Lecciones de microeconomía

Producción, costes y mercados



Descargas/material para alumnos
www.edicionespiramide.es

María Beatriz Corchuelo Martínez-Azúa
Antonia Quiroga Ramiro

PIRÁMIDE

Lecciones de microeconomía

Producción, costes y mercados

MARÍA BEATRIZ CORCHUELO MARTÍNEZ-AZÚA
PROFESORA TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA DEL ÁREA DE FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES DE BADAJOZ (UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA)

ANTONIA QUIROGA RAMIRO
PROFESORA TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA JUBILADA DEL ÁREA DE ECONOMÍA APLICADA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES DE BADAJOZ (UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA)

Lecciones de microeconomía

Producción, costes y mercados

EDICIONES PIRÁMIDE

COLECCIÓN «ECONOMÍA Y EMPRESA»

Director:
Miguel Santesmases Mestre
Catedrático de la Universidad de Alcalá

Edición en versión digital

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro electrónico, su transmisión, su descarga, su descompilación, su tratamiento informático, su almacenamiento o introducción en cualquier sistema de repositorio y recuperación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, conocido o por inventar, sin el permiso expreso escrito de los titulares del copyright.

© María Beatriz Corchuelo Martínez-Azúa y Antonia Quiroga Ramiro, 2014
© Primera edición electrónica publicada por Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2014
Para cualquier información pueden dirigirse a piramide_legal@anaya.es
Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid
Teléfono: 91 393 89 89
www.edicionespiramide.es
ISBN digital: 978-84-368-3096-5

Índice

Prólogo 13

Aspectos diferenciadores de la obra 19

1. La producción 23

1. Introducción 23
2. La función de producción 24
   2.1. El corto y el largo plazo 25
3. La producción en el corto plazo 26
   3.1. Productividad total (o producto total) del factor variable 26
   3.2. Productividad media (o producto medio) del factor variable 27
   3.3. Productividad marginal (o producto marginal) del factor variable 28
   3.4. Etapas de la producción 37
4. La producción en el largo plazo 42
   4.1. Eficiencia técnica y eficiencia económica 43
   4.2. Las curvas isocuantas 45
   4.3. La relación de sustitución técnica 47
   4.4. Casos particulares de tecnologías 50
      4.4.1. Factores complementarios perfectos 50
      4.4.2. Factores sustitutivos perfectos 52
5. Rendimientos a escala 55
   5.1. Rendimientos decrecientes a escala 55
   5.2. Rendimientos crecientes a escala 56
   5.3. Rendimientos constantes a escala 57
   5.4. La función de producción Cobb-Douglas 58
   5.5. Relación entre curvas isocuantas y rendimientos a escala 59

Preguntas verdadero/falso 61
Problemas propuestos 63

© Ediciones Pirámide

2. Los costes de la producción 67

1. Introducción 67
2. Los costes de producción a corto plazo 68
   2.1. Coste total, fijo y variable medio 69
   2.2. El coste marginal 70
   2.3. Representación gráfica de los costes de producción a corto plazo 73
3. Mínimo y óptimo de explotación 80
   3.1. Relación entre coste marginal y coste medio variable: el mínimo de explotación 80
   3.2. Relación entre coste marginal y coste total medio: el óptimo de explotación 82
4. Relación entre producción y costes de producción a corto plazo 83
5. Los costes a largo plazo: la elección de los factores minimizadores de costes. 86
   5.1. La recta isocoste 86
   5.2. El equilibrio de la producción 91
   5.3. La senda de expansión de la empresa 97
6. Los costes de producción a largo plazo 100
7. Costes medios y marginales a largo plazo 103
8. Relación de los costes a corto y largo plazo. La dimensión óptima de la empresa 104
9. Costes a largo plazo y rendimientos a escala 108

Preguntas verdadero/falso 118
Problemas propuestos 120

3. Maximización del beneficio 123

1. Introducción 123
2. Los ingresos 124
3. Relación entre ingreso marginal y elasticidad de la demanda respecto al precio 127
4. El beneficio de la empresa 129
5. Los factores productivos y el equilibrio de la empresa 143
   5.1. Corto plazo 143
   5.2. Largo plazo 145

Preguntas verdadero/falso 152
Problemas propuestos 154

4. Maximización del beneficio de la empresa perfectamente competitiva. Oferta y elasticidad 155

1. Introducción 155
2. Características de los mercados de competencia perfecta 155
3. Ingreso total, medio y marginal de la empresa perfectamente competitiva . 156
4. Maximización del beneficio a corto plazo de la empresa perfectamente competitiva 158

© Ediciones Pirámide

5. La oferta a corto plazo de la empresa precio-aceptante y la condición de cierre 161
5.1. Distintas situaciones del empresario perfectamente competitivo 165
6. La función de oferta de la empresa perfectamente competitiva y sus determinantes 175
7. El excedente del productor 176
8. Curva de oferta de un mercado perfectamente competitivo 178
9. La función de oferta del mercado perfectamente competitivo 180
9.1. Variación de la cantidad ofrecida y variación de la oferta 180
10. Maximización de beneficios a largo plazo del mercado perfectamente competitivo 184
11. La elasticidad de la oferta 187
11.1. Elasticidad de la oferta respecto al precio (elasticidad precio-oferta). 188
11.2. Valor numérico de la elasticidad precio de la oferta 189
11.3. Caso particular: funciones de oferta rectilíneas 192
11.4. Determinantes de la elasticidad-precio de la oferta 196
Preguntas verdadero/falso 197
Problemas propuestos 199

5. El equilibrio del mercado 201

1. El mercado y el equilibrio 201
1.1. Equilibrio inestable 204
1.2. Equilibrio neutro 206
1.3. Equilibrio estable 208
2. Equilibrio estable: el mecanismo de los precios 209
3. Alteraciones del equilibrio 214
3.1. Variaciones de la demanda 215
3.2. Variaciones de la oferta 219
3.3. Variaciones de la demanda y la oferta 222
4. Equilibrio competitivo y eficiencia 229
5. Los mercados de factores 240
5.1. Interdependencia de los mercados 240
Problemas propuestos 244

6. Intervención del Estado en el mercado 247

1. Algunas aplicaciones: intervención del Estado en el mercado 247
2. Precios máximos 247
3. Precios mínimos 253
4. Impuestos indirectos 257
4.1. Impuesto específico sobre los consumidores 257
4.2. Impuesto específico sobre los productores 259
4.3. Solución analítica 262
4.4. Análisis de la incidencia económica del impuesto 266
4.5. Pérdida irrecuperable de eficiencia generada por un impuesto 267

© Ediciones Pirámide

5. Establecimiento de subvenciones 270
5.1. Subvención específica sobre los consumidores 270
5.2. Subvención específica sobre los productores 271
5.3. Solución analítica 273
5.4. Incidencia económica de la subvención 274
5.5. Pérdida irrecuperable de eficiencia generada por una subvención 278
Preguntas verdadero/falso 281
Problemas propuestos 283

7. Los mercados de competencia imperfecta: el monopolio 285

1. Introducción 285
2. El monopolio 287
3. Ingreso total, medio y marginal del monopolista 289
4. Maximización del beneficio a corto plazo del monopolista 294
4.1. Pérdida irrecuperable de eficiencia generada por el monopolio 299
5. Condición de cierre del monopolista 304
6. Capacidad del monopolista 312
7. Curva de oferta del monopolista 317
8. El monopolio multiplanta 317
9. Discriminación de precios 321
9.1. Discriminación de precios de primer grado 321
9.2. Discriminación de precios de segundo grado 324
9.3. Discriminación de precios de tercer grado 324
10. El monopolio social 331
11. La regulación del monopolio 333
11.1. Regulación mediante fijación de precios 333
11.2. Regulación de monopolios privados 336
12. Excedentes en el monopolio lucrativo, el monopolio social y la competencia perfecta 340
12.1. Monopolio 342
12.2. Monopolio social 346
12.3. Competencia perfecta 352
13. El equilibrio a largo plazo del monopolio 360
Problemas propuestos 362

8. Los mercados de competencia imperfecta: el oligopolio 365

1. Introducción 365
2. El duopolio 366
3. Modelos de duopolio 369
3.1. Modelo simétrico o de Cournot 369
3.2. Modelo asimétrico 380
3.3. Modelo de independencia de Bowley 399
3.4. Modelo de independencia total 404
3.5. Modelo de Bertrand 408

© Ediciones Pirámide

3.6. Modelo de Stackelberg 410
3.7. Modelo de cártel (duopolio colusivo) 416
4. Comparación de los modelos analizados con coste igual a cero y con demanda lineal 421
Preguntas verdadero/falso 428
Problemas propuestos 430

Bibliografía 433

Material complementario en www.edicionespiramide.es (descargas/material complementario)

— Problemas resueltos.
— Recapitulación: ejercicios tipo test.
— Recapitulación. Respuestas correctas.
— Apéndice matemático.

© Ediciones Pirámide

Prólogo

En este manual se aborda el estudio de la conducta del mercado por el lado de la oferta, que se une, posteriormente, al estudio de la demanda para analizar los mercados. En este sentido, complementa el manual *Análisis microeconómico I*[1], elaborado por las mismas autoras.

La teoría de la empresa parte del supuesto de que el empresario pretende **maximizar su beneficio.** La unidad económica con la que se trabaja es la «empresa», o simplemente «el productor». Los **productores** desempeñan dos funciones económicas básicas:

1. Demandan, en los mercados de factores, los recursos de producción necesarios para producir los bienes y servicios que ofrecen en los mercados.
2. Ofrecen, en los mercados de bienes, los bienes y servicios que producen y permiten satisfacer las necesidades de los consumidores.

Nos centramos en la segunda función: los productores son oferentes en los **mercados de bienes.** El modelo básico se refiere, en gran medida, a las relaciones técnicas que implican la transformación de factores productivos en bienes y servicios, produciendo una cantidad estipulada de forma económicamente eficiente. Por ello, el estudio de la oferta del mercado ha de comenzar con el estudio de la producción y los costes de producción, enlazando, posteriormente, con el estudio de los mercados.

El estudio de la empresa se realiza, al igual que el estudio del consumidor, a través de una serie de pasos o etapas.

El primer paso consiste en analizar el **proceso de producción** de la empresa (capítulo 1). El análisis se simplifica al caso más simple de utilización de dos fac-

[1] Este manual se complementa con el indicado: Corchuelo, B. y Quiroga, A. (2010): *Análisis Microeconómico I*. Delta Publicaciones Universitarias.

© Ediciones Pirámide

tores productivos (trabajo y capital), que se clasifican en fijos y variables con el fin de realizar la distinción entre el corto y el largo plazo.

El segundo paso es analizar el aspecto económico de la producción: los **costes de producción**, diferenciando el estudio, asimismo, en el corto y largo plazo (capítulo 2). El interés del estudio de los costes de la producción se encuentra en su relación con las **diversas estructuras de mercado,** pues la supervivencia en el mercado dependerá de que las empresas produzcan con el menor coste posible, teniendo en cuenta la tecnología existente. Los conceptos implícitos en el estudio de la producción y los costes permiten plantear el comportamiento racional de la empresa como un proceso de elección de la cantidad de factores que **minimiza sus costes** dada la producción a obtener (problema primal), o bien que trata de **maximizar su producción** dados los recursos financieros de que dispone (problema dual), de cuya solución se obtiene la función de **demanda de factores** de la empresa.

El tercer paso consiste en analizar los **ingresos** que obtiene la empresa por la venta de los bienes producidos, lo que, conjuntamente con los costes, permite determinar el resultado de la empresa, es decir, el **beneficio** que obtiene (capítulo 3). El objetivo de la empresa, **maximizar su beneficio,** permite obtener la cantidad que ofrece en el mercado.

Estos pasos centran el análisis en el estudio de una empresa. Sin embargo, el mercado de un bien está formado por muchas empresas y oferentes. Determinamos, bajo el supuesto de mercados perfectamente competitivos, la **curva de oferta del mercado** (capítulo 4). La **función de oferta del mercado** incluye todos los factores que pueden influir en la oferta de un bien. Dependiendo de que varíe, *ceteris paribus,* el precio del bien o los precios de los factores, nos podremos **mover a lo largo** de la curva de oferta, o bien la curva de oferta del mercado experimentará **desplazamientos.**

Dadas las condiciones de ingresos y costes, demanda (analizada en *Análisis microeconómico I*) y oferta, el análisis de los mercados se basa en el supuesto general de que los mercados son **libres** y que el objetivo del empresario es **maximizar su beneficio.** En el capítulo 5 se analiza el equilibrio del **mercado perfectamente competitivo** y se lleva a cabo el análisis de la eficiencia, para abordar, a partir de aquí, el estudio de los mercados de competencia imperfecta.

Antes de analizar otras estructuras de mercado se estudian **diferentes formas de intervención del Estado en el mercado** y cómo influye su intervención en el análisis de la eficiencia (capítulo 6). En este sentido, se estudia el efecto de los controles de precios (precios máximos y mínimos) y del establecimiento de impuestos y subvenciones, y sus efectos económicos.

El mercado de competencia perfecta es una estructura ideal en la que los supuestos de partida son muy restrictivos. Al cambiar los supuestos de partida nos encontramos con otras estructuras de mercados, más similares a las reales, que conforman los **mercados de competencia imperfecta.** Éstos se diferencian de la competencia perfecta, fundamentalmente, en la existencia de **poder de mercado.**

© Ediciones Pirámide

Ello implica que las empresas no aceptan el precio fijado en el mercado por consumidores y oferentes, sino que disponen de un cierto margen de maniobra para poder fijar el precio de los bienes que ofrecen, que no coincide con su coste marginal.

Este manual estudia, en primer lugar, el mercado que más difiere con el mercado de competencia perfecta: el **monopolio** (capítulo 7). Esta estructura de mercado se caracteriza por la existencia de un único vendedor que vende un producto único o que no tiene sustitutivos cercanos para muchos demandantes. Los monopolios surgen debido a la existencia de fuertes barreras de entrada. Estas barreras no son, sin embargo, permanentes en el tiempo, salvo en el caso de que la propia estructura de la industria justifique como eficiente la existencia de una única empresa en él, que es el caso de los **monopolios naturales.** La asignación de equilibrio a que conducen los monopolios no es eficiente en comparación al equilibrio competitivo. La **pérdida de eficiencia** causada por el monopolio justifica la intervención de los gobiernos para tratar de evitar efectos económicos no deseados a través de la regulación, control de precios o impuestos.

Además del monopolio, se analiza otra estructura de mercado de bienes de competencia imperfecta intermedia entre la competencia perfecta y el monopolio: el **oligopolio** (capítulo 8), que se caracteriza por ser escasas las empresas que compiten entre sí, de manera que las decisiones sobre el precio y la cantidad dependen de las adoptadas por las empresas rivales. El análisis teórico de este mercado se simplifica en este manual al considerar sólo dos empresas compitiendo en el mercado, a partir de las cuales se analizan en detalle diferentes modelos de **duopolio** (colusivos y no colusivos).

De forma resumida, los **conceptos económicos** fundamentales que se analizan en el manual *Lecciones de microeconomía: producción, costes y mercados* son los siguientes:

— Producción.
— Factores productivos.
— Función de producción.
— Productividad total, media y marginal de un factor variable.
— Ley de los rendimientos decrecientes.
— Máximo técnico y óptimo técnico.
— Eficiencia técnica y eficiencia económica.
— Curvas isocuantas.
— Relación marginal de sustitución técnica.
— Mapa de curvas de isocuantas.
— Casos particulares de tecnologías.
— Rendimientos a escala.
— Coste económico.

© Ediciones Pirámide

— Coste total, medio y marginal a corto plazo.
— Mínimo de explotación y óptimo de explotación.
— Coste total, medio y marginal a largo plazo.
— Recta isocoste.
— Senda de expansión de la empresa.
— Elección óptima del productor.
— Casos particulares de elección óptima.
— Dimensión óptima de la empresa.
— Relación entre costes medios a largo plazo y rendimientos a escala.
— Excedente del productor.
— Ingreso total, medio y marginal.
— Ingreso marginal y elasticidad de la demanda.
— Beneficio económico.
— Mercados de competencia perfecta.
— Curva de demanda, ingreso total, medio y marginal del empresario perfectamente competitivo.
— Maximización de beneficios (a corto y largo plazo) del empresario perfectamente competitivo.
— Condición de cierre a corto plazo de la empresa en competencia perfecta.
— Curva de oferta individual del empresario precio-aceptante.
— Curva de oferta del mercado.
— Movimientos y desplazamientos de la curva de oferta del mercado.
— Elasticidad oferta-propio precio.
— Precios máximos.
— Precios mínimos.
— Impuestos y subvenciones.
— Excedente total.
— Pérdida irrecuperable de eficiencia.
— Mercados de competencia imperfecta.
— Características del monopolio.
— Origen de los monopolios.
— Curva de demanda del monopolista.
— Ingreso total, medio y marginal del monopolista.
— Máximo técnico y óptimo técnico.
— Maximización del equilibrio del monopolista (a corto y largo plazo).
— Curva de oferta en el monopolio.
— Monopolios naturales.

© Ediciones Pirámide

— Monopolio social.
— Monopolio multiplanta.
— Regulación del monopolio.
— Discriminación de precios.
— Características del oligopolio.
— Modelos de duopolio.

© Ediciones Pirámide

Aspectos diferenciadores de la obra

En este manual se explican conceptos teóricos y prácticos de Microeconomía con un doble objetivo:

1. Facilitar la comprensión de conceptos fundamentales en el estudio de la teoría de la *empresa* (producción y costes) y los *mercados*.
2. Profundizar, de una manera ordenada, en los contenidos que dichas partes abarcan.

La idea de su elaboración surgió, fundamentalmente, de la necesidad de hacer comprender a los alumnos la importancia que para el análisis microeconómico tiene un instrumento importante como son las *matemáticas*. La economía es una ciencia «útil» que, en cierto modo, tiene un carácter instrumental que se orienta a generar conocimientos que sirvan para mejorar el bienestar de las personas y para ser guía de acción de los individuos y las sociedades. Sin embargo, el estudio de la economía requiere, en palabras de Keynes, del desarrollo de multitud de facetas; «tiene que llegar a mucho en diversas direcciones y debe combinar facultades naturales que no siempre se encuentran reunidas en un mismo individuo». Aceptando la complejidad de la economía en sentido amplio, y centrando su atención en su relación con las matemáticas, la propia consideración de la economía como «asignación eficiente de los recursos escasos» va estrechamente vinculada al objetivo de la programación matemática en todas sus versiones.

Más concretamente, el análisis microeconómico está constituido, en casi su totalidad, por modelos que sirven para simplificar, al mostrar, de una forma simple y sencilla, realidades complejas. Los modelos extraen las características más relevantes de una situación, y las matemáticas, como instrumento, permiten realizar predicciones concretas (que después se deberán contrastar) y descubrir nuevas relaciones entre las variables que, *a priori,* podían no ser evidentes. De esta forma,

© Ediciones Pirámide

la formulación matemática logra expulsar la especulación de la discusión en una ciencia social como la economía. M. Santos[1] subraya de esta forma el papel central de la construcción matemática de la ciencia económica: «las matemáticas son útiles en la construcción de la situación idealizada, siendo un pilar fundamental de nuestra capacidad de raciocinio. Obviamente, las matemáticas ofrecen las herramientas básicas para la construcción y análisis de modelos, los cuales en una etapa posterior serán evaluados de acuerdo a su poder predictivo».

Todo lo anterior justifica el **primer elemento diferenciador** de la obra:

> ***Este manual pone un énfasis especial en vincular el lenguaje artificial y simbólico de las matemáticas a la resolución de los problemas económicos complejos a los que se enfrentan los agentes de la sociedad.***

Con esta intención, algunos de los ejemplos que se incluyen en las diferentes lecciones desarrollan funciones más complejas en cuanto a su tratamiento o derivación que las que se suelen incluir en un manual estándar de microeconomía. Estas funciones son las mismas que se estudian, seguro que paralelamente en muchas universidades, en la asignatura de matemáticas. Sin embargo, nuestra experiencia docente ha detectado que los alumnos no son capaces de unificar ambas materias y ver la utilidad que un correcto estudio y comprensión de la formalización matemática tiene para el estudio de la teoría microeconómica (y la económica en general).

Otro elemento de vínculo y comprensión de las matemáticas en el estudio de la microeconomía es el *Apéndice matemático* disponible en www.edicionespiramide.es (descargas/material complementario), que sirve de apoyo y permite que el alumno relacione los conceptos que estudia en matemáticas con su aplicación concreta al ámbito de la microeconomía.

Nuestro segundo interés ha sido diseñar un material que se ajuste a los requerimientos que exige el *Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)* y la forma de impartir la enseñanza basada en el *aprendizaje del alumno.* Entre los grandes retos marcados por el *EEES* se encuentran la nueva organización de las enseñanzas y el replanteamiento del proceso de *enseñanza-aprendizaje,* que implica pasar de una docencia basada en la *enseñanza* del profesor a otra basada en el *aprendizaje* del alumno desde una perspectiva integral, es decir, como un conjunto de competencias y conocimientos. Ello conlleva un replanteamiento del nuevo papel que ha de desempeñar el profesor y su metodología de trabajo, así como su interacción con los alumnos. El papel fundamental del profesor es *enseñar a aprender,* lo que supone que la docencia se vuelve más compleja, pues el profesor se tiene que convertir en un guía u orientador que permita que el alumno sea capaz de aprender autónomamente.

---

[1] M. Santos, «Reflexiones sobre las matemáticas y la economía». En R. Febrero (ed.), *Qué es la economía,* Pirámide, 1997, pp. 101-118.

© Ediciones Pirámide

Todo este planteamiento justifica el **segundo elemento diferenciador** de la obra:

> ***En el manual se exponen los conceptos que el alumno debe asimilar, de forma que facilite el trabajo del estudiante con el apoyo del profesor, acompañado, en cada una de las lecciones, de una serie de ejemplos que explican, de forma práctica, los contenidos analizados.***

Se presentan unos conceptos básicos susceptibles de ser mostrados en las clases dedicadas a *grupo grande,* los cuales se complementan con *ejercicios prácticos* para desarrollar en *seminarios* o pequeños grupos y con otras *actividades* de repaso de lo analizado en la lección a través de *preguntas verdadero-falso*. Los *ejercicios de recapitulación,* también disponibles en la citada página web, sirven para reforzar aún más los contenidos del manual.

Es evidente señalar, no obstante, que este manual tiene lógicamente elementos en común con otros manuales teóricos de la materia, pues se deben abordar unos determinados contenidos. No obstante, consideramos que aporta también algunas **novedades** u otros **elementos diferenciadores adicionales** que pretenden, principalmente, facilitar el aprendizaje del alumno, y que se pueden concretar en:

1.º Exposición detallada de los conceptos, acompañados por *ejemplos matemáticos* que analizan las diversas situaciones que se pueden presentar, todo ello sin olvidar la *representación gráfica,* que ayuda visualmente a reforzar los *contenidos teóricos*.

2.º Los ejercicios que se plantean, tanto durante la explicación de la lección como al final, son numerosos, lo cual permite el trabajo autónomo del alumno a partir de los conceptos presentados. En general, a través de las diferentes lecciones se ha intentado conseguir un equilibrio entre la explicación económica, su representación gráfica y su vínculo con la formulación analítica, de forma que resulte práctico y útil para el alumno y el profesor.

En definitiva, consideramos que los contenidos y la forma de presentación de la obra, junto a sus principales objetivos, que conectan dos materias (matemáticas y microeconomía) presentando los contenidos de una forma novedosa en relación a otros materiales y su adaptación a las necesidades del EEES, permiten que se pueda considerar un instrumento útil de apoyo y base de la enseñanza de esta disciplina.

LAS AUTORAS

© Ediciones Pirámide

1 La producción

1. INTRODUCCIÓN

Una empresa es una organización que produce y vende bienes y servicios. La empresa, para producir un bien, necesita contratar factores de producción que, que por ser escasos, suponen ciertos costes. En este capítulo se trabaja con el aspecto técnico de la producción, la función de producción, que muestra la relación que existe entre los factores que utilizan las empresas y el volumen de producción que obtienen dada su tecnología. Una vez que se conoce la relación material (o física) entre los factores y los productos, entonces se podrán introducir los costes de los factores necesarios para obtener los productos, es decir, el aspecto económico de la producción, al cual se dedica el capítulo 2. Este análisis es fundamental para explicar las decisiones de oferta de las empresas que maximizan sus beneficios.

La producción es el proceso mediante el cual se transforman los factores productivos en productos terminados. Desde el enfoque de los economistas, el término producción es aún más general, y se define como toda actividad capaz de crear utilidad actual o futura.

Los factores productivos son los recursos necesarios para producir. Son factores productivos la tierra, el capital, el trabajo, la tecnología, la iniciativa empresarial, etc. No obstante, la clasificación más frecuente utilizada por los economistas clásicos es la que considera los factores tierra (T), trabajo (L) y capital (K).

El **factor tierra** representa, en general, los recursos naturales que pueden utilizarse en la realización de los procesos de producción.

El **factor trabajo** se refiere al factor humano que se incorpora en la producción, englobando las actividades tanto físicas como intelectuales.

Finalmente, por **factor capital** se considera a los bienes duraderos producidos por la economía y que son utilizados en la producción de otros bienes y servicios.

© Ediciones Pirámide

2. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

La cantidad de producto que una empresa puede obtener combinando factores productivos depende de la tecnología utilizada. Dada una determinada tecnología, la relación entre la cantidad de factores productivos utilizados y la cantidad de producto que puede obtenerse se conoce con el nombre de función de producción.

De forma matemática, representamos la función de producción mediante la fórmula:

$$\underbrace{x}_{\substack{\text{producto}\\ \text{final}}} = \underbrace{x(K,L,T\ldots)}_{\substack{\text{combinación de}\\ \text{factores productivos}}}$$

que indica que la cantidad producida, *x,* del producto X depende de la característica de la función de producción (la tecnología utilizada) y de las cantidades de factor trabajo (L), factor capital (K), recursos naturales (T), y demás factores productivos o recursos empleados en la producción. Por ejemplo, esta función de producción podría representar la cantidad de tomates que produce un campesino al año, la cual depende de la maquinaria utilizada (factor K), del número de trabajadores contratados (factor L), de la cantidad de tierra cultivada (factor T), así como de otros factores (fertilizantes, semillas, etc.).

EJEMPLO 1

La tabla siguiente compara la producción obtenida con dos funciones de producción, $x = 10 \cdot K^{1/2} L^{1/2}$ y $x = 5 \cdot K^2 L^{1/2}$, donde K es el factor capital y L el factor trabajo, utilizando la misma cantidad de factores.

		$x = 10 \cdot K^{1/2} L^{1/2}$	$x = 5 \cdot K^2 L^{1/2}$
K	***L***	***x***	
1	1	10	5
2	2	20	$20\sqrt{2}$
3	3	30	$45\sqrt{3}$
...	...	...	...
10	20	$100\sqrt{2}$	$1.000\sqrt{5}$
20	10	$100\sqrt{2}$	$2.000\sqrt{10}$
...	...	...	...

© Ediciones Pirámide

Para simplificar el análisis, vamos a considerar que en la función de producción intervienen solamente dos factores productivos, capital (K) y trabajo (L). De esta forma, la función de producción de un bien X se expresa: $x = x(K, L)$.

Siendo x la cantidad de producto X que se obtiene a partir de la combinación **técnicamente eficiente**[1] de los factores productivos capital (K) y trabajo (L).

2.1. El corto y el largo plazo

Para el estudio de la producción, dependiendo de que puedan alterarse o no todos los factores productivos, se distingue entre el largo plazo y el corto plazo.

El corto plazo se considera aquel período de tiempo en el que la empresa no puede ajustarse totalmente a los cambios producidos en las condiciones del mercado. Existen **factores fijos** (que no varían con el nivel de producción) y **factores variables** (que varían con el nivel de producción).

Si se considera el factor capital constante, $K = \bar{K}$, la expresión de la función de producción a corto plazo es: $x = x(\bar{K}, L)$, que únicamente depende del factor trabajo (L).

Si se considera el factor trabajo constante, $L = \bar{L}$, la expresión de la función de producción a corto plazo es: $x = x(K, \bar{L})$, que únicamente depende del factor capital (K).

En el largo plazo, por el contrario, no hay factores fijos, pues se considera que la empresa tiene capacidad suficiente para ajustar la cantidad de todos los factores productivos que participan en la producción y que se puede adecuar a los cambios que afectan a la demanda de su producto. En el largo plazo, por tanto, todos los factores productivos son variables.

La función de producción a largo plazo, considerando variables los dos factores productivos, capital (K) y trabajo (L) es: $x = x(K, L)$. Las funciones de producción del **ejemplo 1** son funciones de producción a largo plazo, pues se analiza la cantidad de producto que se obtiene cuando variamos las cantidades de los dos factores productivos.

EJEMPLO 2

La función $x = L^2 \cdot (4K + 2) - 2L^3$ es una función de producción a largo plazo de un proceso productivo en el que sólo intervienen los factores trabajo (L) y capital (K).

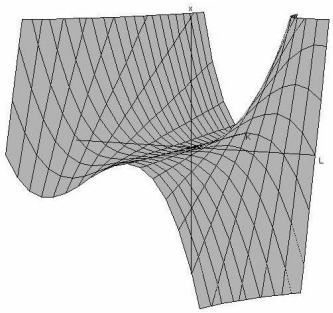
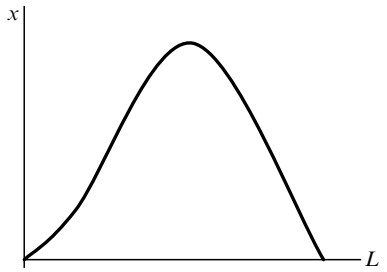
Si consideramos constante el capital en, por ejemplo, $K = 10$, la función tiene un factor fijo (K) y otro factor variable (L).

[1] Un proceso productivo es técnicamente eficiente cuando no es posible fabricar la misma cantidad de producto usando menos de algún factor y no más de los restantes. Existe eficiencia técnica cuando el productor maximiza su producto dada una combinación de factores. Este concepto se amplía más adelante.

© Ediciones Pirámide

La función $x = L^2 \cdot \left(4 \cdot \underbrace{10}_{\bar{K}} + 2 \right) - 2L^3 = 42L^2 - 2L^3$ es una función de producción a corto plazo.

Los gráficos siguientes muestran la representación de la función de producción a largo plazo $x = L^2 \cdot (4K + 2) - 2L^3$, y a corto plazo $x = 42L^2 - 2L^3$.

Función de producción a largo plazo	Función de producción a corto plazo
$x = L^2 \cdot (4K + 2) - 2L^3$	$x = 42L^2 - 2L^3$
	

3. LA PRODUCCIÓN EN EL CORTO PLAZO

En el corto plazo se supone que al menos uno de los factores de la producción permanece constante o fijo. La función de producción orienta las decisiones de producción a corto plazo, al mostrar a la empresa qué cantidad del factor variable necesita para alcanzar la producción deseada.

La función de producción con la que trabajamos considera como factor fijo el factor capital (K): $x = x(\bar{K}, L)$.

Algunos conceptos interesantes relacionados con la producción en el corto plazo son los expuestos en los siguientes subepígrafes.

3.1. Productividad total (o producto total) del factor variable

Se llama productividad total (o producto total) del factor variable a la cantidad de producto X que se puede obtener mediante la utilización del factor variable. De forma matemática: $PT_L = x = x(L)$.

El producto total depende solamente del factor variable trabajo (L), al considerar que el factor capital (K) es un factor fijo.

© Ediciones Pirámide

3.2. Productividad media (o producto medio) del factor variable

La productividad media es el número de unidades producidas por unidad de factor utilizada. Se obtiene dividiendo la productividad total entre la cantidad del factor utilizada:

$$PMe_L = x_L^* = \frac{PT_L}{L} = \frac{x(L)}{L}$$

El producto medio depende solamente del factor variable trabajo, L, al considerar que el factor capital, K, es un factor fijo.

EJEMPLO 3

En la función de producción a corto plazo del **ejemplo 2**, $x = 42L^2 - 2L^3$, donde L representa el factor trabajo,

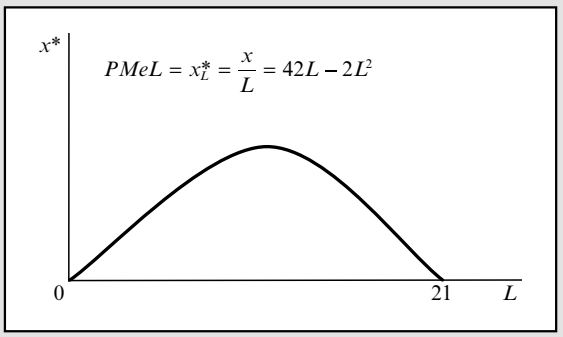
$$PMe_L = x_L^* = \frac{x}{L} = \frac{42L^2 - 2L^3}{L} = 42L - 2L^2$$

es la función productividad media.

Si se emplean en la producción 10 trabajadores, $L = 10$, entonces la producción media es: $PMe_{10} = x_{10}^* = 420 - 200 = 220$, e indica el número de unidades de producto obtenido por cada trabajador empleado cuando el número de trabajadores es 10.

Si se emplean en la producción 12 trabajadores, $L = 12$, entonces la producción media es ahora igual a $PMe_{12} = x_{12}^* = 504 - 288 = 216$ unidades de producto obtenido por cada trabajador empleado cuando el número de trabajadores es 12.

La representación gráfica de la función productividad media es la siguiente:



© Ediciones Pirámide

3.3. Productividad marginal (o producto marginal) del factor variable

La productividad marginal (o producto marginal) de un factor variable es la relación entre el incremento del producto total y el incremento del factor variable, manteniendo los demás factores de la producción constantes. De forma matemática se expresa:

$$PMg_L = \frac{\Delta PT_L}{\Delta L} = \frac{\Delta x(L)}{\Delta L}$$

El producto marginal del trabajo depende solamente del factor variable trabajo, L, al considerar que el factor capital, K, es un factor fijo. Cuando la cantidad de factor empleado aumenta en una unidad, la productividad marginal indica el aumento que experimenta la productividad total debido a la incorporación del último trabajador:

$$PMg_L = \frac{\Delta PT_L}{\underbrace{\Delta L}_{=1}} = \frac{\Delta x(L)}{1} = \Delta x(L)$$

Si, por otra parte, se considera que la función de producción, $PT_L = x_L = x(L)$, es derivable y los incrementos del factor variable trabajo, L, son infinitesimales, el producto marginal coincide con la primera derivada de la función de producción total respecto a L.

$$PMg_L = \lim_{\Delta L \to 0} \frac{\Delta x(L)}{\Delta L} = \frac{dx(L)}{dL} = x'_L$$

EJEMPLO 4

En la función de producción a corto plazo $x = 42L^2 - 2L^3$, en la que L representa el factor trabajo, la función productividad marginal del trabajo es $PMg_L = 84L - 6L^2 = x'_L$.

Si se emplean 10 unidades de factor trabajo, $L = 10$, entonces: $PMg_{10} = x'_{10} = 840 - 600 = 240$. Como la productividad marginal del trabajo es positiva, se deduce que la productividad total aumenta debido a un aumento del factor trabajo cuando se pasa de emplear 9 unidades a emplear 10 unidades[2].

[2] El aumento total de la cantidad producida, cuando se pasa de emplear 9 unidades a emplear 10 unidades, es:

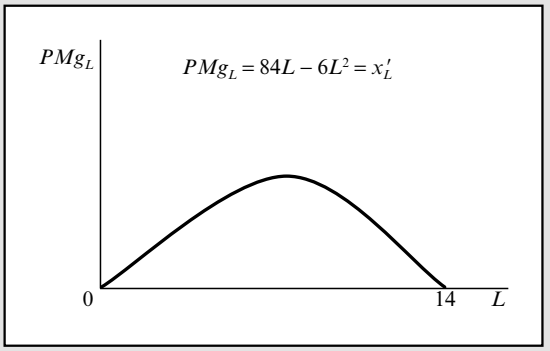
$$\Delta x(10) = PT_{10} - PT_9 = \underbrace{(84 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^3)}_{PT_{10}} - \underbrace{(84 \cdot 9^2 - 2 \cdot 9^3)}_{PT_9} = 2.200 - 1.944 = 256$$

© Ediciones Pirámide

Si se aplican 12 unidades de factor trabajo, $L = 12$, la productividad marginal del trabajo es: $PMg_{12} = x'_{12} = 1.008 - 864 = 144$, e indica que la productividad total aumenta debido a un aumento del factor trabajo empleado cuando pasa de 11 a 12 unidades[3].

Si se utilizan 15 unidades de factor trabajo, $L = 15$, la productividad marginal del trabajo será: $PMg_{15} = x'_{15} = 1.260 - 1.350 = -90$. En este caso, al ser la productividad marginal del trabajo negativa cuando $L = 15$, la productividad total disminuye debido a un aumento, de 14 a 15, unidades del factor trabajo empleado[4].

La representación gráfica de la función productividad marginal del factor L es la siguiente:



En el caso de funciones de producción con varios factores productivos variables, $x = x(K, L, T, ...)$, para determinar la función productividad marginal de cada uno de los factores variables se emplearían las derivadas parciales de la función de producción respecto a cada uno de los factores variables.

Si la función de producción es $x = x(K, L)$, el producto marginal del trabajo es $PMg_L = \dfrac{\partial x}{\partial L} = x'_L$ (considerando fijo el factor capital, K) y el producto marginal del capital es $PMg_K = \dfrac{\partial x}{\partial K} = x'_K$ (considerando fijo el factor trabajo, L).

---

[3] El incremento total de la cantidad producida, cuando se pasa de emplear 11 unidades a emplear 12 unidades, es:

$$\Delta x(12) = PT_{12} - PT_{11} = \underbrace{(84 \cdot 12^2 - 2 \cdot 12^3)}_{PT_{12}} - \underbrace{(84 \cdot 11^2 - 2 \cdot 11^3)}_{PT_{11}} = 2.592 - 2.420 = 172$$

[4] El aumento total de la cantidad producida, cuando se pasa de emplear 14 unidades a emplear 15 unidades, es:

$$\Delta x(15) = PT_{15} - PT_{14} = \underbrace{(84 \cdot 15^2 - 2 \cdot 15^3)}_{PT_{15}} - \underbrace{(84 \cdot 14^2 - 2 \cdot 14^3)}_{PT_{14}} = 2.700 - 2.744 = -44$$

© Ediciones Pirámide

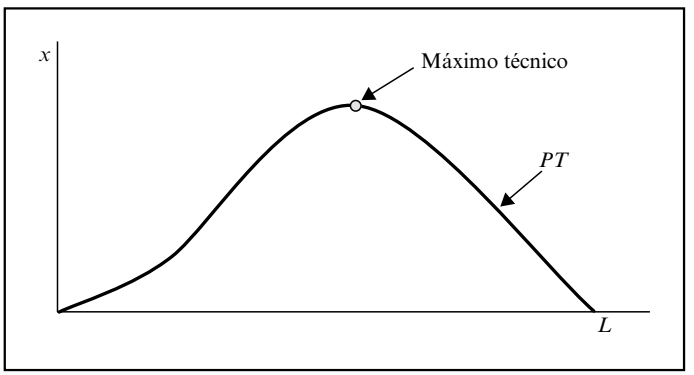
EJEMPLO 5

De la función de producto total $PT_L = x = L^2 \cdot (4K + 2) - 2L^3$ se obtienen las funciones:

$$\begin{cases} PMg_L = x'_L = \dfrac{\partial x}{\partial L} = 2L \cdot (4K + 2) - 6L^2 \Rightarrow \text{Productividad marginal del factor trabajo} \\ PMg_K = x'_K = \dfrac{\partial x}{\partial K} = 4L^2 \Rightarrow \text{Productividad marginal del factor capital} \end{cases}$$

Gráficamente, la función de producción típica (o estándar) a corto plazo (función de rendimiento) permite representar la **curva de productividad total** a partir de la cual se obtienen las **curvas de productividad marginal** y de **productividad media del factor variable.**

Dada la función de producción a corto plazo: $x = x(\bar{K}, L)$, en la cual el factor capital (K) es el factor fijo, la función de productividad total del factor trabajo estándar se representa gráficamente de la forma siguiente:

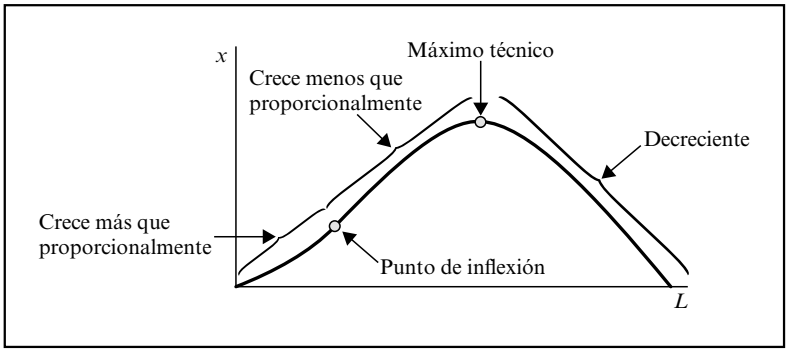


Se observa que la curva de productividad total del factor trabajo parte del origen de coordenadas, ya que no se obtiene ninguna cantidad de producto si no se utiliza ninguna unidad de factor trabajo. A partir de aquí, la curva de productividad total es creciente, pues la producción crece con sucesivos aumentos del factor variable. No obstante, primero crece más que proporcionalmente, pues la incorporación de una unidad adicional de factor hace incrementar a una tasa creciente la cantidad de producto, si bien a partir de un determinado número de unidades del factor la producción aumenta a un nivel más lento (menos que proporcionalmente), hasta alcanzar el máximo de producto total. En algunos casos, el nivel de producción puede acabar disminuyendo conforme aumenta la cantidad empleada del

© Ediciones Pirámide

factor variable. Al disponer de una cantidad limitada de factor capital, la incorporación de un trabajador adicional puede acabar molestando en la producción.

Como se ha indicado, en la parte creciente la curva de producto total suele crecer en un tramo más que proporcionalmente hasta una determinada cantidad del factor trabajo, lo que determina la parte convexa de la curva (convexa respecto al origen de coordenadas, o cóncava según la dirección positiva del eje de ordenadas).



A partir de esa cantidad de factor trabajo (punto de inflexión) la función crece menos que proporcionalmente y la curva es cóncava respecto al origen. A este fenómeno se le conoce como **Ley de los rendimientos decrecientes.** Se trata de un fenómeno a corto plazo, que se debe a la existencia de algún factor fijo y que, formalmente, se puede expresar de la forma siguiente: «si se añaden cantidades iguales de un factor variable y se mantienen fijos todos los demás factores, acaban disminuyendo los incrementos resultantes de la producción». Esta «Ley» se justifica por el hecho de que, al principio, según se van incorporando trabajadores, manteniéndose constante el factor capital, se facilita la especialización en el trabajo, lo que hace mejorar la productividad. Sin embargo, las mejoras no se producen indefinidamente, de forma que, una vez alcanzado cierto nivel de producción (punto de inflexión), el incremento de producción que genera un trabajador adicional es menor que lo que proporcionaba el anterior.

Finalmente, la curva de producto total suele alcanzar un máximo. El punto de máximo producto total se denomina **máximo técnico.** A partir del máximo técnico la producción decrece. El máximo técnico es, por tanto, el punto máximo de la función de producto total. Este máximo, si la función de producción es derivable, $PT_L = x(L)$, se obtiene igualando a cero la productividad marginal. En efecto, la condición de primer orden o necesaria de óptimo de la función derivable, $PT_L = x(L)$, es:

$$\frac{dPT_L}{dL} = \frac{dx(L)}{dL} = PMg_L = 0$$

© Ediciones Pirámide

Para asegurar que se trata de un máximo es necesario comprobar que en el punto obtenido se cumple la condición de segundo orden:

$$\frac{d^2PT_L}{dL^2} < 0 \quad \text{o} \quad \frac{d\left[\frac{dx(L)}{dL}\right]}{dL} = \frac{d(PMg_L)}{dL} < 0$$ [5]

El **máximo técnico** es el punto donde la productividad total presenta un máximo. En este punto la productividad marginal es nula y se hace negativa a partir de él, lo que significa que la producción total decrece.

EJEMPLO 6

Dada la función de producción a corto plazo $x = 42L^2 - 2L^3$, donde L representa el factor trabajo, calcule:

1.º El número de unidades de factor trabajo necesarias para alcanzar el máximo técnico y el número de unidades de producto producidas en ese punto.

2.º Los valores del factor L para los que la función es creciente y decreciente.

3.º Los valores del factor L para los que la función crece más que proporcionalmente, y los valores del factor L para los que la función crece menos que proporcionalmente.

Solución

La función $x = 42L^2 - 2L^3 = 2L^2(21 - L)$ será una función de producción cuando tanto x como L sean no negativos. Es decir, la función existe en el primer cuadrante y en el intervalo [0, 21], ya que $x = 0 \quad \forall L = 0$ y $L = 21$ y $x > 0 \quad \forall L \in (0, 21)$.

La función existe, $\left.\begin{matrix} x \geq 0 \\ L \geq 0 \end{matrix}\right\} \forall\, L \in [0,21]$

1.º Para obtener el máximo técnico, calculamos el máximo de la función de producción total:

$$\underset{L}{\text{Máximo}} \quad x = 42L^2 - 2L^3$$

[5] Si $\frac{d(PMg_L)}{dL} < 0$, la productividad marginal es decreciente.

© Ediciones Pirámide

Condición de primer orden:

$$\frac{dx}{dL} = 84L - 6L^2 = 6L(14 - L) = 0 \quad \forall \begin{cases} L = 0 \\ L = 14 \end{cases}$$

La solución válida desde el punto de vista económico es $L = 14$ unidades de factor (no tiene sentido considerar que la cantidad de trabajo sea nula).

Condición de segundo orden:

$$\frac{d^2x}{dL^2} = 84 - 12L \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2x}{dL^2}(14) = 84 - 12 \cdot 14 = -84 < 0$$

que verifica que se trata de un máximo.

El máximo técnico se alcanza para $L = 14$ unidades de factor, que, sustituidas en la función de producción, $x = 42L^2 - 2L^3$, suponen una producción máxima ($x = 42 \cdot 14^2 - 2 \cdot 14^3 = 2.744$) de 2.744 unidades de producto.

2.º La función de producción $x = 42L^2 - 2L^3$ es creciente, $\forall\, L \in (0, 14)$ (es decir, hasta alcanzar el máximo técnico) y decreciente, $\forall\, L \in (14, 21)$.

3.º La función crece más que proporcionalmente cuando es creciente la función primera derivada (lo que equivale a que sea positiva la función segunda derivada, $\frac{d^2x}{dL^2} > 0$). Es decir, hasta el punto en que se hace máxima la función de productividad marginal.

La función crece menos que proporcionalmente cuando es decreciente la función primera derivada (lo que equivale a que sea negativa la función segunda derivada, $\frac{d^2x}{dL^2} < 0$). Es decir, hasta el punto en que se hace máxima la función de producción total.

$$\underset{L}{\text{Máxima}} \quad PMg_L = x'_L = \frac{dx}{dL} = 84L - 6L^2$$

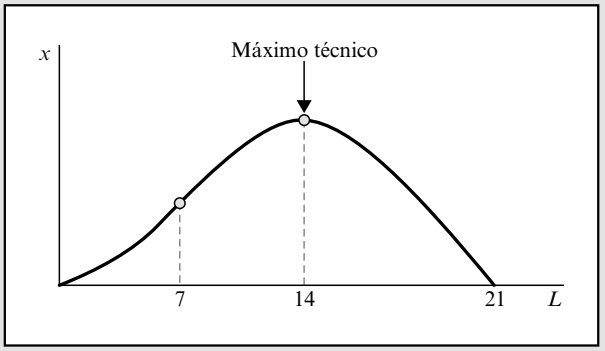
$$\frac{d^2x}{dL^2} = 84 - 12L = 0 \quad \Rightarrow \quad L = 7 \begin{cases} \forall L > 7 \quad \Rightarrow \quad \dfrac{d^2x}{dL^2} < 0 \\ \forall L < 7 \quad \Rightarrow \quad \dfrac{d^2x}{dL^2} > 0 \end{cases}$$

© Ediciones Pirámide

La función $PMg_L = 84L - 6L^2$ crece más que proporcionalmente $\forall L \in (0, 7)$.

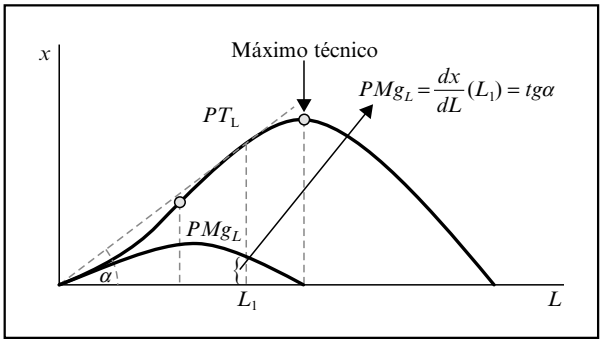
La función $PMg_L = 84L - 6L^2$ crece menos que proporcionalmente $\forall L \in (7, 14)$, y es decreciente $\forall L > 14$.

La representación gráfica de la función de producción a corto plazo $x = 42L^2 - 2L^3$ es la siguiente:



A partir de la función de producción total, PT_L, se obtienen las curvas de productividad marginal y productividad media del trabajo.

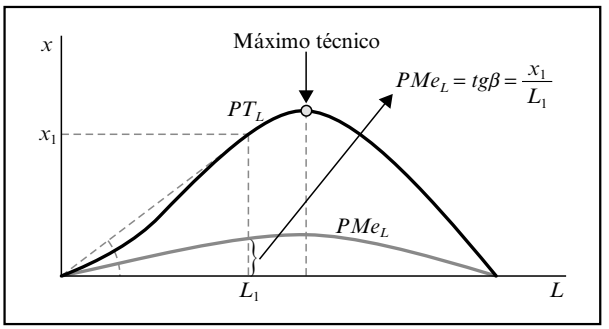
La curva de productividad marginal, PMg_L, mide el valor de la pendiente de la curva de producción total en cada punto, al ser matemáticamente la primera derivada de la función de producción total.



La curva de productividad marginal crece hasta alcanzar un máximo en el punto de inflexión de la curva de producto total. A partir de este punto decrece (se verifica la ley de los rendimientos decrecientes) y es igual a cero en el máximo técnico. Para valores de L superiores al correspondiente al máximo técnico, la productividad marginal es negativa.

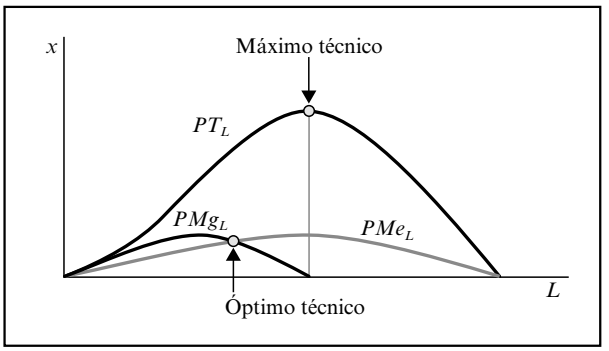
© Ediciones Pirámide

Por otra parte, la curva de **productividad media** se mide por el ángulo del radio vector lanzado desde el origen de coordenadas a cada punto de la curva de producto total.



La curva de productividad media del trabajo crece, alcanza un máximo y después decrece.

En la función de producción a corto plazo estándar, las curvas de productividad marginal y productividad media del trabajo tienen forma de U invertida.



En el punto máximo de la curva de productividad media coinciden la productividad media y la productividad marginal. Este punto se conoce con el nombre de **óptimo técnico.**

El **óptimo técnico** es el punto en el cual la productividad media es máxima. En este punto la relación entre la cantidad de producción y la cantidad de factor aplicado es la más elevada. Es el máximo del producto medio $\left(PMe_L = \frac{x}{L}\right)$, o cantidad de producción en el que se verifica que coinciden el producto marginal y el producto medio ($PMg_L = PMe_L$).

© Ediciones Pirámide

De forma analítica, la relación que existe entre la productividad media y la productividad marginal en el óptimo técnico es de igualdad:

$$\underset{L}{\text{Máxima}} \quad PMe_L = \frac{PT_L}{L} = \frac{x(L)}{L}$$

La condición necesaria de máximo de la función PMe_L es:

$$\frac{dPMe_L}{dL} = \frac{d\left(\frac{PT_L}{L}\right)}{dL} = \frac{d\left[\frac{x(L)}{L}\right]}{dL} = 0$$

$$\frac{d\left[\frac{x(L)}{L}\right]}{dL} = \frac{\left[\frac{dx(L)}{dL}\right] \cdot L - x(L)}{L^2} = \frac{1}{L} \cdot \left[\underbrace{\frac{dx(L)}{dL}}_{PMg_L} - \underbrace{\frac{x(L)}{L}}_{PMe_L}\right] = 0 \quad \Rightarrow \quad PMg_L = PMe_L$$

Se verifica que en ese punto máximo de PMe_L coinciden la productividad media y la productividad marginal.

En el **óptimo técnico** la productividad media y marginal coinciden $\Rightarrow PMg_L = PMe_L$.

EJEMPLO 7

Dada la función de producción a corto plazo $x = 42L^2 - 2L^3$, donde L representa el factor trabajo, calcule el óptimo técnico y verifique que en él la productividad media es máxima y coincide con la productividad marginal.

Solución

El óptimo técnico es el máximo del producto medio:

$$PMe_L = \frac{x}{L} = \frac{42L^2 - 2L^3}{L} = 42L - 2L^2$$

Condición necesaria de máximo $\frac{dPMe_L}{dL} = 42 - 4L = 0 \quad \Rightarrow \quad L = 10{,}5$

Condición suficiente de máximo $\frac{d^2PMe_L}{dL^2}(10{,}5) = -4 < 0$

© Ediciones Pirámide

$$PMg_L = PMe_L \Rightarrow \underbrace{84L - 6L^2}_{PMg_L} = \underbrace{42L - 2L^2}_{PMe_L} \Rightarrow 42L = 4L^2 \Rightarrow L = 10{,}5 \text{ unidades de factor.}$$

El óptimo técnico es, también, el punto en el que se cortan el producto medio y la productividad marginal.

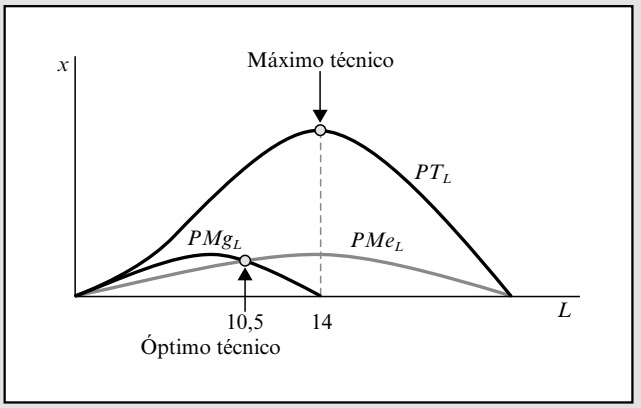
El óptimo técnico se encuentra cuando $L = 10{,}5$, siendo el volumen de producción obtenido en ese punto $x = 2.315{,}25$ (que se obtiene sustituyendo el valor obtenido en la función de producción: $x = 42 \cdot 10{,}5^2 - 2 \cdot 10{,}5^3 = 2.315{,}25$).

Se comprueba también que, para el valor de $L = 10{,}5$, y sustituyendo en las expresiones del producto medio y el producto marginal, ambos coinciden:

$$PMe_L = 42 \cdot 10{,}5 - 2 \cdot 10{,}5^2 = 220{,}5$$

$$PMg_L = 84 \cdot 10{,}5 - 6 \cdot 10{,}5^2 = 220{,}5$$

De forma gráfica:

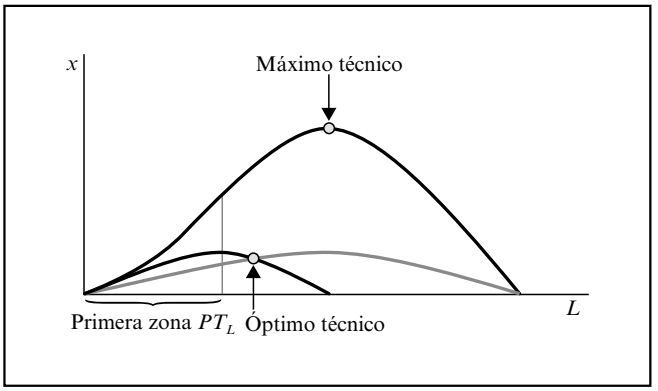


3.4. Etapas de la producción

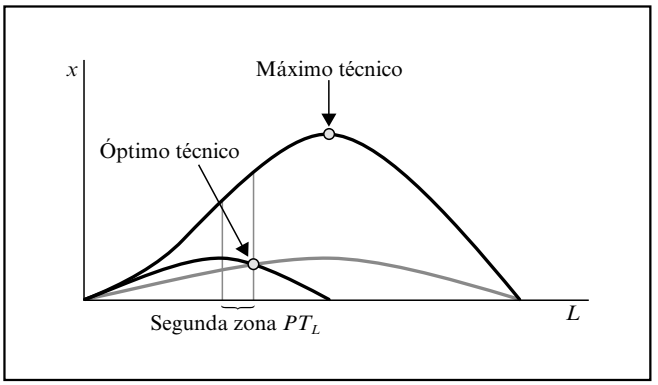
Se pueden distinguir cuatro zonas en la función de producción:

Primera zona: corresponde al tramo en el que la productividad marginal es creciente, $\frac{dPMg_L}{dL} > 0$, y mayor que la productividad media, $PMg_L > PMe_L$. Es decir, desde $L = 0$ hasta alcanzar el máximo de la productividad marginal, $\frac{d^2PMg_L}{dL^2} = 0$, que es el punto de inflexión de la función de producción.

© Ediciones Pirámide

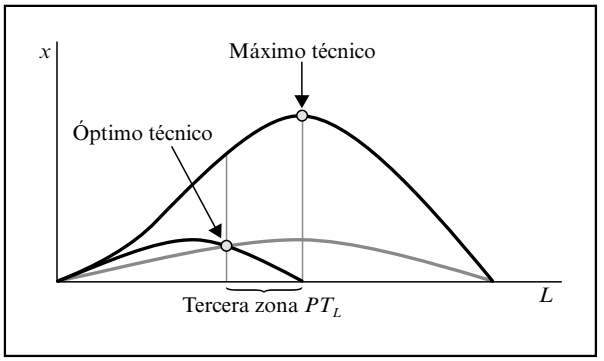


Segunda zona: es el tramo que abarca desde el máximo del producto marginal hasta el máximo del producto medio (óptimo técnico). En este tramo, la productividad media es creciente, $\frac{dPMe_L}{dL} > 0$, se mantiene por debajo de la productividad marginal, $PMe_L < PMg_L$, y la productividad marginal es positiva, $PMg_L > 0$, pero decreciente, $\frac{dPMg_L}{dL} < 0$.

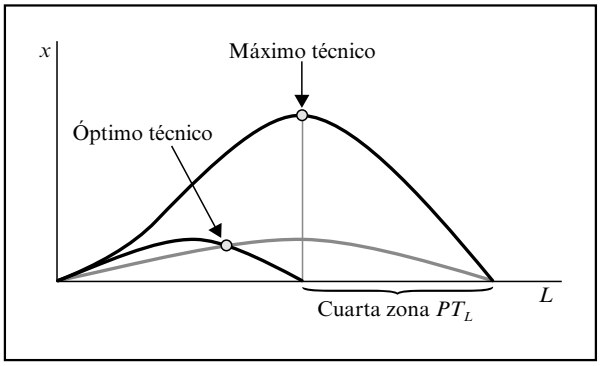


Tercera zona: es el tramo que abarca desde el máximo del producto medio (óptimo técnico) hasta el máximo del producto total (máximo técnico). En este tramo, la productividad media es decreciente, $\frac{dPMe_L}{dL} < 0$, y se mantiene por encima de la productividad marginal, $PMe_L > PMg_L$, si bien esta última es aún positiva, $PMg_L > 0$.

© Ediciones Pirámide



Cuarta zona: a partir del máximo técnico, en el que la productividad marginal se hace negativa, $PMg_L < 0$, por lo que la productividad total es decreciente. La productividad media y la productividad marginal son decrecientes, $\frac{dPMe_L}{dL} < 0$ y $\frac{dPMg_L}{dL} < 0$.



¿En qué zona producirá el empresario? Al empresario no le interesa situarse en la primera zona, donde cada unidad de factor trabajo adicional hará aumentar el producto medio y marginal. Asimismo, tampoco le interesará estar situado en la cuarta zona, pues supone que al contratar a más trabajadores el producto total decrece.

Al empresario le interesará producir en la zona comprendida entre la máxima productividad marginal y máxima producción (máximo técnico). Es decir, en la segunda y tercera zona, pues es donde se alcanza la mayor eficiencia.

© Ediciones Pirámide

EJEMPLO 8

Dada la función de producción a corto plazo de los ejemplos 6 y 7 anteriores, $x = 42L^2 - 2L^3$, donde L representa el factor trabajo, delimite las cuatro zonas de la función de producción.

Solución

La máxima productividad marginal se encuentra para $L = 7$.

El óptimo técnico se alcanza para $L = 10{,}5$.

El máximo técnico se alcanza para $L = 14$.

Primera zona	Segunda zona	Tercera zona	Cuarta zona
$0 < L < 7$	$7 < L < 10{,}5$	$10{,}5 < L < 14$	$L > 14$

Comprobemos que se cumplen las condiciones descritas en cada una de las zonas:

Primera zona

a) La productividad marginal es creciente, $\dfrac{dPMg_L}{dL} > 0 \quad \forall L \in (0,7)$.

En efecto, si $PMg_L = 84L - 6L^2 \quad \Rightarrow \quad \dfrac{dPMg_L}{dL} = 84 - 12L > 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L \in (0,7)$

b) La productividad marginal, PMg_L, es mayor que la productividad media, PMe_L:

$$PMg_L > PMe_L \quad \Rightarrow \quad PMg_L - PMe_L > 0$$

$$\text{Si } \underbrace{(84L - 6L^2)}_{PMg_L} - \underbrace{(42L - 2L^2)}_{PMe_L} > 0 \quad \Rightarrow \quad 42L - 4L^2 = 2L(21 - 2L) > 0 \quad \forall L \in \left(0, \underbrace{\frac{21}{2}}_{10{,}5}\right)$$

Ambas condiciones *a*) y *b*) se cumplirán $\forall L \in (0, 7) \quad \Rightarrow \quad 0 < L < 7$, desde $L = 0$ al máximo de la productividad marginal o punto de inflexión de la función de producción total.

© Ediciones Pirámide

Segunda zona

a) La productividad media es creciente:

$$\frac{dPMe_L}{dL} > 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{d(42L - 2L^2)}{dL} = 42 - 4L > 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L < 10{,}5$$

b) La productividad media en esta zona se mantiene por debajo de la productividad marginal: $PMe_L < PMg_L \quad \Rightarrow \quad PMg_L - PMe_L > 0$.

$$\underbrace{(84L - 6L^2)}_{PMg_L} - \underbrace{(42L - 2L^2)}_{PMe_L} > 0 \quad \Rightarrow \quad 42L - 4L^2 = 2L(21 - 2L) > 0 \quad \forall L \in \left(0, \underbrace{\frac{21}{2}}_{10{,}5}\right)$$

c) La productividad marginal es positiva, $PMg_L > 0$.

$$PMg_L = 84L - 6L^2 > 0 \quad \Rightarrow \forall L \in (0, 14)$$

d) La productividad marginal es decreciente, $\frac{dPMg_L}{dL} < 0$.

$$\frac{dPMg_L}{dL} = 84 - 12L < 0 \quad \Rightarrow \quad L > 7$$

Las cuatro condiciones se cumplen para valores de L entre el máximo del producto marginal y el máximo del producto medio (óptimo técnico).

$$\forall L \in \left(7, \frac{21}{2}\right) \Rightarrow \quad 7 < L < 10{,}5$$

Tercera zona

a) La productividad media es decreciente, $\frac{dPMe_L}{dL} < 0$

$$\frac{d(42L - 2L^2)}{dL} = 42 - 4L < 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L > 10{,}5$$

© Ediciones Pirámide

b) La productividad media es mayor que la productividad marginal, $PMe_L > PMg_L$.

$$\underbrace{(84L - 6L^2)}_{PMg_L} - \underbrace{(42L - 2L^2)}_{PMe_L} < 0 \quad \Rightarrow \quad 42L - 4L^2 = 2L(21 - 2L) < 0 \quad \forall L > 10{,}5$$

c) La productividad marginal es positiva, $PMg_L > 0$.

$$PMg_L = 84L - 6L^2 > 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L \in (0, 14)$$

Estas condiciones se cumplen entre el óptimo técnico y el máximo técnico. Es decir, cuando se verifica que $L \in \left(\frac{21}{2}, 14\right) \quad \Rightarrow \quad 10{,}5 < L < 14$.

Cuarta zona

a) La productividad marginal se hace negativa, $PMg_L < 0$, y como consecuencia la función de producción es decreciente (la productividad total es decreciente).

$$PMg_L = 84L - 6L^2 = 6L(14 - L) < 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L > 14 \quad \text{y} \quad \forall L < 0$$

b) La productividad media es decreciente, $\frac{dPMe_L}{dL} < 0$

$$\frac{d(42L - 2L^2)}{dL} = 42 - 4L < 0 \quad \Rightarrow \quad \forall L > 10{,}5$$

c) La productividad marginal es decreciente, $\frac{dPMg_L}{dL} < 0$

$$\frac{dPMg_L}{dL} = 84 - 12L < 0 \quad \Rightarrow \quad L > 7$$

La cuarta zona empieza a partir del máximo técnico, $\forall L > 14$.

4. LA PRODUCCIÓN EN EL LARGO PLAZO

A largo plazo, se supone que la empresa se puede ajustar a los cambios en las condiciones del mercado, de forma que todos los factores son variables. Considerando dos factores productivos (capital y trabajo), la función de producción a largo plazo es:

$$x = x(K, L)$$

© Ediciones Pirámide

siendo x la cantidad total de producto que se obtiene mediante las combinaciones de los factores variables capital, K, y trabajo, L.

4.1. Eficiencia técnica y eficiencia económica

Generalmente, para la producción de un bien existen diversos procesos técnicos de fabricación que determinan la primera decisión del empresario. El problema que se plantea a la hora de producir un bien tiene un doble carácter: la eficiencia técnica y la eficiencia económica que un empresario busca en la producción de ese bien.

La **eficiencia técnica** mide la cantidad de factores productivos con relación a la cantidad de producto obtenido. Un proceso productivo es técnicamente eficiente cuando no es posible fabricar la misma cantidad de producto usando menos de algún factor y no más de los restantes. La eficiencia técnica implica, por tanto, obtener el máximo nivel de producto dadas unas cantidades de factores productivos.

EJEMPLO 9

Una empresa dispone de los siguientes procesos productivos con los que es posible producir 40 unidades de producto:

1.º Proceso productivo 1 P_1: $L = 30$; $K = 80$
2.º Proceso productivo 2 P_2: $L = 40$; $K = 80$
3.º Proceso productivo 3 P_3: $L = 40$; $K = 50$
4.º Proceso productivo 4 P_4: $L = 80$; $K = 30$

Indique qué procesos productivos son técnicamente eficientes e ineficientes.

Solución

Vamos a comparar las cantidades de factor trabajo y capital que son necesarios para producir la misma cantidad de producto (en este caso, $x = 40$).

El proceso P_1, comparado con los procesos P_3 y P_4, utiliza menos cantidad del factor L, pero más del factor K.

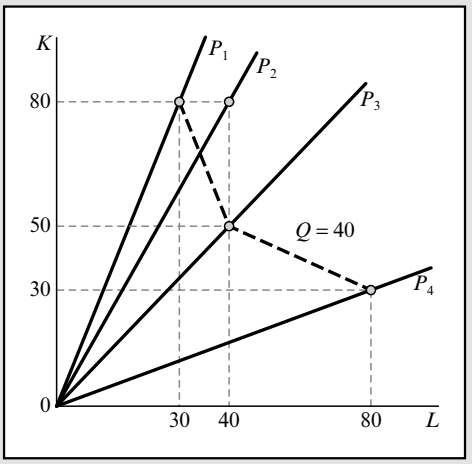
El proceso P_2 utiliza igual cantidad de factor K que el proceso P_1, siendo ambos los que más cantidad utilizan de este factor, y además utiliza más del factor L.

El proceso productivo P_2 utiliza, por tanto, igual cantidad de uno de los factores, pero más del otro factor. Este proceso, el P_2, es, por tanto, ineficiente, y los demás procesos son técnicamente eficientes

Gráficamente se observa también que P_2 utiliza más cantidad de los factores K y L para producir 40 unidades de producto, en comparación a los restantes procesos

© Ediciones Pirámide

que se consideran técnicamente eficientes. Asimismo, cualquier combinación lineal que se encuentre entre los procesos P_1-P_3 y P_3-P_4 (líneas discontinuas) serán combinaciones de factores técnicamente eficientes para obtener 40 unidades de producto.



Por otra parte, la **eficiencia económica** mide el coste que supone la utilización de los factores productivos en la producción de una determinada cantidad de producto obtenido.

EJEMPLO 10

Suponiendo que el factor capital (K) tiene un precio de 4 euros y el factor trabajo (L) de 1 euro, ¿cuál de los anteriores procesos productivos elegirá el empresario para producir 40 unidades de producto?

En el ejemplo anterior hemos obtenido que los procesos productivos 1, 3 y 4 son técnicamente eficientes. El productor elegirá el proceso productivo que, además de técnicamente eficiente, sea económicamente eficiente, es decir, el que suponga el menor coste. Puesto que se conocen los precios de los factores:

Coste del proceso 1: $P_1 = 30 \cdot 1 + 80 \cdot 4 = 350$ euros.
Coste del proceso 3: $P_3 = 40 \cdot 1 + 50 \cdot 4 = 240$ euros.
Coste del proceso 4: $P_4 = 80 \cdot 1 + 30 \cdot 4 = 200$ euros.

Solución

El proceso productivo 4 es técnicamente eficiente y, además, económicamente más eficiente, y es el que elige el empresario para producir.

© Ediciones Pirámide