

EL RIESGO FISICO Y ECONOMICO DE LOS CULTIVOS DE SECANO EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID. SUS INDICES DE PERFORMANCE

Por (*)

RAMON ALONSO SEBASTIAN, M.^a TERESA
IRURETAGOYENA OSUNA y ARTURO SERRANO
BERMEJO

I. INTRODUCCION

EL rendimiento físico o económico de las actividades agrarias depende de múltiples factores incontrolables. Por ello, es frecuente la existencia de desviaciones desfavorables entre el rendimiento esperado y el real, es decir, la existencia de riesgos.

La estimación del rendimiento y del riesgo puede llevarse a cabo mediante métodos subjetivos, a partir de los cuales el empresario, en base a su experiencia asigna estos valores, o con métodos objetivos que determinan estos valores en base a informaciones objetivas o series históricas.

El conocimiento del rendimiento medio y del riesgo físico y/o económico condiciona la elección de las actividades que pueden realizarse. Por otro lado, el análisis de los factores que inciden sobre ambos permite cuantificar las repercusiones de las variaciones

(*) Departamento de Economía de la Empresa Agraria. Universidad Politécnica de Madrid.

de los mismos y descomponer el riesgo total en sus dos componentes: riesgo específico y riesgo sistemático.

Las relaciones entre rendimiento y riesgo han sido ampliamente estudiadas en el campo bursátil dando origen a numerosos modelos, entre los que destaca por su facilidad de aplicación el de Sharpe. Sin embargo, las aplicaciones al sector agrario son escasas, lo que da, en cierta medida, originalidad al trabajo que a continuación se presenta.

En este trabajo se aplica el modelo original de Sharpe para la determinación de los períodos críticos cuando se consideran los índices pluviométricos y termométricos en los cultivos de secano más importantes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Se calcula también el riesgo económico de los cultivos y los índices de performance de los mismos. Todo ello permite una ordenación de los cultivos desde el punto de vista del rendimiento y riesgo físico y del rendimiento y riesgo económico.

II. APLICACION DEL MODELO DE SHARPE

Se han probado, en primer lugar, índices pluviométricos por entender que son éstos los que mayor explicación pueden proporcionar sobre las variaciones de los rendimientos. En segundo lugar, se han ensayado índices termométricos, para finalizar con el estudio conjunto de ambos tipos de índices.

El marco de aplicación ha sido la Comunidad Autónoma de Madrid, y dentro de ella los cultivos de secano de mayor importancia desde el punto de vista de su oferta planeada. Los cultivos seleccionados representan, en su conjunto, en torno al 95% de la superficie total de secano. El período de tiempo considerado va desde 1972 a 1982, lo que constituye un horizonte amplio para las conclusiones a las que se pretende llegar.

Los cultivos estudiados, agrupados desde el punto de vista agronómico, son:

- a) Cereales: trigo, cebada, avena, centeno.
- b) Leguminosas: lentejas, garbanzos, veza, yeros.

Los datos básicos de los cultivos anteriores (superficie y rendimiento) aparecen recogidos en el Cuadro 1.

Cuadro n.º 1

SUPERFICIE Y RENDIMIENTOS DE LOS CEREALES Y LEGUMINOSAS DE SECANO EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
(En 000 Ha y Qm/Ha)

Cultivos	Años		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
Trigo	73,57	8,54	28,56	8,34	73,30	12,89	50,91	17,53	54,16	16,54	46,70	8,13	52,60	13,10	46,20	11,88	43,46	20,36	46,85	15,11	42,85	9,60	42,85	9,60
Cebada	22,10	10,86	21,50	14,12	24,87	17,76	32,05	26,08	24,95	16,79	27,08	13,34	35,70	20,46	37,00	17,12	41,79	21,50	40,79	16,30	40,07	13,09	40,07	13,09
Avena	5,95	10,00	7,70	10,00	8,00	11,75	4,50	17,64	4,80	11,49	3,17	8,70	2,60	14,00	2,66	10,00	3,33	12,00	2,86	10,10	2,72	8,63	2,72	8,63
Centeno	2,00	7,00	3,00	9,33	3,50	11,43	1,75	11,00	1,70	8,00	2,33	8,61	1,50	12,0	2,20	11,00	1,59	12,00	1,74	10,00	1,78	8,93	1,78	8,93
Total cereales	103,62	—	60,76	—	109,67	—	89,21	—	85,61	—	79,28	—	92,40	—	88,06	—	90,17	—	92,24	—	87,42	—	87,42	—
Lentijas	0,65	4,80	0,60	6,00	1,09	6,50	0,52	7,00	0,38	6,00	0,20	8,00	0,35	6,50	0,71	6,20	0,82	6,60	0,75	4,00	1,00	6,60	1,00	6,60
Garbanzo	1,24	5,80	1,25	5,50	1,46	5,70	1,12	10,00	1,50	7,00	0,86	6,00	1,09	7,00	0,96	6,80	0,92	7,00	0,77	3,00	0,85	6,50	3,00	0,85
Veza	0,85	6,00	0,80	7,00	0,66	8,00	0,80	9,55	0,57	9,00	0,67	7,50	0,62	7,50	0,62	7,00	0,81	7,30	0,49	3,00	0,60	6,80	3,00	0,60
Yeros	0,15	6,00	0,25	7,00	0,41	7,50	0,41	6,00	0,57	6,50	0,34	6,00	0,39	6,00	0,40	6,40	0,84	6,50	1,51	5,00	2,43	6,30	5,00	2,43
Total leguminosas	2,89	—	2,90	—	3,62	—	2,85	—	3,02	—	2,07	—	2,45	—	2,69	—	3,39	—	3,52	—	4,88	—	4,88	—

Fuente: Anuarios de la Producción Agraria, M.A.P.A., diversos años. S: Superficie en 000 Ha. R: Rendimiento en Qm/Ha.

Los índices elegidos son de tipo pluviométrico y termométrico, pudiendo diferenciarse de la siguiente forma.

II.1. *Índices pluviométricos*

Estos índices se han elaborado como media de las pluviometrías de la Comunidad y de las provincias limítrofes, considerando que éstas engloban a Avila, Segovia, Cuenca, Guadalajara, Segovia y Toledo. Su definición ha estado motivada por la dispersión geográfica de los cultivos dentro de la Comunidad, lo que hace pensar que un índice uniprovincial no es suficientemente significativo.

Los índices seleccionados se han definido en base a los ciclos de producción de cada cultivo y sus períodos de permanencia en el terreno. Por esta razón el número de índices a emplear es amplio y diferente para cada grupo de cultivos. En el Cuadro 2, aparecen definidos los índices elegidos.

Cuadro n.º 2

INDICES EMPLEADOS

Indices	Significado
PLUVIOMETRICOS	1 Tasa de variación de la pluviometría de marzo.
	2 Tasa de variación de la pluviometría de abril.
	3 Tasa de variación de la pluviometría de mayo.
	4 Tasa de variación de la pluviometría de junio.
	5 Tasa de variación de la pluviometría de julio.
	6 Tasa de variac. de la pluv. de marzo y abril (conjuntamente).
	7 Tasa de variac. de la pluv. de abril y mayo (conjuntamente).
	8 Tasa de variac. de la pluv. de abril a junio (conjuntamente).
	9 Tasa de variac. de la pluv. de marzo a junio (conjuntamente).
	10 Tasa de variac. de la pluv. de marzo y junio (conjuntamente).
TERMOMETRICOS	11 Tasa de variac. de la pluv. de marzo a mayo (conjuntamente).
	12 Tasa de variac. de la pluv. de junio y julio (conjuntamente).
	13 Tasa de variación de la temperatura media de marzo.
	14 Tasa de variación de la temperatura media de abril.
	15 Tasa de variación de la temperatura media de mayo.
	16 Tasa de variac. de la temp. media de marzo - media de marzo.
	17 Tasa de variac. de la temp. media de abril - media de abril.
	18 Tasa de variac. de la temp. media de mayo - media de mayo.

II.2.2. Índices termométricos

Al igual que en el caso de los índices pluviométricos se han elaborado índices termométricos a partir de las temperaturas de Madrid y provincias limítrofes. Los índices, definidos como valores medios o como diferencia entre valores absolutos y valores medios, aparecen en el Cuadro 2.

II.3. Planteamiento del modelo básico

El modelo elegido es el de Sharpe, que se emplea básicamente para el cálculo del riesgo de las inversiones bursátiles y que se adapta al caso de cultivos agrarios.

La correcta aplicación del modelo Sharpe exige determinar, a partir de los datos básicos, las tasas de variación de los rendimientos y de los índices de los distintos años.

La tasa de variación de los rendimientos viene dada por la expresión:

$$r_{i,t} = \frac{R_{i,t} - R_{i,t-1}}{R_{i,t-1}} \times 100$$

en donde:

$r_{i,t}$ = tasa de variación del rendimiento del cultivo i en el período t .

$R_{i,t}$ = rendimiento del cultivo i en el año t .

De igual manera, la tasa de variación de los índices se define así:

$$I'_{j,t} = \frac{I_{j,t} - I_{j,t-1}}{I_{j,t-1}} \times 100$$

siendo:

$I'_{j,t}$ = tasa de variación del índice j en el año t .

$I_{j,t}$ = valor del índice j en el año t .

En el Anexo figuran los datos pluviométricos y termométricos básicos y las tasas de variación de los rendimientos y de los índices.

Las relaciones entre las variables a explicar y los índices explicativos pueden cuantificarse mediante ajustes minimocuadráticos del tipo monoíndice:

$$r_{i,t} = a_i + b_i I'_{j,t} + e_{i,t}$$

El significado de los parámetros que intervienen en el modelo es el siguiente:

- a_i = Corresponde al valor de la ordenada en el origen.
- b_i = Es un parámetro característico de cada cultivo, y representa la relación existente entre las fluctuaciones de los rendimientos del cultivo y las del índice. Expresa la sensibilidad del cultivo a las variaciones del índice. Es también la elasticidad de los rendimientos del cultivo i con respecto al índice. Cuanto mayor sea el valor de b_i en términos absolutos más sensible es el rendimiento del cultivo a las variaciones pluviométricas o termométricas.
- $e_{i,t}$ = Es la perturbación aleatoria que indica las variaciones del rendimiento del cultivo i que no dependen del índice elegido.

Refleja la importancia de las variables no consideradas en la explicación de las variaciones de los rendimientos. Los $e_{i,t}$ son variables aleatorias con función de distribución normal $(0, \sigma^2_{e_{i,t}})$ y covarianzas nulas.

En caso de emplearse un modelo multiíndice, los coeficientes de regresión tendrán una interpretación similar al modelo monoíndice, aunque con las características específicas de tales ajustes.

Los mejores resultados obtenidos para los índices pluviométricos, tanto en el caso de uno como de varios índices, aparecen en el Cuadro 3. Los ajustes con índices termométricos son poco significativos, como lo demuestran los test estadísticos de los ajustes efectuados que pueden verse en el Cuadro 4. En el Cuadro 5 se han recogido los resultados de realizar ajustes mixtos con índices pluviométricos y termométricos.

El análisis de los valores de los b_i permite llevar a cabo una clasificación de los cultivos en dos grandes grupos:

Cuadro n.º 3

RESULTADOS DE LOS MEJORES AJUSTES PLUVIOMETRICOS

Cultivos	CEREALES																							
	6				7				11				2/3				1/2/3							
	a	b	R ²	F	a	b	R ²	F	a	b	R ²	F	a	b	R ²	F	a	b	R ²	F				
Tiempo	1,514	0,490	0,505	9,185	-0,883	0,619	0,629	15,24	3,329	0,814	0,632	15,48	-9,244	0,271	0,181	0,603	60,860	-9,135	0,140	0,246	0,188	0,620	0,620	3,800
Cebada	-0,931	0,367	0,441	7,106	-3,728	0,573	0,640	47,37	0,143	0,772	0,851	69,45	-11,860	0,222	0,213	0,838	20,69	-11,772	0,139	0,198	0,220	0,863	0,863	14,667
Avena	-1,210	0,350	0,487	8,527	-3,563	0,512	0,580	39,31	-0,128	0,703	0,890	73,05	-10,361	0,182	0,193	0,754	12,259	-10,208	0,241	0,139	0,205	0,844	0,844	12,621
Centeno	-0,684	0,224	0,594	4,918	-1,577	0,261	0,373	5,36	0,115	0,389	0,484	8,441	-5,618	0,147	0,057	0,477	3,648	-5,548	0,110	0,127	0,063	0,510	0,510	2,433

Cultivos	LEGUMINOSAS											
	4				10							
	a	b	R ²	F	a	b	R ²	F				
Garbanzo	-0,004	0,208	0,690	20,440	-0,017	0,324	0,563	11,520				
Lentejas	-0,067	0,288	0,508	9,322	0,033	0,546	0,608	13,690				
Veza	-0,005	0,345	0,801	36,180	-0,022	0,504	0,573	12,108				
Yeros	-0,036	0,079	0,245	2,920	-0,041	0,121	0,193	2,143				

(u) Nivel de significatividad < 0,1. (v) Nivel de significatividad > 0,1.

Cuadro n.º 4

RESULTADOS DE LOS AJUSTES TERMOMETRICOS

Cultivos	13		14		15		16		17		18	
	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F
Trigo	-0,499	2,99	-0,110	0,110	-0,040	0,014	0,620	5,60	0,455	2,36	0,316	1,00
Cebada	-0,797	15,62	0,095	0,082	-0,392	1,638	0,695	8,42	0,237	0,54	0,424	1,96
Avena	-0,686	8,01	0,003	0,000	-0,437	2,128	0,694	8,36	0,176	0,28	0,600	5,08
Centeno	-0,820	18,52	0,013	0,002	-0,372	1,444	0,525	3,43	0,226	0,48	0,265	0,68
Garbanzos ...	-0,476	2,64	0,073	0,049	-0,171	0,271	0,020	0,00	0,120	0,13	0,260	0,64
Lentejas	-0,473	2,59	-0,262	0,661	0,019	0,003	-0,290	0,80	-0,120	0,12	0,270	0,73
Veza	-0,497	2,96	-0,354	1,292	0,136	0,168	-0,180	0,29	0,030	0,01	0,420	1,87
Yeros	-0,532	3,56	-0,345	1,219	0,339	1,171	-0,130	0,16	0,070	0,04	0,610	5,22

Cuadro n.º 5

RESULTADOS DE AJUSTES CON INDICES PLUVIOMETRICOS Y TERMOMETRICOS

Cultivos	Indices				7/13				11/13						
	a	b	c	R ²	F	a	b	c	R ²	F	a	b	c	R ²	F
Trigo	-0,072	0,769 (u)	0,362 (u)	0,633	6,90 (u)	-0,086	1,290 (u)	0,782 (u)	0,676	8,34 (u)	-0,004	0,740 (u)	-0,033 (v)	0,851	22,81 (u)
Cebada	-0,001	0,457 (u)	-0,250 (u)	0,844	21,68 (u)	-0,065	0,946 (u)	0,389 (u)	0,900	36,16 (u)	+0,090	-0,048 (v)	-0,659 (u)	0,675	8,31 (u)
Avena	-0,043	0,518 (u)	0,022 (v)	0,799	15,91 (u)										
Centeno	+0,094	-0,044 (v)	-0,664 (u)	0,677	8,39 (u)										

Indices	4/13			
	a	b	c	R ²
Garbanzos	0,012	0,194 (u)	-0,109 (v)	0,705
Lentejas	0,106	0,254 (u)	-0,274 (u)	0,535
Veza	0,017	0,324 (u)	-0,154 (v)	0,810
Yeros	-0,003	0,050 (v)	-0,227 (u)	0,363

(u) Nivel de significatividad < 0,10. (v) Nivel de significatividad > 0,10.

Cuadro n.º 6

DISTRIBUCION DEL RIESGO FISICO DE LOS CULTIVOS
(Para índices pluviométricos)

Cultivos	Indices	Riesgo total	Riesgo			
			Sistemático		Específico	
			Valor	(%)	Valor	(%)
Trigo	11	1.954,41	1.235,84	63,23	718,57	36,77
Cebada	11	1.254,55	1.110,63	88,53	143,92	11,47
Avena	11	1.033,52	920,15	89,04	113,37	10,96
Centeno	11	584,01	282,64	48,39	301,37	51,61
Lenteja	4	2.374,31	1.207,95	50,88	1.166,36	49,12
Garbanzo	4	904,25	627,76	69,43	276,49	30,57
Veza	4	2.132,61	1.707,75	80,08	424,86	19,92
Yeros	4	367,16	89,97	24,51	277,19	75,49

- A) *Cultivos muy sensibles.* Son aquellos cuyo b_i es mayor o igual que 1 o menor o igual que -1 . Sus rendimientos son muy sensibles a las variaciones pluviométricas. Así, por ejemplo, un cultivo cuyo $b_i = 1,5$ significa que un aumento (disminución) del 1% en el índice origina un aumento (disminución) del 1,5% en el rendimiento.
- B) *Cultivos poco sensibles.* Son aquellos cuyo b_i está comprendido en el intervalo $(-1, 1)$. Sus rendimientos reaccionan de manera menos que proporcional a las oscilaciones del índice.

Del análisis de los cuadros anteriores se puede concluir que las variaciones de los índices explican de manera significativa las variaciones de los rendimientos. En el caso de los cereales, el índice que mayor explicación da es el 11 (pluviometría conjunta de marzo a mayo). En el caso de leguminosas, el índice que mayor explicación proporciona es el 4 (pluviometría de junio). Con ellos pueden definirse los períodos críticos desde el punto de vista pluviométrico.

En cuanto a los índices termométricos puede verse que las explicaciones que proporcionan son escasamente significativas, por lo que no puede hablarse estrictamente de períodos críticos ter-

mométricos, al menos en cuanto a los índices probados. Se debe exceptuar el índice 13 que para alguno de los cereales da resultados significativos.

La consideración conjunta de índices pluviométricos y termométricos empeora el nivel de significación de los coeficientes de regresión en comparación con los ajustes de índices pluviométricos.

Además de la determinación de la sensibilidad de cada cultivo a las variaciones de los índices puede hablarse del riesgo en el que se ha incurrido por la implantación del cultivo correspondiente y cabe una diferenciación cualitativa y cuantitativa del riesgo total (medido por $\sigma_{r_{i,t}}^2$) en dos componentes:

- a) Riesgo sistemático: Es el debido a las fluctuaciones del índice explicativo. Puede llamarse también riesgo del índice para el cultivo *i*. Su valor viene dado por:

$$\sigma_{\xi}^2 = b_i^2 \sigma_i^2$$

- b) Riesgo específico: Es la diferencia entre el riesgo total y el riesgo sistemático. Su expresión es:

$$\sigma_{\varepsilon_{i,t}}^2 = \sigma_{r_{i,t}}^2 - b_i^2 \sigma_i^2$$

Viene a representar el riesgo debido a las características propias del cultivo.

Esta división del riesgo total en riesgo sistemático y específico puede hacerse para cualquier cultivo con los índices que resulten significativos. En la Comunidad Autónoma de Madrid, el índice 11 es el más representativo para medir ambos riesgos en el caso de cereales, y el 4, en el caso de las leguminosas. Los resultados son los que figuran en el Cuadro 6.

III. RIESGO ECONOMICO

Independientemente del riesgo físico o técnico, debido a variaciones de los rendimientos de los cultivos, puede hablarse también del riesgo económico o de mercado. Este riesgo es el derivado de la inestabilidad de los ingresos.

Estas oscilaciones pueden responder, entre otras razones, a las fluctuaciones en el precio de los productos, pues éste es una variable aleatoria que depende de la situación de los mercados y de las variaciones de los rendimientos físicos.

Para la medida del riesgo económico de un cultivo es necesario analizar la evolución de los ingresos a lo largo de un período de tiempo y relacionar las variaciones de los mismos con las de un índice que mida la actividad económica global durante el mismo período.

Para ello se hace preciso, en primer lugar, calcular un índice de actividad económica y, para mayor objetividad, es necesario agrupar los cultivos en grupos homogéneos desde el punto de vista agronómico y determinar para cada grupo un índice de actividad. Así, deben definirse índices de actividad económica para cereales, leguminosas, cultivos industriales, etc. En este estudio se probaron distintos índices económicos, resultando más significativo el elaborado a partir de los ingresos (ptas/Ha) previamente deflactados con relación al índice de precios al consumo.

Los ingresos (ptas/Ha) son resultado del producto del rendimiento (kg/Ha) por el precio (ptas/Ha). Los valores obtenidos para los cultivos considerados figuran en el Anexo. El coeficiente de ponderación de cada uno de ellos dentro de su grupo, η_i , representa el porcentaje de importancia (medida por la superficie sembrada frente al total) de cada cultivo dentro del grupo al que pertenece en la C.A.M.

Aplicando la metodología anterior a cereales y leguminosas se han obtenido los índices que figuran en el Cuadro 7. A partir de ellos se han calculado las tasas de variación de los índices que se recogen en el Cuadro 8.

Al igual que en el caso del riesgo físico se han relacionado las tasas de variación de los ingresos con las del índice de actividad económica según la expresión: $Y = a + b T_{\text{INDICE}}$ llegándose a los resultados que figuran en el Cuadro 9.

Del análisis de los resultados expuestos en el Cuadro 9 puede hablarse de cultivos más o menos arriesgados desde el punto de vista económico. Así, y teniendo en cuenta los valores de los b_i puede llegarse a una ordenación de los cultivos.

Cuadro n.º 7

INDICES DE ACTIVIDAD DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

Años	CEREALES						LEGUMINOSAS						Indice legumin.						
	Trigo		Cebada		Avena		Centeno		Indice cereales		Lenteja			Garbanzo		Veza		Yeros	
	η_i	I_D (*)	η_i	I_D	η_i	I_D	η_i	I_D	η_i	I_D	η_i	I_D		η_i	I_D	η_i	I_D	η_i	I_D
1971	70,44	488,40	19,79	588,45	7,90	329,50	1,87	330,88	49,270,12	20,00	860,22	50,00	801,22	26,67	375,87	3,33	383,50	68,566,91	
1972	71,00	278,40	21,33	268,02	5,74	241,70	1,93	187,67	27,232,83	22,49	608,42	42,91	704,26	29,41	255,90	5,19	213,42	52,536,83	
1973	47,00	248,37	35,39	340,00	12,67	236,20	4,94	242,11	27,894,67	20,69	613,75	43,10	738,18	27,59	318,50	8,62	285,32	55,760,92	
1974	68,84	370,97	22,68	502,79	7,29	311,96	3,19	341,16	39,570,97	30,11	607,85	40,33	588,25	18,23	403,28	11,33	345,68	53,294,83	
1975	57,07	513,80	35,93	628,27	5,04	412,60	1,96	286,66	54,537,66	18,25	891,8	39,30	615,02	28,07	437,01	14,38	221,64	55,899,70	
1976	63,26	448,40	29,14	371,40	5,61	234,05	1,99	196,40	40,892,24	12,58	601,51	49,67	635,52	18,87	409,05	18,88	234,13	51,272,42	
1977	58,91	203,82	34,16	265,33	4,00	162,78	2,93	183,31	22,258,93	9,66	497,34	41,55	1.240,64	32,37	358,73	16,42	206,34	71,353,09	
1978	52,60	321,34	35,70	368,89	2,60	252,98	1,50	230,88	31,075,93	14,26	599,90	44,49	985,40	25,31	264,23	15,91	186,18	62,062,80	
1979	46,20	277,16	37,00	298,92	2,66	176,60	2,20	206,03	24,787,85	26,39	519,45	35,69	634,82	23,05	259,07	14,87	178,05	44,984,18	
1980	43,46	456,29	41,79	356,26	3,33	196,56	1,59	205,06	35,699,06	24,19	483,50	27,14	549,71	23,89	272,95	24,78	165,43	37,235,13	
1981	46,85	317,13	40,79	273,51	2,86	166,45	1,74	172,70	26,792,90	21,31	281,64	21,88	450,00	13,92	144,06	42,89	137,05	23,731,14	
1982	42,85	194,59	40,07	224,89	2,72	145,67	1,78	153,67	18,019,28	20,49	534,82	17,42	779,99	12,30	285,60	49,79	183,46	37,193,24	

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro C-2.

(*) I_D = Ingresos (00 ptas./Ha).

Cuadro n.º 8

INDICES Y TASAS DE VARIACION DE LOS INDICES
DE ACTIVIDAD ECONOMICA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

Años	Indices (*)		Tasas de variación	
	Cereales	Leguminosas	Cereales	Leguminosas
1971	49,27	68,57	—	—
1972	27,23	52,54	-44,73	-23,38
1973	27,89	55,76	2,42	6,13
1974	39,57	53,29	41,88	-4,43
1975	54,54	55,90	37,83	4,90
1976	40,89	51,27	-25,03	-8,28
1977	22,26	71,35	-45,56	39,17
1978	31,08	62,06	39,62	-13,02
1979	24,79	44,98	-20,24	-27,52
1980	35,70	37,24	44,04	-17,21
1981	26,79	23,73	-24,96	-36,28
1982	18,02	37,19	-32,74	56,72

(*) Estos índices son los del Cuadro 7 divididos por mil.

Cuadro n.º 9

RELACIONES ENTRE LOS INGRESOS Y LAS TASAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA

Cultivos	$Y = a + bT_{\text{INDICE}}$		R	F
	a	b		
Trigo	3,479	1,167	0,978	193,95
Cebada	-0,199	0,867	0,912	44,63
Avena	-0,785	0,762	0,883	31,95
Centeno	-2,417	0,455	0,638	6,17
Lentejas	3,408	0,930	0,680	7,72
Garbanzos	8,836	1,362	0,916	47,19
Veza	5,226	1,017	0,737	10,69
Yeros	-2,409	0,416	0,459	2,41

En el caso de los cereales es el trigo el más arriesgado ($b > 1$) seguido por cebada, avena y centeno que son todos ellos cultivos poco arriesgados ($b < 1$).

En el caso de las leguminosas, las de mayor riesgo económico son los garbanzos y la veza ($b > 1$) seguidos de lentejas y yeros, que son poco arriesgados ($b < 1$).

IV. LOS INDICES DE PERFORMANCE Y SU APLICACION A LOS CULTIVOS AGRARIOS

Con la performance se trata de analizar conjuntamente la rentabilidad y el riesgo económico de cada cultivo para suministrar una base uniforme que permita la comparación y jerarquización de los mismos, al ser ambos los parámetros más relevantes en el análisis del rendimiento de un cultivo. Con la performance se resumen en un índice la rentabilidad del cultivo y el riesgo inherente al mismo, lo que permite conocer la rentabilidad por unidad de riesgo asumido. Por ello se dice que un cultivo ha proporcionado mejores resultados cuanto más retribuido está su nivel de riesgo, es decir, cuanto mayor es la prima en relación al riesgo que le corresponde.

Para cuantificar la performance se aplican unos índices que pueden definirse en términos relativos (como cocientes) o en términos absolutos (como diferencias) y con carácter *ex post* (teniendo en cuenta la rentabilidad y el riesgo pasados) o carácter *ex ante* (que emplea las medidas de rentabilidad y riesgo esperados). En nuestro enfoque, se opta por la consideración del carácter *ex post* que lleva implícito el cumplimiento del criterio de persistencia (véase [2], cap. 3), tanto para la rentabilidad como para el riesgo.

Adaptaremos los índices más usuales de medida de la performance de una cartera de valores de la teoría de los mercados bursátiles al caso de cultivos agrícolas utilizando los siguientes índices:

- a) *Índice de Sharpe*: Este índice mide la rentabilidad del cultivo sobre el rendimiento libre de riesgo, por cada unidad de riesgo soportada, o lo que es igual, mide la retri-

bución neta del cultivo en un período de tiempo, por cada unidad de riesgo soportado.

Viene definido así:

$$S_i = \frac{R_i - R_F}{\sigma_i}$$

en donde:

R_i = Rentabilidad media obtenida en el período por el cultivo i .

R_F = Rentabilidad del cultivo o de la inversión sin riesgo.

σ_i = Desviación típica de la rentabilidad del cultivo i . Lógicamente, cuanto mayor sea el valor de S_i mejores son los resultados obtenidos con el cultivo correspondiente.

- b) *Índice de Treynor*: Este índice, llamado también de volatilidad, mide el exceso de rentabilidad del cultivo correspondiente sobre el rendimiento de la actividad libre de riesgo por unidad de riesgo sistemático.

El índice viene definido así:

$$T_i = \frac{R_i - R_F}{b_i}$$

en donde:

b_i = Coeficiente de volatilidad del cultivo i en el período objeto de estudio, que se corresponde con la pendiente de la recta de ajuste.

Como en el caso del índice de Sharpe, un cultivo debe implantarse sólo en la medida en que esté suficientemente remunerado, por unidad de riesgo.

La aplicación de los índices de performance, considerando los rendimientos medios y los riesgos, permite una clasificación más correcta de los cultivos.

Para el cálculo de los índices es necesaria la imposición de las siguientes hipótesis (*):

- *Hipótesis I*: El beneficio de cada cultivo puede estimarse como un porcentaje de la cifra de ingresos. Estos porcentajes son:

(*) Estas hipótesis han sido establecidas a partir de opiniones dadas por expertos de la zona.

	%
Trigo	11
Cebada	12
Avena	10
Centeno	10
Lenteja	7
Garbanzos	6
Veza	7
Yeros	10

— *Hipótesis II:* Como inversión sin riesgo, el empresario agrícola de la Comunidad Autónoma de Madrid puede arrendar sus tierras por la cantidad anual de 2.000 ptas/Ha (es decir $R_F = 2.000$ pesetas).

Los valores correspondientes al beneficio medio, obtenido en el período considerado en base a la hipótesis I aparecen en el Cuadro 10. A partir de los datos de dicho cuadro se determinan los índices de performance que se recogen en el Cuadro 11.

Cuadro n.º 10

INGRESO Y BENEFICIOS MEDIOS DE LOS CULTIVOS

Cultivos	Ingresos medios (ptas/Ha)	Beneficios	
		% ingreso	Valor (ptas/Ha)
Trigo	33.002,9	0,11	3.630,3
Cebada	35.438,9	0,12	4.252,7
Avena	23.314,1	0,10	2.331,4
Centeno	21.897,0	0,10	2.189,7
Lenteja	56.727,1	0,07	3.970,9
Garbanzo	72.016,3	0,06	4.320,9
Veza	30.985,3	0,07	2.168,9
Yeros	21.424,5	0,10	2.142,5

Cuadro n.º 11

VALORES DE LOS INDICES PERFORMANCE

Cultivos	Indices	Sharpe	Treynor
Trigo		0,1615	1.397,00
Cebada		0,2000	2.598,27
Avena		0,0463	434,91
Centeno		0,0361	416,92
Lenteja		0,1427	2.119,25
Garbanzo		0,1099	1.704,04
Veza		0,0206	166,08
Yeros		0,0255	342,55

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en los párrafos anteriores se puede proceder a una ordenación en base al riesgo físico y económico de los distintos cultivos, tal como aparece en el Cuadro 12.

De su análisis destacan por ser los cultivos menos arriesgados desde el punto de vista del riesgo físico y económico el centeno y los yeros, mientras que los más arriesgados son, en los cereales, la avena y el trigo (para el riesgo físico y el económico, respectivamente) y en las leguminosas, la veza y los garbanzos.

De igual manera se puede analizar la efectividad de los cultivos, en base a los índices de performance, siendo en los cereales la cebada y el trigo los más eficaces, mientras que en leguminosas son las lentejas y los garbanzos los que mejores resultados proporcionan (Cuadro 13).

Cuadro n.º 12

ORDENACION DE LOS CULTIVOS EN ORDEN DECRECIENTE DE RIESGO SISTEMÁTICO

	Cereales				Leguminosas			
	1.º	2.º	3.º	4.º	1.º	2.º	3.º	4.º
Riesgo físico (*)	Avena	Cebada	Trigo	Centeno	Veza	Lenteja	Garbanzo	Yeros
Riesgo económico	Trigo	Cebada	Avena	Centeno	Garbanzo	Veza	Lenteja	Yeros

(*) Considerando el índice 11 en cereales y el 4 en leguminosas.

Cuadro n.º 13

ORDENACION DE LOS CULTIVOS DE ACUERDO CON SU EFECTIVIDAD (DE MAYOR A MENOR)

	Cereales				Leguminosas			
	1.º	2.º	3.º	4.º	1.º	2.º	3.º	4.º
I. Sharpe	Cebada	Trigo	Avena	Centeno	Lenteja	Garbanzo	Yeros	Veza
I. Treynor	Cebada	Trigo	Avena	Centeno	Lenteja	Garbanzo	Yeros	Veza

BIBLIOGRAFIA

- (1) ALONSO SEBASTIÁN, R.; RODRÍGUEZ BARRIO, J. E.: «Una adaptación del modelo de Sharpe a la evaluación del riesgo de los cultivos», *Revista de Estudios Agrosiales*, n.º 124, 1983.
- (2) BALLESTERO, E.: «Principios de Economía de la Empresa», Alianza Universal Textos, 7.ª ed., 1985.
- (3) BARRY, P. J. (editor): «Risk management in agriculture», Iowa State Press, 1984.
- (4) COLLINS, R. A.; BARRY, P. J.: «Risk Analysis with single index portfolio: an application to Farm Planning», *American Journal of Agricultural Economics*, volumen 68, febrero, 1986.
- (5) DURBAN, S.: «La empresa ante el riesgo», Ibérico Europea de Ediciones, 1983.
- (6) ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.: «Modern Portfolio Theory and Investment Analysis», Second Edition, 1984.
- (7) FRANCIS, J. C.; ARCHER, S. H.: «Análisis y gestión de carteras de valores», Ed. I.C.E., 1977.
- (8) GOULA, J.: «Análisis y cálculo del riesgo en el mercado de valores», Servicio de Estudios de la Banca Mas Sardá, 1974.
- (9) JACQUILLAT, B.; SOLNIK, B.: «Mercados financieros y gestión de carteras de valores», Tecniban, 1975.
- (10) RIVERA, L.; OLMEDA, M.: «Técnicas de resolución para el criterio de dominancia E-V en comercialización agraria. Una aplicación a la planificación de fechas de venta para la Satsuma», *Anales del I.N.I.A., serie Economía y Sociología Agraria*, vol. 9, 1985.
- (11) ROMERO, C.: «Introducción a la financiación empresarial y al análisis bursátil», Alianza Universidad Textos, n.º 80, 1984.
- (12) ROSENFELD, F.: «L'evaluation des Actions», ed. Dunod, 1975.
- (13) ROSENFELD, F.: «Análisis financiero y gestión de cartera», ed. Hispano Europea, 1977.
- (14) SHARPE, W. F.: «A simplified Model for Portfolio Analysis», *Manage. Sci.*, 2, 1963.
- (15) SUÁREZ, A.: «Decisiones óptimas de inversión y financiación», ed. Pirámide, 1980.

ANEXO

Cuadro n.º A-1

PLUVIOMETRIA MEDIA DE MADRID Y PROVINCIAS LIMITROFES
(En litros/m²)

Indices	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
1	232	277	151	267	286	99	132	210	263	236	138	160
2	463	46	77	291	448	373	163	399	229	212	360	224
3	722	205	325	94	355	277	297	434	183	437	207	369
4	309	197	288	218	250	231	335	326	148	149	60	275
5	162	32	86	158	0	198	181	0	107	18	91	155
6	695	323	228	558	734	472	295	609	492	448	498	383
7	1.185	251	302	385	803	650	460	833	412	649	567	593
8	1.494	448	590	603	1.053	881	795	1.159	560	798	627	335
9	1.726	725	741	872	1.339	980	927	1.369	823	1.034	765	495
10	1.031	402	613	312	605	508	632	760	331	586	267	644
11	1.417	528	553	652	1.089	749	592	1.043	675	885	705	752
12	471	229	374	376	250	429	516	326	255	167	151	430

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Diversos años.

Cuadro n.º A-2

TEMPERATURAS MENSUALES MEDIAS DE MADRID Y PROVINCIAS LIMITROFES (° C)

Indíces	Meses	Años	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Media
13	Marzo		4,33	7,67	6,83	6,50	6,17	8,00	9,17	5,50	7,50	8,33	10,33	8,67	7,40
14	Abril		10,67	9,67	10,00	9,00	10,50	9,17	11,17	9,33	9,00	10,00	13,17	11,42	10,26
15	Mayo		12,00	13,33	14,67	14,67	12,33	15,83	12,50	12,33	15,00	12,50	13,50	15,67	13,70

DESVIACIONES DE LAS TEMPERATURAS MENSUALES MEDIAS CON RESPECTO
A LA MEDIA HISTORICA DE MADRID Y PROVINCIAS LIMITROFES

16	Marzo														
	T. ^a med.		-3,09	0,25	-0,59	-0,92	-1,25	0,58	1,75	-1,92	0,09	0,91	2,91	1,25	-
17	Abril														
	T. ^a med.		0,41	-0,59	-0,26	-1,26	0,24	1,09	0,91	-0,93	-1,26	-0,26	1,91	1,16	-
18	Marzo														
	T. ^a med.		-1,70	-0,37	0,97	0,97	-1,37	2,13	-1,20	-1,37	1,30	-1,20	-0,20	1,97	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Diversos años.

Cuadro n.º B-1

TASAS DE VARACION DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS

	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Trigo	-0,41	-0,02	0,55	0,36	-0,06	-0,51	0,61	-0,09	0,73	-0,27	-0,36
Cebada	-0,49	0,30	0,26	0,47	-0,36	-0,21	0,53	-0,16	0,26	-0,24	-0,2
Avena	-0,18	0,00	0,18	0,50	-0,35	-0,24	0,61	-0,29	0,2	-0,16	-0,15
Centeno	-0,36	0,33	0,23	-0,04	-0,27	0,08	0,39	-0,08	0,09	-0,17	-0,11
Garbanzo	-0,31	0,25	0,08	0,08	-0,14	0,33	-0,19	-0,05	0,06	-0,39	0,65
Lenteja	-0,36	-0,05	0,04	0,75	0,30	-0,14	0,17	-0,03	0,03	-0,57	1,17
Veza	-0,29	0,17	0,14	0,19	-0,06	-0,17	0,00	-0,07	0,04	-0,59	1,27
Yeros	-0,40	0,17	0,07	-0,2	0,08	-0,08	0,00	0,07	0,02	-0,23	0,26

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro 1.

Cuadro n.º B-2

TASAS PORCENTUALES DE VARIACION DE LOS INDICES PLUVIOMETRICOS

Indices	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
1	0,19	-0,45	0,77	0,07	-0,65	0,33	0,59	0,25	-0,10	-0,42	8,16
2	-0,90	0,67	2,78	0,54	-0,17	-0,56	1,45	-0,43	-0,07	0,70	-0,38
3	-0,72	0,59	-0,71	2,78	-0,22	0,07	0,46	-0,58	1,39	-0,53	0,78
4	-0,36	0,46	-0,24	0,15	-0,88	0,45	-0,03	-0,55	0,01	-0,60	3,58
5	-0,80	1,69	0,84	-1,00	100	-0,09	-1,00	100	-0,83	4,06	0,70
6	-0,54	-0,29	1,45	0,32	-0,36	-0,38	1,06	-0,19	-0,09	0,11	-0,23
7	-0,79	0,20	0,27	1,09	-0,19	-0,29	0,81	-0,51	0,58	-0,13	0,05
8	-0,70	0,32	0,02	0,75	-0,16	-0,10	0,46	-0,52	0,43	-0,21	-0,47
9	-0,58	0,02	0,18	0,54	-0,27	-0,05	0,48	-0,40	0,26	-0,26	-0,35
10	-0,61	0,52	-0,49	0,94	-0,16	0,24	0,20	-0,56	0,77	-0,54	1,41
11	-0,63	0,05	0,18	0,67	-0,31	-0,21	0,76	-0,35	0,31	-0,20	0,07
12	-0,51	0,63	0,01	-0,34	0,72	0,20	-0,37	-0,22	-0,35	-0,10	1,85

Fuente: Elaboración propia a partir de los Cuadros del Anexo 1.

Cuadro n.º B-3

TASAS PORCENTUALES DE VARIACION DE LOS INDICES TERMOMETRICOS

Indices	Años	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
13		77,13	-10,95	-4,83	-5,08	29,66	14,63	-40,02	36,36	11,07	24,01	-16,07
14		-9,37	3,41	-10,00	16,67	-12,67	21,81	-16,47	-3,54	11,11	31,70	-13,29
15		11,08	10,05	0,00	-15,95	28,39	-21,04	-1,36	21,65	-16,67	8,00	16,07
16		0,25	-0,59	-0,92	-1,25	0,58	1,75	-1,92	0,08	0,91	2,91	1,25
17		-0,59	-0,26	-1,26	0,24	1,09	0,91	-0,93	-1,26	-0,26	1,91	1,16
18		-0,37	0,97	0,97	-1,37	2,13	-1,2	-1,37	1,30	-1,20	-0,20	1,97

Nota: Para los índices se han considerado como tasas porcentuales de variación las desviaciones entre las temperaturas del mes y la media del período.

Cuadro n.º C-1

PRECIOS PERCIBIDOS POR LOS AGRICULTORES
(En ptas corrientes y constantes)

Cultivos	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Trigo	6,70	33,59	7,04	32,60	7,16	29,78	8,01	28,78	9,54	29,31	10,38	27,11	11,97	25,07	14,00	24,53	15,41	23,33	16,75	21,95	18,36	20,99	20,27	20,27
Cebada	5,54	27,77	5,33	24,68	5,79	24,08	7,88	28,31	7,84	24,09	8,47	28,12	9,48	19,89	10,29	18,03	11,53	17,46	12,64	16,57	14,67	16,78	17,18	17,18
Avena	5,37	26,92	5,22	24,17	5,68	23,62	7,39	26,55	7,61	23,39	7,80	20,37	8,92	18,71	10,32	18,07	13,66	17,66	12,90	16,38	14,41	16,48	16,88	16,88
Centeno	6,00	30,08	5,79	26,81	6,24	25,95	8,38	30,11	8,48	26,06	9,40	24,55	10,15	21,29	10,98	19,24	12,37	18,73	13,07	17,13	15,10	17,27	17,21	17,21
Leñija	19,12	95,58	22,65	104,90	26,83	111,59	29,68	106,64	29,02	89,18	39,51	82,89	39,51	83,89	48,92	85,70	50,45	76,39	52,70	69,07	82,09	91,88	82,28	82,28
Carbano	22,83	114,46	31,68	146,72	29,58	123,03	25,19	90,50	28,59	87,86	40,55	105,92	73,92	155,08	86,54	131,60	67,62	102,39	63,55	83,29	98,37	112,50	118,18	118,18
Veza	8,82	44,22	9,21	42,65	10,94	45,50	14,03	50,41	14,89	45,76	17,40	45,45	22,80	47,83	20,11	35,23	24,44	37,01	28,53	37,39	41,99	48,02	42,00	42,00
Yeros	7,65	38,35	7,68	35,57	9,80	40,76	12,83	46,09	12,02	36,94	13,79	36,02	16,39	34,39	17,71	31,03	18,37	27,82	19,42	25,45	23,97	27,41	29,12	29,12

(1) Pesetas corrientes. (2) Pesetas constantes de 1982.

Cuadro n.º C-2

INGRESOS DE LOS CULTIVOS Y SUS TASAS DE VARIACION
(En pias de 1982)

Cultivos	1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		Ingresos M	σ
	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v	I _D	t _v		
Trigo	278.40	-43.00	248.37	-10.79	370.97	49.36	513.80	38.50	448.40	-12.73	203.82	-54.55	321.34	51.66	277.16	-13.75	456.29	64.63	317.11	-30.49	194.59	-38.65	31,002.9	10,092.5
Cebada	268.02	-34.42	340.00	26.77	502.79	47.88	628.27	24.97	371.40	-40.89	205.31	-28.26	368.89	39.03	296.92	-18.97	356.26	19.18	273.51	-23.23	224.89	-17.78	33,438.9	11,262.3
Avena	241.70	-26.65	236.20	-2.28	311.96	32.07	412.60	32.26	234.05	-43.27	162.78	-30.45	252.98	53.41	176.60	-30.19	196.56	11.30	166.45	-15.32	145.67	-12.48	23,314.1	7,165.6
Centeno	187.67	-63.28	242.11	29.01	344.16	42.15	206.66	-16.71	196.40	-31.49	183.31	-6.66	230.88	25.95	206.03	-10.76	205.06	-0.47	172.70	-15.78	153.69	-11.01	21,897.0	5,261.9
Lenteja	608.42	-29.27	613.75	0.88	607.85	-0.96	891.80	46.71	601.51	-32.55	497.34	-17.22	599.90	20.62	519.95	-13.41	483.50	-6.92	281.64	-41.75	534.82	89.89	56,777.1	13,813
Garbanzo	704.26	-12.10	738.18	4.82	588.25	-20.31	615.02	4.35	635.32	3.33	1,240.64	95.22	985.40	-20.57	634.82	-35.58	549.71	-13.41	450.00	-18.14	779.99	77.78	72,063.3	21,113.3
Veza	255.90	-31.92	318.50	24.46	403.28	26.62	137.01	8.36	409.05	-6.40	338.73	-12.30	264.23	-26.34	259.07	-1.95	272.95	5.36	144.06	-47.22	285.60	98.25	30,985.3	8,213.6
Yeros	213.42	-44.35	285.32	33.69	345.68	21.16	221.64	-35.88	234.13	5.64	206.34	-11.87	186.18	-9.77	178.05	-4.37	165.43	-7.09	137.05	-17.16	183.46	33.86	21,424.5	5,578.2

Fuente: Elaboración propia a partir del Cuadro I y C-1.

I_D = ingresos. t_v = tasa de variación.

RESUMEN

En este trabajo se analizan los cultivos de secano de la Comunidad Autónoma de Madrid, calculándose para los más importantes el riesgo físico, debido a factores pluviométricos y/o termométricos, y el riesgo económico, debido a variaciones en un índice de economía previamente elaborado. Mediante la aplicación de los índices de performance de las carteras bursátiles se determina la efectividad de los cultivos en el período 1972-1982. De la misma forma se procede a una ordenación de los mismos en base a los criterios anteriormente expuestos.

RESUME

Il est analysé dans ce travail les cultures non irriguées de la Communauté autonome de Madrid, et tout spécialement, pour les plus importantes, le risque physique, découlant de facteurs pluviométriques et/ou thermométriques, et économique, du fait des variations enregistrées sur un index économique fixé à l'avance. En comparant les taux de rendement des valeurs en portefeuille, il est établi l'effectivité des cultures de 1972 à 1982. Il est également procédé à leur classement sur la base des critères ci-dessus énoncés.

SUMMARY

This paper analyzes dry farming as carried out by the Regional Government of Madrid, maintaining as key factors the physical risk owing to rain and/or temperature conditions and the economic risk owing to variations in previously established economic levels. Applying performance rates of portfolio securities, we determine the effectivity of cultivation in the 1972-1982 period. In the same way, we focus on its management based on the previously outlined criteria.