

# LA INCERTIDUMBRE Y LAS FLUCTUACIONES DE LOS PRECIOS AGRARIOS

Por

PEDRO CALDENTEY ALBERT  
Doctor Ingeniero Agrónomo

## RIESGO E INCERTIDUMBRE.

LAS palabras riesgo e incertidumbre son usadas en numerosos casos para indicar el mismo significado. Estos conceptos fueron aclarados en 1921 por Frank H. Knight. El riesgo o la incertidumbre existen en aquellas situaciones en que una variable puede adquirir distintos valores como consecuencia de la acción de distintas causas que no son controlables. Según Knight, existe riesgo en aquellas situaciones en las cuales se conocen las probabilidades de cada uno de los valores posibles de la variable, en base a los datos empíricos y a las estadísticas disponibles; en este caso, el riesgo puede ser eliminado por medio de una póliza de seguros.

Por el contrario, existe incertidumbre cuando no se conocen las probabilidades de cada uno de los valores de la variable, es decir, cuando no se conoce la distribución de probabilidades.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la clasificación de las situaciones de riesgo e incertidumbre variará según se trate de una empresa o de la economía en general; puede que una variable tenga una distribución desconocida de probabilidades, pero que la empresa pueda concretar una póliza de seguros que le elimine el riesgo, o viceversa, puede que, aun conociéndose la distribución de probabilidades, la empresa no pueda concertar ninguna póliza de seguros por no existir empresas u organismos aseguradores.

Desde el punto de vista de la empresa hay que considerar aquellas situaciones en las cuales no se puede eliminar el riesgo por

---

medio de pólizas de seguros, es decir, según las definiciones de Knight, cuando existe incertidumbre. Cuando se puede concertar una póliza de seguros, la incertidumbre o el riesgo han desaparecido y se han sustituido por una cantidad fija, que pasa a engrosar el capítulo de los costes fijos de la empresa. Así, pues, en lo sucesivo nos referiremos a estas situaciones, para las cuales no se ha concertado ninguna póliza de seguros, y las designaremos indistintamente con los nombres de incertidumbre y riesgo.

#### TIPOS DE INCERTIDUMBRE.

En la empresa agraria pueden considerarse dos tipos fundamentales de incertidumbre: la provocada por causas técnicas y la provocada por causas económicas.

En el primer tipo podemos considerar la incertidumbre derivada de las oscilaciones de la producción, que es poco importante en la industria, pero que es de una consideración muy relevante en una gran parte de la producción agraria. La variabilidad de la producción agraria es debida principalmente a la variabilidad de los rendimientos por unidad de producción (hectárea, cabeza de ganado, etcétera) y es producida por las fluctuaciones en la lluvia y en otros factores climáticos o por la acción de las plagas (insectos, enfermedades, etc.). Esta incertidumbre se presenta con mayor intensidad en la agricultura de secano que en la de regadío y en la cría de ganado, basada en la utilización de los recursos agrícolas que en aquella basada en la estabulación con utilización de piensos.

En el segundo tipo consideramos la incertidumbre provocada por fenómenos económicos, como son las oscilaciones de los precios, consecuencias de las variaciones de la oferta y de la demanda. Según la teoría clásica de los precios, éstos se forman por la intersección de la oferta y de la demanda, que se representan por líneas creciente y decreciente, respectivamente; de esta forma se produce un precio perfectamente determinado.

En la realidad la situación no es tan sencilla; podemos imaginar que la oferta no es una simple línea, sino que es un haz de líneas más o menos paralelas, que dependerá de los valores que adquieran las variables que la determinan; es decir, que hemos abandonado la hipótesis teórica de "coeteris paribus". La línea de demanda también es sustituida por un haz de líneas de demanda, que de-

---

pendará, igualmente, de los valores que adquieren las variables que la determinan.

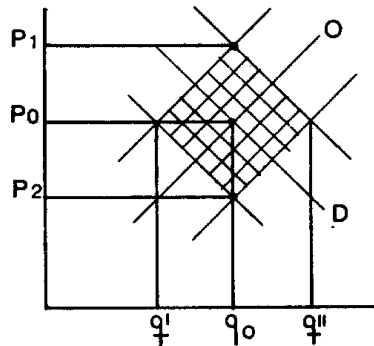


Figura n° 1

Así, pues, tal como se indica en el gráfico, en lugar de existir un punto de equilibrio predeterminado con coordenadas predeterminadas, existirá una zona incierta o zona de "penumbra", con un precio de equilibrio que oscilará entre los valores  $p_1$  y  $p_2$ .

Por otra parte, se considera el riesgo derivado de la posibilidad de no vender el producto, lo cual puede considerarse como un caso particular de la oscilación de precios, ya que se trata de un caso en el cual el precio es cero.

Otros tipos de incertidumbre en agricultura y, en particular, en la empresa agraria son los correspondientes al progreso tecnológico o a los aspectos institucionales, pero se trata de incertidumbres que tienen influencia a más largo plazo y, por tanto, de características distintas a las antes enumeradas. En lo sucesivo nos referiremos a las incertidumbres derivadas de las variabilidades de la producción y de los precios, y particularmente a esta última.

#### INFLUENCIA DE LA INCERTIDUMBRE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA.

Vamos a analizar el comportamiento de una empresa agraria que se dedica a producir un producto X con una función de costes de producción  $C = C(x)$ . Sea  $p$  el precio del producto. El beneficio  $\beta$  de la empresa vendrá determinado por la siguiente ecuación:

$$\beta = px - C(x) \quad (1)$$

Supongamos que  $p$  puede asumir distintos valores con distintas probabilidades; en otras palabras, que es una variable aleatoria con valor medio  $\bar{p}$  y varianza  $\sigma_p^2$ . Consideramos que estamos en una situación de libre competencia y, por tanto, que el valor de  $x$  no influye sobre el valor de  $p$ .

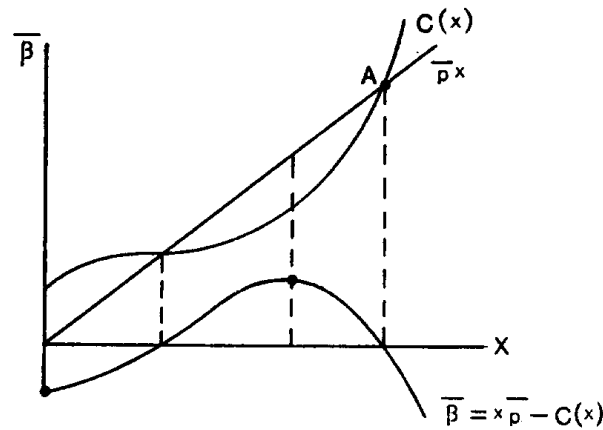
El beneficio  $\beta$  también será una variable aleatoria, cuyas media y varianza serán:

$$\bar{\beta} = x \bar{p} - C(x) \quad (2)$$

$$\sigma^2 \beta = x^2 \sigma^2 p \quad (3)$$

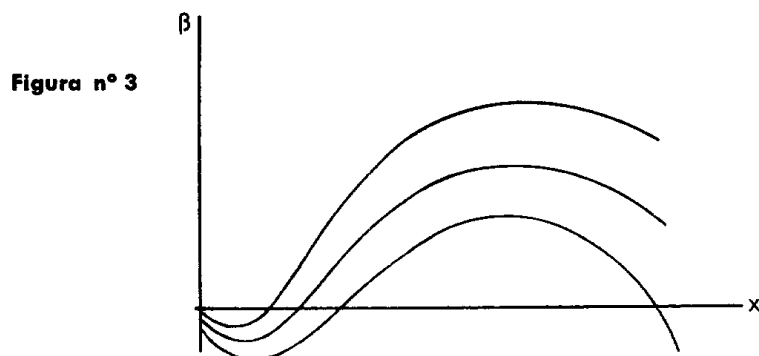
En la figura 2 se expresa el valor medio del beneficio en función de la producción  $x$ .

Figura n° 2



Si el precio  $p$  fuera seguro, el beneficio estaría predeterminado y el óptimo de producción sería el punto A, en el cual el coste marginal es igual al precio; este es el caso considerado normalmente en la teoría clásica de la producción.

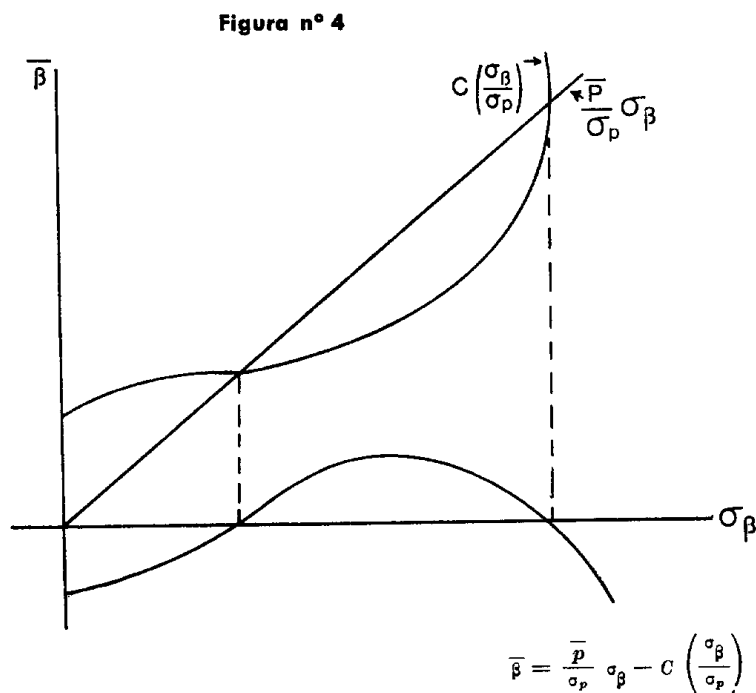
Pero, en nuestro caso,  $p$  y  $\beta$  son variables aleatorias con ciertas distribuciones de probabilidad. Para una distribución determinada de  $p$  ( $\bar{p}$ ,  $\sigma_p$ ), habrá una distribución de probabilidades de  $\beta$  para cada valor de  $x$ , de tal forma que cuanto mayor sea  $x$ , mayor será la varianza, tal como se deduce de (3) y tal como se indica en la figura 3.



Vamos a relacionar ahora  $\bar{\beta}$  y  $\sigma^2\beta$ , despejando  $x$  en (4) y sustituyendo en (2).

$$\bar{\beta} = \frac{\bar{p}}{\sigma_p} \sigma_\beta - C \left( \frac{\sigma_\beta}{\sigma_p} \right)$$

En la figura 4 se expresa gráficamente la función (5).



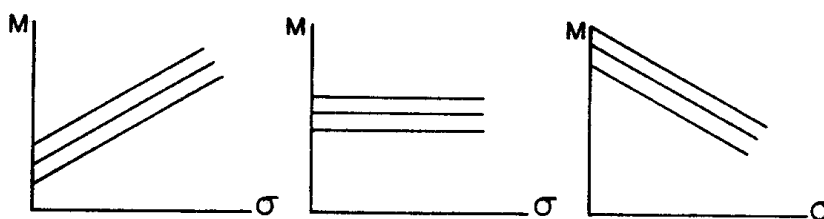
Esta función es análoga a la expresada en la figura 3, ya que la abscisa  $\sigma\beta$  es una función lineal de la abscisa anterior  $x$ .

Antes de seguir adelante vamos a analizar el comportamiento del empresario ante la existencia de incertidumbre; con este fin consideramos tres tipos de individuos: amantes del riesgo, indiferentes al riesgo y contrarios al riesgo.

Supongamos dos posibilidades de obtener beneficios, siendo, por ejemplo, la primera la de obtener un beneficio seguro de 1.000 pesetas, y la segunda, consistente en obtener un beneficio de 500 o de 1.500 pesetas, con un 50 por 100 de probabilidad para cada uno de ellos. Un individuo contrario al riesgo preferirá la primera posibilidad, mientras que un individuo amante del riesgo preferirá la segunda; a otros individuos indiferentes al riesgo les dará igual cualquiera de las dos posibilidades. El comportamiento de cada individuo ante la existencia de riesgo, aparte de las características personales del mismo, dependerá de otros factores; por ejemplo, una situación económica favorable hará que acepte más fácilmente los riesgos que si está en una situación económica desfavorable, como consecuencia de que la utilidad marginal del dinero es decreciente. El interés del empresario en que su empresa no desaparezca le mueve a oponerse a aquellos riesgos que pueden producir grandes pérdidas y, consecuentemente, la quiebra de aquélla.

Si ponemos en las ordenadas el valor medio o esperanza matemática del beneficio y en las abscisas la desviación típica de las mismas, como índice de la dispersión y, por tanto, del riesgo, podemos representar gráficamente una familia de curvas de indiferencia para cada persona que nos indicarán su mayor o menor propensión al riesgo.

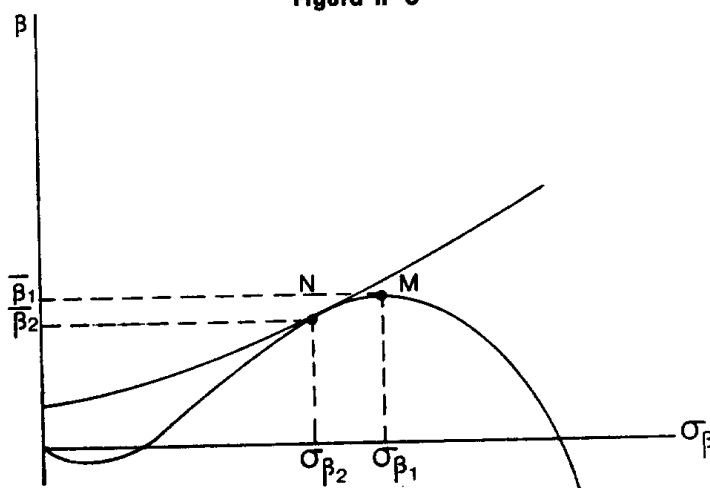
Figura nº 5



Para un individuo contrario al riesgo, las curvas de indiferencia serán crecientes, indicando con ello que cuanto mayor sea la variabilidad del ingreso o del beneficio, mayor es el valor medio exigido; cuanto más contrario al riesgo sea el individuo, más verticales serán las curvas de indiferencia. Para el individuo indiferente al riesgo, las líneas de indiferencia serán horizontales y decrecientes para el individuo amante del riesgo.

Si unimos las curvas del gráfico 5 con la curva del gráfico 4, nos encontramos que para un individuo contrario al riesgo su óp-

Figura n° 6



timo será el punto N, que corresponderá a un volumen de producción  $x_2 = \frac{\sigma_{\beta_2}}{\sigma_p}$ , que será menor que el volumen de producción

que correspondería a una situación sin incertidumbre. Para este individuo su óptimo es un punto tal que el coste marginal es inferior al valor medio del precio. Para el individuo amante del riesgo el volumen de producción será más elevado, es decir, que su óptimo se alcanza cuando el coste marginal es superior al valor medio del precio.

Es lógico suponer que la mayor parte de los individuos y empresarios, y sobre todo en el caso de empresarios agrícolas, cuya mentalidad es más conservadora, sean contrarios al riesgo. Esta suposición es, evidentemente, discutible, pero existen algunos he-

chos que la avalan, por ejemplo, la preferencia por el cultivo del trigo en estos últimos años a causa del precio asegurado. De ser cierta esta suposición, se deduce que la variabilidad de precios actúa como freno a la expansión de la producción.

Un análisis análogo podría hacerse teniendo en cuenta la variabilidad de las producciones unitarias con precios fijos o la variabilidad de producciones unitarias y precios conjuntamente, pero renunciamos al mismo, dado que nuestro objetivo es únicamente analizar las fluctuaciones de los precios.

#### FLUCTUACIONES DE PRECIOS.

Pasamos a continuación a analizar las fluctuaciones de los precios en España para los principales productos agrícolas y ganaderos. Tomamos, para ello, los "precios percibidos por los agricultores" que viene calculando desde el año 1953 la Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura.

De los distintos precios elaborados se han considerado los **precios medios nacionales por campaña**; es evidente que al ser precios nacionales quedan enmascaradas las oscilaciones que puedan existir en los precios de determinadas regiones o comarcas y que para algún producto pueden ser sensiblemente distintas a las oscilaciones de los precios medios nacionales, principalmente en aquellos para los cuales existen grandes diferencias geográficas de precios a causa de falta de transparencia del mercado o a causa de la gran deperibilidad de los mismos que determine la inexistencia de un mercado nacional integrado. Por otra parte, al ser precios medios de campaña, no se reflejan las oscilaciones de los precios dentro de la misma, que para algunos productos de ciclo corto de producción y de producción continua a lo largo del año pueden ser importantes.

A pesar de ello, el análisis que se realiza a continuación puede sacar a relucir los productos con grandes variaciones de precios y aquéllos con precios estables.

Los precios disponibles se refieren, para algunos productos, al período comprendido entre las campañas 1953-54 a 1967-68, mientras que para otros la serie se inicia en la campaña 1964-65. Dado que en el período considerado ha dominado una tendencia inflacionista en los precios, para poder calcular las variaciones reales ha



habido que deflacionar las series. Se ha utilizado para ello el "índice general de precios al por mayor" del I. N. E., ya que se considera como el índice más representativo de la evolución de los precios en España. Se han obtenido de esta forma nuevas series de precios percibidos por los agricultores en pesetas de 1964.

Como medida de la variabilidad de las series históricas de precios, hemos considerado la desviación típica de los valores de cada serie. Ahora bien, la desviación típica nos indica una media de las desviaciones respecto a la media de la serie, pero medida en valor absoluto. Con objeto de poder comparar las variabilidades de las distintas series, habrá que considerar un índice relativo, habiéndose elegido para ello el coeficiente de variación, que es el cociente entre la desviación típica y la media (a).

Ofrecemos a continuación los resultados obtenidos para los productos de los cuales se dispone de series desde 1953-54 hasta 1967-68. Los productos están ordenados de mayor a menor coeficiente de variación.

CUADRO 1  
P R E C I O S  
(Período 1953-54 a 1967-68)

		Media (En ptas. de 1964)	Desviación típica (En ptas. de 1964)	Coefficiente de variación
Ajo seco .....	Ptas./Kg.	17,30	9,38	0,54
Aceituna de verdeo .....	"	10,29	4,99	0,48
Naranja .....	"	4,75	1,26	0,27
Limón .....	"	7,08	1,88	0,27
Almendra cáscara .....	"	15,98	4,12	0,26
Melocotón .....	"	9,07	2,26	0,25

(a) Las fórmulas de cálculo de media, desviación típica y coeficiente de variación, son las siguientes:

$$\text{Media } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Desviación típica } \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\text{Coeficiente de variación } C V = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}$$

		Media (En ptas. de 1964)	Desviación típica (En ptas. de 1964)	Coefficiente de variación
Patata .....	"	2,76	0,68	0,25
Melón .....	"	3,00	0,73	0,24
Lechuga .....	"	2,90	0,64	0,22
Acelga .....	"	2,63	0,56	0,21
Cordero pascual .....	Ptas./Kg. vivo	25,44	5,15	0,20
Pera .....	Ptas./Kg.	8,84	1,65	0,19
Judía verde .....	"	8,76	1,66	0,19
Judía seca .....	"	13,61	2,52	0,19
Vino blanco .....	Ptas./H. <sup>o</sup>	29,15	5,14	0,18
Vino tinto .....	"	30,42	5,30	0,17
Cebolla .....	Ptas./Kg.	2,88	0,50	0,17
Caprino mayor .....	Ptas./Kg. vivo	16,26	2,75	0,17
Aceite de oliva .....	Ptas./Kg.	26,66	4,40	0,17
Haba verde .....	"	4,81	0,79	0,17
Vacuno mayor .....	Ptas./Kg. vivo	22,29	3,65	0,16
Ternera .....	" "	34,19	5,52	0,16
Cabrito pascual .....	" "	26,05	4,21	0,16
Queso de oveja .....	Ptas./Kg.	52,72	8,52	0,16
Coles .....	"	3,21	0,52	0,16
Ovino mayor .....	Ptas./Kg. vivo	17,61	2,71	0,15
Lenteja .....	Ptas./Kg.	11,58	1,72	0,15
Pimiento .....	"	6,47	0,93	0,14
Manzana .....	"	6,47	0,92	0,14
Garbanzo .....	"	12,61	1,75	0,14
Arroz cáscara .....	"	6,42	0,89	0,14
Cebada .....	"	4,95	0,64	0,13
Avena .....	"	4,66	0,59	0,13
Queso de vaca .....	"	48,43	5,51	0,11
Maíz .....	"	5,80	0,64	0,11
Yeros .....	"	5,78	0,57	0,10
Tomate .....	"	4,30	0,42	0,10
Cerdo .....	Ptas./Kg. vivo	31,83	3,01	0,09
Leche de cabra .....	Ptas./litro	5,77	0,52	0,09
Algodón .....	Ptas./Kg.	6,34	0,56	0,09
Almortas .....	"	5,71	0,49	0,09
Huevos .....	Ptas./docena	30,75	2,60	0,08
Habas secas .....	Ptas./Kg.	6,65	0,56	0,08
Heno de alfalfa .....	"	2,56	0,21	0,08
Leche de vaca .....	Ptas./litro	5,26	0,37	0,07
Trigo .....	Ptas./Kg.	6,38	0,41	0,06
Centeno .....	"	5,04	0,33	0,06
Mantequilla .....	"	70,24	3,32	0,05

En el cuadro anterior se destacan las grandes variabilidades de los precios de dos productos: ajo seco y aceituna de verdeo, cuyos coeficientes de variación alcanzaron valores próximos a 0,50. En los dos casos ha sido la variación de la oferta la determinante de la variabilidad de los precios; aquélla ha sido originada en el primer producto por las variaciones en la superficie y en los rendimien-

tos, mientras que en la aceituna de verdeo la causa ha sido fundamentalmente la variación de los rendimientos, aunque también ha podido ser influido por la coyuntura de las exportaciones.

Con coeficientes de variación superiores a 0,20 se encuentran las siguientes frutas y hortalizas: naranja, limón, almendra, melocotón, patata, melón, lechuga y acelga. Estos elevados coeficientes son producidos fundamentalmente por las oscilaciones en los rendimientos que determinan la correspondiente variabilidad de la oferta, aunque ésta, en algunos casos, como la patata, es producida también por las variaciones en la superficie cultivada, provocadas por el conocido fenómeno de la telaraña. En el grupo de frutas y hortalizas se sitúan con coeficientes de variación comprendidos entre 0,10 y 0,20 los productos siguientes: pera, judía verde, cebolla, haba verde, coles, pimiento y manzana, mientras que el tomate presenta un coeficiente de 0,10. En este último producto, sin embargo, hay que tener en cuenta la gran diversidad en la producción del mismo en cuanto a regiones y épocas de recolección, por lo que el precio medio, en este caso, puede haber enmascarado determinadas oscilaciones más pronunciadas.

En el extremo opuesto, con bajos coeficientes de variación, destacan el trigo, con precio fijo en todo el período, y el centeno, con precio fijo en gran parte del mismo, las leguminosas para pienso y el heno de alfalfa, mientras que el arroz y los restantes cereales presentan una variabilidad algo mayor, así como las leguminosas de alimentación humana.

En los restantes productos agrícolas, el vino y el aceite presentan variaciones de cierta consideración.

En lo que respecta a los productos ganaderos, es de destacar la fuerte variabilidad de los precios de cordero pascual, mientras que los coeficientes más bajos corresponden a mantequilla, leche de vaca, huevos, leche de cabra, cerdo y queso. La única anomalía que parece presentarse es el bajo coeficiente de huevos y cerdos; en los dos productos hay que tener en cuenta que las variaciones de precio que han dominado en los últimos años han sido principalmente estacionales, por lo cual no quedan reflejadas en su totalidad en los índices calculados, ya que quedan parcialmente enmascaradas. Con valores intermedios están caprino mayor y menor, vacuno mayor, terneras, queso de oveja y ovino mayor.

A continuación se indican los valores de media, desviación típica y coeficiente de variación de los productos para los cuales las

---

series disponibles de precios se inician en la campaña 1964-65. Los valores de los coeficientes de variación no son, pues, comparables a los del cuadro anterior, ya que, lógicamente, al tratarse de un período más corto, presentará un valor más bajo.

CUADRO 2  
P R E C I O S  
(Período 1964-65 a 1967-68)

		Media (En ptas. de 1964)	Desviación típica (En ptas. de 1964)	Coefficiente de variación
Albaricoque .....	Ptas./Kg.	4,73	0,88	0,19
Espárrago .....	"	21,80	3,94	0,18
Cereza .....	"	10,65	1,86	0,17
Lana .....	"	40,83	6,45	0,16
Escarola .....	"	3,48	0,50	0,14
Castaña .....	"	6,11	0,84	0,14
Berenjena .....	"	6,15	0,81	0,13
Sandía .....	"	3,30	0,42	0,13
Mandarina .....	"	6,54	0,75	0,11
Ciruela .....	"	7,53	0,85	0,11
Nuez .....	"	22,40	2,07	0,09
Pepino .....	"	4,82	0,44	0,09
Calabaza .....	"	3,51	0,30	0,09
Uva vinificación .....	"	2,63	0,22	0,08
Miel .....	"	24,01	1,87	0,08
Novillos .....	Ptas./Kg. vivo	34,92	2,52	0,07
Leche de oveja .....	Ptas./litro	10,65	0,77	0,07
Avellana cáscara .....	Ptas./Kg.	24,25	1,48	0,06
Pollos .....	Ptas./Kg. vivo	38,14	2,18	0,06
Gallinas .....	"	30,61	1,72	0,06
Aceituna almazara .....	Ptas./Kg.	5,76	0,33	0,06
Uva de mesa .....	"	6,14	0,34	0,06
Cordero lechal .....	Ptas./Kg. vivo	44,55	2,42	0,05
Veza .....	Ptas./Kg.	6,20	0,32	0,05
Alcachofa .....	"	7,86	0,37	0,05
Conejos .....	Ptas./Kg. vivo	37,07	1,21	0,03
Coliflor .....	Ptas./Kg.	5,15	0,15	0,03
Guisante verde .....	"	10,59	0,26	0,02

También para este grupo destacan con elevado coeficiente de variación un cierto número de frutas y hortalizas (albaricoque, espárrago, cereza, escarola, castaña, berenjena, sandía, etc.), mientras que otro grupo de estos productos (guisante verde, coliflor, alcachofa, uva de mesa, aceituna de almazara, avellana) destaca por el bajo valor del mismo. Entre los restantes productos se observa un elevado coeficiente para la lana.

**DIVERSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.**

El empresario agrario puede utilizar distintas medidas para eliminar o disminuir la incertidumbre derivada de las fluctuaciones de precios. Una de ellas es firmar una póliza de seguros, pero normalmente es difícil que existan empresas aseguradoras que cubran los riesgos derivados de las fluctuaciones de los precios. Otro sistema consiste en el establecimiento de contratos con las empresas de comercialización en los cuales se establezca el precio de venta de una forma exacta o entre ciertos límites; este sistema suele estar bastante desarrollado en algunos productos destinados a la industria transformadora, pero es menos usual en los productos destinados al consumo directo, por lo que en numerosos casos este sistema no es aplicable. Otra medida es dedicarse a aquellos productos cuyos precios se mantengan estables.

Una medida para la disminución de la incertidumbre, que está al alcance de la mayor parte de los agricultores, es la diversificación de la producción. Vamos a analizar a continuación la forma en que esta medida es capaz de conseguir el objetivo indicado, en el caso en que existan incertidumbres de precio pero no existan incertidumbres en cuanto a la producción.

Supongamos dos productos  $x_1$  y  $x_2$ , cuyos precios respectivos tienen las siguientes distribuciones de probabilidad:

$$p_1 (\bar{p}_1, \sigma_{p_1}) \text{ y } p_2 (\bar{p}_2, \sigma_{p_2}). \text{ Sean } C_1 (x_1) \text{ y } C_2 (x_2)$$

las respectivas funciones de costes.

Los beneficios derivados de la producción de  $x_1$  o de  $x_2$  serán:

$$\beta_1 = x_1 p_1 - C_1 (x_1)$$

$$\beta_2 = x_2 p_2 - C_2 (x_2)$$

variables aleatorias con las siguientes distribuciones de probabilidad.

$$\beta_1 \left\{ \begin{array}{l} \bar{\beta}_1 = x_1 \bar{p}_1 - C_1 (x_1) \\ \sigma_{\beta_1}^2 = x_1^2 \sigma_{p_1}^2 \end{array} \right. ; \beta_2 \left\{ \begin{array}{l} \bar{\beta}_2 = x_2 \bar{p}_2 - C_2 (x_2) \\ \sigma_{\beta_2}^2 = x_2^2 \sigma_{p_2}^2 \end{array} \right.$$

Vamos a analizar la varianza de los beneficios de una producción combinada de los dos productos y a compararla con las varianzas de los beneficios de las producciones aisladas de cada uno de ellos.

Para simplificar el análisis supongamos que se trata de dos productos con procesos independientes de producción. Por otra parte, suponemos que se trata de una combinación de producción tal que el beneficio  $\beta$  es igual a  $1/2 (\beta_1 + \beta_2)$ . El beneficio  $\beta$  será una variable aleatoria de media  $1/2 (\beta_1 + \beta_2)$  y varianza

$$\sigma_{\beta}^2 = 1/4 \sigma_{\beta_1}^2 + 1/4 \sigma_{\beta_2}^2 + 1/2 \rho_{\beta_1 \beta_2} \sigma_{\beta_1} \sigma_{\beta_2}$$

siendo  $\rho_{\beta_1 \beta_2}$  el coeficiente de correlación entre  $\beta_1$  y  $\beta_2$ .

Ahora bien,

$$\rho_{\beta_1 \beta_2} = \frac{\sigma_{\beta_1 \beta_2}}{\sigma_{\beta_1} \sigma_{\beta_2}} = \frac{x_1 x_2 \sigma_{p_1 p_2}}{x_1 x_2 \sigma_{p_1} \sigma_{p_2}} = \frac{\sigma_{p_1 p_2}}{\sigma_{p_1} \sigma_{p_2}} = \rho_{p_1 p_2}$$

es decir, que

$$\sigma_{\beta}^2 = 1/4 \sigma_{\beta_1}^2 + 1/4 \sigma_{\beta_2}^2 + 1/2 \rho_{p_1 p_2} \sigma_{\beta_1} \sigma_{\beta_2}$$

El último término del segundo miembro es el que determina el valor de la varianza de  $\beta$ ; si  $\rho_{p_1 p_2}$  es muy próximo a la unidad positiva,  $\sigma_{\beta}^2$  será elevado, y será tanto más bajo cuanto más se aproxime  $\rho_{p_1 p_2}$  a la unidad negativa.

En el caso particular en que  $\sigma_{\beta_1}^2 = \sigma_{\beta_2}^2$

$$\sigma_{\beta}^2 = 1/2 \sigma_{\beta_1}^2 + 1/2 \rho_{p_1 p_2} \sigma_{\beta_1}^2 = 1/2 \sigma_{\beta_1}^2 (1 + \rho)$$

es decir, que si

$$\begin{aligned} \rho = 1 \dots \sigma_{\beta}^2 &= \sigma_{\beta_1}^2 \\ 0 < \rho < 1 \dots 1/2 \sigma_{\beta_1}^2 &< \sigma_{\beta}^2 < \sigma_{\beta_1}^2 \\ \rho = 0 \dots \sigma_{\beta}^2 &= 1/2 \sigma_{\beta_1}^2 \\ -1 < \rho < 0 \dots 0 &< \sigma_{\beta}^2 < 1/2 \sigma_{\beta_1}^2 \\ \rho = -1 \dots \sigma_{\beta}^2 &= 0 \end{aligned}$$

Cuando los precios de los dos productos oscilan de una forma paralela, como puede ser en el caso de dos productos de consumo sustitutivo, la varianza del beneficio de la combinación productiva será elevada, pero si los precios de los dos productos oscilan normalmente en sentido contrario, la varianza disminuye notablemente y, por tanto, disminuye la incertidumbre del beneficio.

La diversificación de la producción puede disminuir la variabilidad de los beneficios, pero al ser una medida contraria a la espe-

cialización puede llevar consigo, en ciertos casos, un aumento de los costes y, por tanto, una disminución del valor medio de aquéllos. En otros casos, por el contrario, la diversificación de la producción puede dar lugar a una disminución de costes en el sentido de que pueden aprovecharse mejor determinados recursos (tractores, almacenes, etc.).

Igual que se ha hecho para dos productos se podría hacer para tres o más, pero renunciamos a ello por resultar el análisis demasiado complicado y no conseguirse más clarificación que en el problema estudiado.

#### CORRELACIONES DE PRECIOS.

Vamos a analizar en este capítulo los valores que han adquirido en España los coeficientes de correlación de las series de precios de distintos productos en el periodo 1953-54 a 1967-68. Los coeficientes de correlación que se han calculado se refieren únicamente a pares de productos, tal como se ha indicado en el capítulo anterior.

El cálculo de los coeficientes de correlación se ha realizado entre los cuarenta y ocho productos, para los cuales se disponía de las series desde la campaña 1953-54, pero con el fin de no dar una relación interminable de coeficientes, nos limitamos a analizar únicamente los correspondientes a productos pertenecientes a grupos homogéneos. Hemos considerado, pues, los siguientes grupos: hortalizas; frutas, vino y aceite; cereales, leguminosas y piensos; productos ganaderos; también se han considerado los coeficientes de correlación entre piensos y productos ganaderos.

En lo que se refiere a las hortalizas (cuadro 3), se observa que todos los coeficientes calculados son positivos y, en general, superiores o próximos a 0,5. Este hecho nos confirma que las hortalizas presentan entre sí un elevado grado de sustituibilidad en el consumo, de forma que los movimientos en los precios de los distintos productos oscilan de una forma bastante paralela. Cuando un producto, a causa de una producción limitada, tiende al alza, parte del consumo se desplaza hacia otras hortalizas, frenándose de este modo dicha tendencia; los incrementos o disminuciones de precio de varias hortalizas suelen arrastrar hacia la misma tendencia a las restantes a causa del indicado desplazamiento del consumo.





El elevado valor de los coeficientes de correlación entre los precios de las hortalizas determina que la diversificación de la producción mediante el cultivo de dos o más hortalizas no disminuye la incertidumbre derivada de las oscilaciones de precios en la misma medida en que puede disminuirla la diversificación entre otros productos menos sustituibles en el consumo. De todas formas, la incertidumbre disminuye, puesto que para los supuestos considerados en el ejemplo del capítulo anterior, para  $\rho = 0,50$ , la varianza del beneficio pasaba a ser tres cuartas partes de la varianza de cultivo único.

De los productos considerados en el cuadro, el que presenta en su conjunto menores valores para los coeficientes de correlación es el melón, lo cual viene a confirmar la tesis de que la correlación de precios depende de la sustituibilidad en el consumo, puesto que el melón es producto normalmente consumido como fruta y no como hortaliza.

En el siguiente grupo se han considerado los productos procedentes de plantaciones arbóreas. Los coeficientes de correlación son más variables que en el grupo de hortalizas, dado que en este caso la sustituibilidad en el consumo es menos acusada. Si nos limitamos a las frutas vemos que los coeficientes de correlación son bastante elevados entre los precios de manzana, pera y melocotón, mientras que estos últimos presentan poca correlación con naranja y limón, particularmente con este último, para el cual los coeficientes presentan valores negativos; la observación no deja de ser interesante, ya que era de esperar que los precios de la naranja presentarían una cierta correlación con los precios de las restantes frutas y en especial con la manzana, ya que, en una gran parte del año, la oferta de frutas en el mercado está prácticamente limitada a estos dos productos, junto con el plátano. Menos extrañeza produce el bajo coeficiente de correlación de naranja y limón, ya que se trata de productos de distinto uso.

Entre los restantes coeficientes presentados en el cuadro número 4 se hace preciso destacar el valor negativo de la correlación entre los precios de aceituna de verdeo y aceite de oliva. Los restantes coeficientes presentan menos interés, ya que se trata de productos con menos grado de sustituibilidad, tanto en producción como en consumo.

---

CUADRO 4  
COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE PRECIOS (1953-67)

Frutas, vino y aceite

	Melocotón	Aceituna verde	Naranja	Manzana	Pera	Almendra	Vino tinto	Aceite oliva
Limón .....	- 0,56	- 0,07	0,21	- 0,54	- 0,34	- 0,14	0,11	- 0,51
Melocotón .....	-	- 0,01	0,09	0,66	0,63	0,25	0,18	0,45
Aceituna verdeo	-	-	- 0,07	- 0,33	- 0,14	- 0,06	- 0,52	- 0,49
Naranja .....	-	-	-	0,01	0,21	0,33	0,37	0,21
Manzana .....	-	-	-	-	0,74	0,50	0,57	0,68
Pera .....	-	-	-	-	-	0,60	0,32	0,60
Almendra .....	-	-	-	-	-	-	0,22	0,74
Vino tinto .....	-	-	-	-	-	-	-	0,30

En el cuadro número 5 se indican los coeficientes de correlación entre los precios de cereales, leguminosas y piensos, destacándose los siguientes hechos: elevada correlación entre los precios de leguminosas de alimentación humana, como era de esperar a causa de su sustituibilidad en el consumo. Por la misma razón es elevada la correlación entre los precios de cereales y leguminosas para pienso, aunque hay que exceptuar en este grupo al centeno, que, en general, presenta correlaciones negativas respecto a dichos productos; también es de destacar la poca correlación existente entre maíz y leguminosas pienso; las mayores correlaciones se presentan, por una parte, entre los cereales pienso, y, por otra, entre las leguminosas pienso. Poca correlación de heno de alfalfa respecto a cereales pienso e importante correlación respecto a leguminosas pienso. Cabe señalar el valor negativo entre los coeficientes de correlación de arroz y leguminosas de alimentación humana, lo que puede indicar la nula sustituibilidad en el consumo de los dos grupos. Por último, la correlación prácticamente nula entre leguminosas de alimentación humana y leguminosas pienso.

En el cuadro número 6 se indican los coeficientes de correlación entre los precios de ganado para abasto y otros productos ganaderos. Son de destacar los siguientes hechos: elevada correlación entre los precios de todos los tipos de ganado para abasto (vacuno, ovino, caprino y porcino), a causa de la sustituibilidad en el consumo. En el grupo de productos lácteos la correlación es elevada entre leche de vaca, leche de cabra, queso de vaca y queso de oveja, mientras que la correlación entre mantequilla y los restantes productos es prácticamente nula o negativa; esto último puede tener una explicación si consideramos que la mantequilla es sustituible con otros productos grasos no animales, influyéndose los precios mutuamente, mientras que queda destruida la relación que debería existir lógicamente entre los precios de mantequilla y los de su materia prima, la leche de vaca, relación basada en el coeficiente de transformación.

También se destaca como hecho interesante las elevadas correlaciones entre productos lácteos (exceptuando también la mantequilla) y ganado para abasto. Por último, se señalan los valores negativos de los coeficientes de correlación de huevos con casi todos los restantes productos ganaderos. En resumen, elevados coeficientes de correlación entre los precios de todos los productos ganaderos considerados, con excepción manifiesta de huevos y mantequilla.

---





En el cuadro número 7 se han estudiado los coeficientes de correlación entre los piensos, por una parte, y los productos ganaderos, por otra, ya que se ha considerado de gran interés al representar los primeros un capítulo importante en los costes de producción de los últimos. Es de destacar en dicho cuadro la abundancia de valores negativos en los indicados coeficientes, particularmente en las correlaciones de cebada, avena, maíz y habas secas con leche y ganado para abasto. Este fenómeno puede tener la siguiente explicación: cuando la producción de carne y leche es escasa, sus precios son elevados, al mismo tiempo que decae la demanda de piensos y, como consecuencia, los precios de estos últimos; basta con que esta relación se dé entre un pienso y un producto ganadero, como puede ser el caso de cebada y cerdo, dos productos para los cuales se ha demostrado la existencia de ciclos de precios de sentido contrario; la correlación existente entre precios de cerdo y otras carnes y las existentes entre cebada y otros piensos puede determinar elevadas correlaciones entre las otras carnes y los otros piensos.

Estas correlaciones negativas entre piensos y productos ganaderos son de gran importancia para el tema que analizamos de incertidumbre en los beneficios del empresario agrario. En efecto, en el análisis teórico que se ha hecho en el capítulo anterior se ha tenido en cuenta únicamente la variabilidad en los precios del producto final, considerándose constantes los rendimientos y los costes. Pero en este caso particular nos encontramos con que los costes tienen una importante variabilidad a causa de la intervención de los piensos como componente capital. Dado que los precios de los piensos varían en sentido contrario a los productos ganaderos, resulta que la variabilidad de los beneficios y, por tanto, la incertidumbre es todavía más elevada.

Los coeficientes de correlación de algarrobas, yeros y almortas con leche y carne son próximas a cero, mientras que las del heno de alfalfa son, en general, positivas, aunque de poca consideración. También se observa que son positivos los coeficientes de huevos con cereales-pienso.

Por último, y en lo que respecta a los coeficientes que no se han ofrecido en los cuadros anteriores, queremos destacar el valor negativo de la correlación entre patata y cereales pienso (cebada, avena y maíz) fundamentalmente, y el valor negativo de la correlación entre maíz y un gran número de hortalizas, como tomate, coles, pi-

CUADRO 7  
**COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE PRECIOS (1953-67)**  
**Piensos y productos ganaderos**

	Leche de vaca	Leche de cabra	Huevos	Ternera	Vacuno mayor	Cordero pascual	Oveja	Cerdo
Heno de alfalfa .....	0,26	0,37	-0,44	0,29	0,30	0,42	0,38	0,40
Cebada .....	-0,43	-0,49	0,35	-0,40	-0,36	-0,35	-0,31	-0,35
Avena .....	-0,43	-0,49	0,36	-0,40	-0,35	-0,35	-0,32	-0,37
Maíz .....	-0,83	-0,88	0,73	-0,76	-0,74	-0,76	-0,71	-0,46
Habas secas .....	-0,58	-0,62	0,45	-0,49	-0,43	-0,48	-0,42	-0,25
Algarrobas .....	-0,03	-0,07	0,04	-0,03	0,11	0,10	0,12	-0,10
Yeros .....	-0,06	-0,12	0,05	-0,15	-0,03	-0,04	-0,03	-0,18
Almortas .....	-0,04	-0,06	0,03	-0,11	-0,01	0,00	0,01	-0,14

mientos, habas verdes, judías verdes, etc. Por último, señalar que hay una fuerte correlación positiva entre los precios de judías verdes y judías secas, mientras que entre habas verdes y habas secas el coeficiente es próximo a cero.

#### BIBLIOGRAFIA

- KNIGHT, FRANK M.—*Risk, Uncertainty and Profit*. Houghton Mifflin, 1921.
- HEADY, EARL O.—*Economics of Agricultural Production and Resource Use*. Capítulos 15 a 19. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs N. Y., 1961.
- HOOS, SIDNEY.—*Uncertainty and Firm*. Centro di Specializzazione e Ricerche Economico-Agrarie per il Mezzogiorno. Portici (Nápoles), 1962.
- CARTER, H. O. and DEAN, G. W.—*Income, Price and Yield Variability for principal California Crops and Cropping Systems*. Hilgardia. Vol. 30, n.º 6. Octubre 1960.
- SWANSON, EARL, R.—*Variability of yields and Income from major Illinois crops, 1927-53*. University of Illinois. Agricultural Experiment Station. Bulletin 610.
- HEADY, EARL O. and JENSEN, HARALD R.—*The economics of Crop Rotations and Land Use*. Agricultural Experiment Station. Iowa State Research Bulletin 383. Agosto 1951.
- GALIZZI GIOVANNI.—*Progresso Tecnico e Impresa Agricola*. Edizioni Agricole. Bologna, 1960.
- DARKOVICH, W. and HEADY, EARL O.—*Application of Expectation Models to Livestock and Crop Prices and Products*. Agricultural Experiment Station. Iowa State College. Research Bulletin 438. Febrero 1956.
- CALDENTEY, PEDRO.—*Los ciclos de precios en los productos agrarios. Un análisis del ciclo del cerdo*. Información Comercial Española. Marzo 1967.
- TOSATO, DOMENICO.—*Apuntes*. Centro di Specializzazione e Ricerche Economico-Agrarie per il Mezzogiorno. Portici (Nápoles), 1962.

#### RESUMEN

La empresa agraria se encuentra normalmente de frente a dos tipos de incertidumbre, la provocada por causas técnicas (variabilidad de rendimientos) y la producida por causas económicas (variabilidad de precios). Se analiza en primer lugar el comportamiento de la empresa agraria ante la incertidumbre producida por las oscilaciones de precios; el empresario, que se supone que normalmente es contrario al riesgo, tiende a disminuir su volumen de producción cuando existe incertidumbre en los precios. Se analiza la variabilidad de los precios percibidos por los agricultores en España por medio del cálculo del coeficiente de variación de series históricas correspondientes al período 1953-67.

Uno de los sistemas para disminuir la incertidumbre derivada de las fluctuaciones de los precios es la diversificación de la producción. La incertidumbre, valorada por medio de la varianza del beneficio disminuye al diversificarse la producción; la disminución es tanto mayor cuanto más bajo es el coeficiente de correlación entre los precios de los productos. Se estudian a continuación los índices de correlación de las series de precios 1953-1967 por pares de productos y para los siguientes grupos: hortalizas; frutas, vino y aceite; cereales y leguminosas; productos ganaderos. Además, se estudian los coeficientes de correlación entre piensos y productos ganaderos.



## R É S U M É

L'exploitation agricole se trouve normalement en face de deux types d'incertitude: celle qui est provoquée par des causes techniques (variabilité des rendements) et celle qui est produite par des causes économiques (variabilité des prix). On analyse en premier lieu le comportement de l'exploitation agricole devant l'incertitude produite par les oscillations des prix; l'exploitant qui, suppose-t-on, est normalement contraire aux risques tend à diminuer son volume de production quand l'incertitude règne dans les prix. On analyse la variabilité des prix perçus par les agriculteurs en Espagne au moyen du calcul du coefficient de variation des séries historiques correspondant à la période 1953-67.

Un des systèmes pour diminuer l'incertitude dérivant des fluctuations des prix est la diversification de la production. L'incertitude évaluée grâce à la variation du bénéfice diminue quand la production se diversifie; la diminution est d'autant plus grande que le coefficient du rapport entre le prix des produits est plus bas. On étudie ensuite les indices de corrélation des séries de prix 1953-67 par paires de produits et pour les groupes suivants: produits maraichers; fruits, vin et huile; céréales et légumineuses; produits d'élevage. En outre, on étudie des coefficients de corrélation entre les aliments pour le bétail et les produits d'élevage.

## S U M M A R Y

The farm is normally faced by two types of uncertainty, that due to technical causes (variability of yields) and that produced by economic causes (variability of prices). In the first place the behaviour of the farm is analysed when it is faced by the uncertainty produced by the oscillations of prices; the farmer, who it is supposed is normally opposed to risk, tends to diminish the volume of his production when there exists uncertainty in the prices. An analysis is made of the variation of prices received by farmers in Spain by means of the calculation of coefficients of variation of historical series for the period 1953-67.

One of the systems to diminish the uncertainty derived from the fluctuations of prices is the diversification of the production. The uncertainty, assessed by means of the variation of the profit, diminishes as the production is diversified; the lower the coefficient of correlation between the prices of the products, the greater the diminution. There follows a study of the correlation indices of the series of prices 1953-67 for pairs of products and for the following groups: vegetable; fruit, wine and olive oil; cereals and leguminous crops; products of cattle breeding. The correlation coefficients between cattle foods and products of cattle breeding are also studied.