

# DETERMINACION DE PRIMAS DE SEGUROS AGRARIOS: UNA APLICACION A LOS CEREALES DE INVIERNO EN ESPAÑA

Por  
ARTURO SERRANO BERMEJO (\*)

## I. INTRODUCCION

**E**N los procesos de producción agraria son numerosas las situaciones de riesgo que deben ser asumidas por el empresario agrario. Esta asunción puede llevarse a cabo a través de estrategias tales como el autoseguro y la transferencia del riesgo a otras personas físicas o jurídicas mediante el pago de una prima de seguro. La elección de una u otra estrategia depende de las características personales y financieras del empresario: aversión al riesgo, capacidad de pago, etc.

El autoseguro es una forma de afrontar el riesgo mediante la acumulación de recursos generados en años con resultados favorables para hacer frente a imprevistos posteriores que puedan originarse en años que no lo son.

El seguro agrario, por su parte, es un método que se utiliza para garantizar al agricultor un nivel mínimo de ingresos.

La temática de los seguros agrarios ha sido ampliamente tratada en numerosos países, que le han adaptado a sus característi-

---

(\*) Departamento de Economía de la Empresa Agraria E.T.S.I. Agrónomos de Madrid.  
— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 144 (abril-junio 1988).

cas peculiares (1). Las experiencias de estos países demuestran que el seguro agrario tiene un importante papel a la hora de aminorar la inestabilidad inherente a la producción agraria. El objeto del seguro es asumir el riesgo que supone la dispersión de resultados, tanto especial como temporal. Al reparto del riesgo ha de unírsele la sustitución de una distribución interanual impredecible, por un valor medio que compense las fluctuaciones de cada campaña.

Alfred Manes, citado por P. K. Ray [18], da una definición del seguro agrario al decir que «la función del seguro radica en la eliminación de riesgos inciertos de pérdidas para un individuo, a través de la combinación de un gran número de individuos igualmente expuestos, cada uno de los cuales contribuye mediante el pago de primas a un fondo común suficiente para compensar las pérdidas que puede sufrir cualquiera de los individuos».

Las condiciones que deben darse para que pueda hablarse de riesgo asegurable son:

*a)* Desde el punto de vista del asegurador:

- Existencia de un número elevado de asegurados para poder medir y predecir la probabilidad de pérdida futura.
- En caso de aparición de pérdidas, éstas deben ser accidentales, no intencionadas y cuantificables.
- Las pérdidas deben suponer un sacrificio para el asegurado con el fin de evitar en lo posible la moral de azar.

*b)* Desde el punto de vista del asegurado:

- Las posibles pérdidas pueden llegar a provocar daños cuantiosos.
- La probabilidad de pérdida no debe ser elevada, ya que ello obligaría al pago de primas elevadas.

---

(1) Una descripción del seguro en distintos países puede verse en Hazell, Pomareda y Valdés [11] y Ray [18] entre otros. Igualmente, en Oury [15] y Ray [18] se resalta la importancia del seguro agrario en el desarrollo rural, y se aporta una amplia bibliografía sobre los seguros de cosechas.

Ray [18, pág. 111] clasifica de la siguiente forma los seguros agrarios:

1. De acuerdo con el azar:
  - a) Específicos: si se asegura un solo azar (pedrisco, incendio, etc.).
  - b) Combinados: si con una única póliza se aseguran dos o más azares.
  - c) Todo riesgo: si cubren la disminución de los rendimientos por cualquier causa de azar.
2. De acuerdo con el objeto:
  - a) Simple: un solo cultivo.
  - b) Múltiple: varios cultivos.
3. Basado en la administración:
  - a) Público: si el asegurador es un ente público.
  - b) Privado: si el asegurador es un ente privado.
4. Basado en su alcance:
  - a) Voluntario: si se suscribe libremente.
  - b) Obligatorio: si se suscribe obligatoriamente.
  - c) Aplicación opcional a nivel local que puede llegar a convertirse en obligatorio.

En la práctica, los modelos adoptados y particularizados por los distintos países son una combinación de la tipología anteriormente expuesta.

En el caso español, el Seguro Integral de Cereales es un tipo de seguro a todo riesgo. Su objetivo es garantizar la producción de grano en los cereales de invierno en secano contra *la posible disminución de producción garantizada y producida por fenómenos incontrolables* por el productor. En definitiva, como seguro de cosechas a todo riesgo, está basado en un rendimiento garantizado en kg/Ha, especificado a nivel comarcal, y puesto que las variaciones de los rendimientos difieren en cada una de ellas, las primas serán igualmente distintas.

En este trabajo se analiza un modelo para la determinación de primas puras de seguros de cosechas. A continuación se aplica el modelo determinándose dos tipos de primas: una, que considera como rendimiento asegurable el estimado mediante un modelo

---

de regresión, y otra, para el rendimiento máximo asegurable permitido por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Finalmente se comparan los resultados obtenidos con las primas actualmente en vigor, llegándose a resultados concretos.

## II. UN MODELO PARA LA DETERMINACION DE PRIMAS DE SEGUROS AGRARIOS

La transferencia del riesgo a otras personas exige, como contrapartida, el pago, por parte del asegurado, de una prima al asegurador, que asume así la responsabilidad de indemnización a aquél en caso de siniestro.

En el coste del seguro es preciso diferenciar tres componentes: la prima actuarial, la remuneración al asegurador y los gastos de administración y gestión. Prescindiendo de los dos últimos que varían con la entidad aseguradora y con la complejidad comercial y organizativa del modelo de seguro, la prima pretende cubrir la cuantía de las indemnizaciones a las que el asegurador debe hacer frente.

Las pérdidas totales (en kg) en una comarca, y en un cierto año, vienen dadas por la diferencia positiva entre el producto asegurado y los rendimientos reales de dicha comarca. La pérdida media por Ha es el cociente entre la pérdida total y la superficie cultivada (en Ha).

Empleando la siguiente notación:

- $A_t$  = superficie total sembrada (Ha).
- $A_1$  = superficie que produce pérdidas (Ha).
- $R_F$  = cobertura asegurada (kg/Ha).
- $R_i$  = rendimiento real de la comarca (kg/Ha).
- $L_t$  = pérdida total (kg).

las expresiones de las pérdidas totales y por Ha son:

$$L_t = A_1 (R_F - R_i)$$

$$\text{pérdida por Ha} = \frac{L_t}{A_t}$$

Este modelo ha sido aplicado durante años por el Federal Crop Insurance Corporation (F.C.I.C.) de los Estados Unidos. Sin embargo, su empleo exige disponer de información sobre las pérdidas, que es difícil de conseguir.

El anterior planteamiento ha sido modificado por Ralph R. Botts del Agricultural Research Service, U.S. Depart. of Agriculture, y James J. Boles, de la Universidad de California [4], lográndose con ello una interpretación más realista, aunque más compleja.

El desarrollo operativo del modelo parte de los rendimientos medios de una zona homogénea (por ejemplo, una comarca) durante una serie de años. Supone que estos rendimientos siguen una distribución normal (2), de media el rendimiento medio y de desviación típica la de la serie histórica (3). En la fase siguiente se determinan las indemnizaciones en la zona como media de la distribución truncada en el punto de rendimiento garantizado.

La primera integral se calcula como cociente entre las indemnizaciones anuales y los capitales asegurados (rendimientos sin riesgo) anualmente.

Así pues, llamando:

$\bar{R}_i$  = Rendimiento medio por zona en la serie histórica (kg/Ha).

L = Coste medio por siniestro (kg/Ha y año).

$R_F$  = Cobertura por Ha (kg/Ha).

$r_t$  = Rendimiento en una Ha concreta en el año en que se calcula la prima (kg).

$R_i$  = Rendimiento medio por Ha de la zona, para un año en particular, es decir:

$$\frac{1}{N} \times \sum_{t=1}^N r_t$$

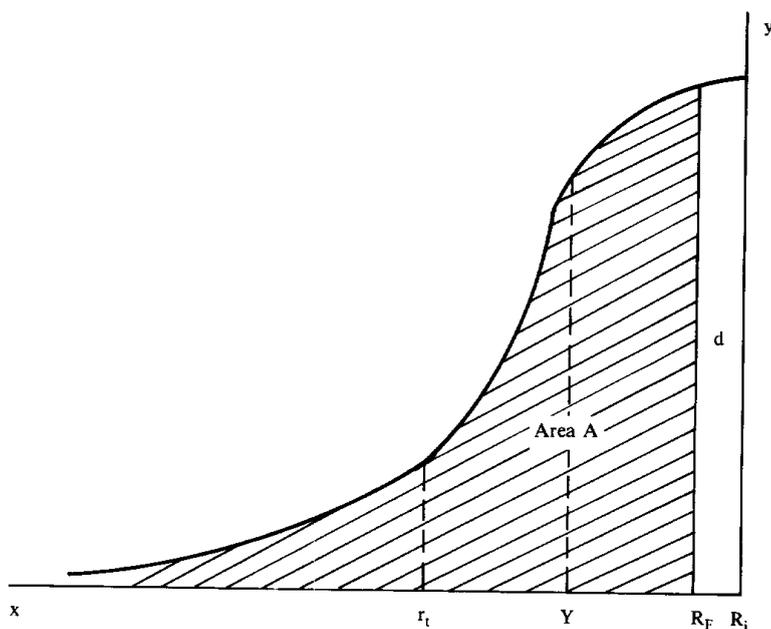
(2) Este supuesto de normalidad es considerado por Day [5] como muy restrictivo, llegando a afirmar que esta hipótesis, en contra de lo que suponen la mayoría de los autores, es una excepción. En Hogg y Klugman [12] puede verse la metodología a seguir para determinar las distribuciones de los rendimientos. En la misma línea están los trabajos de Battese y Francisco [3], que determinan la distribución de los rendimientos por simulación y Dudek y Alten [8] que plantean un modelo a nivel individual y agregado basado en distribuciones empíricas. Sin embargo, ninguno ha podido desplazar a los modelos teóricos.

(3) Los autores del modelo eliminan el cálculo de la desviación típica, haciendo que esta sea el 25% del rendimiento medio a largo plazo. Esta hipótesis la justifican en base a la experiencia.

- $n$  = Número de Ha en un año particular con  $r_t < R_F$ .  
 $N$  = Número total de Ha consideradas para determinar el rendimiento medio  $R_i$ .  
 $Y$  = Rendimiento medio en las Ha indemnizadas para un año en particular.  
 $\sigma$  = Desviación típica de los rendimientos  $R_i$  respecto a los de largo plazo  $R_i$  en la serie histórica.  
 $d$  = Valor de la ordenada en  $R_F$ .  
 $A$  = Proporción sobre el total de hectáreas con rendimiento  $r_t < R_F$  en un año en particular.  $A = n/N$ .

Desarrollando el modelo, se representa en la figura 1 la curva de distribución truncada cuyo eje de abscisas es el rendimiento anual por Ha, y el de ordenadas, el porcentaje del total de Ha con un rendimiento específico.

Figura n.º 1



La indemnización en un año  $i$  será:

$$\sum_{t=1}^n (R_F - r_t)$$

y el coste anual por siniestro y  $H_a$ :

$$1/N \left( n R_F - \sum_{t=1}^n r_t \right)$$

Ahora bien:

$$Y = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_t$$

luego:

$$\sum_{t=1}^n r_t = nY$$

por lo que se llega a un coste por siniestro y  $H_a$  o prima pura, para ese año, de:

$$L = \frac{1}{N} \left( n R_F - \sum_{t=1}^n r_t \right) = n (R_F - Y)/N = A (R_F - Y) \quad (1)$$

El problema se reduce a determinar el valor medio  $Y$  de una distribución truncada que, como se indica en [19, pág. 67], corresponde a:

$$Y = R_i - \frac{d\sigma}{A}$$

Sustituyendo (2) en (1):

$$L = A (R_F - F_i) + d\sigma$$

La expresión (3) es la fórmula utilizada por el F.C.I.C., y es la que se empleará en la aplicación práctica.

La prima de riesgo integral será el cociente entre las pérdidas  $L$  de una serie de años y los capitales asegurados,  $R_F$ , en esos años. Para determinar la prima correspondiente a un cierto riesgo se multiplica la prima integral por la parte de riesgo correspondiente (riesgo sistemático) a ese factor, que puede ser estimado subjetivamente (experiencia) u objetivamente mediante la aplicación del modelo de Sharpe [19].

### III. APLICACION

El modelo anterior se aplica a la determinación de las primas puras de seguros para cereales de invierno (trigo, cebada, avena y centeno) a nivel provincial. Para ello se han seleccionado aquellas provincias en la que los cultivos herbáceos de secano tienen una superficie superior a 100.000 Ha. Esta imposición la cumplen las provincias de las Comunidades Autónomas de Navarra, Aragón, Castilla-León, Madrid, Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía.

Desde el punto de vista operativo se ha procedido, en primer lugar, a calcular las primas integrales que cubren una disminución cuantitativa de la cosecha real respecto a la prevista, bajo dos ópticas diferentes: *a*) la del agricultor, que considera como capital asegurado el rendimiento esperado ( $R_F$  estimado), y *b*) la de una empresa aseguradora, que considera como capital asegurado el fiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Al igual que en cualquier método de cálculo de primas, el modelo propuesto por Botts y Boles [4] estima las indemnizaciones que habría originado anualmente el seguro, si hubiera sido aplicado en el horizonte temporal del estudio (1971-1982). La tasa de prima viene definida como cociente entre el total de las indemnizaciones y los rendimientos asegurados.

En una segunda etapa se establecen las primas de riesgo relativas a la cobertura de lluvia y temperatura mediante el empleo del porcentaje de riesgo sistemático (% RS) obtenido objetivamen-

te en [19]. El considerar las precipitaciones y las temperaturas como causas principales de la disminución de los rendimientos de las cosechas (a excepción de pedrisco e incendio) que no pueden ser controladas por el agricultor, implica que la tasa de prima resultante deba entenderse como una prima técnica (o prima pura) en el seguro integral de los cultivos considerados.

En un principio se calcularon las primas para un ciento por ciento de los rendimientos asegurados, lo que suponía una garantía total, pero los valores obtenidos eran demasiado elevados y, en consecuencia, las primas a pagar podrían ser disuasorias. Este dato, y el que las primas oficiales vigentes utilicen el 65% del rendimiento, llevaron a utilizar este último valor del rendimiento asegurado o rendimiento sin riesgo,  $R_F$ .

En el Cuadro 1 figuran las tasas de prima técnica para los cereales de invierno para un 65% del valor de  $R_F$ . En la columna 1 se recogen los resultados para el valor estimado de  $R_F$ , que pueden considerarse como una prima de «autoseguro» para el agricultor. En la 2.<sup>a</sup>, los correspondientes a  $R_F$  fijado por el M.A.P.A., y en la 3.<sup>a</sup>, las primas técnicas oficiales publicadas en el *B.O.E.* (4).

No se ha tenido en cuenta en este trabajo el hecho de que a partir de la última campaña el agricultor es indemnizado únicamente cuando a nivel de explotación (y no de parcela) obtiene menos del 65% de la producción asegurada. Este hecho supone una diversificación más del riesgo para la entidad aseguradora a nivel de agricultor individual, además de las ya conocidas (espacial y temporal) a nivel agregado y, en consecuencia, las primas resultarían ser inferiores a las aquí expuestas.

#### IV. CONCLUSIONES

La aplicación del modelo de Botts y Boles y su conexión con el modelo de Sharpe tiene un carácter fundamentalmente orientativo y pretende servir de guía a futuras investigaciones en el campo del seguro agrario.

(4) *B.O.E.* n.º 26, 30 de enero de 1985.

Cuadro n.º 1 TASAS DE PRIMAS TÉCNICAS DEL SEGURO INTEGRAL DE CEREALES

	Trigo			Cebada			Avena			Centeno		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Navarra .....	—	0,77	0,96	—	0,60	1,14	—	0,56	0,87	—	—	0,57
Huesca .....	—	1,82	1,51	—	1,02	2,13	—	2,32	2,14	—	—	1,18
Teruel .....	—	1,32	3,12	—	1,37	4,05	—	1,16	3,36	—	—	2,48
Zaragoza .....	—	1,26	2,19	—	0,78	2,36	—	2,08	4,03	—	—	1,39
Avila .....	1,81	7,28	1,44	3,55	9,36	1,57	4,36	9,40	1,57	4,10	5,97	1,33
Burgos .....	0,26	0,85	1,78	0,75	2,94	2,29	1,90	4,72	2,38	0,85	3,93	2,27
León .....	1,95	6,09	1,62	1,33	4,82	1,69	3,72	6,87	2,29	0,17	0,96	0,79
Palencia .....	1,70	4,43	2,15	4,86	9,19	3,07	5,14	10,44	2,48	0,39	1,13	1,52
Salamanca .....	1,65	4,87	1,28	3,55	5,16	1,70	5,13	8,24	3,38	0,20	0,92	1,56
Segovia .....	1,06	11,05	1,13	1,27	5,68	1,67	0,99	2,86	0,29	1,30	4,44	2,19
Soria .....	—	2,04	2,99	0,17	0,58	2,60	—	0,96	1,83	—	5,11	1,33
Valladolid .....	0,27	12,45	1,98	4,44	10,14	2,09	3,64	9,23	0,71	0,33	7,76	0,29
Zamora .....	5,70	10,32	1,60	4,26	10,31	2,67	4,57	9,58	1,44	4,65	4,45	2,25
Madrid .....	2,49	4,53	2,37	1,10	3,53	1,65	0,69	2,99	0,97	0,17	1,33	1,07
Albacete .....	1,93	3,34	1,96	1,63	2,69	2,65	2,25	2,58	1,16	0,72	1,45	1,93
Ciudad Real .....	1,22	5,84	2,72	2,23	8,97	3,02	3,70	8,45	2,91	0,82	4,63	1,57
Cuenca .....	—	2,06	1,05	—	3,96	1,09	—	4,18	1,08	—	1,38	0,97
Guadalajara .....	0,79	2,31	2,20	0,27	0,64	2,30	0,34	1,17	0,86	0,57	1,42	0,81
Toledo .....	0,67	4,21	1,77	1,59	2,11	1,73	1,04	3,66	1,65	1,56	4,10	1,83
Badajoz .....	2,60	3,50	3,06	4,06	7,35	3,77	4,12	7,41	3,58	—	—	1,05
Cáceres .....	—	4,72	3,27	—	4,16	3,67	—	10,80	3,56	—	1,62	1,23
Cádiz .....	—	—	2,87	—	0,62	1,84	—	25,83	0,57	—	—	0,81
Córdoba .....	3,33	3,24	2,45	0,95	3,12	1,51	1,80	4,34	1,30	—	—	0,45
Granada .....	2,56	4,15	1,93	4,86	6,77	2,67	7,14	3,60	3,25	8,63	6,85	2,17
Jaén .....	5,25	5,54	1,49	4,67	6,82	1,70	4,18	3,21	1,57	—	—	1,22
Málaga .....	6,08	10,98	3,21	5,85	9,68	1,34	6,10	7,91	3,17	—	—	0,29
Sevilla .....	4,70	8,04	3,38	—	2,26	2,00	3,53	3,52	2,21	—	—	1,09

1 = R<sub>F</sub> estimado. 2 = R<sub>F</sub> propuesto M.A.P.A. 3 = Publicado en B.O.E.

Pese a ello, el modelo formulado tiene interés tanto desde el punto de vista normativo como descriptivo. Así, en el primer caso puede servir de orientación a los responsables de la Administración sobre la política óptima de seguros a aplicar en las diferentes zonas. Asimismo, desde un punto de vista descriptivo, se puede utilizar para contrastar los resultados obtenidos con las primas vigentes, con vistas a analizar las hipótesis de comportamiento empresarial.

Entre las críticas de carácter teórico que se pueden hacer al modelo está la forma de determinar la desviación típica de los rendimientos (basado en la experiencia) y que ha sido modificada en este trabajo, y la consideración de que los rendimientos de los cultivos se distribuyen normalmente.

En el Cuadro 1 se comparan las primas obtenidas en este trabajo y las actualmente en vigor. De su análisis se deduce que:

- a) Por cultivos, las primas más altas son las de avena, seguidas de las de trigo y cebada, con valores muy similares, a nivel nacional. En el centeno, las primas son las menores de los cuatro cereales. Sin embargo, en el caso de las primas oficiales, son superiores en trigo y cebada a las de avena y centeno.
  - b) Por Comunidades Autónomas, las primas técnicas calculadas son mayores en las provincias de Andalucía y Extremadura que en las dos Mesetas, resultando las provincias del Ebro con menores primas, a diferencia de las primas oficiales en que, en cebada y avena, las provincias del Ebro son cuantitativamente mayores que las de las Mesetas, y en las de Andalucía son inferiores al resto de Comunidades.
  - c) Las primas obtenidas en base a los valores de  $R_F$  fijados por el M.A.P.A. como rendimientos máximos asegurables superan a las oficiales y a las obtenidas para  $R_F$  estimado. Los valores en estos dos últimos casos se encuentran próximos, aunque las primas oficiales son inferiores. Como caso particular están las primas de las provincias del Ebro (Navarra y Aragón), que son superiores a las determinadas en este estudio.
-

El hecho de que las primas obtenidas al considerar  $R_F$  fijado por el M.A.P.A. sean muy superiores a las oficiales y las resultantes de considerar el  $R_F$  es debido al alto rendimiento fijado por el M.A.P.A. como máximo asegurable en las comarcas españolas, pues, si bien es cierto que esos rendimientos medios se producen, no es menos cierto que a nivel de parcela, explotación o municipio no se pueden generalizar. Esto lleva a los agricultores a asegurar la cosecha con el rendimiento máximo asegurable aun en parcelas que saben positivamente que no lo van a conseguir.

Parece recomendable, pues, replantear la forma de contratar el seguro, fijándose una cobertura a nivel de explotación o, como máximo, a nivel de municipio.

En cualquier caso, las conclusiones anteriores quedan supeditadas a la forma de determinar tanto el riesgo sistemático como a la estimación del  $R_F$  mediante el modelo de Sharpe, aunque podría haberse utilizado otro modelo de estimación.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] ALONSO SEBASTIÁN, R., y RODRÍGUEZ BARRIOS, J. E. (1983): «Una adaptación del modelo de Sharpe a la evaluación del riesgo de los cultivos. Aplicación a los cultivos de la zona Duero», *Revista de Estudios Agrosociales*, n.º 124, págs. 21-47.
- [2] BALLESTERO, E. (1985): *Principios de economía de la empresa*, Alianza Textos.
- [3] BATESSE, G. E., y FRANCISCO, E. M. (1977): «Distributions of indemnities for crop-insurance plans: with application to grain crops in new south wales», *The Australian Journal of Agricultural Economics*, vol. 21, n.º 2, págs. 67-79.
- [4] BOTTS, R. R., y BOLES, J. N. (1958): «Use of normal-curve. Theory in corp insurance ratemaking», *Journal of Farm Economics*, n.º 40, part. 1, págs. 733-740.
- [5] DAY, R. H. (1965): «Probability distributions of field crop yields», *Journal of Farm Economics*, vol. 47, n.º 3, págs. 713-741.
- [6] DIOS PALOMARES, R.; CAÑAS MADUEÑO, J. A., y RODRÍGUEZ TOLEDO, M. (1980): «Incidente de los seguros de cosechas en la selección de planes eficientes. Modelos de programación cuadrática», *Revista de Economía Política*, n.º 85, págs. 197-214.

[7] DRISCOLL, J. L. (1985): «Changes in rate making for federal crop insurance», Department of Agric. Economics, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture, M.S.U., Staff Paper, 1985-85, págs. 111-124.

[8] DUDEK, D. J., y ALLEN, P. G. (1984): «Estimating crop yield insurance premium rates», *Northeastern Journal of Agric. and Resource Economics*, n.º 13, págs. 119-127.

[9] GÓMEZ BORRERO, J. C. (1980): *Una nueva formulación teórica del seguro agrario en España*, Tesis doctoral, E.T.S.I. Agrónomos de Madrid.

[10] GREENE, M. R. (1973): *Risk and insurance*, South-Western Publishing Co.

[11] HAZELL, P.; POMAREDA, C., y VALDÉS, A. (1985): *Crop insurance for agricultural development*, The Johns Hopkins University Press.

[12] HOGG, R. V., y KLUGMAN, S. (1984): *Loss distributions*, John Wiley and Sons.

[13] MYRICK, D. H. (1970): «All-risk crop insurance: principles, problems, potentials», *Montana Agricultura Experiment Extension*, Bulletin 640, págs. 5-42.

[14] OFFUTT, S. E. (1984): «Income insurance for commodity producers», en *Risk analysis for agricultural production firms: concepts, information requirements and policy issues*, D. of Agricultural Economics, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture. University of Illinois at Urbana-Champaign, AE 4574.

[15] OURY, B. (1976): *Risk management in agricultural development*, Cimmyt.

[16] RAY, P. K. (1974): *A manual on crop insurance for developing countries*, Documento F.A.O.

[17] RAY, P. K. (1975): «The role of crop insurance in the agricultural economy of the developing countries», *Monthly Bulletin of Agricultural Economics and Statistics*, vol. 24, págs. 9-16.

[18] RAY, P. K. (1981): *Agricultural insurance. Theory and practice and application to developing countries*, Pergamon Press.

[19] SERRANO BERMEJO, A. (1987): *El modelo de Sharpe como instrumento para la determinación y análisis del riesgo de los cultivos agrarios. Una aplicación al secano español*, Tesis doctoral E.T.S.I. Agrónomos, Madrid.

[20] VERTREES, J. G. (1984): «A case for farm income insurance?», en *Risk analysis for agricultural production firms: concepts, information requirements and policy issues*, Dept. of Agric. Economics, Agric. Experiment Station, College of Agriculture, University of Illinois at Urbana-Champaign, AE 4574, págs. 105-111.

---

## RESUMEN

En este trabajo se expone el modelo de Botts y Boles para la determinación de primas de seguros agrarios, aplicándolo a los cereales de invierno particularizados para las provincias de Castilla-León, Castilla-La Mancha, Madrid, Extremadura, Andalucía, Navarra y Aragón. Se determinan las primas puras de riesgo relativas a la cobertura de precipitación y temperatura, que suponen la mayor parte del riesgo de los cereales.

Las primas han sido calculadas atendiendo a dos supuestos de rendimiento asegurado: el rendimiento estimado y el rendimiento máximo asegurable permitido en una provincia por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, comparándose ambas con las primas oficiales vigentes.

## RESUME

Il est exposé dans ce travail le modèle de Botts et Boles pour l'établissement des primes d'assurance agricole, et son application aux céréales d'hiver, notamment dans les provinces de Castille-Léon, Castille-La Manche, Madrid, Estrémadure, Andalousie, Navarre et Aragon. Il y est établi les primes pure de risque concernant la couverture des précipitations et de la température, en tant que principaux risques affectant les céréales.

Les primes ont été calculées selon deux hypothèses de rendement assuré: le rendement estimé et le rendement maximum pouvant être assuré dans une province, avec l'autorisation du Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation. Ces deux primes ont été ensuite comparées à celles qui sont officiellement en vigueur.

## SUMMARY

This work discusses Botts and Boles' model to determine agricultural insurance premiums as applied to winter cereals, in particular for the provinces included in the Castille-León, Castille-La Mancha, Madrid, Extremadura, Andalusia, Navarre and Aragón Autonomous Communities. Pure risk premiums are determined relative to rainfall and temperature risks, which involves the most part of risk for these cereals.

Premiums have been calculated with regard to two instances of assured yield: estimated yield and maximum insurable yield allowed in one province by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, then compared with the official premiums in force.

---