

Aplicación de técnicas estadísticas multivariantes en el tratamiento de información económico-financiera

M^a Jesús Mures Quintana

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de León

Ana García Gallego

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de León

M. Eva Vallejo Pascual

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de León

Resumen

El objetivo que se pretende con este trabajo es comprobar la utilidad de aplicar una técnica de análisis de datos, como el Análisis de Componentes Principales (ACP), para reducir la información económico-financiera, definida en forma de ratios, además de analizar las posibilidades del Análisis de Correlaciones Canónicas (ACC) como método adicional en que sustentar la decisión final respecto a las variables a seleccionar. A través del análisis empírico realizado, donde se aplican los dos métodos, se pone de manifiesto que la utilización conjunta de ambas técnicas permite enriquecer los resultados obtenidos en términos de selección de ratios.

Palabras clave: análisis de componentes principales, análisis de correlaciones canónicas, información económico-financiera.

Clasificación AMS: 62H25, 62H20, 62H99, 62P20

Application of Multivariate Statistical Methods in the Processing of Financial Information

Abstract

This paper is focusing, firstly, on proving the usefulness of Principal Components Analysis (PCA) in reducing financial information expressed by means of ratios, and, secondly, on analysing the possibilities of Canonical Correlation Analysis

(CCA) as an additional method to support the final decision about the variables to be selected. In the empirical analysis where both methods are applied, it is shown that their joint application involves more enriched results in terms of variable selection.

Keywords: Principal components analysis, canonical correlation analysis, financial information.

AMS Classification: 62H25, 62H20, 62H99, 62P20

1. Introducción

Las posibilidades que en la actualidad ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han motivado que en numerosos campos de la investigación científica se disponga de grandes volúmenes de datos, con el coste de tratamiento de la información que conlleva, en términos de tiempo y medios materiales. Además, cuanto mayor es el volumen de información disponible, más probable es que los datos tengan un contenido común o muy relacionado, esto es, que contengan información redundante, afectando de manera negativa al estudio del fenómeno de interés.

Por consiguiente, se hace necesario disponer de herramientas que simplifiquen y mejoren los procesos de toma de decisiones, como pueden ser las técnicas estadísticas de reducción de datos. Su objetivo principal es reducir el número de variables disponibles a un conjunto menor de factores incorrelados entre sí, obtenidos como combinaciones lineales de dichas variables, que explican un alto porcentaje de la información contenida en las variables originales, en términos de varianza, eliminando la redundancia existente en los datos y con la menor pérdida de información posible (Jiménez, 1996).

Dentro de estas técnicas de reducción de la dimensión, una de las más aplicadas es el Análisis de Componentes Principales (ACP), que resulta ser la más adecuada cuando se dispone de datos de carácter cuantitativo, como ocurre en el ámbito financiero, en el que se trabaja con gran cantidad de información extraída de los estados financieros que publican las empresas y que suele expresarse en forma de ratios, obtenidos como cociente entre diferentes partidas contables que miden distintos aspectos de la actividad empresarial. Debido a la multitud de relaciones que pueden establecerse entre los componentes de las diferentes masas patrimoniales, es amplio el listado de ratios económico-financieros que pueden calcularse. Por ello, cuando se trata de analizar un determinado fenómeno económico a partir de la información contenida en los ratios financieros, la aplicación previa de un ACP permite reducir el numeroso conjunto de potenciales variables a considerar, centrándose en aquellos ratios con mayor contenido informativo respecto al fenómeno objeto de estudio y eliminando aquellos otros que no contribuyen a explicar dicho fenómeno o contienen información redundante (García-Ayuso, 1996).

Con el fin de mostrar las posibilidades que el ACP ofrece como técnica de reducción de datos en el análisis financiero, nos centramos en el estudio del fracaso o insolvencia

empresarial, que es uno de los ámbitos de mayor importancia dentro de aquél, por las consecuencias de toda índole que la crisis o desaparición de una empresa tiene sobre el conjunto de agentes que operan en una economía. En concreto, nos planteamos determinar los factores económico-financieros que permiten caracterizar el fracaso empresarial mediante su selección por el ACP y que pueden suponer el punto de partida para la elaboración de modelos de predicción del fracaso. Por este motivo, en el estudio empírico que llevamos a cabo, seleccionamos una muestra que incluye tanto empresas fracasadas como no fracasadas, a fin de que en la misma se consideren empresas que presentan un comportamiento diferenciado respecto al fenómeno del fracaso.

Como novedad dentro de este campo, hemos aplicado un Análisis de Correlaciones Canónicas (ACC), cuyo objetivo es el estudio de la relación entre dos conjuntos de variables. En este sentido, nos planteamos analizar si el conjunto de ratios elegidos mediante la aplicación del ACP se relaciona con el grupo de ratios no seleccionados, lo que indicaría, por tanto, que la información proporcionada por ambos conjuntos de variables es redundante y procede la eliminación del segundo grupo.

Por último, dada la aplicación conjunta de las dos técnicas mencionadas, procedemos a realizar un estudio sobre la relación entre ambas, mediante la comparación de los resultados obtenidos con cada análisis en nuestro estudio empírico.

A fin de alcanzar los objetivos planteados, el artículo se organiza del siguiente modo: en el siguiente epígrafe describimos de forma breve la metodología aplicada en el mismo. A continuación, procedemos a desarrollar el estudio empírico realizado, en el que aplicamos las dos técnicas descritas al estudio de información económico-financiera. En concreto, analizamos un conjunto de ratios financieros que se consideran como variables explicativas del fracaso empresarial y que tratamos de reducir mediante el ACP, para continuar después con la aplicación del ACC y finalizando con una comparación de los resultados obtenidos con los dos análisis. En el último epígrafe del trabajo hacemos referencia a las principales conclusiones extraídas del mismo.

2. Metodología

En este epígrafe nos referimos a la metodología utilizada en el trabajo, realizando una breve descripción teórica de las dos técnicas estadísticas aplicadas con posterioridad en el estudio empírico y cuya relación analizamos. No obstante, debido a que el ACP es una técnica de gran difusión y, por tanto, bien conocida, nos limitamos a hacer referencia a ciertos aspectos concretos de su interpretación¹ y nos centramos en mayor medida en las explicaciones respecto al ACC, que constituye un método más novedoso y, por consiguiente, menos conocido.

¹ El desarrollo teórico completo del ACP puede consultarse en manuales como Mardia *et al.* (1979), Mallo (1985), Lebart *et al.* (1997) o Hair *et al.* (1999).

2.1 Análisis de componentes principales (ACP)

Como hemos señalado, el ACP es una técnica de reducción de datos de gran aplicación cuando se trabaja con una cantidad importante de información cuantitativa, con el fin de reducir el número de variables a considerar. En concreto, su objetivo consiste en obtener nuevas variables ortogonales y linealmente independientes, denominadas factores o componentes principales, como combinación lineal de las variables originales.

Por lo que respecta al número de factores a retener, es preciso tener en cuenta la información que contienen, esto es, el porcentaje de varianza (o de inercia, en la terminología utilizada en esta técnica) extraída por cada factor y que, además, mide la importancia relativa de los factores que se extraen. Mardia *et al.* (1979) señalan como regla práctica que debe incluirse un número suficiente de factores que expliquen al menos el 90% de la inercia total. No obstante, Hair *et al.* (1999: 93) indican que tal criterio no debería aplicarse “en las ciencias sociales, donde la información muchas veces es menos precisa”, por lo que consideran como satisfactoria “una solución que represente un 60% de la varianza total”. En todo caso, como señala Mallo (1985: 153), “debe procurarse el equilibrio entre un porcentaje máximo de variabilidad total y la síntesis de tal variabilidad en un número reducido de componente (sic)”. De hecho, “en la mayoría de los trabajos de investigación se suele considerar suficiente entre un 70 y un 80% de la variabilidad total, porcentaje que suele venir dado por 3 o 4 componentes”².

Una vez decidido el número de factores a retener, su interpretación se realiza a partir de las correlaciones que presentan las variables originales con dichos factores, lo que permite dotar de significado a las componentes retenidas.

2.2 Análisis de correlaciones canónicas (ACC)

El ACC es considerado por diversos autores como el método estadístico multivariante general, en el que se basan, según las características de cada una, otras técnicas estadísticas, como son la regresión múltiple, el ANOVA o el ACP. En este sentido, Tatsuoka (1971) define el análisis canónico como una especie de doble análisis de componentes principales. Partiendo de este autor y de las aportaciones de otros, como Mardia *et al.* (1979), Thomson (1984) y Hair *et al.* (1999), exponemos a continuación sus principales características.

Se parte de una tabla de datos formada por n filas, correspondientes a los individuos analizados, y por $p + q$ columnas, que se particiona en dos subtablas X e Y , con p y q columnas, respectivamente, que representan dos grupos de variables o características cuantitativas. Esta tabla de datos T se representa tal como se muestra en la figura 1. Se supone, sin pérdida de generalidad, que las variables están centradas y reducidas, esto es, divididas por su desviación típica, de modo que la suma de los elementos de cada columna de T es igual a cero.

² Este número de componentes suele coincidir con aquellos factores cuyo valor propio es superior a uno, que es otro de los criterios utilizados para la retención de factores (Mardia *et al.*, 1979; Lebart *et al.*, 1995; Hair *et al.*, 1999; Uriel y Aldás, 2005).

Figura 1

Tabla de datos $T=X+Y$

	1	2	...	j	...	p		1	2	...	k	...	q
1	x_{ij}						y_{ik}						
2													
⋮													
i													
⋮													
n													

El objetivo del análisis de correlaciones canónicas es estudiar las relaciones entre los dos conjuntos de variables, a partir de combinaciones lineales de las variables originales, denominadas variables canónicas, que presentan la máxima correlación entre sí y que, a su vez, están incorreladas con el resto de combinaciones lineales que pueden derivarse.

- La correlación entre las combinaciones lineales de cada grupo de variables originales, X e Y , que recibe la denominación de correlación canónica, se obtiene a partir del coeficiente de correlación lineal, cuyo cuadrado se corresponde con los valores propios o raíces características de las matrices cuadradas:

$$(X'X)^{-1}X'Y(Y'Y)^{-1}Y'X \quad \text{ó} \\ (Y'Y)^{-1}Y'X(X'X)^{-1}X'Y$$

de orden p y q , respectivamente.

- El primer valor propio corresponde a la máxima correlación entre los pares de combinaciones lineales o variables canónicas, obteniéndose el resto de valores propios de las matrices en orden decreciente de correlación, hasta un máximo de raíces canónicas no nulas que coincide con el número de variables incluidas en el grupo más pequeño (mín $[p,q]$).
- Los coeficientes que definen las variables canónicas se obtienen como los vectores propios asociados a los mayores valores propios de las matrices anteriores, esto es, al primer valor propio obtenido. De este modo, los coeficientes relativos a las combinaciones lineales de las variables X se obtienen a partir de la primera de las matrices, mientras que la segunda matriz permite obtener los vectores de coeficientes correspondientes a las diferentes combinaciones lineales de las variables Y .

Una vez obtenidas las variables canónicas, es preciso interpretar la información contenida en las mismas, para lo cual se consideran los siguientes elementos:

- *Coefficientes estandarizados*: Los coeficientes dados a las variables originales que forman las combinaciones lineales representan la contribución relativa de cada una a las variables canónicas. Como estos coeficientes pueden estar influidos por la existencia de multicolinealidad entre las variables, para la interpretación del análisis suelen utilizarse los de estructura.

- *Coefficientes de estructura o cargas canónicas*: Son las correlaciones entre las variables originales de cada conjunto y su respectiva variable canónica, por lo que reflejan el grado en que una variable es representada por una variable canónica. El cuadrado de estos coeficientes para cada variable original es la proporción de varianza de la variable que es explicada por una variable canónica. La media para cada conjunto de variables proporciona la proporción total de varianza del conjunto que es extraída por una determinada variable canónica. Su suma total constituye la proporción de varianza de un conjunto de variables que es explicada por todas las variables canónicas obtenidas para ese conjunto.
- *Cargas canónicas cruzadas*: Miden la correlación entre las variables originales de un conjunto y las variables canónicas del otro conjunto. Por ello, se obtienen como el producto entre las cargas anteriores y el coeficiente de correlación canónica respectivo.
- *Índice de redundancia*: Este índice fue propuesto por Stewart y Love (1968), como modo de obtener una medida de la correlación entre los grupos de variables originales, ya que, como hemos señalado, las correlaciones canónicas miden la correlación entre combinaciones lineales de cada conjunto de variables. Se multiplica el cuadrado de la correlación canónica, que representa la proporción de varianza de una variable canónica en cada par obtenido que es explicada por la otra variable canónica del par, por la varianza extraída por cada variable canónica. La suma de estos productos para todas las variables canónicas es el índice de redundancia, que mide la proporción de varianza de un conjunto de variables que es explicada por el otro.

3. Aplicación al análisis de información económico-financiera

Una de las aplicaciones más importantes del análisis financiero se ha centrado en la evaluación de la solvencia o insolvencia empresarial, dadas las consecuencias que sobre los diferentes agentes económicos tiene el fracaso de una empresa. Con el fin de anticipar las dificultades financieras que puedan atravesar las empresas y que conduzcan a una situación de crisis, se han elaborado numerosos modelos de predicción del fracaso empresarial, siguiendo la línea iniciada por Beaver (1966) y Altman (1968), considerados como pioneros en este campo.

Puesto que el posible fracaso de una empresa depende fundamentalmente de la actividad que desarrolla, la mayoría de modelos han incluido como variables explicativas de dicho fenómeno un conjunto de ratios económico-financieros extraídos de sus estados contables, en cuanto que en ellos se refleja su actividad. Los ratios, obtenidos como una relación por cociente entre dos magnitudes basadas en información extraída de los estados contables (fundamentalmente Balance y Cuenta de Pérdidas y Ganancias), permiten reducir el gran número de conceptos a analizar a un conjunto, relativamente pequeño y de fácil comprensión, de indicadores con significado económico o financiero, además de ofrecer la posibilidad de efectuar comparaciones, permitiendo extraer conclusiones que no se obtendrían tomando las magnitudes en términos absolutos.

Sin embargo, debido a la ausencia de una teoría económica sobre fracaso empresarial que sirviera de guía para elegir los ratios a incluir en los modelos, la selección ha sido básicamente empírica, basada en su popularidad en la literatura y en su frecuencia y nivel de significación en la investigación previa sobre fracaso empresarial (Balcaen & Ooghe, 2006). Este criterio ha dado como resultado un amplio listado de ratios financieros potencialmente explicativos del fracaso empresarial, lo que hace necesaria la aplicación previa de una técnica de reducción de datos.

Para analizar las posibilidades del ACP como técnica de reducción de datos en el estudio de información económico-financiera, en este trabajo nos planteamos identificar aquellas características que permiten explicar mejor el fracaso empresarial, debido a su correlación con los factores extraídos por el ACP. Para ello nos centramos en una muestra de empresas con domicilio en Castilla y León (España), sobre las que recogemos información de sus estados contables definida en forma de ratios financieros, tal como se describe en el primer apartado de este epígrafe. La siguiente etapa en nuestro estudio es la aplicación del ACC, que permite enriquecer los resultados del anterior, en el sentido de que su objetivo es analizar la relación entre dos conjuntos de variables, en este caso, el grupo de ratios seleccionados por el ACP y el conjunto de ratios no elegidos. El estudio se complementa con una referencia a la relación entre ambas técnicas, en términos de la comparación de sus resultados.

3.1 Recogida de información

A fin de desarrollar nuestro estudio empírico, es preciso seleccionar una muestra de empresas. Como hemos señalado, tomamos como ámbito geográfico la comunidad de Castilla y León y utilizamos, para la recogida de la información necesaria, la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos).

Para formar la muestra objeto de estudio, seleccionamos tanto empresas fracasadas como no fracasadas, con el fin de que empresas con un comportamiento diferenciado respecto al fracaso empresarial estuvieran representadas en la misma. A este respecto, consideramos como fracasadas aquellas empresas que en la base de datos SABI figuraban en situación de concurso, suspensión de pagos o quiebra, por ser esta definición legal de fracaso la más utilizada en los estudios previos sobre fracaso empresarial, debido a las ventajas que presenta en cuanto a objetividad (Keasey & Watson, 1991).

Por otro lado, a diferencia de la mayoría de trabajos previos, que han utilizado una muestra emparejada (*state-based sample*) con el mismo número de empresas fracasadas y no fracasadas (Zmijewski, 1984), seleccionamos una muestra aleatoria, en razón del tamaño y composición de la población de empresas en la base de datos. En concreto, fijado el requisito de disponibilidad en la misma de los estados financieros para al menos un ejercicio económico (el último anterior al fracaso, para las empresas fracasadas y el correspondiente al último año de actividad, para las sanas), identificamos 41.584 compañías, de las cuales 59 aparecían en situación concursal. Debido a la baja tasa de fracaso en la población y con el fin de asegurar un número suficientemente grande de este tipo de empresas en la muestra objeto de estudio, las 59 compañías fueron seleccionadas para formar parte del grupo de empresas fracasadas en la misma.

En cuanto a las sanas, aplicamos la fórmula adecuada para determinar el tamaño muestral, teniendo en cuenta el poblacional y para un error máximo de estimación del 5%. En concreto, para el habitual nivel de confianza del 95%, resultó un tamaño muestral de 396 compañías, que fueron seleccionadas del mismo sector en que operaban las empresas fracasadas, atendiendo al tamaño poblacional en cada uno, mediante la aplicación de un muestreo estratificado con afijación proporcional, con el fin de tener en cuenta la estructura empresarial en la población. En concreto, el tejido empresarial en Castilla y León se caracteriza por una alta presencia de empresas pertenecientes al sector servicios, destacando también la importancia del sector de construcción.

Estas características aparecen reflejadas en la muestra seleccionada, cuyo resumen se presenta en la Tabla 1. En la misma las empresas aparecen clasificadas según su actividad, tal como está codificada en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93) a nivel de dos dígitos, que fue el criterio utilizado para identificar y seleccionar las empresas de la muestra en cada sector, si bien aparecen agregadas en los cuatro principales sectores que se identifican en la economía.

Tabla 1

Muestra de empresas

<i>Sector económico</i>		<i>Empresas fracasadas</i>		<i>Empresas no fracasadas</i>	
<i>Actividad principal</i>	<i>Código CNAE-93</i>	<i>Número</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Número</i>	<i>Porcentaje</i>
Agricultura	01	5	8,5	14	3,5
Industria	14-36	22	37,3	59	14,9
Construcción	45	12	20,3	85	21,5
Servicios	50-85	20	33,9	238	60,1
Total		59	100	396	100

Seleccionada la muestra de empresas, el siguiente paso es la recogida de la información correspondiente a los ratios financieros a considerar como variables en los dos métodos aplicados.

Como hemos indicado con anterioridad, el listado de ratios que se han utilizado como variables independientes en los modelos previos sobre fracaso empresarial es extenso, debido a las múltiples relaciones entre partidas contables que pueden obtenerse y por la falta de una base teórica en que fundamentar su selección. Por los mismos motivos, para seleccionar los ratios financieros a utilizar en nuestro estudio también nos hemos basado en los estudios previos sobre fracaso empresarial³, limitándonos a los ratios utilizados (y que resultaron significativos) en varios de los modelos desarrollados previamente y en especial los de Beaver (1966) y Altman (1968), dado que sus trabajos son considerados

³ Un resumen de los diferentes modelos elaborados en Estados Unidos y otros países, tanto europeos como del resto del mundo, puede encontrarse en las revisiones bibliográficas que, respecto a los modelos sobre fracaso empresarial, han realizado Altman (1984), Dimitras *et al.* (1996), Cybinski (2001), Balcaen y Ooghe (2006) o Ravi Kumar y Ravi (2007), entre otros. Por lo que se refiere a España, autores como Lizarraga (1996) o Laffarga y Mora (2002) recogen en sus trabajos una evolución de la investigación realizada en este campo.

pioneros en este campo y sus ratios han sido utilizado en gran cantidad de modelos desarrollados con posterioridad.

Teniendo en cuenta además la disponibilidad de datos y las relaciones entre los ratios, de modo que no contuvieran información redundante, resultó un listado final de 27 ratios financieros, que son clasificados en los tradicionales grupos de liquidez, rentabilidad, endeudamiento y solvencia, rotación y actividad, *cash-flow* y estructura, tal como aparece en la Tabla 2, en la que cada ratio va acompañado de su respectiva definición.

Tabla 2

Ratios financieros utilizados en el estudio empírico

<i>Grupo</i>	<i>Etiqueta</i>	<i>Definición</i>
Liquidez	RCI	Ratio de circulante o liquidez general: Activo circulante / Pasivo circulante
	PAC	Prueba ácida: (Activo circulante – Existencias) / Pasivo circulante
	LIQ	Liquidez inmediata: Disponible (Tesorería) / Pasivo circulante
	CCA	Capital circulante: Capital circulante / Activo total
	CCFO	Capital circulante: Capital circulante / Fondos propios
Rentabilidad	ROA	Rentabilidad económica: Resultado del ejercicio / Activo total
	ROE	Rentabilidad financiera: Resultado del ejercicio / Fondos propios
	REAC	Rentabilidad sobre fondos de accionistas: Resultado antes de impuestos / Fondos propios
	ROAII	Rentabilidad económica: Resultado antes de impuestos / Activo total
Endeudamiento y solvencia	REP	Nivel de endeudamiento: Pasivo exigible / Activo total
	RECP	Endeudamiento a corto plazo: Pasivo circulante / Activo total
	RELP	Endeudamiento a largo plazo: Pasivo fijo / Activo total
	NPA	Autonomía financiera (solvencia): Fondos propios / Activo total
	FPPC	Fondos propios / Pasivo circulante
	EQUI	Cobertura de inmovilizado o equilibrio: (Fondos propios + Pasivo fijo) / Activo fijo
	CCF	Cobertura de cargas financieras: Resultado de explotación / Gastos financieros
	GFV	Cobertura de cargas financieras: Gastos financieros / Importe neto cifra de ventas
Rotación y actividad	RAC	Rotación de activo: Importe neto de la cifra de ventas (INCV) / Activo total
	Var(INCV)	Crecimiento de la cifra de ventas: $INCV_t / INCV_{t-1}$
	CCV	Capital circulante / Importe neto de la cifra de ventas
	PPAG	Rotación de activo circulante: Activo circulante / Ingresos de explotación
Recursos generados	CFAT	Recursos generados sobre estructura económica: <i>Cash-flow</i> / Activo total
	CFDT	Capacidad de devolución de la deuda: <i>Cash-flow</i> / Pasivo exigible
	CFPC	Capacidad de devolución de la deuda a corto plazo: <i>Cash-flow</i> / Pasivo circulante
Estructura	AC	Activo circulante / Activo total
	AF	Activo fijo / Activo total
	TES	Tesorería / Activo total

3.2 Selección de variables: Análisis de Componentes Principales (ACP)

La aplicación de un criterio eminentemente empírico en la selección de los ratios financieros a considerar en los modelos de predicción del fracaso empresarial ha motivado, como ya hemos indicado, la utilización de una gran cantidad de ratios como variables potencialmente explicativas de dicho fenómeno. En la mayoría de casos, se trata de ratios financieros que miden la actividad empresarial de distinta manera, por lo que podemos suponer que son modos distintos de reflejar los mismos aspectos empresariales y, por tanto, pueden contener información redundante o similar. Por ello, nos planteamos aplicar un ACP para reducir el listado inicial de ratios considerados a un conjunto menor de factores que reflejan los aspectos más importantes de la actividad empresarial.

Mediante la aplicación sucesiva del ACP en varios pasos se seleccionaron 15 de los 27 ratios elegidos inicialmente como relevantes para caracterizar y resumir la información económico-financiera. El procedimiento seguido, utilizando el paquete estadístico SPAD 6.0, es el que a continuación se detalla.

- El estudio comienza con la aplicación del ACP sobre los 27 ratios financieros, sin incluir variables ilustrativas ni variaciones entre ratios, salvo la de la cifra de ventas, que se consideró como variable en el listado inicial. De la Tabla 3 se deduce que con los seis primeros factores extraídos, cuyos valores propios son superiores a uno, se explica un 58,08% de la varianza de las variables originales, que se reduce a menos del 38% al retener sólo tres factores.

Tabla 3

Porcentajes de inercia (ACP con 27 variables)

<i>Factor</i>	<i>Valor propio</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
1	4,3274	16,03	16,03
2	2,9956	11,09	27,12
3	2,8765	10,65	37,77
4	1,9594	7,26	45,03
5	1,7672	6,55	51,58
6	1,7544	6,50	58,08

De la observación de los coeficientes de correlación entre las variables originales y cada uno de los factores extraídos, que se recogen en la Tabla 4, ordenados en función de su correlación con cada factor, resulta que hay 21 ratios que muestran una elevada correlación con alguno de los factores.

- Con el fin de determinar si las seis variables no correlacionadas con los factores influyen en la relación entre éstos y el resto de variables, nos planteamos eliminar dichos ratios del análisis y proceder al desarrollo del ACP con los 21 restantes.

A la vista no sólo de las correlaciones, sino también de las comunales de estos seis ratios en los factores, que se presentan en el Anexo A, se confirma que presentan poca relación con los seis factores retenidos, por lo que pueden eliminarse del análisis sin que

afecte a los resultados anteriores. Estos ratios son la variación en la cifra de ventas ($\text{Var}(\text{INCV})_{01}$), la rentabilidad financiera (ROE) y la de accionistas (REAC), los ratios de cobertura del inmovilizado (EQUI) y de cobertura de cargas financieras (CCF) y el ratio de tesorería sobre activo total (TES).

Tabla 4

Correlaciones entre variable y factor (ACP con 27 variables) (Continúa)

<i>Factor 1</i>		<i>Factor 2</i>		<i>Factor 3</i>	
<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>
NPA	-0,77	LIQ	0,77	AF	-0,92
REP	0,75	FPPC	0,76	AC	0,92
RECP	0,70	RCI	0,7	CCA	0,74
CFAT	-0,64	PAC	0,57	RELP	-0,33
CFPC	-0,60	NPA	-0,45	RAC	-0,28
LIQ	-0,54	CFAT	-0,42	ROA	-0,26
CFDT	-0,53	REP	0,41	TES	0,25
FPPC	-0,51	RECP	0,39	NPA	0,23
PAC	-0,45	ROAII	-0,26	CCFO	0,23
RCI	-0,44	CFPC	0,26	CCV	0,20
ROAII	-0,44	RELP	0,26	EQUI	0,19
RELP	0,42	CCV	0,19	REP	-0,18
CCA	0,34	AF	-0,12	CFAT	0,17
TES	-0,27	AC	0,12	Var(INCV)	-0,16
AF	-0,20	CCA	0,11	PPAG	0,14
AC	0,20	ROA	-0,10	REAC	0,13
CCF	-0,10	RAC	-0,09	GFV	0,10
ROA	-0,09	Var(INCV)	-0,09	ROAII	0,07
REAC	0,09	REAC	0,08	RECP	-0,06
RAC	-0,06	GFV	0,07	CFDT	0,06
CCFO	0,06	ROE	0,04	FPPC	-0,05
Var(INCV)	-0,04	PPAG	0,01	LIQ	-0,04
PPAG	0,04	CFDT	0,00	CFPC	0,03
CCV	-0,03	TES	0,00	PAC	-0,03
ROE	0,03	CCF	0,00	ROE	-0,03
GFV	0,02	CCFO	0,00	RCI	0,02
EQUI	0,01	EQUI	0,00	CCF	0,02

Tabla 4

Correlaciones entre variable y factor (ACP con 27 variables) (Conclusión)

Factor 4		Factor 5		Factor 6	
Variable	Correlación	Variable	Correlación	Variable	Correlación
ROA	0,92	CCFO	-0,78	CCV	-0,77
RAC	0,92	PPAG	-0,64	GFV	-0,77
CCFO	0,22	ROE	0,41	TES	0,34
CCA	0,21	EQUI	-0,33	CFDT	0,25
PPAG	0,17	REAC	0,30	CFPC	0,22
CCV	0,17	TES	0,26	CCFO	0,20
GFV	0,14	RELP	-0,25	NPA	-0,18
AF	-0,13	ROA	0,21	PPAG	0,16
AC	0,13	RAC	0,21	CCF	0,16
EQUI	0,12	RECP	0,19	Var(INCV)	0,16
TES	-0,11	AF	-0,16	AF	-0,15
ROAII	-0,10	AC	0,16	AC	0,15
CFDT	-0,08	CFDT	0,15	REP	0,15
ROE	-0,08	CFPC	0,13	RAC	0,14
RCI	0,07	ROAII	-0,13	RECP	0,14
RECP	-0,06	FPPC	-0,08	ROA	0,13
FPPC	0,05	RCI	-0,08	ROAII	0,13
NPA	0,04	CFAT	-0,07	RELP	0,10
REAC	-0,04	LIQ	-0,04	REAC	0,09
CCF	-0,03	CCV	0,04	RCI	-0,09
LIQ	0,02	CCF	0,03	PAC	0,09
RELP	0,02	NPA	-0,02	FPPC	-0,07
Var(INCV)	-0,02	REP	-0,02	CCA	-0,07
CFAT	0,01	CCA	-0,02	LIQ	0,04
CFPC	-0,01	PAC	-0,01	EQUI	0,03
PAC	-0,01	Var(INCV)	-0,01	CFAT	0,03
REP	0,00	GFV	-0,01	ROE	0,01

- La eliminación de los seis ratios mencionados queda justificada en el siguiente paso del proceso, en el que aplicamos el ACP sobre las 21 variables restantes⁴, puesto que se modifican los coeficientes de correlación de las variables con los diferentes factores, así como las communalidades. Además, resulta que el porcentaje de inercia se incrementa hasta el 47,75% con los tres primeros factores y hasta el 72,75% con seis.

Por otro lado, se observa que los dos ratios de rentabilidad económica (ROA y ROAII) se correlacionan con factores distintos. Se trata de dos ratios que miden el mismo aspecto de la actividad de la empresa, su rentabilidad económica, pero de distinta manera, por lo que deberían correlacionarse con el mismo factor. Dado que esto no es así, es evidente que llevan a resultados contradictorios y se hace necesario eliminar uno

⁴ Debido a la importancia de algunas de las variables eliminadas en términos de su utilización en varios de los estudios previos, decidimos incluirlas como variables ilustrativas. No obstante, su posicionamiento en los planos factoriales no aportaba información adicional.

de los dos. Debido a la mayor aparición del ROA en la literatura sobre fracaso empresarial, eliminamos la segunda variable (ROAII).

- En el siguiente paso del proceso, analizamos exhaustivamente los 20 ratios restantes, llegando a los siguientes resultados: dos variables, CCFO y PPAG, que en el primer ACP (el que llevamos a cabo con las 27 variables originales) presentaban un peso importante en uno de los factores –de ahí que permanecieran en el análisis en ese paso–, no aparecen bien explicadas por los factores, al presentar una baja comunalidad. Por ello, decidimos eliminar ambos ratios y repetir el ACP con el resto de 18 ratios. En este análisis, el porcentaje de inercia explicado por los tres primeros factores es del 54,50%, que se incrementa hasta el 81,84% si se retienen seis factores.
- Desde un punto de vista estadístico, los 18 ratios mantenidos en el análisis en este paso se correlacionan con los factores retenidos. Por ello, nos planteamos analizar esos 18 ratios desde una perspectiva financiera, con el fin de determinar si las relaciones económico–financieras entre partidas contables pueden llevarnos a la eliminación de determinados ratios que, aun estando correlacionados con los factores, tengan una influencia negativa en los resultados del ACP. Conviene recordar que la selección inicial de los ratios financieros a considerar en nuestro estudio empírico se basó en su utilización en los estudios previos sobre fracaso empresarial, lo que puede implicar la consideración de ratios que contienen información redundante, al medir los mismos aspectos de la actividad empresarial de diferente forma.

En este sentido, el endeudamiento total de una empresa (REP) se clasifica en dos tipos, según que el vencimiento sea superior o inferior a un año, distinguiendo entre deudas a largo plazo (RELP) y pasivo circulante (RECP), por lo que podrían contener información redundante. Debido a que en la mayoría de empresas que forman la muestra de estudio el endeudamiento total se descompone, únicamente, en endeudamiento a largo y corto plazo, existe una alta correlación⁵ entre los tres ratios mencionados, por lo que procedemos a eliminar alguno de ellos. En concreto, puesto que los mayores problemas se presentan respecto al pago de las deudas a corto plazo, optamos por eliminar los otros dos ratios y mantener en el análisis el de pasivo circulante o endeudamiento a corto plazo (RECP).

Por otro lado, diversas partidas contables forman el activo de la empresa, siendo las más importantes las que conforman el activo fijo y el activo circulante, aunque también se incluyen otras. Sin embargo, en los balances de las empresas de la muestra las únicas partidas que figuran dentro del activo son éstas dos, por lo que se observa una correlación perfecta entre los ratios de activo fijo (AF) y de activo circulante (AC) sobre activo total. Por este motivo, eliminamos del análisis el ratio AF, ya que el ratio de circulante posee mayor importancia en cuanto a la capacidad de pago de una empresa y, por consiguiente, en su posible fracaso.

⁵ Para los tres ratios, el valor-*p* fue inferior al 1% de significación, rechazándose la hipótesis nula de ausencia de correlación entre ellos.

- Como último paso, realizamos el ACP con los quince ratios seleccionados, obteniéndose un porcentaje de varianza explicada del 54,52% para los tres primeros factores, que se sitúa en el 85,02% si se retienen los seis primeros, tal como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Porcentajes de inercia (ACP con 15 variables)

<i>Factor</i>	<i>Valor propio</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
1	3,6438	24,29	24,29
2	2,5104	16,74	41,03
3	2,0237	13,49	54,52
4	1,8142	12,09	66,61
5	1,5211	10,14	76,75
6	1,2396	8,27	85,02

Estos seis factores extraídos se correlacionan con las quince variables retenidas, como muestran los coeficientes de correlación que se recogen en la Tabla 6, ordenados de nuevo en función de la correlación con cada factor. Estas correlaciones permiten dar una descripción a los factores obtenidos con el ACP, tal como presentamos a continuación y se resume en la Tabla 7.

Tabla 6

Correlaciones entre variable y factor (ACP con 15 variables) (Continúa)

<i>Factor 1</i>		<i>Factor 2</i>		<i>Factor 3</i>	
<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>
LIQ	0,84	RECP	-0,69	RAC	-0,85
FPPC	0,80	CFAT	0,68	ROA	-0,82
RCI	0,71	NPA	0,66	AC	0,39
PAC	0,66	FPPC	-0,45	CCA	0,34
CFPC	0,66	RCI	-0,44	NPA	0,31
RECP	-0,47	LIQ	-0,44	CFAT	0,30
CFDT	0,47	ROA	0,31	RECP	-0,26
NPA	0,46	CCA	-0,30	CCV	0,20
CFAT	0,39	PAC	-0,29	GFV	0,17
CCA	-0,25	CFDT	0,29	CFDT	0,12
AC	-0,16	RAC	0,28	LIQ	-0,09
CCV	0,11	AC	-0,26	FPPC	-0,09
ROA	0,08	CCV	-0,18	PAC	-0,07
RAC	0,06	GFV	-0,09	RCI	-0,05
GFV	0,01	CFPC	0,09	CFPC	0,04

Tabla 6

Correlaciones entre variable y factor (ACP con 15 variables) (Conclusión)

<i>Factor 4</i>		<i>Factor 5</i>		<i>Factor 6</i>	
<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>	<i>Variable</i>	<i>Correlación</i>
CCV	0,73	AC	-0,65	CFDT	0,73
GFV	0,67	GFV	0,61	CFPC	0,61
CCA	0,49	CCA	-0,61	RECP	0,35
AC	0,45	CCV	0,49	NPA	-0,31
ROA	0,42	ROA	-0,20	RCI	-0,23
RAC	0,41	RAC	-0,18	FPPC	-0,20
NPA	0,12	CFAT	-0,14	AC	0,13
RECP	-0,10	NPA	-0,09	LIQ	-0,10
CFAT	0,10	RCI	-0,07	CCV	0,06
PAC	-0,09	CFPC	-0,06	GFV	0,05
RCI	0,07	LIQ	-0,05	CFAT	-0,03
LIQ	-0,05	PAC	-0,05	RAC	0,02
CFDT	-0,05	FPPC	-0,03	ROA	0,01
CFPC	-0,04	RECP	0,02	PAC	-0,01
FPPC	0,01	CFDT	0,00	CCA	-0,01

- El primer factor viene explicado por los ratios de liquidez (RCI, LIQ, PAC), aspecto de la empresa que se relaciona, a su vez, con su capacidad de devolución de la deuda a corto plazo a partir de sus recursos propios, tanto internos (CFPC) como externos (FPPC).
- El segundo factor enfrenta estos recursos propios de la empresa con los fondos ajenos a corto plazo, ya que se correlacionan positivamente con él la proporción que los recursos externos (NPA) e internos (CFAT) representan sobre el activo total, mientras que la proporción de pasivo circulante (RECP) presenta una fuerte correlación negativa con el factor.
- El tercer factor se correlaciona positivamente con el ratio de rentabilidad económica (ROA) y la rotación del activo (RAC) que son los dos conceptos en que puede desagregarse el margen de beneficio sobre ventas.
- Las variables GFV y CCV, que representan la rotación de los gastos financieros y del capital circulante, respectivamente, se correlacionan con el cuarto factor, por lo que podría definirse como un factor de rotación.
- Estos ratios de rotación también parecen correlacionarse con el quinto factor, que los enfrenta a la proporción que sobre el activo total representan el activo circulante (AC) y el capital circulante o fondo de maniobra (CCA), posicionados en el lado negativo del eje.
- El sexto y último factor se correlaciona positivamente con las variables CFDT y CFPC, que expresan la proporción de recursos generados por la propia empresa que van dirigidos al pago de deudas, en especial las de corto plazo, que son las que pueden representar mayores problemas para la empresa, si no dispone de fondos suficientes para su devolución.

Tabla 7

Factores explicativos y ratios que los caracterizan

<i>Factor</i>	<i>Significado</i>	<i>Variables que lo definen</i>
1	Liquidez	RCI LIQ PAC CFPC FPPC
2	Estructura	NPA RECP CFAT
3	Rentabilidad económica	RAC ROA
4	Rotación	GFV CCV
5	Circulante	AC CCA
6	<i>Cash-Flow</i>	CFDT CFPC

Por otro lado, las comunalidades de las 15 variables en los seis factores extraídos, que se recogen en el Anexo B, confirman los resultados y justifican la reducción de los 27 ratios iniciales a los 15 retenidos. Como puede observarse, los valores obtenidos son altos, en muchas variables próximos a uno, sin que ninguna comunalidad sea inferior a 0,5, lo que implica que las 15 variables seleccionadas son explicadas en gran medida por los seis factores extraídos.

3.3 Resultados del Análisis de correlaciones canónicas

Finalizado el ACP y decidida la selección final de quince ratios financieros, aplicamos un ACC mediante el programa STATISTICA, con el objetivo de comprobar si los doce ratios de los que se ha prescindido proporcionan información similar a la contenida en los ratios seleccionados, de ahí que proceda su eliminación.

Como hemos descrito, el objetivo del ACC consiste en estudiar las relaciones entre dos conjuntos de variables. En nuestro caso, los dos grupos que consideramos son el de ratios seleccionados a partir del ACP, por su correlación o peso elevado con los diferentes factores extraídos, y el de ratios eliminados del análisis, por no estar correlacionados con los factores y presentar una baja comunalidad, al no estar bien explicados por aquellos.

Como resulta de la Tabla 2, seis son los aspectos de la actividad empresarial que se han considerado en el estudio, a partir de los ratios calculados y que se incluyen en los diferentes grupos. En cada uno, hay ratios que pertenecen al conjunto de seleccionados y otros que pertenecen al grupo de variables eliminadas del análisis. Puesto que se trata de ratios que miden el mismo aspecto empresarial aunque de forma diferente, cabe esperar que exista relación entre los dos conjuntos o, lo que es lo mismo, que contengan información similar o redundante (LeClere, 2006), lo que justificaría la selección de los quince ratios, en detrimento de los doce eliminados.

En la Tabla 8 se muestra el valor del estadístico *chi*-cuadrado para los sucesivos coeficientes de correlación, donde se puede comprobar que se obtienen cinco correlaciones canónicas significativas. En efecto, tras extraer seis correlaciones canónicas, el resto de coeficientes dejan de ser significativos, por lo que sólo son necesarias las cinco primeras correlaciones y, por tanto, el mismo número de variables canónicas para explicar la relación entre los dos grupos de variables.

La misma conclusión se extrae al observar el valor de los coeficientes de correlación canónica, iguales a uno o muy próximos a la unidad hasta la extracción del quinto valor propio, a partir del cual empiezan a descender, aproximándose a cero las últimas correlaciones canónicas obtenidas. Los valores unitarios de los coeficientes indican que existe una relación prácticamente perfecta entre los tres primeros pares de variables canónicas obtenidas como combinaciones lineales de los ratios financieros pertenecientes a cada grupo de variables. La correlación sigue siendo muy alta entre las combinaciones lineales correspondientes al cuarto valor propio o raíz canónica, descendiendo para el siguiente par de variables canónicas, que presentan una correlación de 0,835.

Tabla 8

Estadístico *chi*-cuadrado de significación de los coeficientes de correlación canónica del ACC

<i>Paso</i>	<i>Valor propio</i>	<i>Correlación canónica</i>	<i>Chi-cuadrado</i>	<i>gl</i>	<i>Valor p</i>	<i>Lambda</i>
0	1,0000	1,0000	31.190,39	180	0,0000	0,0000
1	1,0000	1,0000	—	154	0,0000	0,0000
2	1,0000	1,0000	9.347,77	130	0,0000	0,0000
3	0,9910	0,9955	1.979,25	108	0,0000	0,0018
4	0,6973	0,8350	504,17	88	0,0000	0,1997
5	0,1740	0,4171	130,17	70	0,0000	0,6598
6	0,0931	0,3051	70,33	54	0,0671	0,7988
7	0,0562	0,2371	39,75	40	0,4815	0,8807
8	0,0362	0,1904	21,64	28	0,7976	0,9332
9	0,0269	0,1640	10,08	18	0,9291	0,9683
10	0,0027	0,0521	1,55	10	0,9988	0,9951
11	0,0022	0,0472	0,70	4	0,9515	0,9978

Las diferentes variables canónicas se definen a partir de los coeficientes o ponderaciones dadas a las variables en cada combinación lineal, que se muestran en el Anexo C para las variables canónicas significativas, aunque su interpretación suele realizarse a partir de los coeficientes de estructura o cargas canónicas, que se presentan en la Tabla 9 para las cinco primeras variables canónicas, ya que miden su correlación con los ratios de cada grupo. Por ello, son “directamente análogas” a las correlaciones entre las variables y los factores del ACP (Thomson, 1984: 23) y facilitan dar un nombre o descripción a las respectivas variables canónicas.

- Las dos primeras variables canónicas vienen explicadas por la proporción de activos circulantes (AC), fondos propios (NPA) y deudas a corto plazo (RECP) sobre activo total en el primer grupo de ratios y por el porcentaje de activo fijo (AF) y de endeudamiento total sobre activo (REP) en el grupo de ratios eliminados. No obstante, en la segunda combinación lineal también presenta una correlación importante en el primer grupo el ratio de capital circulante sobre activo (CCA).

- La tercera variable canónica explica la relación entre la proporción de fondos propios (NPA), entre los ratios seleccionados, y la de deudas (REP), en especial las de largo plazo (RELP), en el grupo de eliminados.
- Con la siguiente variable presentan una alta correlación negativa el ratio CCV, en el primer grupo, y el de rotación del activo circulante sobre ventas (PPAG) en el segundo, dada la relación entre ambos, puesto que el capital circulante se obtiene a partir del activo circulante.
- La quinta variable canónica se correlaciona negativamente con CCA y positivamente con la liquidez inmediata (LIQ) en el grupo de ratios seleccionados, mientras que, en el segundo grupo, presenta una alta correlación positiva con la variable canónica el ratio que mide la proporción que la tesorería representa en el activo (TES).

Tabla 9

Coefficientes de estructura o cargas canónicas del ACC

Grupo	Ratios	VC 1	VC 2	VC 3	VC 4	VC 5
Ratios seleccionados	RAC	-0,0637	-0,1181	0,0119	-0,0050	-0,0120
	ROA	-0,0519	-0,1143	0,0220	-0,0052	-0,0129
	GFV	-0,0039	-0,0863	-0,1316	-0,4570	-0,0090
	CCV	0,1174	0,0481	-0,0897	-0,9809	0,0363
	RCI	0,3083	-0,1301	0,0574	-0,0181	0,0748
	LIQ	0,2189	-0,0970	0,0972	0,0268	0,4975
	PAC	0,2644	-0,0961	0,1097	0,0203	0,2194
	AC	0,6169	0,7870	0,0000	0,0000	0,0000
	NPA	0,5972	-0,5432	0,5902	0,0000	0,0000
	RECP	-0,5907	0,8069	-0,0001	0,0000	0,0000
	CCA	0,4390	0,5942	-0,0589	-0,0555	-0,6500
	CFAT	0,4142	-0,3256	0,3841	0,0034	0,0373
	CFDT	0,2692	-0,1551	0,2289	0,0311	0,3483
	CFPC	0,2098	-0,0659	0,1779	0,0080	0,1965
	FPPC	0,1062	-0,2364	0,1531	-0,0434	0,0338
Ratios eliminados	Var(INCV) ₀₁	-0,1218	-0,0272	0,0527	0,1304	0,0661
	ROE	-0,0653	0,0577	-0,0764	-0,0259	-0,0654
	TES	0,2700	0,1296	0,1067	0,0743	0,9397
	AF	-0,6169	-0,7870	0,0000	0,0000	0,0000
	REP	-0,5972	0,5432	-0,5902	0,0000	0,0000
	RELP	-0,0835	-0,3215	-0,9432	0,0000	0,0000
	EQUI	0,1764	0,0325	-0,0360	0,0315	0,2088
	CCF	0,0367	0,0298	-0,0234	0,0267	0,1436
	PPAG	0,1084	0,0528	-0,0867	-0,9871	0,0451
	CCFO	0,0787	0,0649	-0,0572	0,1834	-0,2154
	REAC	0,0014	0,1551	0,0018	-0,0158	-0,0208
	ROAII	0,3992	-0,3274	0,1359	0,0073	0,0514

Un resumen de los ratios que definen las distintas variables canónicas obtenidas se muestra en la Tabla 10, en la que puede observarse que existe una fuerte relación entre los ratios incluidos en las combinaciones lineales obtenidas para cada grupo (en especial

entre AC y AF y de NPA y RECP con REP y RELP). Este resultado puede venir motivado por el último paso realizado en el desarrollo del ACP, en el que eliminamos del análisis los ratios AF, RECP y RELP por las relaciones que desde el punto de vista financiero mantienen con los ratios AC y RECP, respectivamente, lo que conlleva que la información contenida en dichos ratios sea redundante. De hecho, las fuertes correlaciones canónicas entre las variables canónicas (iguales a uno en las tres primeras) indican que la relación entre los ratios seleccionados y los eliminados es muy alta y justifican, por tanto, la eliminación realizada en el ACP en razón de criterios exclusivamente financieros, confirmando desde un punto de vista estadístico las relaciones entre ratios que resultan del análisis financiero.

Tabla 10

Ratios que definen las variables canónicas

<i>Variable canónica</i>	<i>Grupo de ratios seleccionados</i>	<i>Grupo de ratios eliminados</i>
1	AC NPA RECP	AF REP
2	AC NPA RECP CCA	AF REP
3	NPA	REP RELP
4	CCV	PPAG
5	LIQ CCA	TES

El hecho de que los coeficientes de correlación canónica entre las primeras variables canónicas sean iguales o muy próximos a uno implica que las denominadas cargas canónicas cruzadas sean muy similares a aquéllos, como puede comprobarse en el Anexo D. Los valores obtenidos indican que los ratios de cada grupo (seleccionados y eliminados) que están correlacionados con cada respectiva variable canónica, también presentan una alta correlación con las combinaciones lineales obtenidas a partir de los ratios del otro conjunto.

Por otro lado, en la Tabla 11 se muestra la proporción de varianza de cada conjunto que es explicada por las variables canónicas. Como puede observarse, éstas explican el 100% de la varianza del grupo de ratios eliminados, lo que se debe a que el número de variables canónicas que se extraen coincide con el número de variables en el conjunto más pequeño. No obstante, las doce variables canónicas también explican un porcentaje elevado de la varianza de los ratios seleccionados, ya que, en total, la varianza extraída es de un 86,03%.

La Tabla 11 también muestra el porcentaje de varianza de cada grupo de variables que es explicado por el otro conjunto y que se denomina índice de redundancia. Teniendo en cuenta el objetivo de nuestra investigación, que trata de justificar la selección de los quince ratios por el ACP, en detrimento de los doce eliminados, esta medida es más adecuada para interpretar los resultados del ACC, puesto que el hecho de que exista una fuerte correlación entre las combinaciones lineales de cada grupo de ratios (como indican los coeficientes de correlación canónica obtenidos), no implica que también sea alta la correlación entre los dos grupos de variables (Hermoso Gutiérrez, 2012), lo que justificaría la selección de sólo algunos de ellos.

Tabla 11

Varianza extraída y redundancia en el ACC

<i>Grupo</i>	<i>Ratios seleccionados</i>		<i>Ratios eliminados</i>	
	<i>Varianza extraída</i>	<i>Redundancia</i>	<i>Varianza extraída</i>	<i>Redundancia</i>
1	0,1208	0,1208	0,0872	0,0872
2	0,1454	0,1454	0,0982	0,0982
3	0,0438	0,0438	0,1074	0,1074
4	0,0786	0,0779	0,0861	0,0853
5	0,0592	0,0413	0,084	0,0585
6	0,0486	0,0085	0,0563	0,0098
7	0,0261	0,0024	0,0851	0,0079
8	0,0235	0,0013	0,0966	0,0054
9	0,1401	0,0051	0,0809	0,0029
10	0,0525	0,0014	0,1045	0,0028
11	0,0435	0,0001	0,0684	0,0002
12	0,0781	0,0002	0,0453	0,0001
Total	0,8603	0,4482	1,0000	0,4659

A este respecto, se observa que el grupo de ratios eliminados explica un 44,82% de la varianza en el conjunto de variables seleccionadas, mientras que el porcentaje de varianza del grupo de ratios eliminados que es explicada por el conjunto de ratios seleccionados se aproxima al 47%. Si bien no existe un criterio general sobre el valor mínimo del índice de redundancia (Hermoso Gutiérrez, 2012), estos índices se sitúan en el nivel de los obtenidos en otros trabajos, como el de LeClere (2006) e indican que ambos conjuntos de variables comparten información común, en cuanto que cada conjunto explica un porcentaje de varianza del otro grupo. Por tanto, si la información proporcionada por unos ratios financieros es similar a la contenida por otros ratios, queda justificada la consideración de un menor número de ratios para definir las características financieras básicas de las empresas, fracasadas y no fracasadas, de la muestra y que pueden utilizarse como punto de partida para explicar el fracaso empresarial.

3.4 Comparación de resultados

Dada la similitud en el procedimiento seguido por las dos técnicas aplicadas para obtener sus resultados, en cuanto que se basan en la obtención de combinaciones lineales de las variables originales, y a partir de la observación conjunta de los resultados obtenidos con el ACP y el ACC, nos planteamos analizar la relación entre estos dos métodos estadísticos.

Del análisis exhaustivo de los resultados presentados se desprende que las variables correlacionadas con los factores extraídos por el ACP son a su vez las variables con mayor importancia en las variables canónicas que se obtienen en el ACC. En este caso, nos centramos sólo en el primer grupo de variables, que son los ratios seleccionados por el ACP, puesto que el segundo conjunto de variables está formado por los ratios no

correlacionados con los factores retenidos por el análisis previo, por lo que fueron eliminados del mismo.

A partir de las correlaciones que se presentan en la Tabla 6, se observa que el primer factor está correlacionado con los ratios de liquidez y los de *cash-flow* y fondos propios sobre pasivo circulante, que son los que se correlacionan con la novena variable canónica, como puede observarse en el Anexo E, donde se recogen los coeficientes de estructura para el resto de variables canónicas obtenidas, puesto que la presentación de los resultados del ACC en el epígrafe anterior se ha limitado a las variables canónicas significativas. La única diferencia que se observa es que en la definición de la variable canónica contribuye más el ratio de *cash-flow* sobre deuda total que sobre pasivo circulante, lo que puede deberse a la relación entre ambos tipos de deudas, ya mencionada. De hecho, estos dos ratios aparecen correlacionados con el sexto factor extraído.

La proporción de fondos propios y de deudas a corto plazo se correlacionan con el segundo factor del ACP y contribuyen a definir las dos primeras variables canónicas, como señalan las cargas canónicas que se muestran en la Tabla 9, aunque también contribuye a su definición la proporción de activo circulante sobre activo total. Este ratio, junto con la proporción de capital circulante, que presenta un alto coeficiente de estructura en la segunda variable canónica, se correlaciona con el quinto factor retenido por el ACP. Con este mismo factor también presenta una fuerte correlación la rotación de gastos financieros, que es el ratio que contribuye en mayor medida a la obtención de la décima variable canónica. Por otro lado, el ratio de recursos generados también se correlaciona con el segundo factor, así como con el octavo⁶, contribuyendo a definir la sexta variable canónica.

Por su parte, el tercer factor del ACP se correlaciona con los dos componentes del margen de beneficios sobre ventas, que son los que definen la última variable canónica obtenida, mientras que el cuarto de los factores, además de con el ratio GFV, se correlaciona con la rotación del capital circulante sobre ventas, que es el ratio que contribuye a definir la cuarta variable canónica, junto con aquél, aunque en menor medida.

Así pues, se observa una fuerte coincidencia entre los factores del ACP y las variables canónicas obtenidas en el ACC para el grupo de ratios seleccionados, que son los correlacionados con aquéllos, lo que muestra el grado de relación entre ambas técnicas.

Por otro lado, también pueden considerarse similares los porcentajes de inercia o varianza obtenidos en cada uno de los análisis. En el ACP, el porcentaje de inercia explicada por los factores extraídos, que coincide con el número de variables a reducir, es el 100%. El porcentaje de varianza que explican las variables canónicas obtenidas en el ACC también es el 100% para el conjunto más pequeño de variables, cuyo número es precisamente igual al número de variables canónicas que se obtienen. Teniendo en cuenta que el número de variables en el otro conjunto es superior, el porcentaje de

⁶ De los 15 factores que se extraen en el ACP y cuyos resultados presentamos sólo para los seis primeros, los únicos que presentan una fuerte correlación con los ratios seleccionados son el séptimo, que presenta un coeficiente de correlación de 0,67 con el test ácido, y el octavo, cuyo coeficiente de correlación con el ratio CFAT es de 0,51.

varianza de este conjunto que es explicado por las variables canónicas es inferior al 100%. Esta reducción en el porcentaje de varianza o inercia explicada también se produce en el ACP en el caso de que se retenga un número de factores inferior al de variables, en aplicación de los criterios de retención de componentes principales disponibles. En este sentido, el porcentaje de inercia que hemos alcanzado al retener seis factores se ha situado en el 85%, mientras que el porcentaje de varianza explicada por las variables canónicas en el conjunto de ratios seleccionados, que es el de mayor tamaño, ha sido de un 86%.

4. Conclusiones

Para finalizar, exponemos las principales conclusiones extraídas de nuestro trabajo.

El objetivo del mismo ha sido mostrar las posibilidades que ofrecen las técnicas de reducción de datos, en concreto el ACP, en el análisis de información económico-financiera, como la que se extrae de los estados contables de las empresas y que refleja los principales aspectos de la actividad empresarial. Como un modo de facilitar el tratamiento de toda la información que se publica en los estados financieros, suelen utilizarse como herramienta de análisis ratios económico-financieros.

Debido a que los ratios financieros calculados a partir de la información publicada por las empresas reflejan su comportamiento en el desenvolvimiento de sus actividades, lo que influye en su posible fracaso en el futuro, los modelos de predicción del fracaso empresarial utilizan tales ratios como variables explicativas o predictoras de este fenómeno. No obstante, debido a la ausencia de una teoría económica en la que basarse para la selección de dichos ratios, el listado de variables utilizadas a lo largo de las más de cuatro décadas de desarrollo de este tipo de modelos es amplio. Por este motivo, se hace necesaria la aplicación de técnicas como el ACP, que permiten reducir el extenso listado de ratios a considerar a un grupo más pequeño de factores con gran poder explicativo del fenómeno en estudio.

Los resultados del ACP permiten identificar seis componentes principales que explican un elevado porcentaje de varianza de las variables originales (85,02%). Estos seis factores se relacionan con las siguientes variables: el primer factor con los ratios de liquidez y los que reflejan la capacidad de devolución de la deuda a corto plazo; el segundo con los fondos propios, internos y externos, y los recursos ajenos que posee la empresa; el siguiente factor aparece correlacionado con los dos conceptos que componen el margen de beneficio sobre ventas (rentabilidad económica y rotación del activo); el cuarto representa la rotación de los gastos financieros y del capital circulante sobre ventas; el quinto es un factor de circulante y el último se correlaciona con la capacidad de la empresa para generar recursos con los que hacer frente a sus deudas.

Este análisis se completa con la aplicación de un ACC, en el que se observa que las sucesivas variables canónicas obtenidas como combinaciones lineales de los ratios seleccionados y eliminados, respectivamente, presentan una fuerte correlación entre sí. Además, el índice de redundancia del conjunto de ratios eliminados, dado el grupo de ratios seleccionados, determina que éste explica un 47% de la variabilidad de aquél, lo

que indica que proporciona información similar a la contenida en las variables eliminadas en el anterior análisis, justificando, por tanto, la reducción del número de ratios a utilizar en la explicación del posible fracaso de las empresas.

Asimismo, se observa un alto grado de relación entre las dos técnicas utilizadas, comenzando porque ambas se basan en el mismo procedimiento de obtención de combinaciones lineales de las variables originales. Esta coincidencia en el proceso de extracción de componentes principales y variables canónicas, respectivamente, conlleva que también sean similares los resultados obtenidos, puesto que hemos comprobado que los ratios financieros que se correlacionan con los factores extraídos en el ACP coinciden con los que definen las respectivas variables canónicas en el ACC.

En razón de todo lo anterior, podemos concluir que el ACP es adecuado en el estudio de información de carácter económico y financiero, por cuanto que un menor número de ratios financieros permiten explicar un alto porcentaje de la información de partida, con las ventajas que esto supone respecto a la cantidad de datos a manejar. Por otro lado, es recomendable no limitar el estudio a la aplicación de una técnica estadística, puesto que la aplicación conjunta de dos o más métodos permite enriquecer los resultados obtenidos. En este sentido, el ACC contribuye a apoyar los resultados del ACP, en la medida en que ambas técnicas están relacionadas.

ANEXO

Anexo A

Comunalidades (ACP con 27 variables – seis factores)

<i>Variables</i>	<i>Comunalidad</i>	<i>Variables</i>	<i>Comunalidad</i>
ROA	0,9968	CFAT	0,6209
RAC	0,9949	PAC	0,5337
AC	0,9639	CFPC	0,4925
AF	0,9639	PPAG	0,4789
LIQ	0,8940	RELP	0,4255
NPA	0,8787	CFDT	0,3786
FPPC	0,8479	TES	0,3273
REP	0,7837	ROAII	0,3106
CCFO	0,7577	ROE	0,1766
CCA	0,7260	EQUI	0,1625
RCI	0,7032	REAC	0,1321
RECP	0,7016	Var(INCV) ₀₁	0,0610
CCV	0,6935	CCF	0,0391
GFV	0,6355		

Anexo B

**Comunalidades (ACP con
15 variables – seis factores)**

<i>Variables</i>	<i>Comunalidad</i>
ROA	0,9987
RAC	0,9985
LIQ	0,9120
RECP	0,8960
FPPC	0,8955
AC	0,8827
CCA	0,8789
CCV	0,8627
NPA	0,8623
GFV	0,8598
CFDT	0,8501
CFPC	0,8213
RCI	0,7630
CFAT	0,7363
PAC	0,5348

Anexo C

Ponderaciones de los ratios en las variables canónicas

(Continúa)

<i>Grupo</i>	<i>Ratios</i>	<i>VC 1</i>	<i>VC 2</i>	<i>VC 3</i>	<i>VC 4</i>	<i>VC 5</i>
Ratios seleccionados	RAC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051	1,1236
	ROA	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0014	-1,1299
	GFV	0,0000	0,0000	0,0000	0,0874	-0,0167
	CCV	0,0000	0,0000	0,0000	-1,0574	0,0907
	RCI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0278	-0,1814
	LIQ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0801	0,3376
	PAC	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0066	0,0646
	AC	0,8381	0,6136	-0,2833	0,1380	0,9750
	NPA	-0,0001	0,0001	1,6946	-0,1622	-0,2532
	RECP	-0,8176	0,6409	1,4172	-0,1669	-0,0621
	CCA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0148	-1,3183
	CFAT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0092	0,1947
	CFDT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0350	-0,1380
	CFPC	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0171	0,0450
	FPPC	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0256	0,0567

Anexo C

Ponderaciones de los ratios en las variables canónicas (Conclusión)

Grupo	Ratios	VC 1	VC 2	VC 3	VC 4	VC 5
Ratios eliminados	Var(INCV) ₀₁	0,0000	0,0000	0,0000	0,0161	0,0327
	ROE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0071	-0,0582
	TES	0,0000	0,0000	0,0000	0,0362	1,0245
	AF	-0,8381	-0,6136	0,2833	-0,1356	0,2964
	REP	-0,8862	0,6947	-0,1583	-0,0389	0,2139
	RELP	0,5545	-0,4346	-0,9611	0,1196	-0,0077
	EQUI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0368	0,0263
	CCF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0124	0,0442
	PPAG	0,0000	0,0000	0,0000	-1,0080	0,0733
	CCFO	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0067	-0,0628
	REAC	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0050	0,0252
	ROAII	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0035	0,0607

Anexo D

Cargas canónicas cruzadas del ACC

Grupo	Ratios	VC 1	VC 2	VC 3	VC 4	VC 5
Ratios seleccionados	RAC	-0,0637	-0,1181	0,0119	-0,0050	-0,0100
	ROA	-0,0519	-0,1143	0,0220	-0,0051	-0,0108
	GFV	-0,0039	-0,0863	-0,1316	-0,4549	-0,0075
	CCV	0,1174	0,0481	-0,0897	-0,9765	0,0303
	RCI	0,3083	-0,1301	0,0574	-0,0180	0,0624
	LIQ	0,2189	-0,0970	0,0972	0,0266	0,4154
	PAC	0,2644	-0,0961	0,1097	0,0202	0,1832
	AC	0,6169	0,7870	0,0000	0,0000	0,0000
	NPA	0,5972	-0,5432	0,5902	0,0000	0,0000
	RECP	-0,5907	0,8069	-0,0001	0,0000	0,0000
	CCA	0,4390	0,5942	-0,0589	-0,0553	-0,5428
	CFAT	0,4141	-0,3256	0,3841	0,0034	0,0312
	CFDT	0,2692	-0,1551	0,2289	0,0309	0,2909
CFPC	0,2098	-0,0659	0,1779	0,0079	0,1641	
FPPC	0,1062	-0,2364	0,1531	-0,0432	0,0283	
Ratios eliminados	Var(INCV) ₀₁	-0,1218	-0,0272	0,0527	0,1298	0,0552
	ROE	-0,0653	0,0577	-0,0764	-0,0258	-0,0546
	TES	0,2700	0,1296	0,1067	0,0739	0,7847
	AF	-0,6169	-0,7870	0,0000	0,0000	0,0000
	REP	-0,5972	0,5432	-0,5902	0,0000	0,0000
	RELP	-0,0835	-0,3215	-0,9432	0,0000	0,0000
	EQUI	0,1764	0,0325	-0,0360	0,0314	0,1744
	CCF	0,0367	0,0298	-0,0234	0,0266	0,1199
	PPAG	0,1084	0,0528	-0,0867	-0,9827	0,0376
	CCFO	0,0787	0,0649	-0,0572	0,1825	-0,1799
	REAC	0,0014	0,1551	0,0018	-0,0158	-0,0174
	ROAII	0,3992	-0,3274	0,1359	0,0072	0,0429

Anexo E

Cargas canónicas del ACC para el resto de variables canónicas

Grupo	Ratios	VC 6	VC 7	VC 8	VC 9	VC 10	VC 11	VC 12
Ratios seleccionados	RAC	-0,1536	-0,0286	0,1389	0,1047	0,1126	-0,3458	-0,5638
	ROA	-0,1411	-0,0208	0,1076	0,1002	0,1126	-0,3447	-0,5699
	GFV	-0,0763	-0,3371	0,0815	0,0467	0,5742	0,2302	-0,2888
	CCV	-0,0057	-0,0183	-0,0093	0,0798	0,0659	0,0173	-0,0039
	RCI	-0,2313	0,1180	-0,2061	0,6324	-0,2306	0,3257	-0,3655
	LIQ	-0,1359	0,0824	-0,2369	0,7242	0,1797	-0,0536	0,1829
	PAC	-0,1812	0,2017	-0,1794	0,6054	-0,1722	0,3830	-0,1033
	AC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	NPA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	RECP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	CCA	0,0545	-0,0418	-0,0547	0,0954	0,0360	-0,0366	0,0507
	CFAT	0,6898	-0,2142	-0,1681	0,0044	-0,0212	0,0026	-0,1027
	CFDT	0,2109	0,3300	-0,0582	0,6805	0,2836	0,0383	0,1438
	CFPC	0,1243	0,1786	-0,3410	0,2332	0,4049	0,3128	-0,0500
FPPC	-0,1918	0,1647	-0,1805	0,5046	-0,2595	-0,0669	-0,4807	
Ratios eliminados	Var(INCV) ₀₁	0,0538	-0,1023	0,6234	-0,3258	0,6416	-0,1458	-0,1385
	ROE	-0,2657	0,3360	-0,3881	-0,1874	0,6608	0,2420	0,3424
	TES	-0,0573	0,0207	-0,0329	-0,0152	-0,0056	-0,0580	0,0441
	AF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	REP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	RELP	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	EQUI	-0,1755	-0,7948	-0,3393	0,1887	0,1928	0,2555	-0,0788
	CCF	0,2965	0,2616	0,0886	0,8100	0,3353	0,1037	-0,1802
	PPAG	-0,0090	-0,0245	-0,0011	0,0107	0,0220	0,0117	-0,0062
	CCFO	0,1240	-0,1886	-0,1448	0,1650	0,2042	-0,7655	0,4236
	REAC	0,0036	0,3765	-0,6862	-0,3022	0,4595	0,0796	-0,2319
	ROAII	0,6813	-0,1397	0,0666	-0,1369	0,0475	0,2635	0,3658

Referencias

- ALTMAN, E. I. (1968) «Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy», *The Journal of Finance*, Vol. XXIII, No. 4, pp. 589-609.
- ALTMAN, E. I. (1984), «The success of business failure models: An international survey», *Journal of Banking & Finance*, Vol. 8, pp. 171-198.
- BALCAEN, S.; OOGHE, H. (2006) «35 years of studies on business failure: an overview of the classical statistical methodologies and their related problems», *The British Accounting Review*, Vol. 38, No. 1, pp. 63-93.
- BEAVER, W. H. (1966) «Financial Ratios as Predictors of Failure», *Journal of Accounting Research*, Supplement to Vol. 4: Empirical Research in Accounting: Selected Studies, pp. 71-111.

- CAMPBELL, K. T.; TAYLOR, D. L. (1996) «Canonical Correlation Analysis as a General Linear Model: A Heuristic Lesson for Teachers and Students», *The Journal of Experimental Education*, Vol. 64, No. 2, Winter, pp. 157-171.
- CYBINSKI, P. (2001), «Description, Explanation, Prediction – the Evolution of Bankruptcy Studies?». *Managerial Finance*, Vol. 27, No. 4, pp. 29-44.
- DIMITRAS, A. I.; ZANAKIS, S. H.; ZOPOUNIDIS, C. (1996), «A survey of business failures with an emphasis on prediction methods and industrial applications», *European Journal of Operational Research*, Vol. 90, No. 3, pp. 487-513.
- FLURY, B. D.; NEUENSCHWANDER, B. E. (1995) «Principal Component Models for Patterned Covariance Matrices, with Applications to Canonical Correlation Analysis of Several Sets of Variables», W.J. Krzanowski (ed.) *Recent Advances in Descriptive Multivariate Analysis*. New York: Oxford University Press, Inc., pp. 90-112.
- GARCÍA-AYUSO COVARSI, M. (1996) «Técnicas de Análisis Factorial Aplicadas al Análisis de la Información Financiera (Clasificaciones *a priori*, Hallazgos y Evidencia Empírica Española)», *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. XXV, N° 86, pp. 57-101.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. (1999) *Análisis multivariante*, 5ª ed. Madrid: Prentice Hall Iberia, S.R.L.
- HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (2012) «Correlaciones Canónicas», en Luque Martínez, T. (Coord) *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados*, 2ª ed. Madrid: Ediciones Pirámide, pp. 505-523.
- JIMÉNEZ CARDOSO, S. M. (1996) «Una evaluación crítica de la investigación empírica desarrollada en torno a la solvencia empresarial», *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. XXV, N° 87, pp. 459-479.
- KEASEY, K.; WATSON, R. (1991) «Financial Distress Prediction Models: A Review of Their Usefulness», *British Journal of Management*, Vol. 2, No. 2, pp. 89-102.
- LAFFARGA BRIONES, J.; MORA, A. (1998) «Los modelos de predicción de la insolvencia empresarial: Un análisis crítico», en Calvo-Flores, A. y García Pérez de Lema, D. (ed.s) *El riesgo financiero de la empresa*. Madrid: AECA, pp. 11-58.
- LAMBERT, Z. V.; WILDT, A. R.; DURAND, R. M. (1988) «Redundancy Analysis: An Alternative to Canonical Correlation and Multivariate Multiple Regression in Exploring Interset Associations», *Psychological Bulletin*, Vol. 104, No. 2, pp. 282-289.
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; PIRON, M. (1997) *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, 2^e édition, Paris: Dunod.
- LECLERE, M. J. (2006) «Bankruptcy studies and *ad hoc* variable selection: a canonical correlation analysis», *Review of Accounting and Finance*, Vol. 5, No. 4, pp. 410-422.

- LIZARRAGA DALLO, F. (1996) «Modelos multivariantes de previsión del fracaso empresarial: Una aplicación a la realidad de la información contable española», *Universidad Pública de Navarra: Tesis Doctoral*.
- MALLO, F. (1985) «Análisis de componentes principales y técnicas factoriales relacionadas». León: *Universidad de León, Servicio de Publicaciones*.
- MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. (1979) «Multivariate Analysis». London: *Academic Press Inc. Ltd.*
- RAVI KUMAR, P.; RAVI, V. (2007) «Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review», *European Journal of Operational Research*, Vol. 180, No. 1, pp. 1-28.
- STEWART, D.; LOVE, W. (1968) «A general canonical correlation index», *Psychological Bulletin*, Vol. 70, No. 3, pp. 160-163.
- TATSUOKA, M. M. (1971) «Multivariate Analysis: Techniques for educational and psychological research». New York: *John Wiley & Sons*.
- THOMSON, B. (1984) «Canonical Correlation Analysis. Uses and interpretation. Sage» *University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences*, No. 07-047. Thousand Oaks: Sage Publications.
- URIEL, E.; ALDÁS, J. (2005) «Análisis multivariante aplicado». Madrid: International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- ZMIJEWSKI, M. E. (1984) «Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models», *Journal of Accounting Research*, Vol. 22, pp. 59-82.