuadro 8**  
**Contenido de minerales (en base seca) del estiércol de cerdo (EC),**  
**en diferentes etapas y procesamientos.**

Etapas de los cerdos y procesos al EC	Calcio 1	Fósforo 2	Sodio 2	Magne -sio 2	Manga -neso 3	Hierro 3	Cobre 3	Refe- rencias
<b>Deshidratado</b>	27	21	13	---	---		55.0	1
<b>Harina</b>								
Crecimiento 1	7	---	---	---	---	---	---	
Crecimiento 2	7	---	---	---	---	---	---	
Finalización 1	7	---	---	---	---	---	---	2
Finalización 2	5	---	---	---	---	---	---	
<b>Sólidos</b>	32	25	3	---	---	---	---	3
p/centrifugación	28	19	4	1	290	2460	34.0	

Residuos de 16 8.1 1.8 1.5 128 2870 206 4

**fermentación**

---

2 g/kg de materia seca  
3 mg/kg de materia seca

- 1 Korenga, et al, 1977.
- 2 Yuang Yang, 1980.
- 3 Flachowsky y Orskov, 1986.
- 4 Flachowsky, et al, 1987.

Otra alternativa del uso de los subproductos del sistema de producción intensiva que son considerados como desechos considera que las excretas de cerdo y otros desechos orgánicos de las unidades de producción intensiva ofrecen un potencial de reciclaje como alimento o insumo para la alimentación de rumiantes en procesos de crecimiento y desarrollo. Esta propuesta tecnológica señala un enfoque diferente en el tratamiento de estos desechos orgánicos pues los consideran no como desechos sino como un producto que puede ser utilizado de manera productiva.

**Cuadro 9**  
**Composición de nutrientes (% en base seca) del estiércol de cerdo (EC)**  
**en diferentes etapas y procesamientos**

Etapas de los cerdos y procesos del EC	Materia s	Proteína cruda	Extracto (E) etéreo	Fibra cruda	Cenizas	E libre de nitrógeno	EM1	Referenc
<b>Deshidratado</b>	---	24.0	---	15.0	15.0			
	---	14.8	5.9	23.5	20.4	35.4	---	1
	---	19.6	5.1	25.4	21.4	28.9	---	2
1.5 a 15 kg	---	27.9	---	17.3	---	---	---	
Adultos	---	25.3	---	15.3	---	---	---	
Cerdas	---	31.8	---	21.6	---	---	---	3
1.5 a 15 kg	---	28.0	8.0	14.0	13.0	---	---	
15 a 45 kg	---	26.0	5.0	18.0	15.0	---	---	
45 a 120 kg	---	25.0	5.0	18.0	15.0	---	---	
120 kg o más	---	28.0	5.0	30.0	20.0	---	---	4
<b>Harina</b>								
Crecimiento 1	87.1	17.3	5.1	2.4	4.9	70.3	2.76	
Crecimiento 2	85.7	16.9	4.7	3.4	5.7	75.7	2.74	
Finalización 1	87.7	13.2	4.0	2.9	3.8	75.5	2.73	
Finalización 2	86.2	13.4	3.7	3.9	4.3	75.4	2.73	5
<b>Sólidos</b>	94.0	14.8	4.5	19.8	14.2	42.8	---	6
Crecimiento	28.6	15.0	2.1	21.0	19.3	38.6	---	7
Engorda	25.0	---	4.0	22.0	16.0	---	---	
<b>Sólidos 2</b>	---	29.0	2.0	25.0	19.0	---	---	8
<b>Sólidos 3</b>	28.6	15.0	2.1	25.0	19.3	38.6	---	
15 a 45 kg	46.2	9.4	2.0	30.9	6.5	51.2	---	
45 a 120 kg	49.0	7.8	1.5	31.4	8.9	50.4	---	
120 kg o más	47.0	8.1	1.5	37.0	8.2	45.2	---	9
<b>Sin procesar</b>								
1.5 a 15 kg	28.0	30.1	8.0	14.0	13.0	35.0	---	
15 a 45 kg	26.0	25.0	5.0	18.0	15.0	37.0	---	
45 a 120 kg	25.0	20.0	4.0	22.0	16.0	38.0	---	6
120 kg o más	28.0	18.0	6.0	---	---	---	---	6

1 Energía metabolizable (Mcal/kg de MS)

2 Sólidos obtenidos por centrifugación

1 Stanogias y Pearce, 1978

2 Hendrosoekarjo y Pearce, 1978

3 Obtenidos por separación de sólidos

- 3 Flachowsky y Orskov, 1986
- 4 Flachowsky y Hennig, 1990
- 5 Yuang Yang, *et al*, 1980
- 6 Hennig y Flachowsky, 1982
- 7 Íñiguez- Covarrubias, *et al*, 1986
- 8 Telodi y Hennig, 1990

**Cuadro 10**

**Perfil de aminoácidos (aa) de los sólidos recuperados del estiércol de cerdo**

<i>Aminoácidos</i>	<i>de aa/100g de</i>
Lisina	.971
Histidina	.387
Acido aspártico	.793
Arginina	.472
Treonina	.738
Serina	.527
Acido glutámico	0.527
Prolina	.349
Glicina	.736
Alanina	.735
Valina	.331
Metionina	.225
Isoleucina	.636
Leucina	1.930
Tirosina	.795
Fenilalanina	.607

Íñiguez, *et al*, 1986.

**Cuadro 11**

**Contenido de nutrientes (% en base seca) del estiércol fresco de cerdos, del nivel semitecnificado y criados con alimento comercial (granja 1) y comercial mezclado con grano (granja 2)**

	ETAPAS		PRODUCTIVAS		
	Crecimiento 1	Crecimiento 2	Desarrollo	Finalización	Promedio
Materia seca	25.6 (24.0)	29.1 (25.8)	30.4 (25.5)	31.6 (25.5)	29.2 (25.5)
Proteína cruda	26.2 (29.3)	23.8 (28.9)	23.4 (28.0)	25.1 (28.2)	24.7 (28.6)
Fibra cruda	8.5 (5.9)	8.4 (6.2)	8.4 (5.8)	8.9 (6.5)	8.6 (6.1)
Cenizas	25.3 (12.2)	25.6 (12.0)	23.0 (12.7)	22.9 (13.7)	24.2 (12.7)
Materia orgánica	75.8 (87.8)	75.4 (88.0)	77.2 (87.3)	77.1 (86.3)	76.4 (87.4)
Calcio	1.6 (0.7)	2.1 (0.6)	2.7 (0.6)	2.8 (0.7)	2.3 (0.7)
Fósforo	3.7 (2.6)	3.4 (2.3)	2.6 (1.9)	2.6 (2.1)	3.1 (2.2)
Energía metabolizable	11.8 (2.8)	1.9 (2.8)	2.2 (2.6)	2.2 (2.7)	2.0 (2.8)

1 Valores estimados, Serrano, 1994

2 Los valores entre paréntesis corresponden a la Granja 2.

En la actualidad, no existen estudios terminados sobre las formas de utilizar y evaluar los impactos ecológicos y monetarios de los desperdicios, por lo que —no sólo para preservar el medio ambiente, sino también para obtener mayores rendimientos— es indispensable profundizar en esta área.

## **Los bienes de capital**

Considerando las características del proceso productivo y la utilidad de cada elemento del equipo, se pueden ubicar seis diferentes subsistemas de servicios prestados por los bienes de capital. La clasificación de los subsistemas se define, en primer lugar, por su efecto en el crecimiento biológico de los cerdos, por la clase de servicios prestados y por las características fisicoquímicas de los materiales que los componen. Todos estos elementos están articulados. Así, por ejemplo, una vez determinadas las funciones biológicas a controlar, se diseña el equipo, y se decide qué materiales son los más apropiados. Posteriormente se calcula, mediante pruebas estadísticas, la duración máxima de vida útil del bien de capital. En conjunto, estos elementos determinan una cantidad cualquiera de horas de servicio que un bien de capital puede prestar en un tiempo determinado. El conocimiento cualitativo de la clase y calidad de servicios que presta un determinado bien de capital permite comprender si sus características se ajustan a las especificaciones del sistema de producción. En el sistema de producción intensivo porcícola los principales servicios que ofrecen los diversos bienes de capital —en función de su efecto en el crecimiento biológico de los cerdos— son los siguientes:

### **Sistema de confinamiento**

—Propicia el bienestar de los cerditos y de los animales adultos, así como también determina un óptimo uso del espacio con base en un sistema de limpieza que permite el control del microbismo en las instalaciones, facilita la observación y vigilancia, y economiza mano de obra. El impacto sobre el crecimiento biológico se traduce en mayores tasas de conversión de alimentos a carne, disminución de las fricciones sociales entre los cerdos, reducción de la frecuencia de aplastamiento mediante el control de los movimientos de la hembra dentro del local de partos, espacio para la

atracción de los cerditos a la zona donde se establece una temperatura adecuada y para que la cerda cambie de posición en el momento de amamantar a las crías.

#### Sistema de pisos y techos

- Facilita la movilidad de los lechones.
- Elimina el riesgo de lesión en los cerditos y en la ubre.
- Proporciona un lugar firme para la cerda y facilita el aseo del piso.

#### Sistema de distribución de alimentos y agua

- Proporciona a los animales agua y alimentos en las cantidades adecuadas para satisfacer sus necesidades.
- Optimiza el uso de agua y alimentos con el fin de que no se generen desperdicios. Una excesiva humedad en el piso de la jaula de maternidad podría propiciar enfermedades en los lechones.

#### Sistema de control de la temperatura ambiental

- Los requerimientos ambientales que debe satisfacer una granja en cualquier latitud geográfica se resumen en los siguientes cuadros.

**Cuadro 12**

#### Requerimientos medioambientales del pie de cría

	Óptimo (°C)	Temperatura Funcional (°C)	Humedad (%)
Hembra*	15 (21)	12 a 18	50 a 70
Semental	15 (21)	12 a 18	50 a 70

\*En caso de tener hembras en jaulas de gestación.

Fuente: J. Oporto Díaz y M. X. Guerra García, *Planeación y evaluación de empresas porcinas*, vol. 2, México, Trillas, 1986, p. 94.

**Cuadro 13**

#### REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES DE LA HEMBRA Y SU LECHIGADA DURANTE LA LACTANCIA

*Temperatura*

	<i>Óptimo (°C)</i>	<i>Funcional (°C)</i>	<i>Humedad (%)</i>
Hembra	15	15 a 18	50 a 70
Lechón	27 a 32		45 a 50
	(1a. semana)	26 a 32	
	(2a. semana)	21 a 24	
	(3a. semana)	18 a 21	

*Fuente:* Véase nota al pie del cuadro anterior.

Díaz y Guerra García<sup>10</sup> señalan que los lechones requieren, para el destete abierto, una temperatura de 26°C; y cuando se encuentran en confinamiento, de 21 a 24°C. Las condiciones de humedad deben ser de 45 a 50% para los dos tipos de destete.

Los mismos autores señalan que durante el crecimiento del lechón la temperatura óptima es de 20 a 23°C, y la temperatura funcional, de 5 a 24°C; en cuanto a la humedad, establecen que debe ser de 50 a 70 por ciento.<sup>11</sup>

Cuando la temperatura ambiental es fría o templada, el animal pierde calor en forma proporcionada. Al aumentar la temperatura del ambiente, se pierde calor con más frecuencia, debido a la evaporación. Cuando el animal aumenta de peso, la pérdida de calor por convección, radiación y conducción es más común.

Con el fin de mantener una temperatura homogénea en las instalaciones de la granja, es necesario evaluar las características de los materiales de construcción y el diseño de las instalaciones. Se sabe, por ejemplo, que en un edificio se pierde 50% de calor a través del techo en un local que no tiene material aislante. Por el sistema de ventilación se escapa alrededor de 40%, mientras que por las paredes, el suelo y las ventanas, se pierde aproximadamente 2, 1.5 y 1% respectivamente de calor generado. El 5.5% restante se pierde por diversos medios.

El tipo de material aislante que se utilice para proteger las diferentes estructuras de los edificios determinará el grado de aislamiento de los mismos. Los materiales usados, enumerados de mayor a menor conductividad de calor son: madera, paja prensada, viruta de madera, paja suelta, vermiculita, aserrín, fibracel, hojas de aluminio arrugado, fieltro, fibra mineral, fibra de vidrio y poliuretano.

Los mejores resultados de control de calor se consiguen con la combinación de diversos materiales y un sistema de ventilación adecuado.

## **Cálculo de la tasa de rotación del capital constante fijo y evaluación de la misma en el ciclo productivo a partir de subsistemas**

Los datos que se presentan en los anexos hacen referencia a las diferentes opciones para equipar una granja de 264 vientres que opera con los parámetros de eficiencia considerados en el primer inciso de este trabajo. Metodológicamente, se partió de un modelo lineal de ciclo completo que consta de las siguientes etapas productivas: área de servicio y gestación, maternidad, pos-destete, engorda y finalización. Se consideró que cada granja tiene los siguientes espacios:

### **Área de servicios y gestación**

Consta de corrales para alojar a los sementales, jaulas individuales para hembras vacías y jaulas para hembras en gestación. Los corrales de los sementales son de mampostería con piso de cemento, bebedero de chupón (automático) y comedero al piso. Las jaulas para hembras vacías son de tubo galvanizado con comedero común y bebedero individual. El equipo del área de gestación consta de jaulas de tubo galvanizado para alojar individualmente a cada cerda; el comedero y bebedero es tipo canoa y está dispuesto en el piso con una canaleta.

### **Maternidad**

Opera con el sistema "todo dentro todo fuera" para disminuir o evitar el microbismo en esta área, que consta de jaulas elevadas con nido microclimático; cada jaula está constituida de jaula para la hembra, piso, corral, nido microclimático, comedero y bebedero para la hembra y lechones

### **Posdestete**

Se consideraron dos opciones de confinamiento para esta área: en jaulas elevadas o en corrales con piso de cemento.

### **Engorda y finalización**

Se concibieron diversas opciones dependiendo del tipo de piso (piso total de cemento, slat parcial, slat total). En este caso está considerada una bodega para graneles y concentrados, molino y revoladora (con sus variantes vertical u horizontal), una oficina, baño para empleados y visitantes, mangas de tránsito, corral para recepción o área de cuarentena, embarcadero y báscula. Cada área contiene una red hidráulica y



una red eléctrica. Se trató de dividir cada área para identificar la vida útil de los elementos que componen las instalaciones de esta unidad de producción.

Se describió el uso de los componentes anteriormente señalados a partir de tablas de distribución de frecuencias en las que se señala la cantidad de servicios que prestan los bienes de capital en el momento  $t$ , de acuerdo con el tiempo de utilización. Estas tablas contienen los siguientes datos e indicadores.

Edad del bien ( $F$ ).

Tiempo efectivo de utilización ( $Nt$ ).

Coefficiente de decremento ( $Pt$ ).

Intensidad de decremento ( $mt$ ):

La ecuación para el caso del capital constante fijo que se considero más pertinente fue la depreciación lineal la cual queda determinada de la siguiente manera:

$$N_o(t) = N_o(t)(p_2 + \dots + p_w), \text{ donde } (t=w)$$

La depreciación lineal fue la más pertinente dado que los equipos presentan una vida útil relativamente baja y dado que el sistema, por las propias características de la especie biológica, es continuo no presenta tiempos muertos de producción.

#### Evaluación del uso del equipo

En el anexo 3 se presenta el comportamiento dinámico de los servicios prestados por los bienes de capital a partir de la ecuación de renovación; dichos bienes están agrupados por subsistemas en función de la clase de servicio que prestan y de su incidencia en el crecimiento biológico de los cerdos. De esta manera, sabemos que los bienes presentan periodos de vida mayores a un ciclo productivo para todos los subsistemas considerados. Esto implica que la inversión de capital necesaria se planea en un horizonte de largo plazo, y por ende, el equipo tiene opciones de sustitución en el corto plazo relativamente rígidas. En cada subsistema se observan rangos muy amplios de vida útil de los equipos; esto implica que la tecnología empleada no ha creado sistemas de operación unitarios que permitan homogeneizar la vida útil de los bienes de capital. Estos resultados concuerdan con las diversas recomendaciones que se encuentran en los textos especializados sobre las posibles

combinaciones de materiales potencialmente adecuados para la construcción de los equipos. El gran número de combinaciones de estos materiales se refleja en la depreciación del equipo. Suponiendo que el proceso de producción sea continuo y uniforme (en otras palabras, que el sistema opere en niveles tales que es posible un relativo control del medio ambiente) la tasa de servicio prestada por un bien de capital puede presentar rendimientos físicos decrecientes no necesariamente imputables a la calidad del equipo que esté siendo utilizado. En estas condiciones es difícil determinar la productividad de los bienes de capital debido a que la tasa de depreciación del equipo por ciclo productivo es relativamente baja. Con esta información se constata que la mayor probabilidad de que un equipo pierda su valor de uso de un año a otro se manifiesta casi al término de su vida útil. Por esto resulta de fundamental importancia determinar la incidencia relativa de los servicios prestados en el comportamiento del sistema, a partir del análisis de operación unitaria del conjunto de los bienes de capital, con el fin de evitar falta de funcionalidad productiva. Este tipo de evaluación puede realizarse expresando el potencial de servicios que un determinado bien de capital puede generar en términos de número de partos por año. En caso de que el sistema no presente la continuidad necesaria para la plena utilización del equipo, teóricamente esto no debe afectar la vida útil del mismo, siempre y cuando exista un adecuado proceso de conservación y mantenimiento. El costo económico del estancamiento del ciclo productivo se verá reflejado de inmediato en la subutilización de la tierra y en los costos de iniciación del ciclo; a mediano plazo, en la capacidad utilizada, y a largo plazo en la rentabilidad relativa por unidad de capital invertido.

En el anexo 4 se presentan los bienes de capital agrupados de dos maneras: considerando el tipo de servicios que prestan en todos los subsistemas, y a partir de su distribución física en las diferentes áreas de servicio. El periodo que cubren los datos es de 9.2 ciclos reproductivos. Si se analiza el comportamiento de la depreciación en este intervalo de tiempo es posible confirmar las hipótesis con respecto a la heterogeneidad de los bienes de capital agrupados por el tipo de servicios que prestan. Asimismo se evidencia que en 9.2 ciclos reproductivos los bienes de capital teóricamente no presentan problemas para operar con niveles de eficiencia relativamente aceptables. Sin embargo, el agrupamiento de los bienes de capital a partir de sus distribución física en la granja permite observar que las diferentes tasas de rotación de estos bienes podrían generar problemas en el proceso productivo si no se tiene un adecuado control sobre el mantenimiento del equipo. Cuando se habla de un proceso de producción armónico, se considera que existe

uniformidad en la cantidad de producto obtenido en un tiempo determinado, así como también en cada una de las etapas del proceso productivo, lo que implica que los bienes de capital utilizados presentan niveles de productividad similares. En el caso del sistema de producción intensivo porcícola no puede hablarse, en estricto sentido, de que el sistema no sea armónico en la medida en que no existe un bien de capital que limite la producción, pues se pueden comprar los bienes de capital que se van depreciando, sin alterar el proceso. No obstante, la funcionalidad de los bienes de capital utilizados, al no depender este proceso productivo exclusivamente del funcionamiento de uno de ellos en particular, puede ocasionar discordancia en el proceso. En particular, la mayor rotación del capital constante en el sistema de distribución de alimentos y agua (comederos y bebederos automáticos) y el sistema de control de la temperatura ambiental con respecto al sistema de hacnamientos, pisos y techos, y de procesamiento y almacenamiento de alimentos, podría ocasionar que el proceso no fuera armónico, si no se programa adecuadamente el remplazo de los bienes de capital que presentan una mayor rotación, o bien si este remplazo se programa en forma tal, que se incrementa el tiempo de no utilización de los bienes de capital. Asimismo, la menor rotación de los bienes de capital del sistema de distribución de alimentos y agua, y del sistema de control de temperatura ambiental, significa que la intensidad de decremento es mayor, y por esto puede afectar en poco tiempo la funcionalidad del sistema de producción.

#### **La tasa de depreciación y la estructura de costos**

El análisis realizado muestra que la definición de la estructura de costos de una granja porcícola que utiliza el sistema de producción intensivo debe llevarse a cabo a partir del análisis de funcionalidad de los equipos en relación con el sistema biológico con el que se pretende trabajar. Entonces se podrá verificar si las disposiciones técnicas relacionadas con la vida útil del equipo son operativamente eficientes al ser utilizadas en el sistema de producción. En la medida en que se compruebe su incidencia real, se podrán generar perfeccionamientos en el sistema de producción y, al mismo tiempo, establecerse criterios de discriminación y selección con respecto a los insumos intermedios (alimentos balanceados, medicamentos, vitaminas, pies de cría, etcétera) que son apropiados para la técnica de producción escogida. Asimismo, la adecuada programación de la depreciación física de los bienes de capital haría

posible establecer estrategias de capitalización para las granjas que satisficieran los requerimientos de renovación de equipo que el sistema de producción demanda.

El análisis del sistema de producción intensiva determinará la rentabilidad relativa de la producción porcícola con respecto a otros sectores productivos, y permitirá evaluar si en este sistema se da un uso eficiente de los recursos naturales. Por lo anteriormente expuesto, el manejo del pie de cría se convierte en la actividad fundamental para planear los parámetros productivos con lo que se va a operar, y de esta manera determinar un sistema de control sobre los procesos de salud y un régimen de alimentación idóneo, tanto en términos de costos como de eficiencia de conversión.

## **CAPITULO 3.**

### **ANEXO 1.**

**Cuadro 1**  
(%)

<i>Inicio 1:5-10 kg</i>	<i>Avena (grano)</i>	<i>Avena (desnuda)</i>	<i>Maíz</i>	<i>Maíz (aceite)</i>	<i>Soya (frijol)</i>	<i>Soya (comida-44%)</i>	<i>Soya (horas)</i>	<i>Trigo (salvado)</i>	<i>Trigo (shorts)</i>	<i>Trigo</i>
Aproximaciones DE (1)	80.00	150.00	142.00	305.00	168.00	140.00	147.00	137.00	95.00	122.00
Aminoácidos (2)										
Lisina	30.77	38.46	20.00	—	173.08	2242.31	30.00	45.38	51.54	
Metionina	68.97	82.76	65.52	—	189.66	206.90	217.24	82.76	65.52	89.66
T.S.A.A.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Treonina	48.53	7.35	50.00	—	230.88	273.53	257.35	57.35	72.06	76.47
Triptofan	70.00	90.00	30.00	—	235.00	265.00	285.00	75.00	135.00	115.00
Arginina	138.00	178.00	90.00	—	530.00	694.00	670.00	122.00	208.00	196.00
Histidina	64.52	87.10	90.32	—	29.03	380.65	374.19	83.87	103.23	135.48
iaoleucina	64.62	78.46	50.77	—	284.62	326.15	338.46	81.54	84.62	86.12
Leucina	91.76	117.65	138.82	—	317.65	422.35	402.35	104.71	105.88	120.00
Fenilalanina	54.26	72.34	48.94	—	207.45	231.91	234.04	59.57	60.64	68.09
Valina	79.41	113.24	67.65	—	257.35	313.24	432.35	82.35	102.94	114.71

(1) DE es Energía Digestible y representa porcentajes de las Kcal requeridas.

(2) Los porcentajes de aminoácidos con respecto a los mg/kg requeridos.

Nota: Los porcentajes de los cuadros incluidos en este anexo tienen como base las cantidades de nutrientes recomendadas en Swine Nutrition Guide, Prairie Swine Centre, University of Saskatchewan.

**Cuadro 2**  
(%)

<i>Inicio 2:10-20 kg</i>	<i>Avena (grano)</i>	<i>Avena (desnuda)</i>	<i>Maíz</i>	<i>Maíz (aceite)</i>	<i>Soya (frijol)</i>	<i>Soya (comida-44%)</i>	<i>Soya (horas)</i>	<i>Trigo (salvado)</i>	<i>Trigo (shorts)</i>	<i>Trigo</i>
Aproximaciones DE	83.58	111.94	105.97	227.61	125.37	104.48	109.70	102.24	70.90	91.04
Aminoácidos										
Lisina	36.36	45.45	23.64	—	204.55	251.82	286.36	35.45	53.64	60.91
Metionina	83.33	100.00	790=17	—	229.17	250.00	262.50	100.00	79.17	108.33
T.S.A.A.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Treonina	58.93	8.93	60.71	—	280.36	332.14	312.50	69.64	87.50	92.86
Triptofan	93.33	120.00	40.00	—	313.33	353.33	380.00	100.00	180.00	153.33
Arginina	172.50	222.50	112.50	—	662.50	867.50	837.50	152.50	260.00	245.00
Histidina	80.00	108.00	112.00	—	36.00	472.00	464.00	104.00	128.00	168.00
Isoleucina	79.25	96.23	62.26	—	349.06	400.00	415.09	100.00	103.77	105.66
Leucina	111.43	142.86	168.57	—	385.71	512.86	488.57	127.14	128.57	145.71
Fenilalanina	66.23	88.23	59.74	—	253.25	283.12	285.71	72.73	74.03	83.12
Valina	96.43	137.50	82.14	—	312.50	380.36	525.00	100.00	125.00	139.29

**Cuadro 3**  
(%)

<i>Crecimiento</i>	<i>Avena</i>	<i>Avena</i>	<i>Maíz</i>	<i>Maíz</i>	<i>Soya</i>	<i>Soya</i>	<i>Soya</i>	<i>Trigo</i>	<i>Trigo</i>	<i>Trigo</i>
	<i>(grano)</i>	<i>(desnuda)</i>		<i>(aceite)</i>	<i>(frijol)</i>	<i>(comida-44%)</i>	<i>(horas)</i>	<i>(salsado)</i>	<i>(shorts)</i>	
Aproximaciones DE	90.32	120.97	114.52	245.97	135.48	112.90	118.55	110.48	76.61	98.39
Aminoácidos										
Lisina	50.00	62.50	32.50	---	281.25	346.25	393.75	48.75	73.75	83.75
Metionina	95.24	114.29	90.48	---	261.90	285.71	300.00	114.29	90.48	123.81
T.S.A.A.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Treonina	68.75	10.42	70.38	---	387.50	364.58	81.25	102.08	108.33	
Triptofan	100.00	128.57	42.86	---	335.71	378.57	407.14	107.14	192.86	164.29
Arginina	276.00	356.00	180.00	---	1060.00	1388.00	1340.00	244.00	416.00	392.00
Histidina	90.91	122.73	127.27	---	40.91	536.36	527.27	118.18	145.45	190.91
Isoleucina	91.30	110.87	71.74	---	402.17	460.87	478.26	115.22	119.57	121.74
Leucina	130.00	166.67	196.67	---	450.00	598.33	570.00	148.33	150.00	170.00
Fenilalanina	77.27	103.03	69.70	---	295.45	330.30	333.33	84.85	86.36	96.97
Valina	112.50	160.42	95.83	---	364.58	443.75	612.50	116.67	145.83	162.50



**Cuadro 4**  
(%)

<i>Gestación</i>	<i>Avena (grano)</i>	<i>Avena (desnuda)</i>	<i>Maíz</i>	<i>Maíz (aceite)</i>	<i>Soya (frijol)</i>	<i>Soya (comida-44%)</i>	<i>Soya (horas)</i>	<i>Trigo (salvado)</i>	<i>Trigo (shorts)</i>	<i>Trigo</i>
Aproximaciones DE	96.55	129.31	122.41	262.93	144.83	120.69	126.72	118.10	81.90	105.17
Aminoácidos										
Lisina	72.73	90.91	47.27	—	409.09	503.64	572.73	70.91	107.27	121.82
Metionina	166.67	200.00	158.33	—	458.33	500.00	525.00	200.00	158.33	216.67
T.S.A.A.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Treonina	110.00	16.67	113.33	—	523.33	620.00	583.33	130.00	163.33	173.33
Triptofan	155.56	200.00	66.67	—	522.22	588.89	633.33	166.67	300.00	255.56
Arginina	172.50	222.50	112.50	—	662.50	867.50	837.50	152.50	260.00	245.00
Histidina	133.33	180.00	186.67	—	60.00	786.67	773.33	173.33	213.33	280.00
Isoleucina	140.00	170.00	110.00	—	616.67	706.67	733.33	176.67	183.33	186.67
Leucina	260.00	333.33	393.33	—	900.00	1196.67	1140.00	296.67	300.00	340.00
Fenilalanina	113.33	151.11	102.22	—	433.33	484.44	488.89	124.44	126.67	142.22
Valina	168.75	240.63	143.75	—	546.88	665.62	918.75	175.00	218.75	243.75

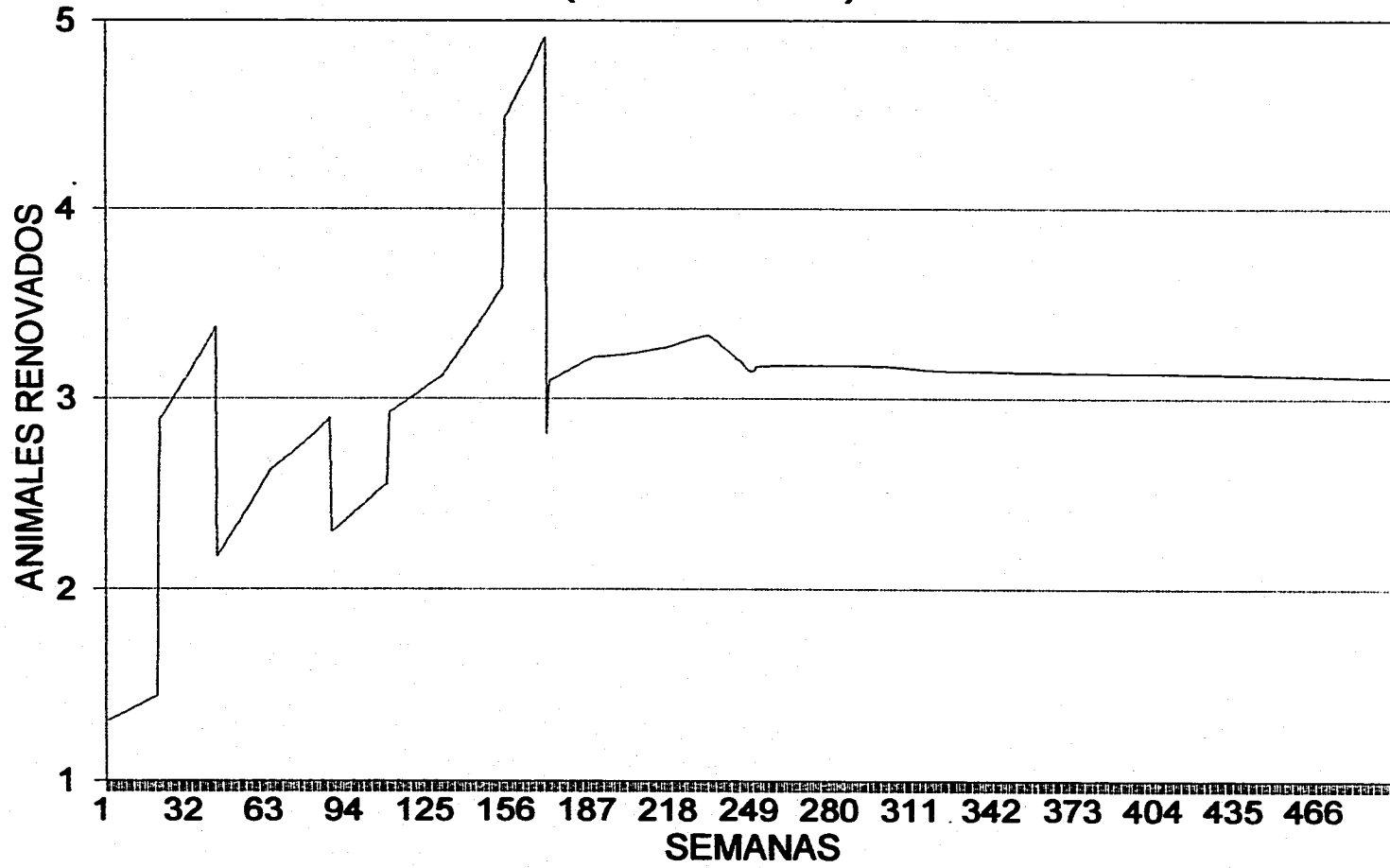
**Cuadro 5**  
(%)

<i>Lactancia</i>		<i>Avena (grano)</i>	<i>Avena (desnuda)</i>	<i>Maíz</i>	<i>Maíz (aceite)</i>	<i>Soya (frijol)</i>	<i>Soya (comida-44%)</i>	<i>Soya (horas)</i>	<i>Trigo (salvado)</i>	<i>Trigo (shorts)</i>	<i>Trigo</i>
Aproximaciones	<i>DE</i>	87.50	117.19	110.94	238.28	131.25	109.38	114.84	107.03	74.22	95.31
Aminoácidos	Lisina	50.00	62.50	32.50	—	281.50	346.25	393.75	48.75	73.75	83.75
	Metionina	111.11	133.33	105.56	—	305.56	333.33	350.00	133.33	105.56	144.44
	T.S.A.A.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Treonina	76.74	11.63	79.07	—	365.12	432.56	406.98	90.70	113.95	120.93
	Triptofan	116.67	150.00	50.00	—	391.67	441.67	475.00	125.00	225.00	191.67
	Arginina	172.50	222.50	112.50	—	662.50	867.50	837.50	152.50	260.00	245.00
	Histidina	80.00	108.00	112.00	—	36.00	472.00	464.00	104.00	128.00	168.00
	Isoleucina	107.69	130.77	84.62	—	474.36	543.59	564.10	135.90	141.03	143.59
	Leucina	162.50	208.33	245.83	—	562.50	747.92	712.50	185.42	187.50	212.50
	Fenilalanina	72.86	97.14	65.71	—	278.57	311.43	314.29	80.00	81.43	91.43
	Valina	90.00	128.33	76.67	—	291.67	355.00	490.00	93.33	116.67	130.00

**CAPITULO 3.**

**ANEXO 2.**

# ECUACION DE RENOVACION (PIE DE CRIA)



SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
1	-----	-----
2	1.3134	1.3134
3	1.3134	1.3200
4	1.3134	1.3266
5	1.3134	1.3332
6	1.3134	1.3399
7	1.3134	1.3466
8	1.3134	1.3533
9	1.3134	1.3601
10	1.3134	1.3669
11	1.3134	1.3737
12	1.3134	1.3806
13	1.3134	1.3875
14	1.3134	1.3944
15	1.3134	1.4014
16	1.3134	1.4084
17	1.3134	1.4154
18	1.3134	1.4225
19	1.3134	1.4296
20	1.3134	1.4368
21	1.3134	1.4440
22	2.7519	2.8897
23	2.7519	2.9113
24	2.7519	2.9331
25	2.7519	2.9550
26	2.7519	2.9771
27	2.7519	2.9993
28	2.7519	3.0217
29	2.7519	3.0442
30	2.7519	3.0669
31	2.7519	3.0897
32	2.7519	3.1127
33	2.7519	3.1358
34	2.7519	3.1591
35	2.7519	3.1825
36	2.7519	3.2061
37	2.7519	3.2298
38	2.7519	3.2537
39	2.7519	3.2778
40	2.7519	3.3020
41	2.7519	3.3264
42	2.7519	3.3509
43	2.7519	3.3835
44	1.5010	2.1655
45	1.5010	2.1861
46	1.5010	2.2070
47	1.5010	2.2280
48	1.5010	2.2492
49	1.5010	2.2706
50	1.5010	2.2922
51	1.5010	2.3140

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
52	1.5010	2.3360
53	1.5010	2.3583
54	1.5010	2.3807
55	1.5010	2.4033
56	1.5010	2.4262
57	1.5010	2.4492
58	1.5010	2.4725
59	1.5010	2.4959
60	1.5010	2.5196
61	1.5010	2.5435
62	1.5010	2.5677
63	1.5010	2.5920
64	1.5010	2.6166
65	1.5010	2.6278
66	1.5010	2.6390
67	1.5010	2.6504
68	1.5010	2.6617
69	1.5010	2.6732
70	1.5010	2.6847
71	1.5010	2.6963
72	1.5010	2.7079
73	1.5010	2.7197
74	1.5010	2.7315
75	1.5010	2.7433
76	1.5010	2.7553
77	1.5010	2.7673
78	1.5010	2.7794
79	1.5010	2.7916
80	1.5010	2.8038
81	1.5010	2.8161
82	1.5010	2.8285
83	1.5010	2.8410
84	1.5010	2.8536
85	1.5010	2.8662
86	1.5010	2.8788
87	1.5010	2.8974
88	0.8756	2.2905
89	0.8756	2.3029
90	0.8756	2.3153
91	0.8756	2.3277
92	0.8756	2.3402
93	0.8756	2.3526
94	0.8756	2.3650
95	0.8756	2.3774
96	0.8756	2.3899
97	0.8756	2.4023
98	0.8756	2.4148
99	0.8756	2.4272
100	0.8756	2.4397
101	0.8756	2.4522
102	0.8756	2.4646

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
103	0.8756	2.4771
104	0.8756	2.4895
105	0.8756	2.5020
106	0.8756	2.5145
107	0.8756	2.5269
108	0.8756	2.5395
109	0.8756	2.5453
110	1.2509	2.9263
111	1.2509	2.9358
112	1.2509	2.9454
113	1.2509	2.9549
114	1.2509	2.9645
115	1.2509	2.9741
116	1.2509	2.9837
117	1.2509	2.9934
118	1.2509	3.0030
119	1.2509	3.0127
120	1.2509	3.0223
121	1.2509	3.0320
122	1.2509	3.0417
123	1.2509	3.0514
124	1.2509	3.0612
125	1.2509	3.0709
126	1.2509	3.0807
127	1.2509	3.0904
128	1.2509	3.1002
129	1.2509	3.1099
130	1.2509	3.1196
131	1.2509	3.1393
132	1.2509	3.1591
133	1.2509	3.1789
134	1.2509	3.1988
135	1.2509	3.2188
136	1.2509	3.2389
137	1.2509	3.2590
138	1.2509	3.2792
139	1.2509	3.2995
140	1.2509	3.3198
141	1.2509	3.3403
142	1.2509	3.3608
143	1.2509	3.3814
144	1.2509	3.4020
145	1.2509	3.4227
146	1.2509	3.4435
147	1.2509	3.4644
148	1.2509	3.4854
149	1.2509	3.5064
150	1.2509	3.5275
151	1.2509	3.5487
152	1.2509	3.5701
153	1.2509	3.5881

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
154	2.1265	4.4819
155	2.1265	4.5090
156	2.1265	4.5363
157	2.1265	4.5639
158	2.1265	4.5916
159	2.1265	4.6196
160	2.1265	4.6479
161	2.1265	4.6763
162	2.1265	4.7050
163	2.1265	4.7340
164	2.1265	4.7631
165	2.1265	4.7926
166	2.1265	4.8222
167	2.1265	4.8521
168	2.1265	4.8823
169	2.1265	4.9126
170	0.0000	2.8168
171	0.0094	3.0926
172	0.0094	3.0983
173	0.0094	3.1063
174	0.0094	3.1143
175	0.0094	3.1221
176	0.0094	3.1299
177	0.0094	3.1376
178	0.0094	3.1452
179	0.0094	3.1528
180	0.0094	3.1602
181	0.0094	3.1676
182	0.0094	3.1749
183	0.0094	3.1822
184	0.0094	3.1893
185	0.0094	3.1964
186	0.0094	3.2034
187	0.0094	3.2104
188	0.0094	3.2174
189	0.0134	3.2185
190	0.0134	3.2195
191	0.0134	3.2206
192	0.0134	3.2216
193	0.0134	3.2227
194	0.0134	3.2238
195	0.0134	3.2251
196	0.0134	3.2265
197	0.0134	3.2280
198	0.0134	3.2296
199	0.0134	3.2313
200	0.0134	3.2331
201	0.0134	3.2351
202	0.0134	3.2371
203	0.0134	3.2393
204	0.0134	3.2416



SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
205	0.0134	3.2440
206	0.0134	3.2465
207	0.0134	3.2492
208	0.0134	3.2520
209	0.0134	3.2549
210	0.0134	3.2577
211	0.0134	3.2603
212	0.0134	3.2629
213	0.0134	3.2654
214	0.0134	3.2677
215	0.0134	3.2699
216	0.0134	3.2720
217	0.0134	3.2768
218	0.0134	3.2816
219	0.0134	3.2862
220	0.0134	3.2907
221	0.0134	3.2952
222	0.0134	3.2995
223	0.0134	3.3037
224	0.0134	3.3078
225	0.0134	3.3118
226	0.0134	3.3157
227	0.0134	3.3196
228	0.0134	3.3233
229	0.0134	3.3269
230	0.0134	3.3305
231	0.0134	3.3339
232	0.0134	3.3374
233	0.0228	3.3266
234	0.0228	3.3156
235	0.0228	3.3044
236	0.0228	3.2930
237	0.0228	3.2813
238	0.0228	3.2695
239	0.0228	3.2574
240	0.0228	3.2452
241	0.0228	3.2328
242	0.0228	3.2202
243	0.0228	3.2074
244	0.0228	3.1943
245	0.0228	3.1811
246	0.0228	3.1677
247	0.0228	3.1541
248	0.0228	3.1402
249	0.0000	3.1434
250	0.0105	3.1667
251	0.0105	3.1677
252	0.0105	3.1685
253	0.0105	3.1693
254	0.0105	3.1701
255	0.0105	3.1707

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
256	0.0105	3.1713
257	0.0105	3.1718
258	0.0105	3.1722
259	0.0105	3.1726
260	0.0105	3.1729
261	0.0105	3.1731
262	0.0105	3.1732
263	0.0105	3.1733
264	0.0105	3.1734
265	0.0105	3.1733
266	0.0105	3.1733
267	0.0105	3.1731
268	0.0150	3.1730
269	0.0150	3.1729
270	0.0150	3.1728
271	0.0150	3.1727
272	0.0150	3.1726
273	0.0150	3.1726
274	0.0150	3.1725
275	0.0150	3.1725
276	0.0150	3.1725
277	0.0150	3.1725
278	0.0150	3.1724
279	0.0150	3.1724
280	0.0150	3.1724
281	0.0150	3.1724
282	0.0150	3.1723
283	0.0150	3.1723
284	0.0150	3.1723
285	0.0150	3.1722
286	0.0150	3.1722
287	0.0150	3.1721
288	0.0150	3.1720
289	0.0150	3.1719
290	0.0150	3.1717
291	0.0150	3.1716
292	0.0150	3.1714
293	0.0150	3.1712
294	0.0150	3.1710
295	0.0150	3.1707
296	0.0150	3.1704
297	0.0150	3.1700
298	0.0150	3.1696
299	0.0150	3.1690
300	0.0150	3.1684
301	0.0150	3.1676
302	0.0150	3.1668
303	0.0150	3.1660
304	0.0150	3.1650
305	0.0150	3.1640
306	0.0150	3.1628

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
307	0.0150	3.1617
308	0.0150	3.1604
309	0.0150	3.1590
310	0.0150	3.1576
311	0.0150	3.1561
312	0.0254	3.1547
313	0.0254	3.1533
314	0.0254	3.1521
315	0.0254	3.1510
316	0.0254	3.1499
317	0.0254	3.1490
318	0.0254	3.1482
319	0.0254	3.1474
320	0.0254	3.1468
321	0.0254	3.1463
322	0.0254	3.1458
323	0.0254	3.1455
324	0.0254	3.1453
325	0.0254	3.1452
326	0.0254	3.1452
327	0.0254	3.1453
328	0.0000	3.1453
329	0.0157	3.1454
330	0.0157	3.1454
331	0.0157	3.1453
332	0.0157	3.1452
333	0.0157	3.1451
334	0.0157	3.1449
335	0.0157	3.1447
336	0.0157	3.1445
337	0.0157	3.1442
338	0.0157	3.1439
339	0.0157	3.1436
340	0.0157	3.1432
341	0.0157	3.1428
342	0.0157	3.1425
343	0.0157	3.1421
344	0.0157	3.1417
345	0.0157	3.1413
346	0.0157	3.1409
347	0.0157	3.1405
348	0.0157	3.1402
349	0.0330	3.1399
350	0.0330	3.1395
351	0.0330	3.1392
352	0.0330	3.1390
353	0.0330	3.1387
354	0.0330	3.1385
355	0.0330	3.1383
356	0.0330	3.1381
357	0.0330	3.1379

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
358	0.0330	3.1378
359	0.0330	3.1377
360	0.0330	3.1376
361	0.0330	3.1375
362	0.0330	3.1374
363	0.0330	3.1373
364	0.0330	3.1372
365	0.0330	3.1371
366	0.0330	3.1370
367	0.0330	3.1369
368	0.0330	3.1368
369	0.0330	3.1367
370	0.0330	3.1366
371	0.0180	3.1365
372	0.0180	3.1364
373	0.0180	3.1362
374	0.0180	3.1361
375	0.0180	3.1359
376	0.0180	3.1358
377	0.0180	3.1356
378	0.0180	3.1355
379	0.0180	3.1353
380	0.0180	3.1351
381	0.0180	3.1350
382	0.0180	3.1348
383	0.0180	3.1346
384	0.0180	3.1344
385	0.0180	3.1343
386	0.0180	3.1341
387	0.0180	3.1339
388	0.0180	3.1338
389	0.0180	3.1336
390	0.0180	3.1334
391	0.0180	3.1333
392	0.0180	3.1332
393	0.0180	3.1330
394	0.0180	3.1329
395	0.0180	3.1328
396	0.0180	3.1327
397	0.0180	3.1326
398	0.0180	3.1325
399	0.0180	3.1324
400	0.0180	3.1323
401	0.0180	3.1322
402	0.0180	3.1322
403	0.0180	3.1321
404	0.0180	3.1321
405	0.0180	3.1320
406	0.0180	3.1319
407	0.0180	3.1319
408	0.0180	3.1318

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
409	0.0180	3.1317
410	0.0180	3.1317
411	0.0180	3.1316
412	0.0180	3.1315
413	0.0180	3.1314
414	0.0180	3.1313
415	0.0105	3.1312
416	0.0105	3.1311
417	0.0105	3.1309
418	0.0105	3.1308
419	0.0105	3.1306
420	0.0105	3.1304
421	0.0105	3.1303
422	0.0105	3.1301
423	0.0105	3.1299
424	0.0105	3.1297
425	0.0105	3.1295
426	0.0105	3.1293
427	0.0105	3.1290
428	0.0105	3.1288
429	0.0105	3.1286
430	0.0105	3.1284
431	0.0105	3.1281
432	0.0105	3.1279
433	0.0105	3.1277
434	0.0105	3.1274
435	0.0105	3.1272
436	0.0105	3.1270
437	0.0150	3.1267
438	0.0150	3.1265
439	0.0150	3.1263
440	0.0150	3.1260
441	0.0150	3.1258
442	0.0150	3.1256
443	0.0150	3.1253
444	0.0150	3.1251
445	0.0150	3.1249
446	0.0150	3.1246
447	0.0150	3.1244
448	0.0150	3.1241
449	0.0150	3.1239
450	0.0150	3.1236
451	0.0150	3.1233
452	0.0150	3.1231
453	0.0150	3.1228
454	0.0150	3.1225
455	0.0150	3.1223
456	0.0150	3.1220
457	0.0150	3.1217
458	0.0150	3.1214
459	0.0150	3.1211

SEMANAS	No*Pt	ECUACION DE RENOVACION
460	0.0150	3.1208
461	0.0150	3.1205
462	0.0150	3.1202
463	0.0150	3.1199
464	0.0150	3.1195
465	0.0150	3.1192
466	0.0150	3.1189
467	0.0150	3.1186
468	0.0150	3.1182
469	0.0150	3.1179
470	0.0150	3.1176
471	0.0150	3.1172
472	0.0150	3.1169
473	0.0150	3.1166
474	0.0150	3.1163
475	0.0150	3.1160
476	0.0150	3.1157
477	0.0150	3.1154
478	0.0150	3.1151
479	0.0150	3.1148
480	0.0150	3.1145
481	0.0255	3.1143
482	0.0255	3.1140
483	0.0255	3.1138
484	0.0255	3.1135
485	0.0255	3.1133
486	0.0255	3.1131
487	0.0255	3.1129
488	0.0255	3.1127
489	0.0255	3.1125
490	0.0255	3.1122
491	0.0255	3.1120
492	0.0255	3.1118
493	0.0255	3.1116
494	0.0255	3.1114
495	0.0255	3.1112
496	0.0255	3.1110
497	0.0000	3.1108

## **CAPITULO 3.**

### **ANEXO 3.**

## Aclaraciones que facilitan el uso y manejo del Indice

Cabe destacar que se ha decidido utilizar un formato consistente en seis incisos fundamentales de estudio, a su vez, compuestos por diversos apartados:

- I . Hacinamiento.
- II . Pisos y techos.
- III . Sistemas de alimentación e hidratación.
- IV . Sistemas de distribución de energía.
- V . Sistemas de Control de temperatura ambiental.
- VI . Sistemas de almacenamiento y procesamiento de alimentos.

Se ha considerado conveniente el asignar letras de clasificación (que van de La A a La L), al final de todos los apartados de los cuales se tiene información disponible. Dichas letras coinciden en su totalidad con las usadas en las columnas de los cuadros que llevan el título de ECUACION DE RENOVACION. So bra decir que un apartado cualquiera encuentra su correspondiente ecuación si tanto las columnas como los apartados tienen la misma letra.



INDICE  
DEPRECIACION ANUAL

I .HACINAMIENTO

- Equipo: 1.1 Corraleta de semental A  
1.2 Jaula de paridero B  
1.3 Naves de engorda  
1.4 Corrales  
1.5 Jaula vacia individual para servicios de hembras C  
1.6 Jaula individual para gestación C  
1.7 Sistema de mangas D  
1.8 Area de cuarentena D  
1.9 Jaula elevada:  
-piso E  
-corral C

II .PISOS Y TECHOS

- Equipo: 2.1 Piso de jaula (local maternidad) E  
2.2 Aislante de piso (local de maternidad) A  
2.3 Aislante de techo (local de maternidad) F  
2.4 Pasillo lateral (corraletas de posdestete) A  
2.5 Pasillo central (corraletas de posdestete) A  
2.6 Aislante de piso (jaula elevada) F  
2.7 Aislante de techo (jaula elevada) A

III .SISTEMAS DE ALIMENTACION E HIDRATACION

- Equipo: 3.0 Bebederos automáticos (jaula individual para gestación) G  
3.1 Comedero automático (jaula individual para gestación): H  
-cablevey (jaula para gestación ) I  
-silo (jaula para gestación) D  
3.2 Comedero manual (jaula individual para gestación): E  
-silo (jaula individual  
para gestación) D  
3.3 Comedero de cerdos (maternidad local) H  
3.4 Comederos de iniciación (maternidad local) E  
3.5 Bebederos automáticos (corraletas de posdestete) G  
3.6 Comedero manual (jaula elevada) E  
3.7 Comedero automático (jaula elevada) H  
3.8 Comedero automático (naves de engorda y finalización) H  
3.9 Comedero manual (naves de engorda y finalización) E

#### IV. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA

- Equipo: 4.1. Tubería de red hidráulica (servicio de gestación) J  
4.2 Red eléctrica para maternidad (local) D  
4.3 Red hidráulica (maternidad local) J  
4.4 Red hidráulica (corraletas) J  
4.5 Red eléctrica (corraletas) D  
4.6 Red hidráulica (naves de engorda) J  
4.7 Red eléctrica (naves de engorda) D

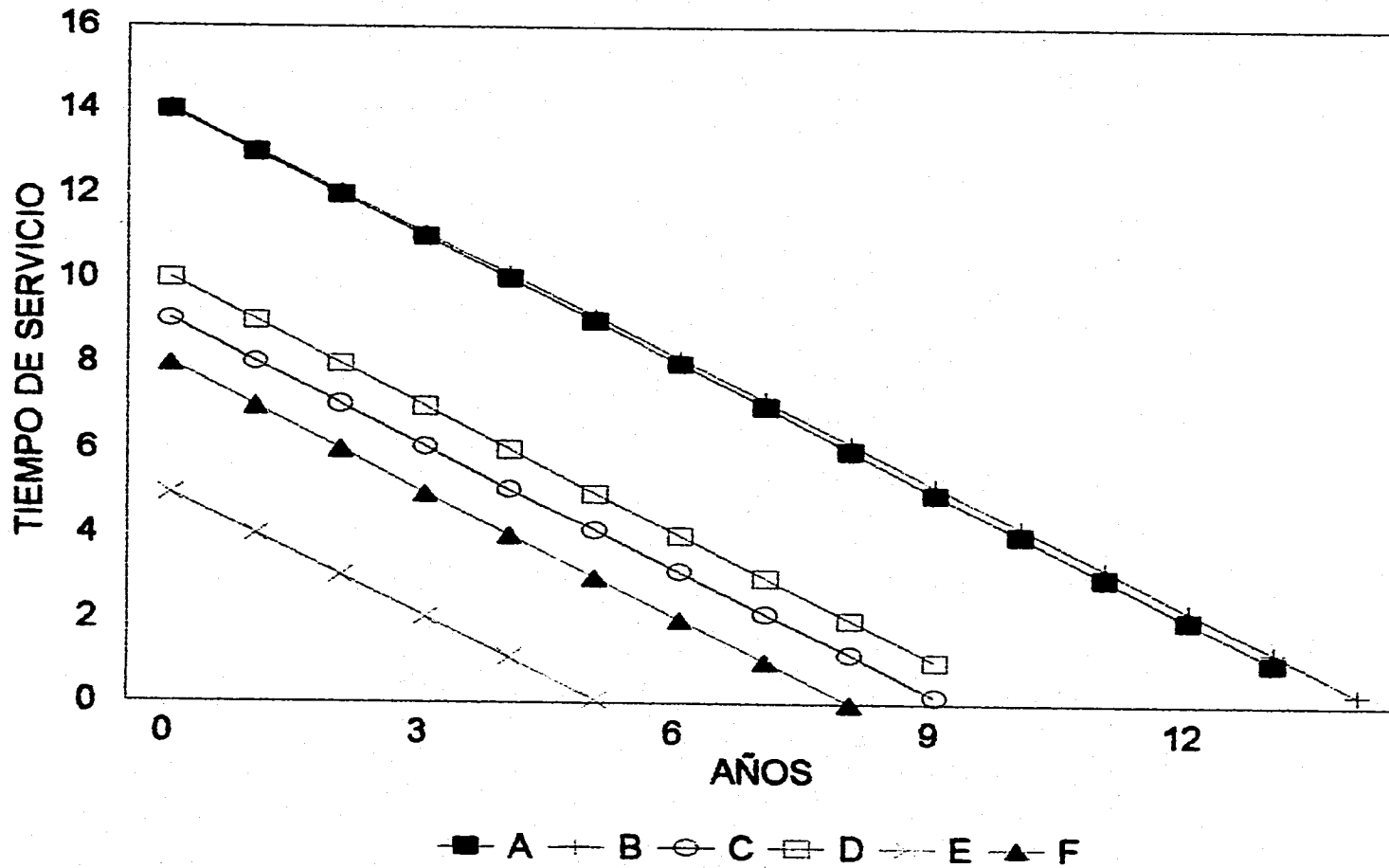
#### V. SISTEMAS DE CONTROL DE TEMPERATURA AMBIENTAL

- Equipo: 5.1 Clima artificial de servicio y gestación:  
-ventiladores  
-extractores  
-aislantes F  
5.2 Nidos microclimáticos (local maternidad) E  
5.3 Macroclima (local de maternidad):  
- ventiladores  
- extractores  
5.4 Nido microclimático (posdestete) E  
5.5 Ventiladores (posdestete)  
5.6 Extractores (posdestete)  
5.7 Ventiladores (engorda y finalización)  
5.8 Extractores (engorda y finalización)

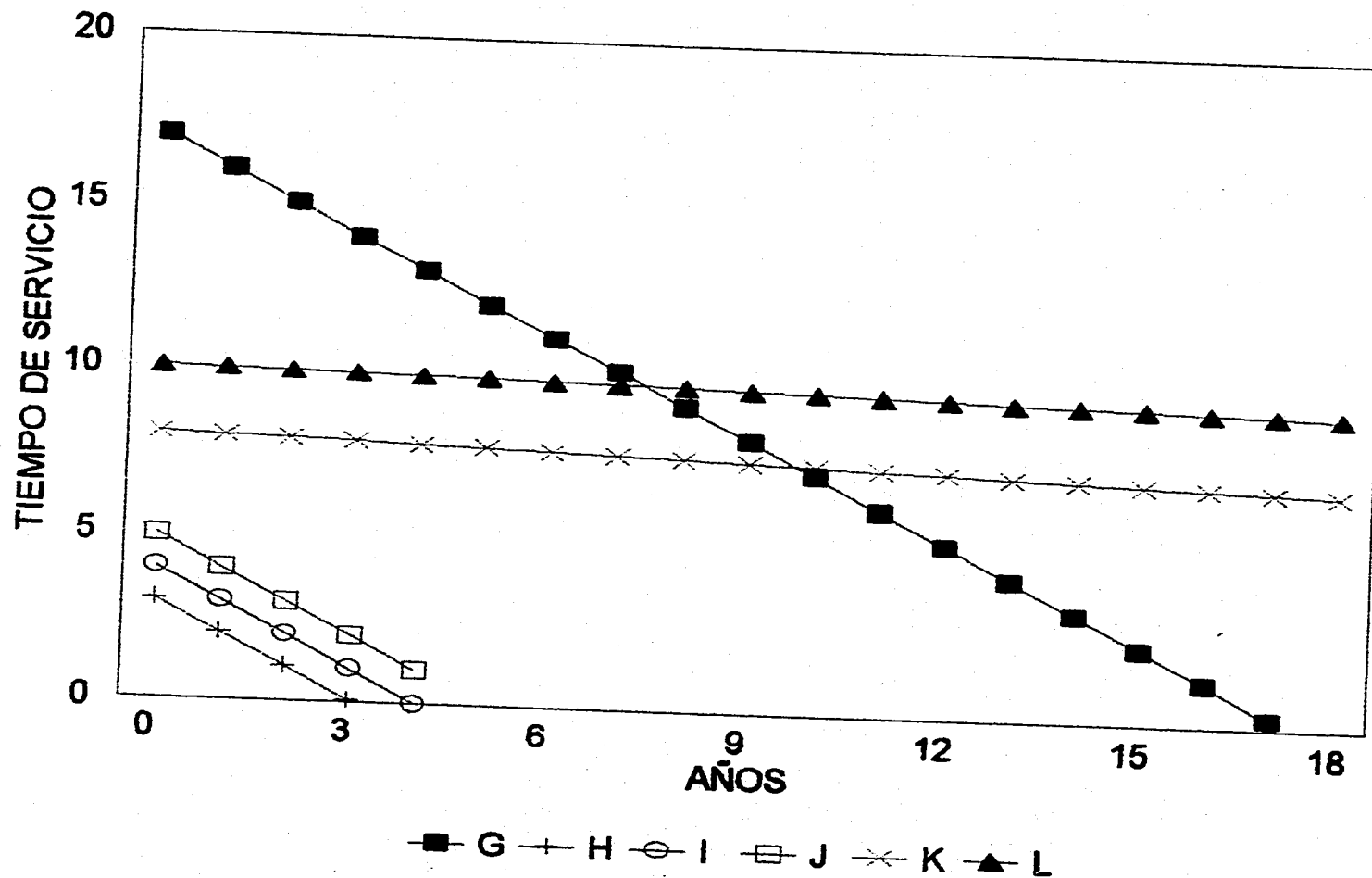
#### VI. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

- Equipo: 6.1 Bodega de graneles y concentrados F  
6.2 Molino de tres toneladas (horizontal) K  
6.3 Revolvedora de tres toneladas (vertical) K  
6.4 Revolvedora de seis toneladas (horizontal) L

# ECUACION DE RENOVACION (TODOS LOS BIENES DE CAPITAL-PARTE 1)

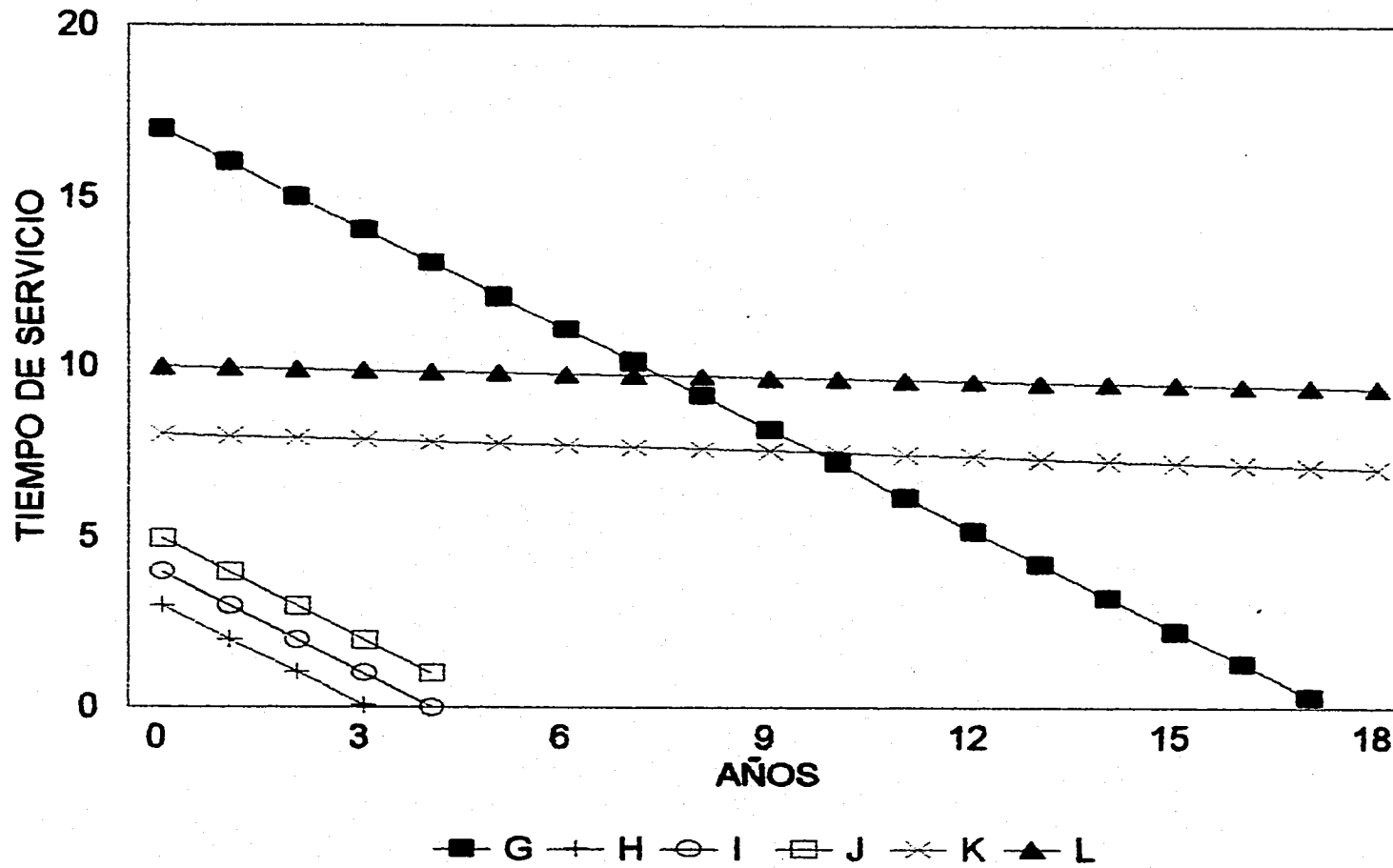


# ECUACION DE RENOVACION (TODOS LOS BIENES DE CAPITAL-PARTE 2)



# ECUACION DE RENOVACION

(TODOS LOS BIENES DE CAPITAL-PARTE 2)



**CAPITULO 3.**

**ANEXO 4.**

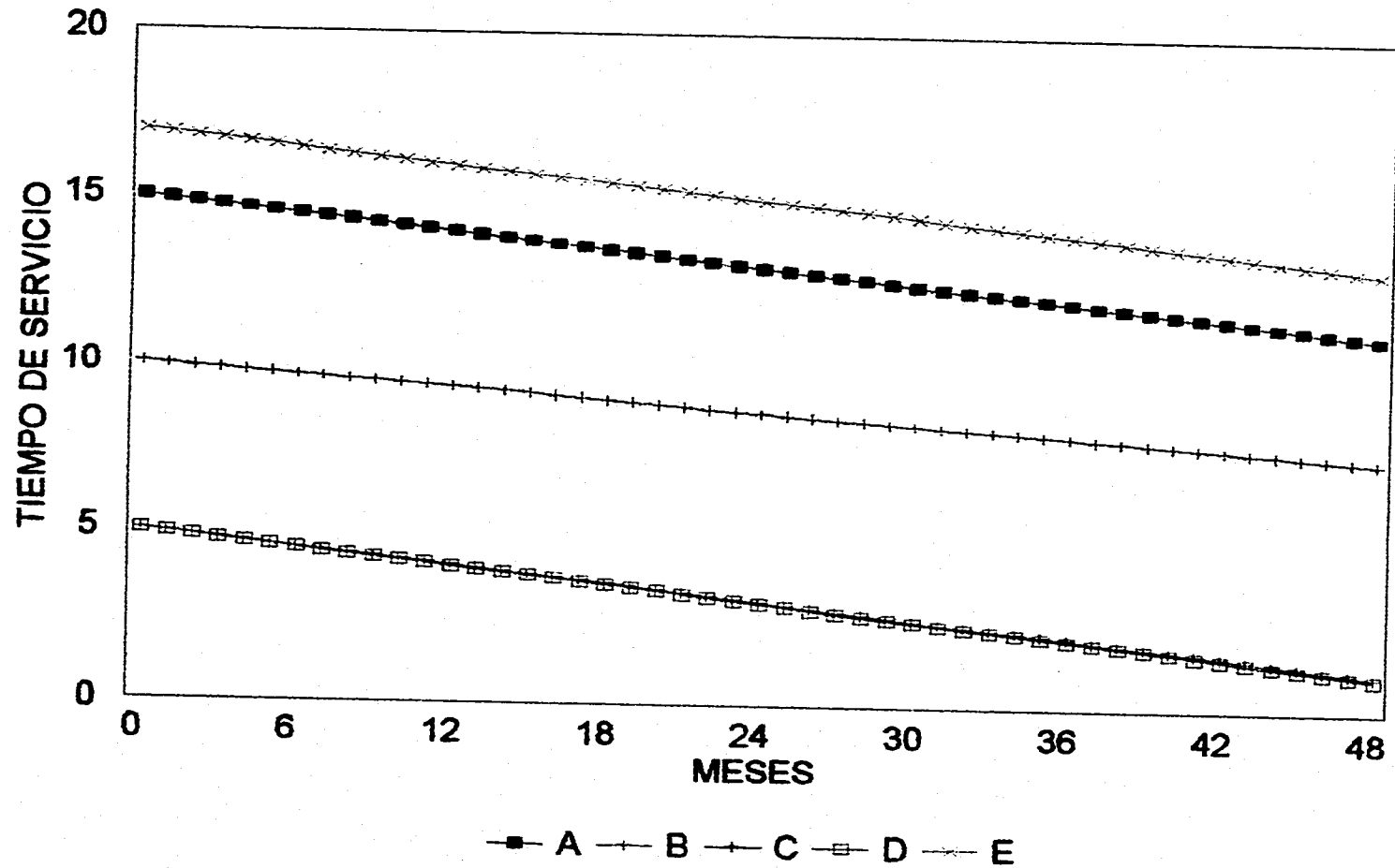
CAPITAL CONSTANTE FIJO  
(REPRODUCCION)

A) SERVICIO Y GESTACION

Corraletas de semental	A
Jaulas individuales para servicio de hembras vacías	B
Jaulas individual para gestación	B
Clima artificial	
	Ventiladores C
	Extractores D
	Paredes húmedas
	Aislantes E
Red Hidráulica	
	Bebedores automáticos F
	Tubería (PVC) G
Sistema de alimentación	
	Comedero automático H
	Cablevey I
	Silo J
	Comedero manual K
	Silo J

# ECUACION DE RENOVACION

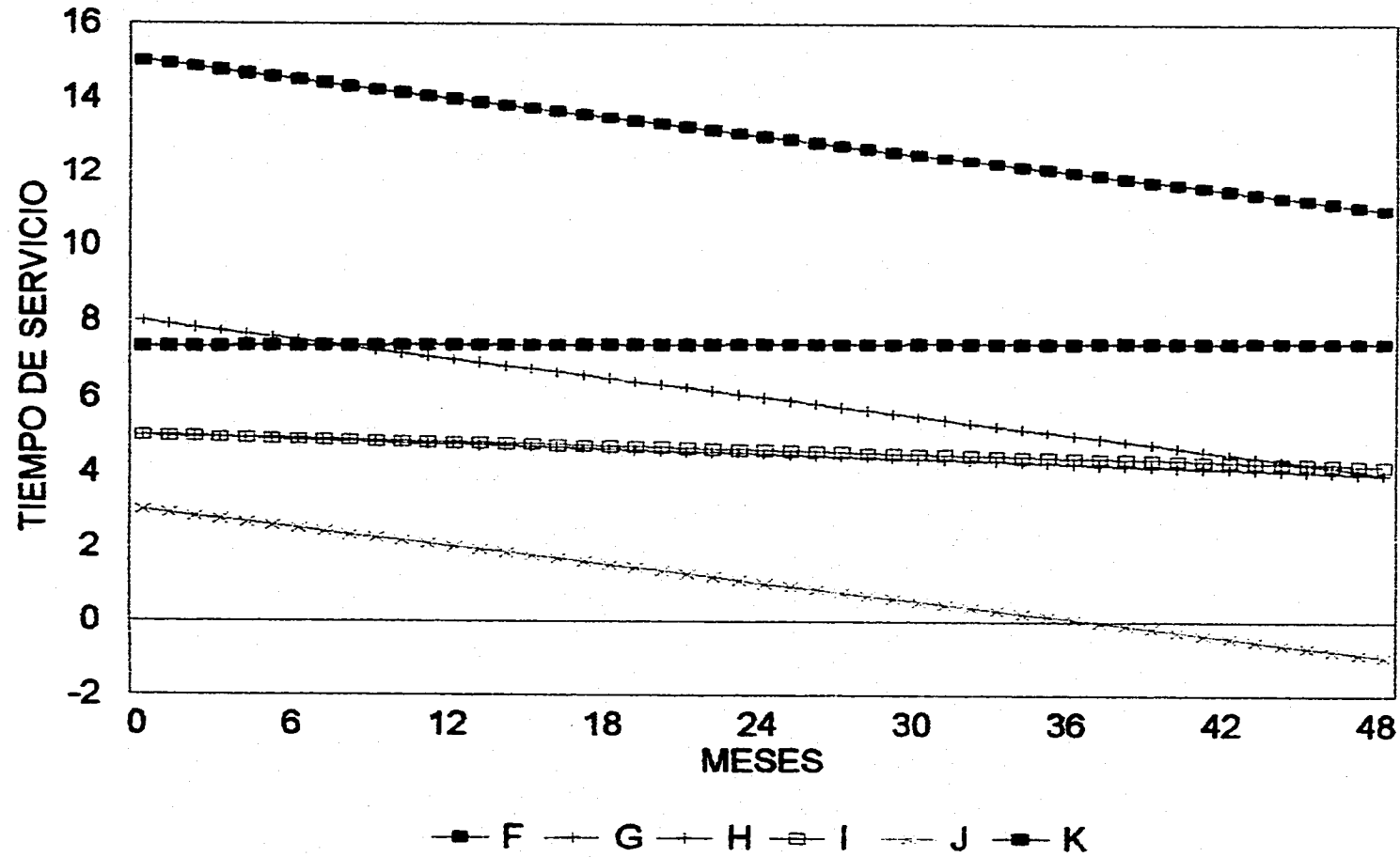
(REPRODUCCION - 1a. PARTE)





# ECUACION DE RENOVACION

(REPRODUCCION - 2a. PARTE)

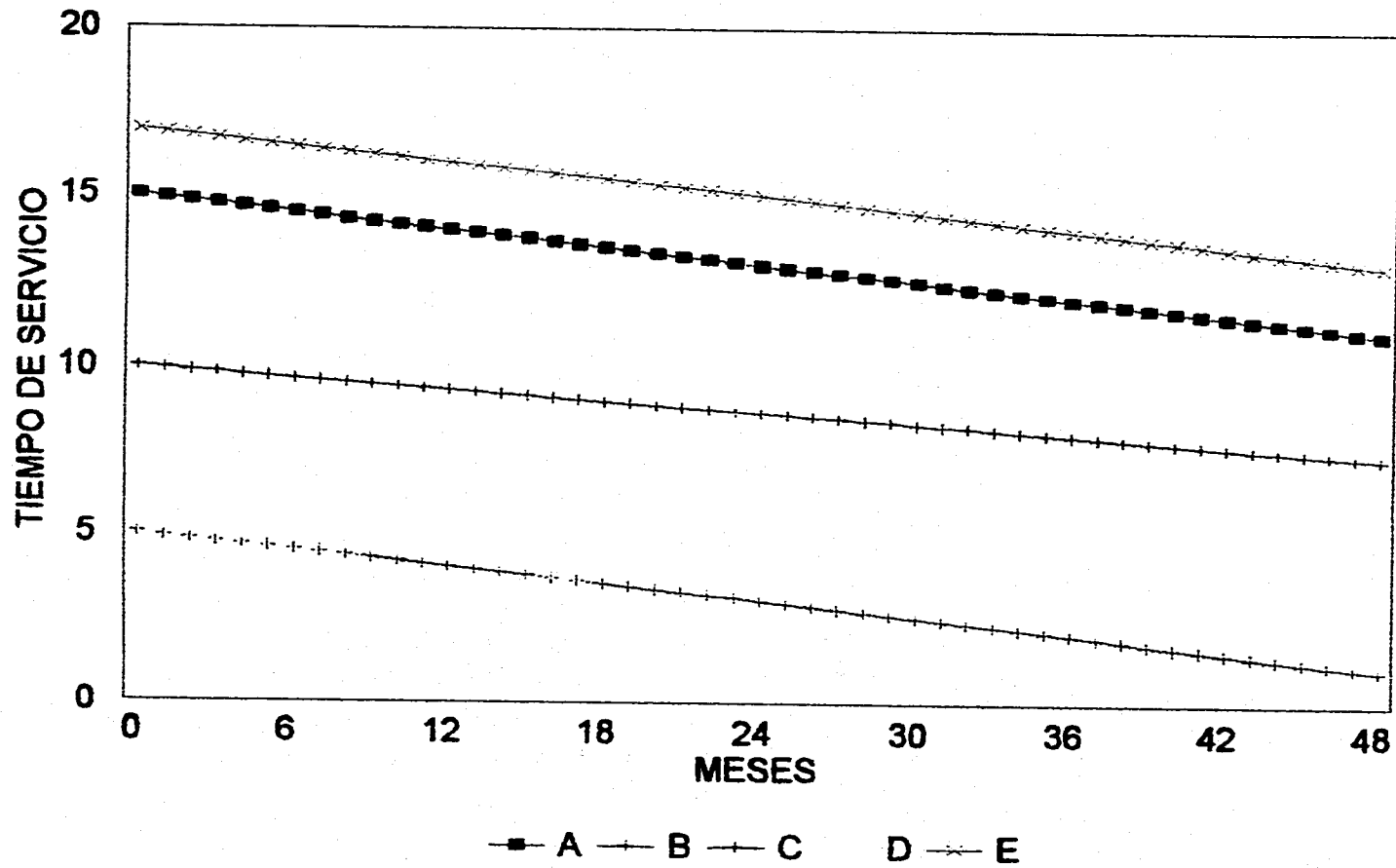


CAPITAL CONSTANTE FIJO  
(LACTANCIA)

B) MATERNIDAD LOCAL

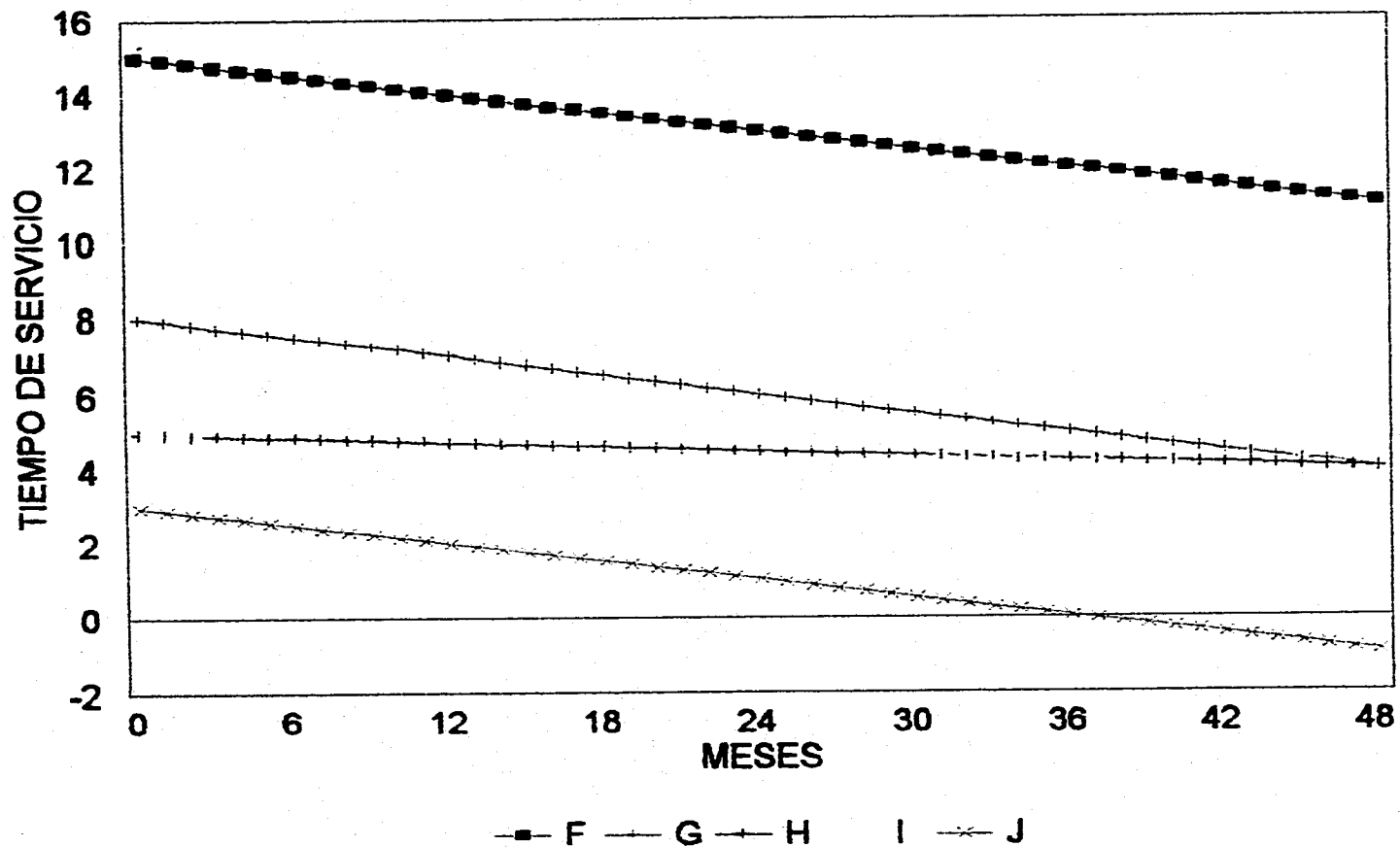
Jaula de padero	A
Piso de jaul	B
Nidos mcroclimáticos	B
Red eléctrica	C
Red hidráulica	D
Tubería (PVC)	D
Bebederos automáticos	E
Aislante de piso	F
Aislante de techo (polipropileno)	G
Macroclima:	
Ventiladores	H
Extractores	I
Comederos para cerdas	J
Comederos de iniciación	B

# ECUACION DE RENOVACION (MATERNIDAD - 1a. PARTE)



# ECUACION DE RENOVACION

(MATERNIDAD - 2a. PARTE)



CAPITAL CONSTANTE FIJO

(INICIALIZACION)

C) POSDESTETE

Corraletas:

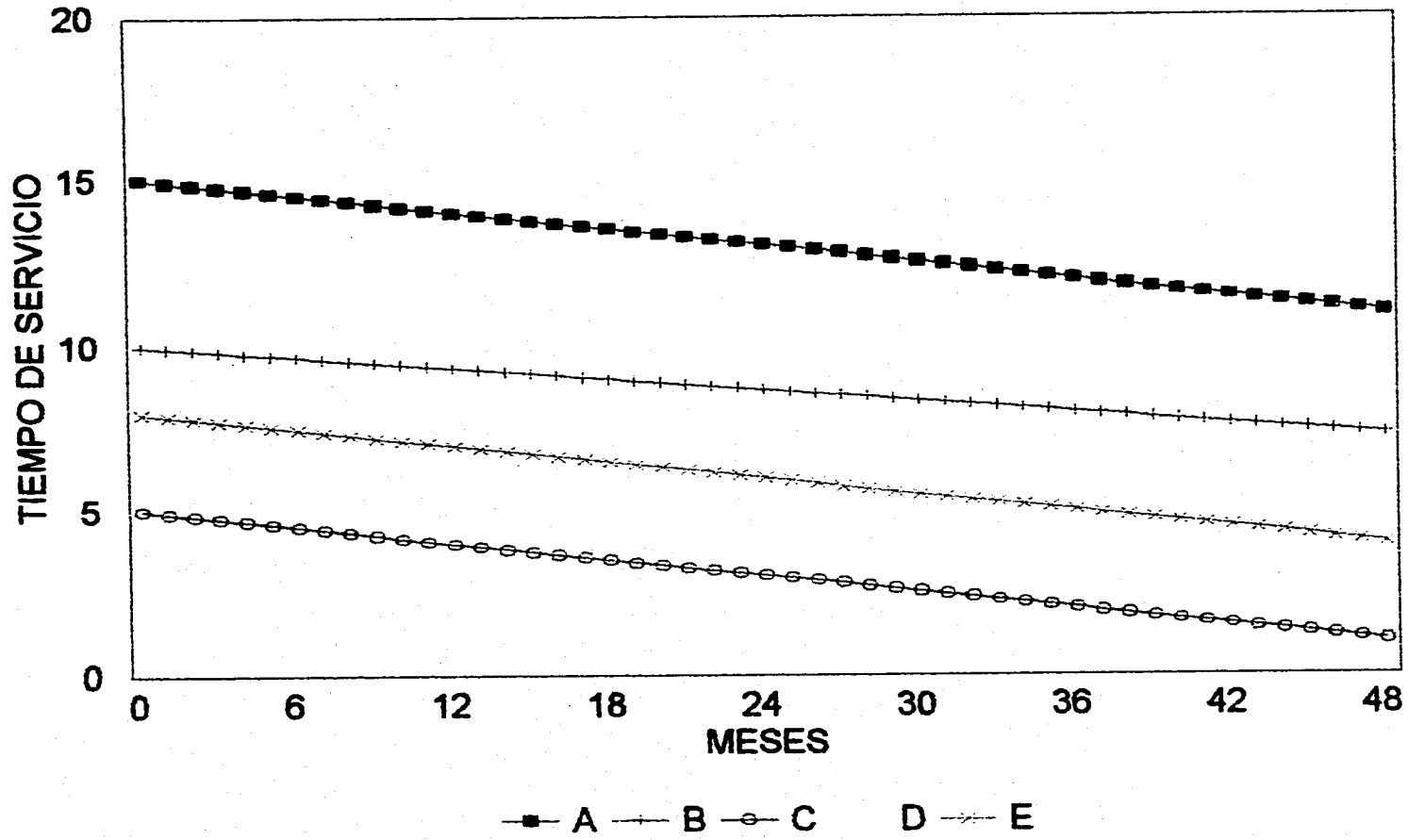
Pasillos laterales	A
Pasillo central	A
Red eléctrica	B
Red hidráulica (PVC)	C
Bebederos automáticos	D
Aislante de techo	E
Aislante de piso	A

Jaula elevada:

Piso	F
Jaula corral	G
Comedero	
Manual	F
Automático	H
Bebederos automáticos	D
Nido micoclimático	F
Ventiladores	I
Extractores	J
Aislante de techo	E
Aislante de piso	A

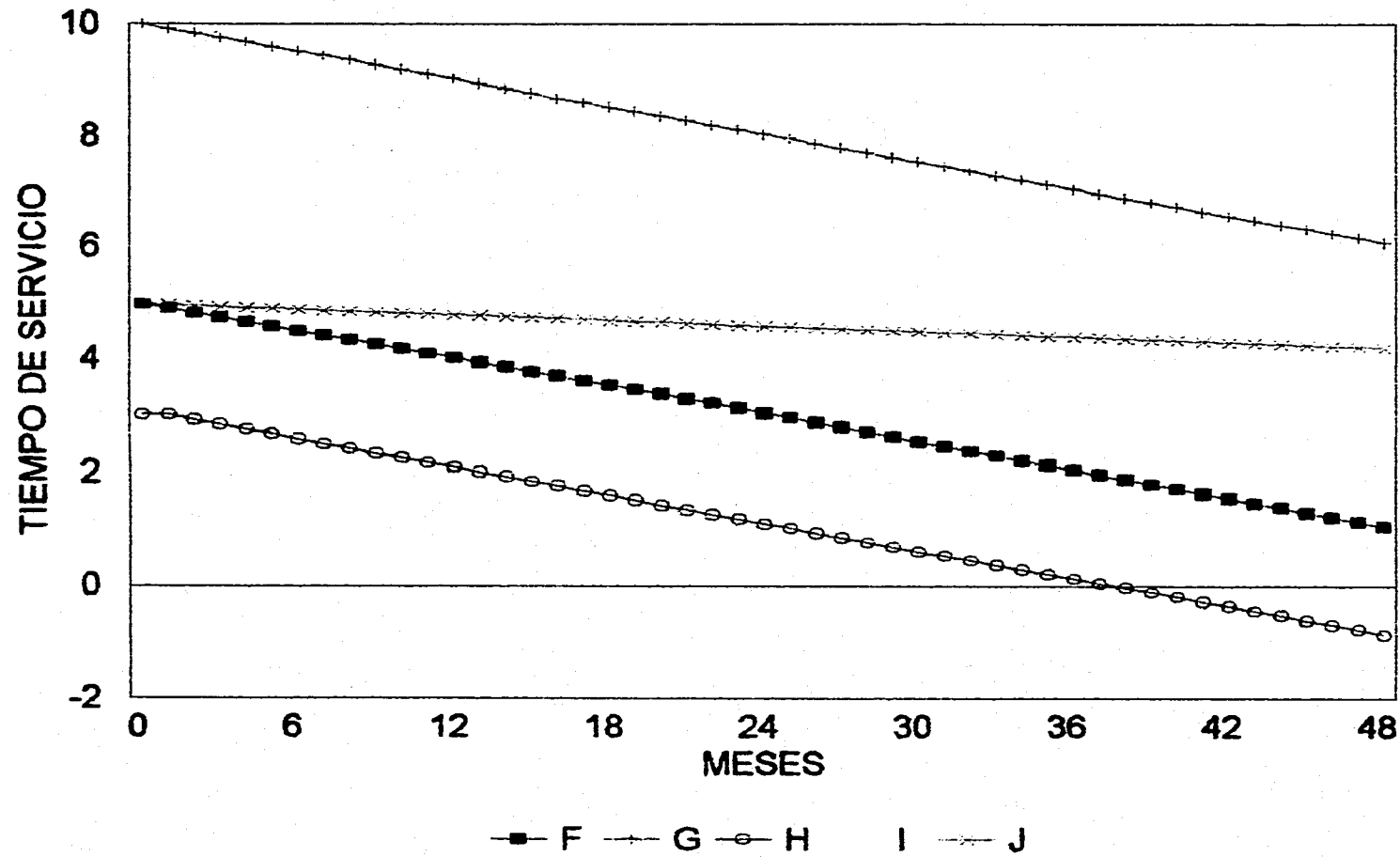
# ECUACION DE RENOVACION

(POSDESTETE - 1a. PARTE)



# ECUACION DE RENOVACION

(POSDESTETE - 2a. PARTE)



**CAPITAL CONSTANTE FIJO  
(ENGORDA Y FINALIZACION)**

**D) ENGORDA Y FINALIZACION**

**Naves de engorda  
Corrales**

**PISO**

**A**

**Total de cemento  
Slat parcial (cemento)  
Slat total (cemento)**

**Red eléctrica  
Red hidráulica  
Comederos**

**B**

**Automático  
Manual**

**C**

**D**

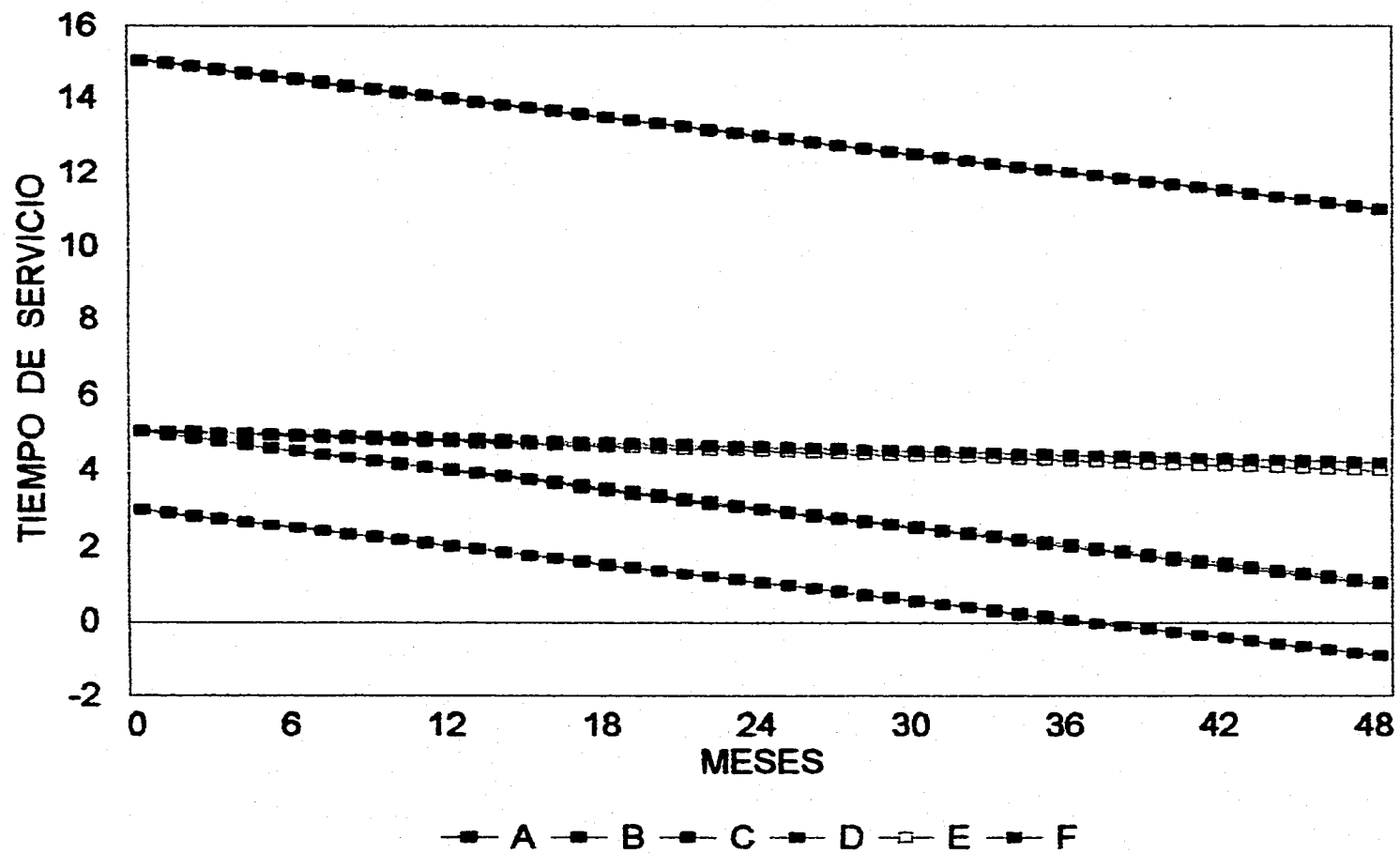
**Ventiladores  
Extractores**

**E**

**F**



# ECUACION DE RENOVACION (ENGORDA Y FINALIZACION)



EQUIPO EN GENERAL

BODEGA

Alimento terminado y envasado		
Bodega de graneles y concentrados		A
	Molino de 3 toneladas/h	B
	Revolvedora de 3 toneladas/h vertical	B
Bodega de graneles	Revolvedora de 3 toneladas/h horizontal	K

BAÑOS

Baño personal  
Baño para visitantes

FOSAS DE CAPTACION DE EXCRETAS

FOSAS DE FERMENTACION

Aeróbicas  
Anaeróbicas

TALLER

Soldadora  
Compresora  
Máquina hidrolavadora  
Herramienta y material de reposición

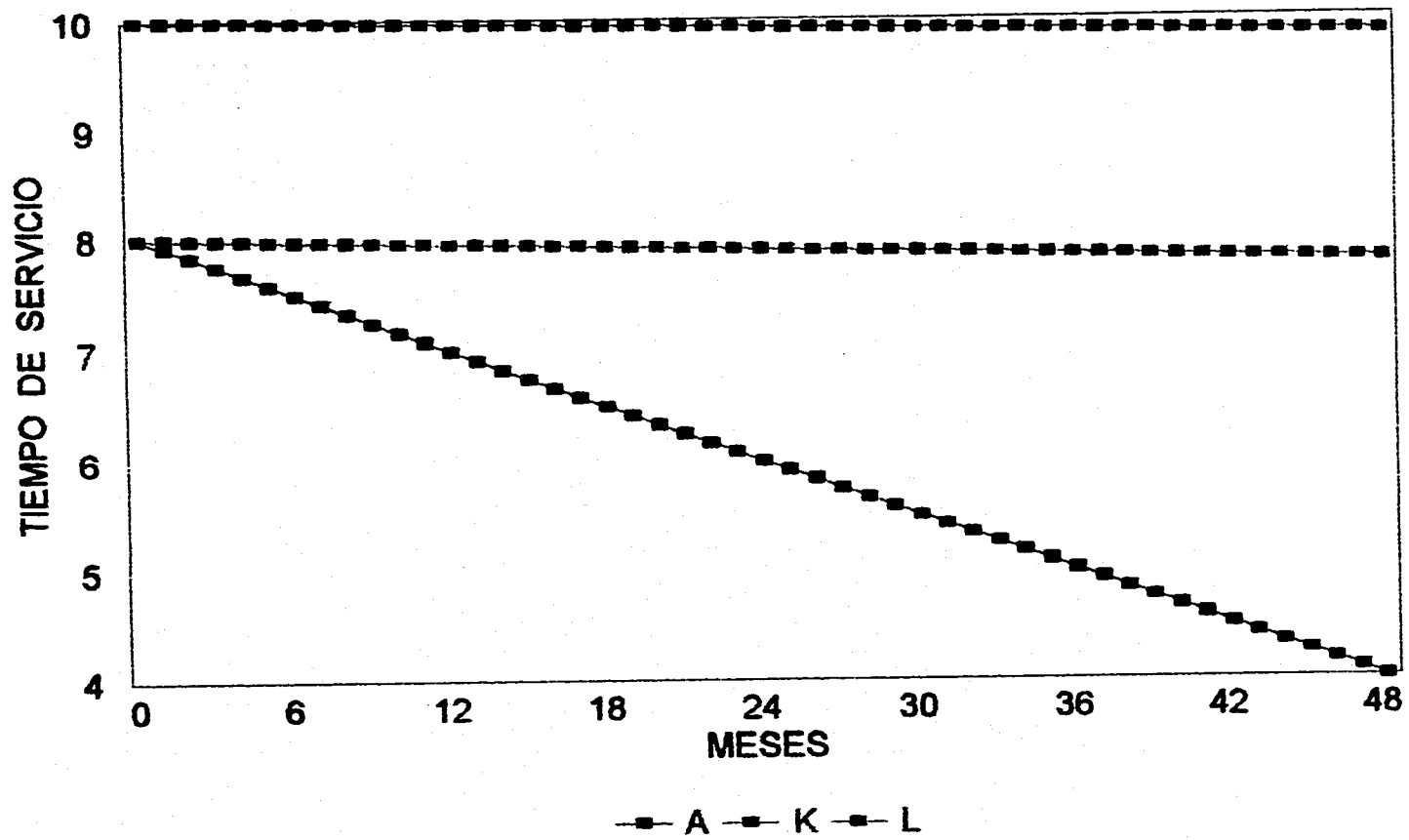
HERRAMIENTAS

Llave stilson  
Llave inglesa  
Pinzas  
Juego de desarmadores  
Martillos  
Carretillas  
Palas  
Bieldos  
Rastrillos

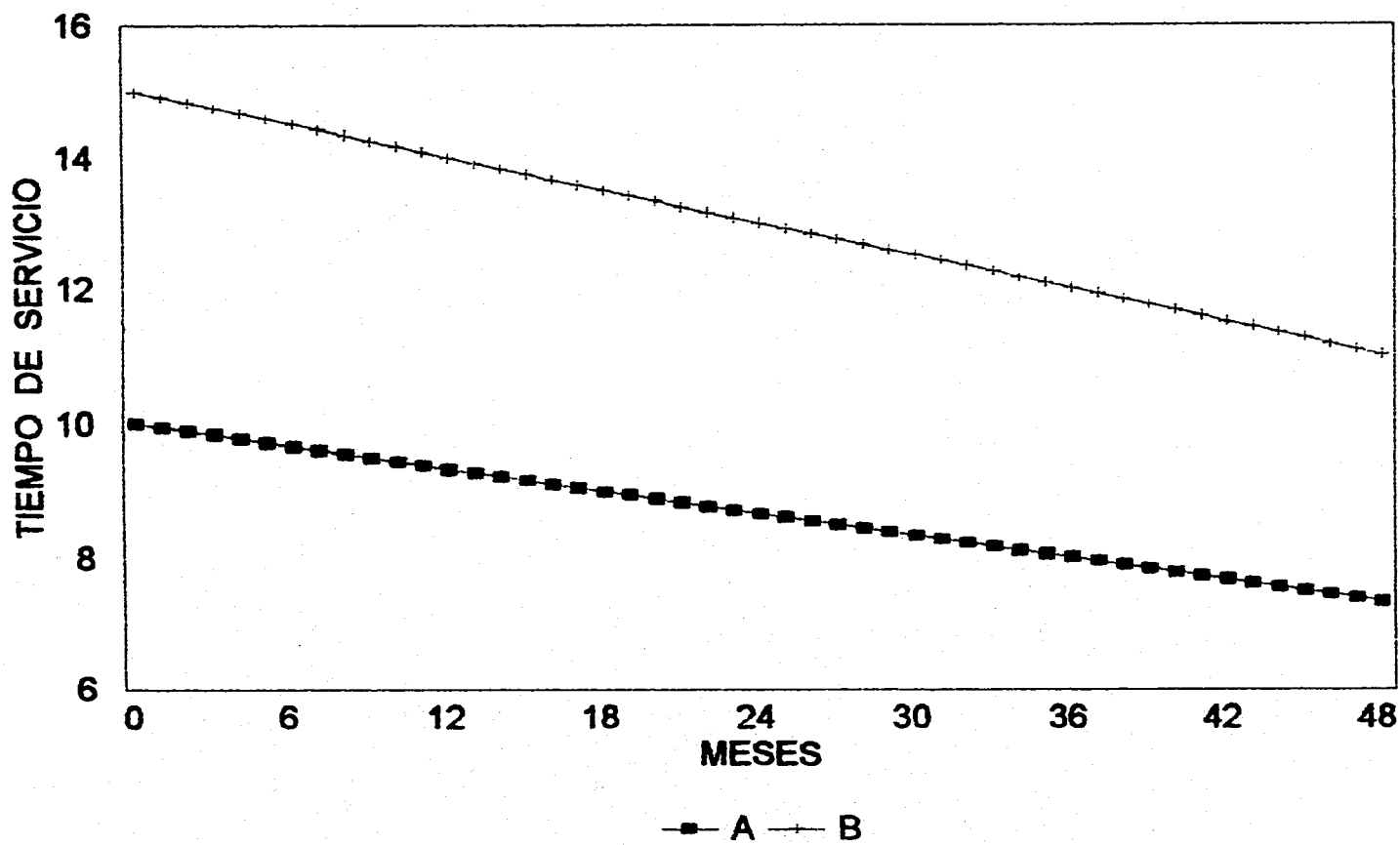
TRANSPORTES

Camioneta pick up  
Camión de tres toneladas

# ECUACION DE RENOVACION (BODEGA)



# ECUACION DE RENOVACION (OFICINA)



## CONCLUSIONES

La propuesta presentada en esta tesis ha tenido por objetivo rescatar el análisis del proceso de trabajo, considerando los aportes de la teoría marxista y el análisis de sistemas, a fin de estudiar la formación de los precios de costo y a partir de lo anterior vislumbrar el potencial impacto de la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos productivos. Se partió del hecho de que las metodologías tradicionales, tanto insumo producto como la teoría microeconómica neoclásica, para la evaluación del efecto de la incorporación de nuevas tecnologías, describen los efectos finales que trae la penetración de estas más nos da elementos explicativos respecto de las fuerzas que inducen a las diferentes empresas a desarrollar y aplicar procesos de innovación tecnológica. En gran medida esto se debe a la complejidad del fenómeno pero la causa principal, de esta carencia reside, en que se considera la tecnología como exógena al sistema de producción. Por ende, se reduce el problema del cambio tecnológico al criterio de selección de técnicas. Esta selección deberá llevarse a cabo, según la teoría tradicional, sobre un conjunto de técnicas desarrolladas y disponibles para los diferentes productores. La problemática analizada en la industria porcícola señala claramente que considerar este enfoque trae como consecuencia la pérdida de competitividad en un contexto de apertura comercial.

Por tanto es innegable que en la realidad detrás del intercambio de mercancías encontramos procesos productivos concretos los cuales se desarrollan sobre la base de la obtención de la ganancia y al mismo tiempo, los medios de producción (maquinaria y materias primas) y la fuerza de trabajo operan atendiendo al proceso productivo en particular para el cual están destinados. Es decir, el aspecto técnico del proceso productivo se puede concebir como el resultado de la articulación de diferentes elementos, a través del cual los insumos intermedios, el uso de los recursos naturales, los elementos necesarios para el mantenimiento del equipo entran a este como un flujo de servicios y valores que están distribuido en un lapso de tiempo, y que serán transformado por el trabajo concreto desplegado mediante el uso de la herramienta y de los bienes de capital. Para el caso sistema de producción porcícola intensivo encontramos los siguientes resultados:

La eficiencia productiva supone que existe un acoplamiento en todos los elementos materiales que componen las etapas parciales del sistema productivo a fin de hacerlo funcional. La secuencia analítica de estos procesos parciales nos describe el uso productivo de las materias primas y materias auxiliares que son modificadas por la acción de diferentes trabajos destinados a controlar las variables fisiológicas de

los cerdos ante el supuesto de que se trabaja con animales biológicamente uniformes en su capacidad reproductiva y en su tasa de producción de biomasa. El equipamiento de las granjas con producción intensiva esta orientado a regular las fluctuaciones en las condiciones ambientales que puedan presentarse en una granja. Dadas las condiciones de control ambiental y genético la secuencia de flujo que describe el sistema de producción depende de la previsión que se tenga sobre el parto de un grupo de hembras. La sincronización del parto posibilita organizar un sistema de supervisión del mismo y con ello incrementar el número de lechones paridos vivos. La eficiencia en el proceso reproductivo, las variaciones climáticas del lugar en donde esta ubicada la granja y la uniformidad de las etapas parciales del proceso productivo determinan las características del modelo de alimentación, del sistema de control de enfermedades y la rotación de los activos fijos utilizados. Asimismo, el desarrollo del proceso de producción intensivo presenta deseconomías para el medio ambiente las cuales se traducen en desechos orgánicos no utilizables. La cantidad de estos desechos y su efecto sobre la ecología se relaciona directamente con la concentración espacial de los animales, el tipo de alimentación que se les da y la eficiencia del sistema de alimentación, cada uno de estos factores deben de ser analizados y tomar medidas de control que sean eficientes tanto en términos económicos como ecológicos.

Dado que la producción intensiva tiende a ser más tecnificada, la medición de los parámetros de transformación en las etapas parciales del proceso productivo constituye una tarea necesaria para prever y estimar los costos de producción. El costo de producción, es por tanto, resultado del consumo productivo que se realice de los elementos materiales del proceso productivo por unidad de tiempo ( cantidad de animales incorporados a la granja para renovar el hato, cantidad de granos y concentrados consumidos, perdida de horas de servicio del equipo etc.) considerando los parámetros de eficiencia que se pretende alcanzar. En este sentido la medición de este consumo productivo se da a partir de la identificación del conocimiento científico que implícita o explícitamente esta asociado a cada etapa del proceso de producción.

En una economía abierta, la dinámica de evolución del sistema de producción intensivo dependerá de los oferentes de insumos los cuales determinarán las coordenadas analíticas del sistemas de producción, el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica tiende por tanto, a marginar del mercado a aquellos productores que no se sitúan en los parámetros internacionales de eficiencia los cuales, cabe subrayar, son determinados por el país que presenta la mayor eficiencia en la producción de granos. Por lo anterior, la posibilidad de perfeccionar los sistemas de producción

intensivos para la producción de carne de cerdo supone el pleno conocimiento, por parte del productor, del sistema de producción que desarrollan, a fin de que pueda tener criterios de selección de insumos y de técnicas asociadas al equipo y/o a los insumos que va a comprar a fin de determinar las potenciales ventajas competitivas y/o los problemas de articulación de los productores porcícolas nacionales con un mercado internacional que demanda un proceso de especialización creciente para éstos y habilidades empresariales que rebasan en mucho las formas tradicionales con las cuales el sector porcícola nacional ha operado. Actualmente, se manifiesta que el acceso incondicional, derivado de la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, a la tecnología de equipos y maquinarias, a animales de alta calidad genética y al mercado de granos no se ha expresado en el incremento de la competitividad del sector porcícola nacional en conjunto. Este hecho apunta, sin duda alguna, a identificar los principales problemas de la industria porcícola nacional en los siguientes aspectos:

i) Ausencia de adiestramiento en el manejo integral de los procesos parciales que definen el proceso de producción porcícola intensivo por parte de productores, técnicos y científicos involucrados en la producción porcícola.

ii) Carencia de una base teórica integral, por parte de las instituciones de educación superior, que generen sistemas de información orientados a analizar las variables científico-tecnológicas involucradas en el sistema de producción intensivo destinadas a permitir a los diversos productores acceder a la tecnología de punta.

iii) Falta de una cultura empresarial dirigida a propiciar sistemas de control de calidad.

iv) Como consecuencia de lo antes expuesto, no existe capacidad de prever el comportamiento de la industria porcícola tanto a nivel nacional como internacional, dificultándose la acción coordinada de los productores para impulsar iniciativas de política económica que fortalezcan la competitividad del sector.

Dado lo antes expuesto el proceso de innovación tecnológica, no puede ser una variable exógena a los productores y por ende no se des

arrolla de manera independiente al sistema de producción de mercancías, más bien la innovación tecnológica es impulsada de manera directa o indirecta por los propios productores mediante la modificación en la interacción de los elementos materiales que forman parte del proceso de producción en los siguientes aspectos:

- a) Imponiendo los ritmos de rotación de los bienes de capital que están siendo utilizado.
- b) Generando cambios en las características físicas de los insumos utilizados.
- c) Modificando las características físicas del producto final.
- d) Transformando aspectos físicos del sistema de producción en flujo.

En este contexto se desarrolla la propuesta metodológica del capítulo primero en el cual se rescata la necesidad de analizar el proceso productivo como un relación social la cual se manifiesta de manera concreta por la especificación y cuantificación de las formas específicas en que se realiza el consumo productivo de materias primas, bienes de capital y materias auxiliares por parte de la fuerza de trabajo, en los procesos de producción. El desarrollo de estos procesos parciales están acotados por un tiempo determinado de lo contrario el proceso parcial sería ineficiente y el objetivo del proceso productivo - la producción de mercancías - no se podría realizar en términos socialmente productivos de esta forma, el fin fundamental de todo proceso de producción capitalista es la realización del trabajo en el menor tiempo posible lo cual supone un uso racional y eficiente tanto de la maquinaria como de los medios de trabajo que serán utilizados para la transformación de la materias primas. El desarrollo de una economía del tiempo, base de la competencia capitalista, se determinan por relaciones cuantitativas monetarias que son las que dan contenido y viabilidad técnica, económica y social a los procesos productivos. Para los diferentes productores privados e independientes estas relaciones monetarias se presentan como datos a partir de los cuales pueden realizar su proceso de producción. Implícitamente, se considera que el abastecimiento de los insumos, el uso de los recursos naturales, y la cantidad de trabajo incorporado en el momento  $t$  se relacionan con procesos productivos adyacentes que determinan la viabilidad técnica del sistema de coordenadas que definen al sistema productivo el cual se analiza.

La diferencia cualitativa de estos elementos se presenta desde el punto de vista de los precios relativos como una diferencia cuantitativa que determina su movimiento total (rotación). El desgaste físico de la maquinaria y la velocidad con que son transformadas las materias primas en el proceso productivo es el determinante de los precios de las mercancías finales es decir, las condiciones materiales del proceso de producción se presentan desde el punto de vista formal como el desarrollo del capital constante fijo y del capital constante circulante.

La experiencia adquirida al analizar el sistema de producción porcícola nos indica que para los productores la relación de precios relativos se constituye en



problema solamente cuando observan que sus niveles de ganancia se ven afectadas por los cambios en la política arancelaria, es decir centran su atención en dicho problema si el Estado no subsidia sus costos. Por lo anterior, se constata que el análisis desarrollado en el capítulo primero es pertinente dado que la depreciación resultado del deterioro físico de los bienes de capital es el factor fundamental que determina la tasa de depreciación y por ende, el porcentaje anual que se carga al precio de las mercancías por dicho deterioro físico. No existen análisis de la forma en que se puede calcular el costo fijo que se carga al producto a partir de factores técnicos relacionados con la durabilidad de los bienes, la calidad de estos y el grado de utilización promedio que se imponga en la rama así como del comportamiento de la demanda derivada. Las características de la rotación del capital constante dependen desde el punto de vista técnico de las propiedades físicas de los materiales que componen los medios de producción (resistencia de materiales, potencia de construcción etc.), de las condiciones de utilización en las cuales operan (cargas de utilización, condiciones atmosféricas, acción de sustancias químicas etc.) y de la intensidad de utilización. Dado que, por un lado, los objetos que componen el capital constante fijo se diferencian en cuanto a la propiedad de sus materiales, incluso los de la misma clase, y que por otra parte las condiciones de operación no son homogéneas resulta que; los diversos objetos que componen al capital constante fijo tienen un periodo de utilización diferente es decir su tasa de depreciación varía. Sin embargo, apoyándose en la experiencia y las características técnicas medias imperantes en una actividad económica se puede establecer un periodo de utilización medio para los objetos de un tipo dado de capital fijo. Al plantear esta hipótesis respecto al sistema de producción intensivo se verificó que existe una carga asociada con un costo mínimo, costo que determinará el nivel de operación para la economía máxima. Esta economía máxima acorta el periodo de recuperación del capital constante fijo y por lo tanto disminuye las posibilidades de pérdidas debidas a obsolescencia e insuficiencia. Sin embargo la disparidad en la vida útil de los bienes de capital y el gran número de variables que tienen que ser controladas indican la precariedad del sistema en términos de armonía. Es por tanto fundamental profundizar el estudio respecto al patrón de depreciación de los bienes de capital el cual debe de estimarse a partir de especificar los siguientes aspectos: Cual es el sistema de generación de energía utilizado, el sistemas de transmisión de la misma, los sistemas de control desarrollados en el proceso productivo, la velocidad de transformación de materias primas y auxiliares, y las características físicas y químicas de los materiales que componen a los bienes de capital. Para el caso considerado

descubrimos que la variable genética se convierte en el determinante del sistema por lo que la metodología desarrollada da elementos para analizar el impacto socioeconómico del desarrollo de las llamadas nuevas técnicas biotecnológicas.

La sistematización del proceso productivo porcícola nos permitió generar una serie de indicadores, mediante tablas de distribución de frecuencias que nos describen la cantidad de servicios prestados por un bien de capital en un tiempo determinado. Constatamos que el capital materializado en medios de producción se recupera de acuerdo a un patrón de utilización determinado por la relación valor-tiempo, el cual considera que la depreciación y/o recuperación del valor de un bien de capital en el tiempo esta determinada, en términos técnicos, por la cantidad de bienes producidos por unidad de tiempo, los insumos utilizados, los materiales necesarios para el mantenimiento del equipo, las horas hombre trabajadas durante el desarrollo del sistema de producción y el proceso de desgaste de un bien de capital. Al evaluar la depreciación los diversos bienes de capital verificamos que su diseño técnico se sustenta en la existencia de un sistema de producción que no manifiesta discontinuidades, que es funcional y que es armónico. La cantidad de la fuerza de trabajo empleada, así como el grado de explotación de esta y por ende los niveles de rentabilidad de la empresa, están en función del diseño técnico de los equipos. Los procesos crecientes de mecanización y automatización y con ello el incremento de la rotación del capital constante, y todas sus implicaciones en el uso de la fuerza de trabajo, necesariamente generan una adecuación de las características físicas de las materias primas a ser transformadas en función de las características técnicas de la maquinaria ( consumo de energía, velocidad de transformación, condiciones de control). Lo anterior trae como consecuencia una tendencia a establecer niveles de especialización crecientes en las etapas parciales del proceso de producción y paradójicamente una simplificación creciente de las actividades realizadas por los diferentes tipos de trabajo. En términos del producto final esto se expresa en lo siguiente : la maquinaria reduce la cantidad de horas obreros trabajadas por cantidad de materia prima utilizada y aumenta la cantidad de materia transformada en producto en un determinado tiempo de trabajo. El consumo de capital constante circulante se presenta en términos dinámicos como un tasa de flujo está, indica la doble dimensionalidad del proceso de trabajo a saber: número de unidades apropiadas por unidad de tiempo (kilo wats/hora, metros cúbicos de combustible/hora, metros de hilo / hora etc.). Con la determinación de la tasa de flujo es posible describir y analizar el uso combinado de cada elemento utilizado en el proceso productivo y con ello determinar la participación que tiene en el costo del producto en

un momento determinado. A partir de la tasa de flujo se pueden calcular los coeficientes técnicos. Estos coeficientes constituyen la relación de dos corrientes: la de los desembolsos y la del producto en un período determinado. Asimismo estos coeficientes unitarios nos especifica el grado social de productividad del trabajo, comparando con los factores objetivos del proceso de producción. La productividad del trabajo se reflejará por tanto en el volumen relativo de materias primas y auxiliares que el obrero convierte en producto ( y la cantidad de capital constante fijo utilizado ), en base a ello podemos definir una técnica de producción por los desembolsos unitarios, o bien por la productividad de la fuerza de trabajo asociada a determinado conjunto de medios de producción. Las técnicas de producción se diferencian por tanto por: la duración del período productivo, la distribución de los desembolsos unitarios en el tiempo, los principios científicos sobre los cuales se desarrollan la generación de energía, la transmisión de la misma, la velocidad de transformación de la materia a partir del capital constante utilizado, las características de las materias primas utilizadas, y la organización de los procesos elementales en el tiempo. Cabe señalar que la tasa de productividad de la fuerza de trabajo depende fundamentalmente de la uniformidad del sistema de producción. El sistema analizado es un claro ejemplo del efecto que tiene el control de las variables biológicas sobre la planeación, desarrollo y control del proceso productivo. La planeación de los requerimientos de trabajo en los procesos de producción es posible determinarlos, independientemente de las características del trabajo concreto que se despliegue, a partir de describir las llamadas operaciones unitarias que en el caso de la producción porcícola Intensiva están acotadas sin embargo no han sido estudiadas y sistematizadas con base a las condiciones reales de los diversos productores. Podemos afirmar que las ecuaciones de renovación nos da elementos para comprender la relación que existe entre la estructura de precios de una empresa y las relaciones técnicas de producción lo cual supone determinar los cambios en los requerimientos de insumos consumidos por unidad de mercancía producida, la estructura del mercado de los oferentes, los patrones de competencia que Imperan entre ellos, sus índices de capacidad instalada, las variaciones de precios ante diversas coyunturas del mercado, la capacidad de respuesta de los oferentes de materias primas ante cambios en la demanda y los niveles de calidad de los insumos que producen. Asimismo, la ecuación nos posibilita determinar la distribución del costo del capital constante fijo en el tiempo lo cual incluye determinar el patrón de depreciación del capital constante fijo, estimar los requerimientos de mantenimiento del equipo, evaluar la funcionalidad y armonía del sistema productivo y determinar el

valor futuro del dinero. Por otra parte, la ecuación temporal de costos nos especifica los requerimientos de fuerza de trabajo los cuales se asocian a los niveles de capacidad utilizada del capital constante fijo y a los requerimientos técnicos del mismo, en términos de costos, la determinación de lo anterior permite evaluar cambios en los niveles de salario por unidad de mercancía. Esto tiene como base la posibilidad de que todo sistema de producción tiende necesariamente a un proceso de estabilización en el cual la renovación de los objetos se uniformiza llegando a un promedio de renovación de los elementos objetivos del proceso de producción, este promedio es linealmente dependiente del periodo medio de utilización de los mismos. En términos técnicos lo anterior significa que los procesos productivos que satisfacen la demanda de una empresa se coordinan en función del proceso de uniforme de renovación. Los niveles de calidad de los insumos, el potencial de transformación de los procesos productivos que satisfacen las demanda por insumos y los tiempos de entrega se planean a fin de que siempre exista en el mercado una oferta continua. La variación de las inventarios deseados, que en el modelo de equilibrio de existencias se presentan, observan perfiles históricos relativamente estables y sus variaciones dependen del volumen de producción que se obtenga por unidad de tiempo. Es decir la relación entre oferta y demanda esta reflejando la relación de diferentes sistemas de producción y de técnicas que posibilitan procesos de producción de bienes finales continuos y los cuales articulan los requerimientos y las variaciones de mercado. La contabilización del capital constante circulante aparece en los libros de contabilidad bajo los rubros de activos de trabajo que incluye las materias primas y los productos que se encuentran en proceso de elaboración. El que un proceso técnico este plenamente desarrollado implica que se tiene determinado los desembolsos unitarios del sistema y que las variaciones de estos en el tiempo no pueden tener modificaciones abruptas en la medida en que la producción sigue un proceso evolutivo sustentado en sistemas de producción relativamente definidos existe por tanto, un rango de sustitución entre insumos que permite mantener el precio del producto en rangos relativamente estables. Considerando este supuesto se tiene que en este caso, el costo por unidad de producto es proporcional a la cantidad de productos elaborados. En otras palabras la contabilización del capital constante circulante guarda una relación estrecha el índice de capacidad utilizada aspecto que en la contabilidad de la depreciación del capital constante fijo no se puede apreciar en la medida en que se evalúa a partir de el calculo actuarial en el cual considera los aspectos técnicos del proceso de producción como la variación del valor del dinero. En el caso de la producción porficia intensiva constatamos el proceso de estabilización del sistema

sobre la base de los procesos técnicos que le dan contenido. Los parámetros de eficiencia que rigen el comportamiento de quienes integran el sector productor de carne de cerdo se han ido estructurando a partir del desarrollo de las diferentes industrias que constituyen la oferta de insumos para los granjeros (productores de alimentos balanceados, farmacéutica, animales de alto rendimiento, etcétera), así como por los sectores que determinan el proceso de transformación final del producto para ser llevado al mercado (empacado de carne). Siendo, el factor determinante de la rentabilidad para los productores directos es el precio de los granos; de estos los principales son: maíz, trigo, sorgo, soya y avena. La producción porcícola intensiva se generalizó cuando el precio de los derivados de hidrocarburos se incrementó a raíz del aumento de los precios internacionales de los energéticos. Consecuencia lógica de esa inestabilidad fue que la producción de cerdos, bajo el sistema de confinamiento, se generalizó con el fin de reducir las variaciones estacionales propias del ciclo biológico de esta especie. Mediante el control del medio ambiente se logró que a finales de la década de los setenta la distribución de las lechigadas fuera uniforme a lo largo del año. Asimismo la producción porcícola se arraigó aún más como consecuencia de la modernización tecnológica de la industria de empackado de carne mediante fusiones y asociaciones, lo cual implicó para ella una alta concentración. Dicha política permitió reducir los índices de subutilización y mejorar los sistemas de empackado. Ambos aspectos definen las características empresariales que tiene que reunirse para poder participar en el sector a saber: conocer el uso de sus activos, las formas concretas en que operan y su incidencia sobre el proceso de crecimiento biológico del cerdo, con el fin de tener elementos de juicio para decidir: a) la incorporación de nuevos procesos o productos tecnológicos, b) cuándo debe renovarse o repararse la planta, c) el nivel de especialización, con el fin de enfrentar a la competencia. La habilidad empresarial también involucra el perfecto conocimiento del mercado de insumos (pie de cría, alimentos balanceados, medicamentos), la elaboración de estrategias de organización para la crianza de corto plazo con el fin de no saturar el mercado y, fundamentalmente, la capacidad para desarrollar análisis sobre la demanda futura que permitan al productor establecer planes de comercialización que garanticen el pleno uso de su capacidad instalada. Las tendencias de innovación que se presentan en las granjas y en la industria procesadora apuntan a consolidar esta estructura de mercado. Así, por ejemplo, muchas investigaciones tienden a buscar el acortamiento del periodo de destete a parto en los cerdos, con el fin de incrementar el número de unidades vendidas por ciclo productivo, lo cual implica un cambio en los métodos y formas de alimentación

de los animales de las granjas. La formulación de las dietas tendrá que sujetarse a los siguientes objetivos económicos: procurar que el cerdo alcance un potencial máximo en cada una de sus etapas de crecimiento, así como también minimizar el costo de alimentación por tonelada producida o el de alimentación por cerdo. Dependiendo de la relación entre costo de adquisición del alimento y costo de alimentación por unidad producida en cada granja, se podrá incrementar el margen de ganancia si aumenta la productividad del hato, aun cuando el costo de la alimentación se incremente en términos absolutos. El factor determinante es, en consecuencia, la uniformidad genética del hato confinado.

Por el lado de la industria empacadora, las innovaciones son fundamentalmente de organización, y se centran en el establecimiento de redes de información computarizadas que permiten la planeación de la capacidad instalada en función de la demanda efectiva que pueda presentarse.

La utilización de las funciones descritas en el capítulo 1 nos dan una guía bastante clara de las interrelaciones técnicas que implícitamente se presentan. Las ventajas de utilizar las funciones dinámicas reside en que no sólo nos posibilita describir el consumo productivo tanto de los objetos de trabajo, de los insumos utilizados y de la fuerza de trabajo sino que además nos orienta sobre los principios científicos y tecnológicos en los cuales se basa las diversas etapas parciales del proceso de producción. Con ello es posible simular el impacto que tendría la incorporación de la innovación tecnológica a nivel de proceso o de producto. Asimismo, y según lo expuesto en el capítulo 1, se estaría en posibilidad de ligar las posibles impactos que a nivel monetario y/o financiero pudiera tener las modificaciones en el sistema de producción ocurridas por la incorporación del cambio tecnológico. Teóricamente esto supone que el proceso de trabajo, como proceso de producción de plusvalor, es el eje a través del cual se puede comprender los diferentes niveles en los cuales la dinámica de la competencia se les impone a los capitales privados e independientes. La competencia relaciona el valor de uso de la fuerza de trabajo con la producción de valores, mediante su consumo productivo y con ello se realiza la transformación del trabajo (como actividad viva y orientada a un fin) en capital. Al convertirse en parte del capital el trabajo se ve sometido históricamente a relaciones técnicas de producción, estas, un primer momento, se le presentan a los capitalistas mediante la estructura de precios relativos. Los capitalistas al comprar materias primas y medios de producción tienen una gama de opciones respecto a la durabilidad de los bienes de capital, transformación de energía, resistencia de los materiales, características de

físicas y químicas de las materias primas, es decir las características de estas mercancías como valores de uso son los determinantes del desarrollo del proceso de producción como productor de valor en el sentido de que, su consumo productivo determina las características del bien final. A su vez, estos valores se expresan en el intercambio como precios relativos ante la cual los capitalistas tienen que seleccionar aquellas mercancías que le permitan un eficiente proceso productivo. El consumo eficiente de los elementos materiales del proceso productivo se mide a través de la rotación de estos. La rotación potencial de cada una de las materias primas y bienes de capital nos determina, los márgenes de la productividad del trabajo con lo cual, se comprende de manera más precisa el efecto de la competencia sobre la fijación tanto del tiempo de trabajo socialmente necesario, como del valor individual de las mercancías en un espacio en donde los capitalistas confrontan precios de mercado. El desarrollo de Marx sobre el proceso de producción si bien nos sitúa en un nivel metodológico (abstracción) en el cual los capitalistas desarrollan un intercambio de mercancías a través de sus valores, el proceso de producción guarda su esencia y naturaleza como un proceso de explotación en donde el consumo productivo se constituye en la base para la reproducción. A nivel de lo concreto real, el hecho de que los capitalistas no compren sus mercancías a sus valores en nada invalida el uso de estas como valores de uso destinados a ser valores de cambio. Cuando el capitalista vende el producto final a su precio de mercado el trabajo contenido en sus mercancías se reconoce socialmente al mismo tiempo como valor individual, como valor social y como precio de producción todo esto manifiesto en el precio del producto final. La incorporación de innovaciones tecnológicas (proceso o producto) para el capital productivo se relaciona directamente en el precio de costo de sus mercancías, ya que es el espacio concreto que define al capital productivo como privado e independiente. El efecto final de la incorporación de las innovaciones tecnológicas se tiene que medir a partir de la vinculación del capital productivo con las diferentes figuras del capital en funciones (capital mercantil, capital dedicado al tráfico de dinero, capital financiero) las cuales permiten el desarrollo del ciclo de distribución y/o de reproducción. Esto nos conduce al segundo nivel de análisis para ver el efecto del cambio tecnológico. Los gráficos del capítulo 2 nos ilustran, en términos estáticos, el proceso productivo en términos contables. A partir de la contabilidad de la empresa las diferentes figuras del capital condicionan su participación para el desarrollo del ciclo de valorización el cual, lo presentan en forma capitalizada. Es por ello que se nubla la relación entre proceso de producción y de circulación. La incorporación de innovaciones tecnológicas en los procesos

productivos tiene que ser codificada a través de esta contabilidad financiera. Lo expuesto en el capítulo 1 nos determina que información se requiere para establecer el vínculo entre el proceso de producción y la contabilidad financiera. Al respecto cabría señalar lo siguiente: Es necesario para analizar el sistema productivo con sus aspectos financieros para presentar el precio de oferta de los bienes de capital considerar el valor presente del rendimiento probable a obtener, que depende de la tasa potencial bruta por hombre ocupada, que esta en función, en primer término, y *ceteris paribus*, del incremento de la productividad de la fuerza de trabajo asociada al uso de los bienes de capital, aplicando la tasa de descuento que resultante de la rentabilidad obtenida de diversos periodos previos de producción que logra igualar dichos rendimientos al precio de costo de los bienes de capital. Esta medida de rentabilidad sugerida supone en primer lugar, que las expectativas a futuro se ligan al potencial uso de los bienes de capital, y por ende al nivel de valorización alcanzado con el uso asociado de la fuerza de trabajo a los bienes de capital. Y en segundo lugar, que el valor de los bienes de capital tienen una tendencia a ajustarse al valor probable del dinero. Es decir las relaciones monetarias reflejan el efecto de la competencia inter e intra capitalista. En conclusión, sobre la base del análisis de las relaciones técnicas de producción se sustenta la interpretación analítica de la rentabilidad de los capitales privados e independientes respecto al mercado financiero y las metodologías que estos capitales imponen al capital productivo se sostiene que para abordar para el análisis del impacto tecnológico en el proceso productivo se requiere:

a) determinar las ventajas específicas, desventajas o limitaciones que proporciona determinada innovación tecnológica comparada con el equipamiento y prácticas productivas que se esperarían remplacen.

b) identificar que sectores industriales se beneficiarán y dependerán de los procesos de innovación tecnológica una vez que estos han sido ordenados como técnicas productivas.

c) Estimar en prospectiva económica las ventajas de la innovación tecnológica respecto a la organización de los subgrupos de plantas industriales que actualmente operan considerando, su posición competitiva, la producción de productos mixtos, su escala de operación, su capacidad de utilización y la disponibilidad de insumos.

d) Una vez logrado lo anterior indicar, cuales subgrupos que probablemente presenten desventajas económicas significativas por la adopción de la innovación tecnológica o bien porque la adaptación de la innovación regularmente va acompa-



ñada de atrasos, incremento de costos o confusiones en su proceso de adaptación antes de que la adaptación de la innovación impacte positivamente las ganancias y los niveles de utilización de la capacidad instalada.

e) Explorar la posibilidad de que al aplicarse la innovación tecnológica se haga atractivo la entrada a nuevos competidores en la industria.

## Bibliografía

- AGLIETTA, Michel, *Regulación y crisis del capitalismo*. México, Siglo XXI, 1979.
- Anderson, Arthur L., *Swine Management including feeding and breeding*, EUA, J. B. Lippincott, 1957.
- BRAVERMAN, Harry, *Trabajo y capital monopolista*, México, Nuestro Tiempo, 1978.
- COMPANYS Pascual, Ramón, *Previsión tecnológica y de la demanda*. Barcelona, España, Marcombo, Boixareu, 1990.
- CORIAT, Benjamín, *Ciencia, Técnica y Capital*. España, Madrid, H. Blume, 1976.
- CORIAT, Benjamín, *El taller y el robot. Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica*. México, Siglo XXI, 1992.
- Doperto Díaz, José Miguel y María Xóchitl Guerra García, *Planeación y evaluación de empresas porcinas*, vol. 2, México, Trillas, 1986.
- Easter, J. Odle y D.H. Baker, "Nutrient Allowance for Swine", *Feedstuffs Reference Issue*, Illinois, 1991.
- English, Peter R., William J. Smith y Alastair, MacLean, *La cerda: cómo mejorar su productividad*, México, El manual moderno, 1981.
- FREEMAN, Cristopher, *The Economics of Industrial Innovation*. Great Britain, Manchester, Penguin Modern Economics Texts, 1974.
- GIRAL, José y González, Sergio, *Tecnología Apropriada*. México, Alhambra, 1980.
- GOLD, Bela, Rosegger, Gerhard y Boylan, Jr., Myles G., *Evaluating Technological Innovations*. United States of America, Massachusetts: Lexington Books, 1980.
- HARCOURT, G. C., *Teoría del capital*, Barcelona, España, Oikos-tau, 1975.
- HEERTJE, Arnold, *Economía y progreso técnico*. México, Fondo de Cultura Económica, 1984.
- HENDERSON, J. M. y Quandt R. E., *Teoría Microeconomica*, Barcelona, España, Editorial Ariel, 1981.
- HICKS, John, *Métodos de economía dinámica*. México, Fondo de Cultura Económica, 1989.

- LANGE, Oskar, *Economía Política I*. México, Fondo de Cultura Económica, 1982.
- LANGE, Oskar, *Economía Política II*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.
- LANGE, Oskar, *Los todos y las partes, Una teoría general de conducta de sistemas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.
- MANDEL, Ernest, *El capitalismo Tardío*, México, Era, 1980.
- MANDEL, Ernest, *Las ondas largas del desarrollo capitalista, La interpretación marxista*, Madrid, España, Siglo XXI, 1986.
- MARX, Karl, *El Capital, Crítica de la Economía Política, El proceso de producción del capital (Libro Primero, Vol. 1)*. México, Siglo XXI, 1980.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso de producción del capital (Libro Primero, Vol. 2)*, México, Siglo XXI, 1979.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso de producción del capital (Libro Primero, Vol. 3)*, México, Siglo XXI, 1985.
- MARX, Karl, *El Capital. Libro Primero, Capítulo VI (inédito)*, México, Siglo XXI, 1980.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso de circulación del capital (Libro Segundo, Vol. 4)*, México, Siglo XXI, 1982.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso de circulación del capital (Libro Segundo, Vol. 5)*, México, Siglo XXI, 1984.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso global de la producción capitalista (Libro Tercero, Vol. 6)*, México, Siglo XXI, 1984.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso global de la producción capitalista (Libro Tercero, Vol. 7)*, México, Siglo XXI, 1983.
- MARX, Karl, *El Capital. Crítica de la Economía Política. El proceso global de la producción capitalista (Libro Tercero, Vol. 8)*, México, Siglo XXI, 1981.

- MARX, Karl, *Capital y tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863)*, México, Terra Nova, 1980.
- MERHAV, Meir, *Dependencia tecnológica, monopolio y crecimiento*, Buenos Aires, Argentina, Periferia, 1972.
- NADAL Egea, Alejandro y Salas Páez, Carlos, *Bibliografía sobre el análisis económico del cambio técnico*, México, El Colegio de México, 1988.
- NAYLOR, Thomas y Vernon, John, *Economía de la Empresa*, Buenos Aires, Argentina, Amorrortu, 1973.
- PASINETTI, Luigi, *Lecciones de teoría de la producción*, México, Fondo de Cultura Económica, 1984.
- PATIENCE y Thacker, *Swine Nutrition Guide*, PSC, Saskatchewan, 1989.
- RAMÍREZ Necochea, Ramiro, "Ambiente enfermedad", México, UAM-Xochimilco.
- , y Ma. de Lourdes Alonso Spilsbury, *Administración de empresas porcinas*, México, UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1989.
- RICHTA, Radovan, *La civilización en la encrucijada*, Madrid, España, Ayuso, 1974.
- ROJO Duque, Luis A., *Lecturas sobre la teoría económica del desarrollo*, Madrid, España, Gredos.
- Ron Plain, Hog prices, "A look back to 1992 and look ahead to 1993", EUN, *Swine Day Research Report*, 1993.
- ROSENBERG, Nathan, *Tecnología y economía*, Barcelona, España, Gustavo Gili, 1979.
- RUIZ González, Manuel y Mandado Pérez, Enrique, *La innovación tecnológica y su gestión*, Barcelona, España, Boixareu, 1989.
- SUMANTH, David J., *Ingeniería y administración de la productividad*, México, Mc Graw - Hill, 1993.
- SYLOS Labini, Paolo, *Oligopolio y progreso técnico*, Barcelona, España, Oikos - Tau, 1966.
- TEECE, David J., *The multinational corporation and the resource cost of international technology transfer*, United States of America, Massachusetts: Ballinger Publishing Company, 1976.
- THUESEN, H. G., Fabrycky, W. J., Thuesen, G. J., *Ingeniería económica*, México, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1986.

- VALLE Baeza, Alejandro, *Valor y precio: una forma de regulación del trabajo social*, México, UNAM, Facultad de Economía, 1991.
- WEBB, Samuel C., *Economía de la empresa*, México, Limusa, 1991.
- WHITE, Howard L., *Introduction to Industrial Chemistry*, United States of America: John Wiley & Sons, 1986.
- WILLIAMS, Trevor, *Historia de la tecnología desde 1900 hasta 1950*, México, Siglo XXI, 1988.
- Woltman R.O, Bates and Disselhorst, "The Missouri on farm Swine Evaluation and Genetic Improvement Program", EUN, *Swine Day Research Report*, 1993.