

Aplicación del modelo de Markowitz para la determinación de la cartera eficiente de vinos en la empresa vinícola

M. Díaz*, R. Bernabéu**, M. Olmeda**

* Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Castilla-La Mancha. Ronda de Calatrava, 7, 13003 Ciudad Real (España). E-mail: Monica.Diaz@uclm.es

** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha. Avenida de España s/n, Campus Universitario. 02071 Albacete (España).

Resumen

El modelo de Markowitz, referente teórico desde su aparición, fue aplicado en principio, en la selección de carteras de valores, optimizando la rentabilidad al mismo tiempo que la reducción del riesgo. No obstante, desarrollos posteriores de este modelo han derivado su aplicación en otros ámbitos. Éste es el caso del presente trabajo, adaptado a la selección eficiente de la cartera de productos de una empresa agroalimentaria. En este sentido, se muestra como puede ser aplicado dicho modelo por una empresa elaboradora de vinos en la gestión de su cartera de productos con el objetivo de adecuar su oferta a una demanda de vinos cada vez más exigente y selectiva.

Palabras clave: Selección de Carteras, Optimización, Frontera Eficiente.

Summary

Application of the model of Markowitz for the determination of the efficient portfolio of a company of wines

The model of Markowitz, referring theoretician from its appearance, was applied, in principle, in the selection of portfolios of values, optimizing the yield at the same time that the reduction of the risk. However, later developments of this model have derived their application in other scopes. This one is the case of the present work, adapted to the efficient selection of the product portfolio of an agro-alimentary company. In this sense, one is as it can be applied to this model by a producing wine company in the management of his portfolio products with the objective to adapt his supply to demanding and more and more selective a demand of wines

Key words: Portfolio Selection, Optimization, Efficient frontier.

Introducción

Las empresas agroalimentarias desarrollan su actividad en un entorno caracterizado, en los últimos años, por profundos cambios. El incremento de renta y las modificaciones en los gustos y preferencias de los consumidores, la progresiva penetración de capital extranjero y de multinacionales de la ali-

mentación provoca cambios en la demanda de productos agroalimentarios.

La respuesta a lo anterior, desde el lado de la oferta, es el cuestionamiento por las empresas sobre si la estructura de su cartera (o conjunto de productos con los que opera la empresa), es la adecuada. Generalmente, las empresas agroalimentarias comercializan varios productos y varias marcas. La

razón de esto reside en el hecho de que, cada vez más, las empresas agroalimentarias realizan su actividad en un entorno de riesgo¹ y una forma de reducir este riesgo es la diversificación. Al mismo tiempo, el propio proceso de innovación de la empresa y de las empresas competidoras, amenaza con la saturación de la demanda y con la posible obsolescencia del producto. Por todo ello, la empresa debe estar continuamente dispuesta a introducir nuevos productos y a renovar su cartera.

En este sentido, y por un lado, la empresa debe evaluar individualmente cada producto y decidir si conviene el lanzamiento de un nuevo producto, o si conviene el mantenimiento en la cartera o bien la eliminación o modificación de los productos actuales (Olmeda, 1989). De otro lado, debe de evaluar si existen interdependencias entre los productos de la cartera, ya que éstas han de tenerse siempre en cuenta, tanto a la hora de decidir la combinación óptima de la cartera, como a la hora de tomar cualquier otra decisión. Finalmente, la estrategia sobre la cartera de productos debe coordinarse con la adecuada elección de los segmentos de consumidores a los que van destinados todos y cada uno de los productos, en armonía con la estrategia de marketing global de la empresa.

En relación con este último aspecto debe resaltarse que pueden existir diferencias importantes entre una estrategia de pene-

tración en el mercado o de diversificación o de desarrollo de mercados. Como es conocido, mediante una estrategia de penetración, la empresa que vende su producto en un mercado trata de incrementar las ventas a los actuales clientes o a nuevos clientes del mismo mercado. Mediante una estrategia de desarrollo, trata de vender el producto en nuevos mercados y mediante una estrategia de diversificación, la empresa modifica los actuales productos o incluye nuevos productos y, a la vez, trata de penetrar en nuevos mercados, siendo éste, por ejemplo, uno de los retos actuales de las bodegas elaboradoras de vinos en Castilla-La Mancha.

El vino elaborado tradicionalmente en Castilla-La Mancha ha sido, en gran medida, vino de mesa destinado a la venta a granel. No obstante, esta situación está cambiando en los últimos años, tanto en el ámbito de la producción vitícola (con la reestructuración varietal y la incorporación de mejoras culturales), como de las bodegas (mejora de los procesos industriales y de las instalaciones) y de la comercialización con la utilización de técnicas de marketing de vinos (Olmeda et al., 2003).

Dentro de estas técnicas de marketing de vinos, la gestión de cartera de productos (de vinos), resulta de extraordinario interés con el fin de determinar la adecuación de la oferta que cada empresa bodeguera debe de acometer para adecuarse a una demanda de vinos cada vez más exigente y selecti-

1 El análisis del riesgo en el ámbito de la empresa y, en especial de la empresa agroalimentaria, tiene hoy en día un gran desarrollo refrendado por la continua aparición de trabajos. En estos trabajos se han desarrollado métodos para programar el riesgo (Hazell, 1971) o bien se ha estudiado la actitud del decisor frente al riesgo (Anderson et al., 1977). Más recientemente, se ha tratado de medir el riesgo (Young, 1984) y su aplicación en la planificación de cultivos agrícolas (Collins y Barry, 1986; Turvey et al., 1988). En España también ha sido tratado por diferentes autores. Romero (1976) emplea el método de Markowitz en la planificación de variedades de manzanos, Alonso (1977) y Alaejos y Cañas (1992) lo aplican a la programación de cultivos herbáceos, Caballer (1979) en la obtención de calendarios eficientes de recolección de naranjas, Juárez (1985), Rivera y Olmeda (1985), Olmeda (1989) y Arias (1994) lo aplican en el campo de la comercialización agraria y, recientemente, Ribal et al. (2003), lo utilizan mediante modelo modificado por Sharpe en la determinación del valor de mercado de la tierra de uso agrario en España

va. Éste sería el primer paso que la empresa debería de realizar para determinar la supresión de un vino en la cartera, o si su estructura de costes lo permite, el lanzamiento de un nuevo producto, una vez realizada la investigación de mercado que determine en que dirección apuntan los gustos de los consumidores.

Para responder a lo anterior, el presente trabajo persigue dos objetivos; en primer lugar, a partir de datos proporcionados por una bodega, se han buscado las posibles divergencias entre las decisiones sobre la cartera real de la empresa y la composición teórica de la misma y, en segundo lugar, se ha estudiado la influencia que tendría, en la cartera de productos de la bodega, la introducción de un nuevo producto en el mercado.

Para alcanzar los objetivos perseguidos en este trabajo se ha utilizado el concepto de *cartera eficiente* de Markowitz (1952). Se trata de un criterio normativo, extensamente utilizado, que se sirve de la varianza total como estimador de la percepción del riesgo por parte del decisor.

Metodología

El modelo de Markowitz

El modelo se basa en la idea de que la utilidad (U) para un decisor es función, tanto del nivel esperado en el rendimiento de la cartera como del nivel de riesgo. Utiliza, por tanto, funciones de utilidad del tipo:

$$U = f[E(R), \sigma^2(R)]$$

donde:

E = Operador esperanza matemática

R = Rendimiento de la cartera

$\sigma^2(R)$ = Riesgo de la cartera

La idea del modelo es mostrar cómo los decisores pueden variar el riesgo, diversificando su elección de forma que aprovechen las covarianzas. Las hipótesis implícitas del modelo son que el decisor valora positivamente los rendimientos de la cartera (y de forma negativa el riesgo) y que la varianza es un buen estimador de la percepción del riesgo por parte del decisor.

De esta forma, dados n productos posibles, cada uno de los cuales tiene una media y una varianza de rendimientos anual y con posibles covarianzas de rendimientos entre pares de ellos, se trata de escoger una combinación de productos (cartera) que, o bien, permita obtener el rendimiento más alto esperado (esperanza máxima) para una determinada varianza (o nivel de riesgo), o bien que permita minimizar el riesgo (varianza mínima) para un rendimiento dado. A la cartera así calculada se le denomina *cartera eficiente*. En el presente trabajo se ha optado por la segunda opción, calculando de esta forma la composición de la cartera eficiente para la empresa objeto de estudio, planteándose de la siguiente forma:

Función objetivo:

$$\text{Min} \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

Restricciones:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) = V^*$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq 1$$

$$x_i \geq 0 (i = 1, \dots, n)$$

donde:

$\sigma^2(R_p)$ = varianza de la cartera p

x_i = porcentaje de participación del producto i en la cartera

x_j = porcentaje de participación del producto j en la cartera

σ_{ij} = covarianza de rendimientos entre los productos

$E(R_i)$ = valor esperado del rendimiento de x_i

V^* = parametrización de $E(R_p)$

Así se tiene que, al variar el parámetro V^* se obtienen, al resolver el programa, el conjunto de proporciones que minimizan el riesgo de la cartera, así como su valor correspondiente. La resolución de esta programación permite obtener el conjunto de *carteras eficientes*, es decir, aquellas combinaciones de $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n)$ que proporcionan la mínima varianza para cada valor de la esperanza. El conjunto de pares $[E(R_p), \sigma^2(R_p)]$ o combinaciones rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes es a lo que se denomina *frontera eficiente*. Una vez conocida ésta, el inversor, de acuerdo con sus preferencias, elegirá su cartera óptima.

Base de datos

Los datos para la realización del modelo han sido facilitados por una bodega cooperativa de la D.O. La Mancha, y corresponden a las campañas 2002 y 2003 (ocho trimestres). La bodega, además de vino a granel, comercializa vino embotellado, con varias marcas, en cuatro líneas de productos: vino blanco joven, vino tinto joven, vino rosado joven y vino tinto de crianza, siendo la participación de cada línea de productos en la cartera actual de la bodega la siguiente: 20% de vino blanco joven, 30% de vino tinto joven, 20% de vino rosado joven y

30% de vino tinto de crianza. Los márgenes brutos unitarios, proporcionados por la empresa bodeguera, se calcularon como la diferencia entre los precios unitarios de venta y los costes variables unitarios (de elaboración y comercialización), para cada línea de vino (tabla 1).

Resultados

En primer lugar se procedió al cálculo de la cartera eficiente de vinos en la situación actual, calculándose la matriz de varianzas-covarianzas existente entre los márgenes brutos de las líneas que componen la actual cartera de vinos de la bodega (tabla 2). Señalar que, la composición actual de la cartera de productos de la empresa se caracteriza por un nivel de riesgo de 0,005472 y un rendimiento esperado del 0,49 €.

Los valores $E(R)$, que son los valores esperados para los márgenes brutos de cada línea se han calculado como valores medios, dado que no existen valores objetivos para la empresa.

Las soluciones del modelo se muestran en la tabla 3. Los valores de V^* se han hecho oscilar entre 0,30 € y 0,70 € que representan el mayor y el menor valor de los rendimientos medios esperados en las diferentes líneas de productos, de 0,10 € en 0,10 €.

En la tabla 3, de soluciones eficientes, aparece la holgura dado que, al programar se ha introducido la restricción de que el sumatorio del porcentaje de participación de los distintos productos fuese menor o igual a 100%, es decir, que es posible que la bodega no venda el 100% de su producción embotellada, consiguiéndose así una cartera eficiente de productos, para cada nivel de rendimiento esperado, sin que los porcentajes de participación, de cada producto, en la cartera sumen el 100%.

Tabla 1. Márgenes brutos unitarios de la cartera de vinos actual
Table 1. Gross unitary margins of the actual wine portfolio

Márgenes brutos unitarios (€)				
Trimestres	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)
1	0,39	0,56	0,43	0,76
2	0,39	0,56	0,43	0,76
3	0,39	0,55	0,42	0,76
4	0,38	0,54	0,42	0,75
5	0,22	0,31	0,24	0,70
6	0,20	0,29	0,22	0,80
7	0,20	0,29	0,22	0,81
8	0,26	0,37	0,28	0,90
Media	0,30	0,43	0,33	0,78

Tabla 2. Matriz de varianzas-covarianzas para la cartera actual
Table 2. Variances-covariances matrix of the actual portfolio

Varianzas				Media
Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	
0,0084	0,0118	0,0092	-0,0016	0,30
0,0118	0,0168	0,0130	-0,0022	0,43
0,0092	0,0130	0,0101	-0,0018	0,33
-0,0016	-0,0022	-0,0018	0,0035	0,78

Tabla 3. Cartera eficiente para las cuatro líneas de vinos
Table 3. Efficient portfolio for the four wines lines

V^* (€)	Líneas de Productos (%)				Holgura (%)	Varianza
	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)		
0,30	0	0	10	34	56	0,000381
0,40	0	0	14	45	41	0,000678
0,50	0	0	17	57	26	0,001059
0,60	0	0	21	68	11	0,001525
0,70	0	9	10	80	1	0,002095

La cartera eficiente anterior se muestra en la figura 1.

La frontera eficiente divide el plano rendimiento esperado-nivel de riesgo en dos áreas, la zona o área superior corresponde a la de soluciones, o carteras, de productos imposi-

bles (para una varianza de 0,0005 es imposible obtener un margen bruto de 0,8 €), mientras que el área inferior representa la zona de carteras no eficientes (para una varianza de 0,001 sería ineficiente obtener un margen bruto de 0,3 €).

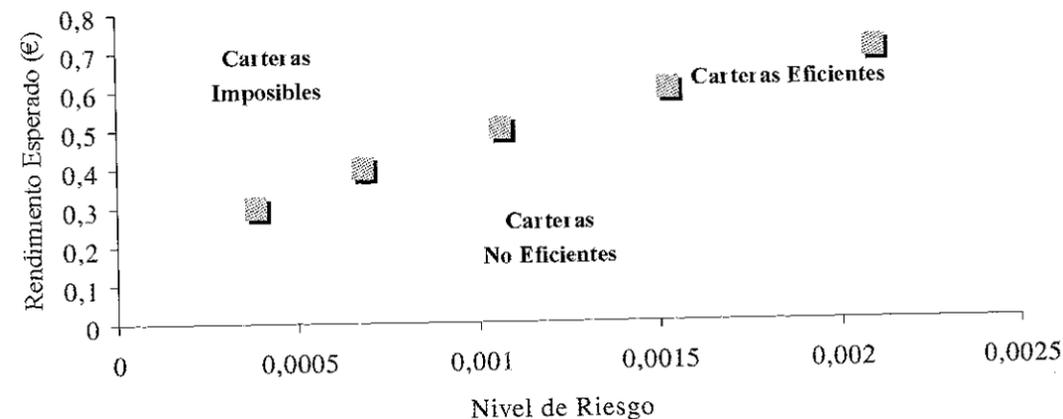


Figura 1. Cartera eficiente para las cuatro líneas de vinos.
Figure 1. Efficient portfolio for the four wines lines

Señalar, llegado este punto, que el modelo de Markowitz conduce a una indeterminación, dado que es el propio agente decisor quien debe fijar el valor de rendimiento esperado para la cartera (Rodríguez-Barrio et al., 1990).

Las soluciones eficientes seleccionan los vinos rosados jóvenes y los vinos tintos crianza. A medida que se alcanzan niveles de rendimiento más altos se observa como la participación en la cartera de los vinos rosados se reduce en beneficio de los vinos tintos, tanto crianzas, que aumentan su participación, como jóvenes que entran a formar parte de la cartera eficiente para niveles de $V^* \geq 0,69€$ ($V^* = 0,69€$ la participación es del 4%).

Hoy en día la tendencia de mercado se dirige hacia los vinos tintos en general, por lo

que la presencia de vinos tintos jóvenes en las carteras de productos de empresas vitivinícolas parece resultar importante. En este sentido, se comprueba que a medida que aumentan los niveles de rendimiento esperado crece la participación de los vinos tintos. De hecho, cuando la holgura de la cartera es cero, ésta está compuesta totalmente por vinos tintos (para $V^* = 0,72€$, la composición de la cartera es de un 17% vino tinto joven y un 83% vino tinto crianza).

Otra posibilidad de incrementar la eficiencia de la cartera pasa por incluir un nuevo producto en la cartera actual y estudiar cuáles son los niveles de producción eficientes en este caso. El producto elegido, visto que los vinos tintos son los que componen la cartera para rendimientos altos, ha sido un vino tinto reserva.

Para la inclusión del nuevo producto se realiza un estudio de viabilidad. En este estudio, se ha realizado una previsión de precios de venta, costes y márgenes brutos. Para poder comparar estos márgenes con los existentes para las cuatro líneas de productos que conformaban la cartera actual de la empresa, se ha recurrido al índice general de precios.

La tabla 4, muestra los márgenes brutos de la futura cartera de productos con cinco vinos.

Para este caso, se ha vuelto a calcular la matriz de varianzas-covarianzas, para deter-

minar la relación existente entre los márgenes brutos de las cinco líneas de productos (tabla 5).

La programación óptima para unos valores de V^* entre 0,40 € y 1,24 € (mínimo y máximo esperados) en intervalos de 0,20 € se muestra en la tabla 6.

En la composición de la cartera eficiente no se incluye la línea 1, vino blanco joven, y tanto el vino tinto crianza como el nuevo producto (vino tinto reserva) aparecen en la cartera para cualquier nivel de V^* . A partir de $V^* = 0,80$ se vende la totalidad de la pro-

Tabla 4. Márgenes brutos unitarios de las cinco líneas de productos (cartera de vinos actual + posible línea 5)
Table 4. Gross unitary margins of the five wine lines

Trimestres	Márgenes Brutos (€)				
	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)
1	0,39	0,56	0,43	0,76	1,45
2	0,39	0,56	0,43	0,76	1,46
3	0,39	0,55	0,42	0,76	1,10
4	0,38	0,54	0,42	0,75	1,20
5	0,22	0,31	0,24	0,70	1,20
6	0,20	0,29	0,22	0,80	1,25
7	0,20	0,29	0,22	0,81	1,00
8	0,26	0,37	0,28	0,90	1,28
Media	0,30	0,43	0,33	0,78	1,24

Tabla 5. Matriz de varianzas-covarianzas para una cartera de cinco líneas
Table 5. Variances-covariances matrix of the five lines

Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)	Varianzas
					Media
0,0084	0,0118	0,0092	-0,0016	0,0068	0,30
0,0118	0,0168	0,0130	-0,0022	0,0099	0,43
0,0092	0,0130	0,0101	-0,0018	0,0077	0,33
-0,0016	-0,0022	-0,0018	0,0035	-0,0005	0,78
0,0068	0,0099	0,0077	-0,0005	0,0249	1,24

Tabla 6. Cartera eficiente para cinco líneas de vinos
Table 6. Efficient portfolio for five wine lines

V* (€)	Líneas de Productos (%)					Holgura (%)	Varianza
	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)		
0,40	0	0	7	39	6	48	0,000601
0,60	0	0	11	58	9	22	0,001351
0,80	0	3	7	76	14	0	0,002417
1,00	0	0	0	52	48	0	0,006388
1,20	0	0	0	9	91	0	0,020732
1,24	0	0	0	0	100	0	0,024494

ducción con una cartera compuesta por cuatro líneas de productos: Tinto Joven, Rosado Joven, Tinto Crianza y Tinto Reserva. Al incrementarse el nivel de rendimiento esperado (V*) se reduce el número de líneas de productos que componen la cartera eficiente. Así, a partir de V* = 0,82 sólo aparecen tres líneas en la cartera (Tinto Joven, Tinto Crianza y Tinto Reserva), para V* = 1,00 dos líneas (Tinto Crianza y Tinto Reserva) y si V* = 1,24 la cartera se compone únicamente de una línea (Tinto Reserva).

Las soluciones eficientes se muestran en la figura 2.

Por último, se comparan las soluciones obtenidas. Para comparar las carteras eficientes obtenidas en el caso de cuatro líneas frente a una cartera de cinco líneas de productos se ha generado la figura 3.

Al comparar las soluciones obtenidas, al principio, no se observan prácticamente diferencias entre una cartera que partía de cuatro líneas de productos frente a la que incluye un nuevo producto, vino tinto reserva. No obstante, al incluir el vino tinto reserva, la bodega puede obtener unos mayores márgenes, pero a costa de unos mayores niveles de riesgo.

Conclusiones

Las decisiones asociadas a la cartera de productos son muy variadas, y presentan una implicación muy importante para la actividad de la empresa, e incluso para su supervivencia. Puede afirmarse que los análisis de la cartera de productos permiten obtener una ayuda indispensable a la hora de tomar decisiones relativas a la asignación de recursos escasos en la organización, y también a la hora de introducir nuevos productos, modificar los existentes, e incluso cuando se valore la posibilidad de eliminar algún producto de los que constituyen la cartera actual de la empresa.

En este sentido el modelo de selección de carteras de Markowitz supone una buena herramienta para la determinación de la composición final de la cartera de productos de una empresa, y se demuestra su eficacia al aplicarlo en una empresa vinícola de Castilla-La Mancha para determinar la composición de su cartera óptima de productos así como conocer la conveniencia o no de incluir un nuevo producto en la misma.

Teniendo en cuenta que la decisión final a adoptar sobre la cartera de vinos dependerá del conjunto de objetivos generales per-

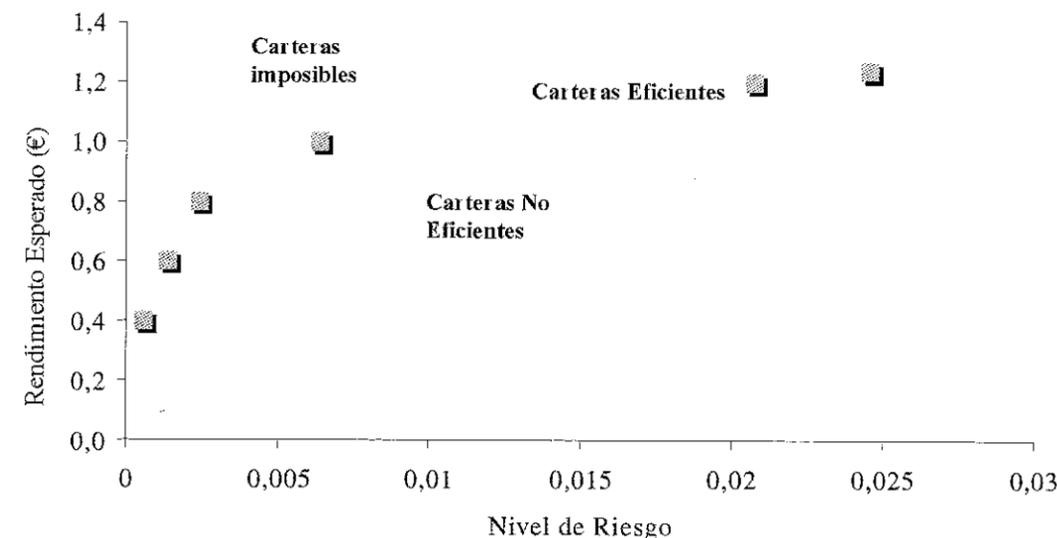


Figura 2. Cartera eficiente para cinco líneas de vinos.
Figure 2. Efficient portfolio for five wine lines.

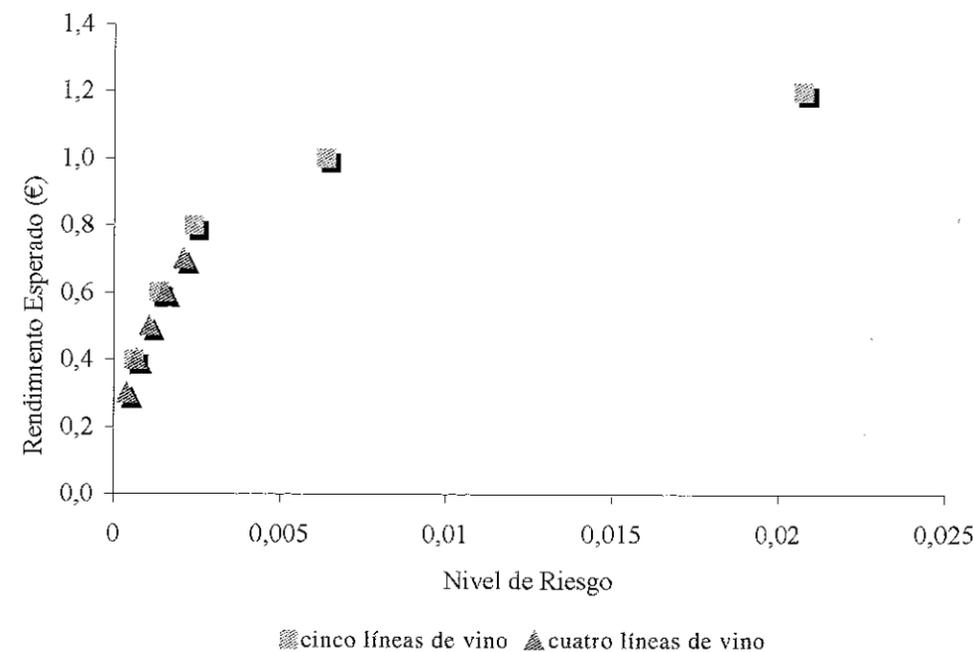


Figura 3. Comparación entre la cartera eficiente para cuatro líneas de vino y la cartera eficiente para cinco líneas de vino.
Figure 3. Efficient portfolio of four wine lines Vs efficient portfolio of five wine lines.

seguidos por la empresa bodeguera, del análisis realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Tras aplicar la metodología de cartera eficiente de Markowitz, puede decirse que la cartera actual de vinos de la empresa, no se corresponde con una *cartera eficiente*. Tomando como base las cuatro líneas de la actual cartera de vinos de la bodega, la solución eficiente estaría presente únicamente manteniendo los vinos rosados jóvenes (línea 3) y los vinos tintos de crianza (línea 4), de igual forma para alcanzar altos niveles de rendimiento se incluye también la línea 2 (vino tinto joven). Lo que se confirma es el hecho de que los vinos blancos jóvenes (línea 1) no tienen cabida en ningún caso.

En relación a la posibilidad de incorporar un nuevo producto a la cartera de vinos de la empresa, la bodega obtiene, para iguales niveles de riesgo, prácticamente los mismos márgenes. Lo que sí permite la incorporación de una nueva línea de vino es obtener mayores márgenes al diversificar la producción.

Respecto a las limitaciones a la utilización del modelo de Markowitz aplicado a la empresa bodeguera, éstas tienen que ver con los supuestos de partida. Efectivamente, conocida la rentabilidad esperada de cada uno de los vinos considerados así como su varianza y covarianza entre ellos, el modelo de Markowitz parte de cuatro hipótesis fundamentales: 1) la varianza de cada uno de los vinos y la covarianza de cada uno de los vinos en el tiempo, 2) los rendimientos de los diferentes vinos se comportan de acuerdo con una distribución Normal, 3) los decisores actúan de forma racional y 4) el modelo optimiza para un solo período.

En este sentido, el modelo de Markowitz es extremadamente sensible a los valores de las

rentabilidades esperadas en intervalos relativamente cortos de tiempo (por ejemplo, un año), de tal forma que unas pequeñas variaciones de las rentabilidades esperadas pueden suponer carteras con estructuras muy diferentes (o por lo menos aparentemente muy diferentes) en su composición.

Por otra parte, la hipótesis de normalidad resulta muy útil para realizar inferencias sobre la validez estadística de los resultados ya que si la distribución de las rentabilidades sigue una función de distribución Normal, no tiene sentido utilizar una función diferente de la de la varianza.

Por último, otra de las hipótesis contestadas del modelo de Markowitz es la supuesta racionalidad del inversor. Si partimos de la base de que el comportamiento de los inversores no es racional no cabe sostener de manera consecuente que el óptimo dado por el modelo de Markowitz nos da una solución satisfactoria para el inversor, aunque sea perfectamente racional.

Pero en definitiva, el modelo de Markowitz, puede resultar de gran utilidad en la práctica. Los productores pueden utilizarlo de forma sencilla al disponer del software y hardware necesario para su aplicación, teniendo en cuenta que las estimaciones realizadas en función de datos históricos no aseguran el comportamiento posterior del mercado. De cualquier manera, los modelos de selección de cartera tipo Markowitz son cada vez más utilizados en distintos ámbitos y, en particular, en las empresas, como es el caso, ya que se puede utilizar en la determinación *previa* de los vinos actuales o nuevos posiblemente más rentables y con menos riesgos previsibles de mercado para, *posteriormente*, y junto con la distribución, el precio y la promoción, realizar el *marketing-mix* adecuado en función de los objetivos de la empresa.

Referencias bibliográficas

- Alaejos AM, Cañas JA, 1992. *Obtención de planes de cultivo eficientes en el sentido de Markowitz en la provincia de Córdoba*. Investigaciones Económicas 16(2): 281-297.
- Alonso R, 1977. *Programación de cultivos en situaciones de riesgo e incertidumbre en Castilla la Vieja*. Revista de Estudios Agrosociales, 9: 157-188.
- Anderson JR, Dillon JL, Hardaker JB, 1977. *Agricultural decision analysis*. Ames: Iowa State University Press.
- Arias P, 1994. *Planificación agraria en contexto de riesgo mediante los modelos MOTAD y de Markowitz. Una aplicación a la comarca de la Campiña (Guadalajara)*. Investigaciones Agrarias: Economía, 9(3): 393-405.
- Caballer V, 1979. *Calendarios eficientes*. Revista de Economía y Empresa, 3: 9-20.
- Collins RA, Barry PJ, 1986. *Risk analysis with single-index portfolio models: and application to farm planning*. Amer. J. Of Agr. Econ., 68: 152-161.
- Hazell PBR, 1971. *A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning*. Amer. J. Of Agr. Econ., 53: 53-62.
- Juárez F, 1985. *Programación de actividades agrarias en un contexto de riesgo*. Revista de Estudios Agrosociales, 133: 43-57.
- Markowitz H, 1952. *Portfolio selection*. Journal of Finance, 7(1): 77-91.

- Olmeda M, Castillo JS, Bernabéu R, Díaz M, 2003. *El viñedo y el vino de Castilla-La Mancha (Análisis Productivo y Comercial)*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.
- Olmeda M, 1989. *Carteras eficientes de productos en una empresa vitivinícola navarra*. Trabajo de Investigación. Pamplona.
- Ribal J, Segura B, Guadalajara N, 2003. *Modelos modificados de Sharpe para el mercado de la tierra en España*. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 199: 119-137.
- Rivera L, Olmeda M, 1985. *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 de I.N.I.A. Serie Economía y Sociología Agraria, 9, separata 4.
- Rodríguez-Barrio JE, Rivera LM, Olmeda M, 1990. *Gestión Comercial de la empresa agroalimentaria*. Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- Romero C, 1976. *Una aplicación del modelo de Markowitz a la selección de planes óptimos de variedades de manzanas en la provincia de Lérida*. Revista de Estudios Agrosociales, 97: 61-80.
- Turvey CG, Driver HC, Baker TG, 1988. *Systematic and nonsystematic risk in farm portfolio selection*. Americ. J. of Agr. Econ., 70: 831-836.
- Young DL, 1984. *Risk Concepts and measures for decision analysis*. In: *Risk management in Agriculture*, ed. P. J. Barry Ames: Iowa State University Press, pp. 31-42.
- (Aceptado para publicación el 17 de octubre de 2006)

