

Alejandra Arévalo Torres

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia

Default probability and financial structure of Colombian firms

RESUMEN

El principal objetivo del presente trabajo es analizar la probabilidad de que una empresa del sector real colombiano sea insolvente de acuerdo a un grupo de variables independientes que miden la solvencia de la empresa. Prestando mayor atención al ratio de endeudamiento medido como la deuda financiera de corto y largo plazo sobre los recursos propios, se pretende contrastar no sólo si a mayor apalancamiento financiero existe una mayor probabilidad de insolvencia, sino también de qué depende ésta. Para ello, se hará uso de modelos de regresión logística empleándose muestras de empresas de todos los tamaños para los años comprendidos en el período 2004-2013 con el fin de determinar qué variables influyen prioritariamente en la probabilidad de insolvencia y si su impacto, medido a través de los coeficientes indicados por el modelo de regresión, cambian a lo largo del tiempo.

PALABRAS CLAVE: Probabilidad de insolvencia, modelos de regresión logística, endeudamiento empresarial colombiano.

CLASIFICACIÓN JEL: G32 y G33.

ABSTRACT

The principal target of this paper is to analyze default probability of a Colombian firm, depending on a group of independent variables, which measure firm's solvency. Special importance is given to leverage ratio that is measured as short and long-term financial debt divided by equity, in order to contrast what happens to default probability when leverage ratio grows. Logistic regression models are used for determining what variables explain default probability, with samples of firms with different assets' sizes, those samples contains information from 2004 to 2013.

KEY WORDS: default probability, logistic regression models, Colombian firms leverage.

JEL CLASSIFICATION: G32 y G33.

Docente Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales de la Universidad Externado de Colombia.

adriana.arevalo@uexternado.edu.co

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia

Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

INTRODUCCIÓN

El estudio de la probabilidad de insolvencia, cobra importancia en el contexto de las decisiones de financiación que debe tomar una empresa, las cuales son uno de los pilares de las finanzas corporativas modernas, puesto que, como señala Damodaran (2010, p. 6), la combinación deuda – recursos propios debe ser tal que sea capaz de maximizar el valor de la empresa, asumiendo la existencia de una estructura óptima de capital. Ese valor máximo de la empresa se puede hallar desde la metodología de valoración del valor actual ajustado de la empresa, que es utilizada en lugar de la metodología de valoración del descuento del flujo de caja libre cuando se espera que la estructura de capital de la empresa cambie considerablemente a lo largo del tiempo, para evitar descontar todos los flujos a un coste medio ponderado de capital constante, lo cual llevaría a resultados incorrectos. El modelo del valor actual ajustado, en línea con lo señalado por Modigliani y Miller (1963), divide el valor de la empresa en dos componentes, el valor actual de las operaciones de la empresa como si estuviera financiada totalmente con recursos propios, es decir desapalancada, más el valor actual del escudo fiscal que surge de la deuda financiera, es decir los ahorros en impuestos producidos al considerarse los intereses de la deuda como un gasto deducible.

Adicionalmente, un incremento del endeudamiento puede incentivar una reducción de los problemas de agencia entre directivos y propietarios. Estos problemas de agencia, surgen en el contexto de la empresa por acciones, donde quien administra la empresa es una persona diferente al accionista, por lo cual existe una brecha en el horizonte temporal de actuación de los directivos y la empresa, cuando los primeros quieren generar altos beneficios en la cuenta de resultados, puesto que su remuneración depende de ellos, mientras que la empresa se alimenta de los proyectos que crean valor, los cuales tienen un horizonte temporal de largo plazo. De esta forma, los directivos pueden privilegiar proyectos que generan altas rentabilidades en el corto

plazo, en detrimento de la financiación de otra clase de inversiones que pueden crear valor a largo plazo, comprometiendo así la sostenibilidad de la firma en su conjunto. Las actuaciones orientadas a controlar a los directivos, para alinear sus actuaciones con la generación de valor, genera costes de monitoreo, que pueden impactar negativamente el valor de la empresa. Por lo tanto, desde la perspectiva de Jensen (1986) el hecho de que la empresa incremente su endeudamiento, disminuye la discrecionalidad en la gestión de los flujos de caja por parte de los directivos, puesto que compromete una serie de recursos para el pago de los intereses y la devolución del principal, pagos que “evitarán que los administradores desperdicien flujo de caja libre de la firma de cualquier manera inconveniente que no sea velando por los intereses de los accionistas” (Amaro: 2001. p. 62-63).

No obstante, si se tiene en cuenta la insolvencia financiera, la cual se produce según Brealey, Myers y Allen, cuando “los compromisos con los prestamistas se rompen o se cumplen con dificultad”, se puede señalar que el valor de la empresa debería tener en cuenta no sólo la suma del valor de la empresa cuando se financia con recursos propios más el valor actual del ahorro fiscal generado por los intereses de la deuda, más la reducción de los costes de monitoreo de la actuación de los directivos, generados por la situación de endeudamiento, sino que también debería sustraer el valor actual de los costes de insolvencia financiera, los cuales se incrementan con el nivel de endeudamiento de la empresa y “dependen de la probabilidad de insolvencia y de la magnitud de los costes en que se incurriría si la insolvencia se produjese” (Brealey et al., 2006, p. 519). En este sentido, el nivel óptimo de endeudamiento “se alcanzaría cuando el valor actual del ahorro fiscal debido al endeudamiento adicional se viese exactamente compensado por el incremento del valor actual de los costes de insolvencia”, lo cual se conoce como la teoría del intercambio o del equilibrio de la estructura de capital (trade-off), donde los costes de insolvencia se derivan del incremento de la probabilidad de que la empresa se declare en quiebra, momento en el cual “los accionistas ejercen su derecho

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

de impago” y “los antiguos acreedores se convierten en los nuevos accionistas y los antiguos se van sin nada” generando costes directos, que son los relacionados con los trámites legales y administrativos más costes indirectos relacionados con el incremento de las trabas para ejercer las operaciones de la empresa, dado un deterioro progresivo en las relaciones con los clientes, proveedores, empleados, etc., siendo ambos costes muy difíciles de cuantificar (Brealey et al., 2006, pp. 520-525, 532).

De lo anterior se desprende que el valor actual de los costes de insolvencia depende de la probabilidad de que se materialice la insolvencia, multiplicada por los costes directos e indirectos que se producirían en el caso de que dicha insolvencia se materializase. Por lo tanto, desde finales de los años 60 han proliferado estudios (como los trabajos de Beaver de 1967 y de Altman de 1968) sobre metodologías de predicción de quiebras corporativas, los cuales han buscado determinar dicha probabilidad de insolvencia, utilizando en un primer momento técnicas de análisis multivariante discriminante. Más recientemente, dichos estudios (como los trabajos de Ohlson de 1980, de Zavgren de 1983, de Keasey y Watson de 1987) han utilizado técnicas de regresión logística “las cuales desde un punto de vista estadístico parecen ajustarse mejor al problema de predicción de quiebra, donde la variable dependiente es binaria (quiebra/no quiebra) brindando una calificación entre 0 y 1, dando convenientemente [como resultado] la probabilidad de quiebra” (Altman y Sabato: 2005, pp. 5-7).

En el presente trabajo se procederá a estimar la probabilidad de que una empresa se encuentre en estado de insolvencia, utilizando una muestra de las empresas del sector real colombiano que han reportado entre 2004 y 2013 sus estados financieros ante la Superintendencia de Sociedades de Colombia, haciendo uso de regresiones logísticas binomiales. Para ello en primer lugar se hará una contextualización al caso colombiano, seguidamente se explicará la metodología a emplear, finalmente se mostrarán los resultados y las conclusiones más relevantes.

CONTEXTUALIZACIÓN AL CASO COLOMBIANO

Dado que existe una influencia del sistema financiero en la estructura de capital de las empresas, puesto que “las decisiones de financiamiento de las empresas no pueden ser indiferentes a las características del medio ambiente financiero”, la estructura financiera de la empresa está condicionada por su posibilidad de acceder a las fuentes de financiación, lo cual depende de la disponibilidad, es decir de los costes y de la cobertura que representan el sector intermediado y el desintermediado (Velázquez y Butze: 2009, pp. 280, 284). Por lo anterior, resulta relevante analizar cómo es el sistema financiero al cual acuden las empresas colombianas para buscar financiación. Teniendo en cuenta la clasificación que hace Rajan (2011) sobre los tipos de sistemas financieros, se puede decir que existen dos tipos, el sistema financiero competitivo de mercado o desintermediado y el sistema financiero relacional o intermediado. El primer tipo se basa en “la fácil ejecución de los contratos mediante el sistema legal”, por lo cual se otorga una primacía al contrato y se recalca la importancia de la información como bien público, por lo cual los agentes del sistema “están dispuestos a retener títulos a largo plazo, como acciones o deuda, y a financiar al usuario final directamente en lugar de a través de intermediarios como los bancos” (Rajan: 2011, pp. 23-24). Este sistema genera mayor autonomía y capacidad de negociación para las empresas a la hora de buscar financiación para sus proyectos productivos, puesto que pueden disponer de un mayor número de fuentes, con menores costes de transacción. A largo plazo esta característica del sistema financiero puede llevar a que las empresas sean más solventes. El segundo tipo de sistema financiero, el intermediado, según Rajan, es producto de una fuerte intervención del gobierno y de los bancos en la fase de crecimiento de la economía, momento en el cual estos actores no “necesitaron ni quisieron un control público”, de esta manera estos sistemas poseen escasa información pública, así que “la aplicación de las reclamaciones contractuales depende en gran medida de las relaciones comerciales a largo plazo”, por lo cual el autor concluye que en ese tipo de

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

sistemas “el prestatario paga al prestamista o negocia en buena fe para evitar perder la relación y las consecuencias adversas que esto conllevaría, en un sistema en que las relaciones son la moneda de cambio” (Rajan: 2011, pp. 23-24). En este tipo de sistema, los inversionistas adolecen de toda la información necesaria para tomar acertadas decisiones de inversión, así que las empresas que necesitan financiación tienden a trabajar en relaciones a largo plazo, con entidades fuertemente establecidas, que pueden imponer las principales condiciones de la negociación, como los bancos, dejando de lado la búsqueda de financiación en el mercado. Por lo anterior, se puede identificar que la estructura financiera de las empresas colombianas del sector real se halla condicionada a la existencia de un sistema financiero relacional, donde las empresas a la hora de buscar financiación, privilegian las fuentes derivadas de los intermediarios financieros a las fuentes provenientes de los mercados bursátiles, en especial se destaca la baja amplitud y profundidad del mercado accionario colombiano. Lo anterior se refleja en que, el peso del crédito interno provisto por los intermediarios financieros sobre el Producto Interior Bruto – PIB- colombiano, en el período comprendido entre 2004 y 2013 fue en promedio 59%, mientras que el peso del valor total de las acciones negociadas en bolsa sobre el PIB, en el período comprendido entre 2004 y 2012 fue en promedio 6%, como se puede apreciar en el Gráfico 1. Adicionalmente, como señalan Arbeláez y Villegas (2004), en general las empresas colombianas anteponen la banca comercial como fuente de financiación al mercado de valores, en primer lugar porque es lo que están acostumbradas a hacer y en segundo lugar porque tienen una percepción de que acceder al mercado es más complejo. En el caso de las pequeñas y medianas empresas – PYMES (que según el Ministerio de Industria y Comercio generan el 40% de la producción total del país, brindan más del 50% del empleo y representan el 92% del tejido empresarial colombiano) la razón directa de su nula participación en el mercado de capitales es el desconocimiento total de esta fuente de financiación, sobre todo por el hecho de que la perciben como una fuente de financiación para las empresas con mayores activos.

Por otra parte, según la Gran Encuesta PYME del primer semestre de 2014, realizada por la Asociación Nacional de Instituciones Financieras – ANIF, tomando una muestra de 2.979 PYMES de los 21 subsectores económicos (de los sectores de industria, comercio y servicios) donde las empresas de este tamaño tienen mayor presencia, permite observar que casi la mitad de los directores encuestados reconocieron haber acudido a los bancos en búsqueda de financiación, en el primer semestre de 2013, la cual fue obtenida en la mayoría de los casos, lo anterior se refleja en las respuestas a las preguntas “¿Solicitó crédito con el sistema financiero?” y “¿Le fue aprobado el crédito solicitado?”, como se puede observar en la Tabla 1. Adicionalmente “los resultados de la última medición de la Encuesta también muestran que las PYMES continúan usando las fuentes tradicionales de financiamiento, dado que un 52% en la industria, un 47% en comercio y un 54% en servicios no accedieron a ninguna fuente de financiamiento diferente al crédito bancario en el segundo semestre de 2013” (ANIF: 2014, p. 30). De esta manera, teniendo en cuenta la importancia del endeudamiento bancario como fuente de financiación del sector real colombiano, cobra especial relevancia tanto para los directivos de las empresas como para los intermediarios financieros conocer cuáles son las probabilidades de caer en la insolvencia para una empresa endeudada. En este sentido, varios autores han estudiado para el caso colombiano la probabilidad de insolvencia empresarial utilizando como herramienta de análisis la regresión logística binomial, uno de ellos es un estudio denominado Administración del riesgo de insolvencia de las pequeñas y medianas empresas – PYME de Colombia, (Aristizábal, 2013) el cual lleva a cabo una regresión logística “para determinar la probabilidad de que una empresa PYME caiga en estado de insolvencia”, para ello usó información de empresas que reportaron sus estados financieros ante la Superintendencia de Sociedades para el año 2011, hallando 301 empresas insolventes, que junto a otras 301 empresas solventes de igual tamaño, fueron el insumo para hacer la regresión. La variable dependiente de respuesta dicotómica fue si la empresa era o no insolvente y las variables explicativas fueron el ratio de

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

liquidez, el resultado de ejercicios anteriores y la concentración del endeudamiento a corto plazo. Con un poder de pronóstico del 77%, el autor concluyó a través del modelo que la variable que más influye en la probabilidad de que una empresa sea insolvente son los resultados de ejercicios anteriores o beneficios acumulados, donde una empresa con beneficios acumulados negativos tiene ocho veces más probabilidad de caer en la insolvencia que una empresa con beneficios acumulados positivos. Además, detectó que empresas con un ratio de liquidez inferior a uno, tienen tres veces más probabilidad de caer en la insolvencia que una empresa con un ratio de liquidez por encima de uno. El siguiente estudio en la misma línea, de Salazar y Rodríguez (2014) denominado: Gestión del riesgo de crédito: comparación y evaluación de la capacidad predictiva de las metodologías análisis discriminante y regresión logística, aplicado a una muestra de PYMES bancarizadas en Colombia, utilizando una muestra de 155 empresas con deudas vigentes ante establecimientos de crédito, de las cuales la mitad presentaba “una mora mayor o igual a 90 días en el año siguiente al período fiscal estudiado con fecha de corte 31 de diciembre del año correspondiente”, para los años 2008 a 2012, concluyen que las dos metodologías tienen una capacidad de clasificación global similar, habiendo usado para hacer la regresión logística binomial como variable dependiente si la empresa había incurrido o no en impagos y como variables independientes, el sector al que pertenece la empresa, el margen bruto sobre activos totales, el beneficio económico añadido (una proxy del EVA) sobre los activos totales, las ventas sobre activos totales y el activo corriente sobre el pasivo total, resultando la proxy del EVA sobre los activos totales, la variable independiente que mayor impacto tiene en la disminución de la probabilidad de impago de las deudas de esta muestra de PYMES colombianas.

METODOLOGÍA

El modelo: El modelo a desarrollar será una regresión logística binomial, la cual arroja la probabilidad de ocu-

rrencia de una variable categórica cuando existe otra categoría de otra variable dicotómica o cuando una variable continua toma determinado valor. Como la variable dependiente es cualitativa, no se cumple el supuesto de linealidad, por lo cual hay que hacer una transformación logarítmica. La regresión es binomial porque la variable dependiente sólo tiene dos categorías, ocurre o no ocurre el evento (Wooldridge: 2002, pp. 561-565). Por lo tanto el modelo, que pretende predecir la probabilidad de ocurrencia de la variable dicotómica dependiente, a la cual se le han asignado valores de 1 para la ocurrencia del evento y 0 para la no ocurrencia, de acuerdo con el comportamiento de unas variables independientes, viene dado por:

$$\Pr(\mathbf{y} = \mathbf{1}|\mathbf{x}) = \frac{e^{(b_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)}}{1 + e^{(b_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)}} \quad (1)$$

Donde, $\Pr(\mathbf{y}=1|\mathbf{x})$ es la probabilidad de que tome el valor de 1, es decir que ocurra el evento, teniendo en cuenta las variables independientes x_i , cuyos coeficientes vienen dados por β_i , junto con un término constante b_0 , que indica la probabilidad de que ocurra el evento cuando las variables independientes toman un valor de 0.

Tal como lo señala el manual de UCLA: Statistical Consulting Group, los coeficientes de la regresión logística indican la cantidad de cambio esperado en el logit, el cual es el logaritmo natural del cociente de probabilidad condicional –llamado en Inglés “odds”–, cuando hay una unidad de cambio en la variable independiente asociada al coeficiente, manteniendo las demás variables constantes. De tal forma que coeficientes negativos indican una relación negativa entre la variable independiente y la variable dependiente bajo estudio, y los positivos indican una relación de refuerzo entre las mismas variables. Puesto que la regresión logística es calculada tomando los logaritmos naturales de la función (1), la misma queda en términos del logaritmo natural del cociente de la probabilidad condicional, que toma en cuenta la probabilidad de que ocurra el evento en el numerador, sobre la probabilidad de que no ocurra en el denominador, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\ln \left[\frac{\Pr(\mathbf{y} = \mathbf{1}|\mathbf{x})}{1 - \Pr(\mathbf{y} = \mathbf{1}|\mathbf{x})} \right] = \ln \left[e^{(b_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i)} \right] \quad (2)$$

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

De lo anterior se desprende que para hallar la magnitud del efecto de los coeficientes arrojados por el modelo en términos de probabilidades, hay que calcular el antilogaritmo del coeficiente, con este resultado que está en los mismos términos que el cociente de probabilidad condicional, se debe hacer el siguiente análisis: valores mayores que 1 sugieren que la probabilidad de que el evento ocurra son mayores a las probabilidades de que el evento no ocurra, teniendo en cuenta el comportamiento de la variable independiente asociada al coeficiente, mientras que valores menores que 1 sugieren que la probabilidad de que el evento no ocurra son mayores a las probabilidades de que el evento ocurra, teniendo en cuenta el comportamiento de la variable independiente asociada al coeficiente. Adicionalmente, cuando se lleva a cabo el modelo de regresión logística a través de STATA, los resultados del modelo arrojan un estadístico z, el cual es un test de Wald, el cual indica si la variable independiente aporta significativamente a la predicción y si los resultados obtenidos se pueden generalizar a la población, de tal forma que la variable independiente es estadísticamente significativa si 0 no está dentro del intervalo arrojado por el test (UCLA: Statistical Consulting Group).

Con respecto a las pruebas de significancia del modelo, STATA realiza una prueba Chi cuadrado (denominada en el programa LRChi2) con el fin de evaluar si los coeficientes son conjuntamente significativos para explicar la probabilidad de que ocurra el evento, es decir se evalúa si se predice mejor el comportamiento de la variable dependiente, teniendo en cuenta las variables independientes, que si solamente se tuviera en cuenta la constante para hacer la regresión. Junto a esta prueba, el modelo permite hacer comparaciones de significancia entre modelos, a través del test ratio de probabilidad (denominada en el programa Likelihood ratio test), el cual compara el modelo que tiene en cuenta todas las variables independientes que se quieren evaluar, frente a un segundo modelo que tiene menos variables independientes que el inicial, porque se le han quitado las variables cuya significancia está en duda. El test, a través de una prueba Chi cuadrado, analiza el nivel de ajuste

del modelo reducido, indicando si la variable o las variables que fueron removidas para producir el modelo reducido deben ser tenidas o no en cuenta en el modelo, dado que el test parte de la hipótesis nula de que los coeficientes de las variables dejadas fuera del modelo reducido son simultáneamente iguales a 0, para contrastar si el hecho de remover la variable o las variables no tuvo efecto alguno (UCLA: Statistical Consulting Group).

La muestra: En primer lugar, se construyó una base de datos en STATA con los estados financieros (Balance, Estado de Resultados y Flujo de Efectivo) de una muestra de empresas del sector real que son vigiladas, inspeccionadas o controladas por la Superintendencia de Sociedades de Colombia. Estos estados son publicados anualmente, con corte a 31 de diciembre de cada año, en el Sistema de Información y Reporte Empresarial SIREM, donde se dispone de información desde el año 1995 hasta el 2013. Una vez se lograron juntar todos los estados financieros publicados de todos los años disponibles, se encontraron varios limitantes de la información, como que había empresas con información incompleta, por ejemplo tenían la información del Flujo de Efectivo pero no tenían la información del Balance y el Estado de Resultados. También se encontró que los datos en muchos casos no cumplían conceptos básicos de contabilidad como la ecuación contable. Adicionalmente, haciendo un análisis de los patrones que seguían las observaciones (entendiendo observación como todas las cuentas de una empresa en un año) se detecta que 2004 es el año desde el cual más empresas tienen observaciones. Por todo lo anterior, se realizó una depuración en la que se eliminaron el 36% de las observaciones, conservando 201.536 observaciones de los años 2004 a 2013, quedando una base de datos depurada que dispone de las cuentas de los estados financieros de 17.712 empresas en promedio por año, aunque solo el 18% de las empresas presentan la información completa en período 2004-2013, sin embargo con una regresión como la logística que no exige utilizar paneles de datos balanceados, es posible trabajar con esta muestra. Con esta base de datos se construyeron las muestras para cada año. Cada muestra está compuesta

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

por igual número de empresas solventes e insolventes, así que se tienen en cuenta todas las empresas que presentan unos recursos propios negativos, de tal forma que para esas empresas la variable dependiente toma valores iguales a 1. Para construir el grupo de control de empresas solventes, cuya variable dependiente toma valores iguales a 0, se agruparon las empresas insolventes por tamaño de activos, siguiendo los intervalos que se muestran a continuación, con el fin de elegir el mismo número de empresas solventes, aleatoriamente, que tengan el mismo tamaño, para hacerlas comparables. Los resultados de este ejercicio, por años, se resumen en la Tabla 2. Un elemento que puede ayudar a comprender elementos claves de la información presentada en la Tabla 2, es la clasificación que se hace en Colombia del tamaño de las empresas por activos, la cual está contenida en la Ley 1450 de 2011. De acuerdo a dicha clasificación, el primer intervalo corresponde a microempresas, el segundo intervalo corresponde a pequeñas empresas, del tercer al séptimo intervalo corresponde a empresas medianas y los dos últimos intervalos corresponden a empresas clasificadas como grandes por la ley, por lo cual se puede señalar que en promedio en el período bajo análisis (2004-2013) el 26,33% de las empresas insolventes fueron microempresas, el 58,02% fueron pequeñas empresas, el 15,24% fueron empresas medianas y el 0,41% fueron empresas grandes.

Las variables del modelo: La variable categórica dependiente del modelo de regresión logística binomial será *insolvencia* = 1 caso en el cual la empresa es insolvente dado que registra un patrimonio negativo, situación que indica que los pasivos de la empresa son mayores que sus activos, frente a *insolvencia* = 0 que representa el estado en el que la empresa no es insolvente dado que registra un patrimonio positivo. Con respecto a las variables independientes del modelo, si bien es cierto que en el presente estudio se pretendía hacer un modelo general para las empresas de todos los tamaños, el análisis del tamaño de las empresas de la muestra a utilizar indica que el 99,59% de las empresas son microempresas o PYMES, como se vio anteriormente, así que es necesario seleccionar las variables indepen-

dientes del modelo, teniendo en mente explicar la probabilidad de insolvencia de las MIPYMES. En este sentido, es congruente utilizar variables que han sido empleadas en otros estudios de análisis de las PYMES, como los estudios de Aristizábal (2013), Salazar y Rodríguez (2014) para el caso colombiano y como el estudio de Altman y Sabato (2005) para el caso estadounidense. Altman y Sabato (2005), sostienen que es necesario desarrollar un modelo específico para estimar la probabilidad de insolvencia de las PYMES, porque los modelos tradicionalmente se han calculado para las grandes empresas, como el Modelo Z-score de Altman de análisis multivariante discriminante, que toma como variables independientes los ratios: capital de trabajo sobre activos; beneficios retenidos sobre activos; el beneficio operativo sobre activos; y el valor en libros de los recursos propios sobre los activos. Los autores sostienen que un modelo desarrollado para una gran empresa, estimado con datos de PYMES arroja resultados de bajo poder predictivo, por lo cual en el estudio denominado Modeling Credit Risk for SMEs: Evidence from the US Market se encargan de analizar cuáles son los ratios más adecuados para predecir la solvencia de las PYMES en Estados Unidos, con el objetivo de enfatizar en la necesidad de que los bancos modelen el riesgo de crédito de las PYMES separadamente del riesgo de las grandes corporaciones, lo que tendría como consecuencia una reducción en el coste de la deuda para las empresas de menor tamaño. En la Tabla 3, se hace una comparativa de variables independientes utilizadas por los tres estudios mencionados, indicando entre paréntesis, frente a cada variable, el signo del coeficiente arrojado por la regresión logarítmica, los cuales pueden interpretarse de la misma forma que se interpretan los coeficientes de la regresión lineal, gracias a la transformación logarítmica, es decir, si el signo es positivo, la relación entre la variable independiente y la dependiente es de reforzamiento, si en cambio el signo del coeficiente es negativo, un incremento en la variable independiente implica una disminución en la variable dependiente. Teniendo en cuenta lo anterior, más la disponibilidad de información que brinda la muestra (por ejemplo los gastos de intereses sólo están

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

disponibles desde 2008, para algunas empresas), las variables independientes o explicativas que se tendrán en cuenta para estimar el modelo que mejor explique la insolvencia, serán:

- 1) El ratio de endeudamiento (Ind1), variable continua que se medirá como la deuda total financiera sobre los recursos propios y aunque no es utilizado por los autores en sus modelos de regresión, resulta útil examinar su comportamiento frente a la probabilidad de insolvencia, para contrastar la hipótesis de si a mayor apalancamiento financiero, mayor probabilidad de insolvencia para esta muestra de empresas, es decir, se espera que el signo del coeficiente arrojado por la regresión sea positivo.
- 2) El ratio de endeudamiento a corto plazo (Ind2), variable continua que se medirá como la deuda financiera a corto plazo sobre los recursos propios, se espera que el signo del coeficiente arrojado por la regresión sea positivo.
- 3) El ratio de liquidez 1 (Ind3), variable dicotómica, medida como el activo corriente sobre el pasivo corriente. Toma valor de 1 si el ratio es menor que 1 y de 0 si el ratio es mayor que 1. Cuando hay un descalce entre activos y pasivos de corto plazo, la empresa puede caer en la insolvencia, así que se espera que el signo del coeficiente arrojado por la regresión sea positivo.
- 4) El ratio de liquidez 2 (Ind4), variable continua que se medirá como el activo corriente sobre el pasivo total, esperando que a mayor disponibilidad de recursos en el corto plazo, la empresa tenga más facilidad para honrar sus obligaciones, de tal forma el signo esperado del coeficiente arrojado por la regresión es negativo.
- 5) El ratio de actividad 1 (Ind5), variable continua que se medirá como los ingresos operacionales o ventas sobre el activo total, se espera que entre mayor sea el ratio, menor será la probabilidad de insol-

vencia, por lo tanto, el signo esperado del coeficiente arrojado por la regresión es negativo.

- 6) El ratio de actividad 2 (Ind6), variable continua que se medirá como el margen bruto sobre el activo total, se espera que entre mayor sea el ratio, menor será la probabilidad de insolvencia, por lo tanto, el signo esperado del coeficiente arrojado por la regresión es negativo.
- 7) El ratio de actividad 3 (Ind7), variable continua que se medirá como el beneficio operativo sobre el activo total, se espera que entre mayor sea el ratio, menor será la probabilidad de insolvencia, por lo tanto, el signo esperado del coeficiente arrojado por la regresión es negativo.
- 8) El ratio de actividad 4 (Ind8), variable continua que se medirá como el flujo de efectivo reportado por la empresa sobre el activo total, se espera que entre mayor sea el ratio, menor será la probabilidad de insolvencia, por lo tanto, el signo esperado del coeficiente arrojado por la regresión es negativo.
- 9) Resultados de los ejercicios anteriores (Ind9), variable dicotómica, que toma valor de 1 si dichos beneficios son negativos y de 0 si son positivos. Si la empresa no dispone de beneficios retenidos o si estos son negativos, la empresa tiene mayores posibilidades de caer en la insolvencia, así que se espera que el signo del coeficiente arrojado por la regresión sea positivo.

Pruebas de Multicolinealidad: Para contrastar si existía una correlación entre las variables independientes, se realizó el cálculo del Coeficiente de Correlación de Pearson, con un nivel de significancia de 0,01, para las muestras de las empresas solventes e insolventes de todos los años bajo estudio (2004-2013). Como este test se debe hacer sólo con variables continuas, las variables dicotómicas, ratio de liquidez 1 (Ind3) y resultados de los ejercicios anteriores (Ind9) se sustituyeron por las magnitudes que representan, es decir, activo corriente

sobre pasivo corriente (AC/PC) y los resultados de ejercicios anteriores. Como se puede observar en la Tabla 4, se rechaza la hipótesis estadística nula de que la correlación es 0, para los siguientes pares de variables: Ind2 e Ind1, con un coeficiente de correlación de 0,747 y un p valor de 0,000, por lo cual se decide prescindir del Ind2, al considerar que el ratio del endeudamiento contiene la información que refleja el ratio deuda financiera a corto plazo sobre los recursos propios. Ind4 y AC/PC, con un coeficiente de correlación de 0,246 y un p valor de 0,000, por lo cual se decide prescindir del Ind4, al considerar que la variable dicotómica original Ind3, contiene información suficiente sobre el comportamiento de los activos corrientes. Ind7 e Ind6, con un coeficiente de correlación de 0,983 y un p valor de 0,000, presentan una alta correlación, que es confirmada a través de la prueba del Factor de Inflación de la Varianza –VIF por sus siglas en Inglés-, que para estas variables arroja unos valores por encima de 10, para el caso del Ind7 el resultado del VIF es igual a 51,38, mientras que para el Ind6 es 34,01, como se puede observar en la Tabla 5, por lo tanto se decide prescindir de las dos variables, al considerar que la información que contienen, margen bruto sobre activos y beneficio operacional sobre activos, se ve reflejada en el Ind5, es decir, en las ventas sobre activos. Ind8 y AC/PC, con un coeficiente de correlación de 0,024 y un p valor de 0,000, por lo cual se decide prescindir del Ind8, al considerar que la variable dicotómica original Ind3, contiene información sobre el comportamiento del efectivo de la empresa. Ind8 e Ind5, con un coeficiente de correlación de 0,056 y un p valor de 0,000. Se decide mantener el Ind5, por considerar que es el único indicador de actividad que tendría el modelo.

Luego de llevar a cabo la depuración de las variables Ind2, Ind4, Ind7, Ind6 e Ind8, los Coeficientes de Correlación de Pearson entre las cuatro variables independientes seleccionadas, tomando en cuenta los activos corrientes sobre los pasivos corrientes en lugar de la variable dicotómica Ind3, y los resultados de ejercicios anteriores en lugar de la variable dicotómica Ind9, indican que no existe una correlación estadística entre las varia-

bles, como se puede observar en la Tabla 6, resultado que es confirmado por el factor VIF, el cual es igual a 1 para todas las variables, como se aprecia en la Tabla 7, indicando que no existe una correlación entre las variables elegidas, quedando resuelto el problema de una posible multicolinealidad en el modelo.

RESULTADOS

Primer modelo: A partir de la depuración realizada con las pruebas de multicolinealidad, se seleccionaron las siguientes variables independientes para definir el modelo a desarrollar: el ratio de endeudamiento; el ratio de liquidez como variable dicotómica; el ratio de actividad basado en las ventas; y los resultados de ejercicios anteriores como variable dicotómica, tal como se aprecia en la ecuación 3:

$$\ln \left[\frac{\text{Pr}(\text{insolvencia} = 1|k)}{1 - \text{Pr}(\text{insolvencia} = 1|k)} \right] = b_0 + b_1 \cdot \text{Ind1} + b_2 \cdot \text{Ind3} + b_3 \cdot \text{Ind5} + b_4 \cdot \text{Ind9} \quad (3)$$

En una primera prueba realizada en STATA, donde se usaron las muestras de todos los años, los resultados de la regresión logística binomial arrojan un problema con la variable independiente Ind1, puesto que el programa identifica que la misma realiza una cuasi completa separación de los datos, es decir, para valores menores a 1, el ratio de endeudamiento predice perfectamente si una empresa es insolvente o no, sin embargo, cuando llega a los valores de Ind1=0 (lo cual sucede en el 35,96% de los datos, es decir en 6.648 observaciones de un total de 18.484) el modelo no sabe qué hacer con esta variable, por lo cual la omite al momento de efectuar la regresión. Esta situación tiene sentido económico, puesto que un ratio de endeudamiento de 0 sucede cuando la deuda financiera es igual a 0, caso en el cual no tendría sentido estimar la probabilidad de caer en la insolvencia, por lo anterior, se excluye esta variable del modelo.

Segundo modelo: Una vez se prescindió del ratio de endeudamiento, se procedió a hacer una regresión logística binomial, usando las muestras de todos los años, con las variables independientes dicotómicas ratio de li-

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

quidez (Ind3) y resultados de los ejercicios anteriores (Ind9) y la variable independiente continua ventas sobre activos totales (Ind5), quedando el modelo a estimar reflejado en la ecuación 4:

$$\ln \left[\frac{\Pr(\text{insolvencia} = 1|x)}{1 - \Pr(\text{insolvencia} = 1|x)} \right] = b_0 + b_1 \cdot \text{Ind3} + b_2 \cdot \text{Ind5} + b_3 \cdot \text{Ind9} \quad (4)$$

Como se puede observar en el informe de STATA contenido en la Ilustración 1, este modelo en su conjunto es estadísticamente significativo al tener un Chi2 alto de 10.295,08, con un p valor asociado de 0,000, es decir, se modela mejor la probabilidad de insolvencia teniendo en cuenta las variables Ind3, Ind5 e Ind9, que si sólo se tuviera en cuenta el término constante. Además, el análisis de efectos marginales contenido en la Ilustración 2, muestra que la probabilidad de que una empresa esté en insolvencia del total de la muestra es del 48,46%. Finalmente, el modelo tiene un porcentaje correcto de pronóstico del 80,12%.

A continuación, teniendo en cuenta la información contenida en las Ilustraciones 1, 2 y 3 se realiza un análisis de la información que arroja el modelo por cada una de las variables independientes: El coeficiente asociado al ratio de liquidez 1 (Ind3) de 2,71 tiene el signo esperado, el hecho que sea positivo indica que si el ratio de liquidez es menor que 1 existe mayor probabilidad de caer en la insolvencia, además este coeficiente es estadísticamente significativo, pues una prueba de Wald arroja un z de 64,71 con un p valor de 0,00 menor a 0,05 (Ilustración 1). Como Ind3 es una variable discreta, se puede hacer un análisis de efectos marginales. Con un dy/dx de 0,59, estadísticamente significativo (z de 86,46 y un p valor menor a 0,05), es posible afirmar que si la empresa tiene un ratio de liquidez negativo, lo que es lo mismo, si los activos corrientes de la empresa son menores a su pasivo corriente, la probabilidad de caer en la insolvencia se incrementan en 59 puntos porcentuales (Ilustración 2). El coeficiente asociado al ratio de actividad 1 (Ind5) de 0,0037, no tiene el signo esperado, pues se suponía que a mayores niveles de ventas sobre los activos totales de la empresa, la probabilidad de insolvencia iba

a disminuir, además este coeficiente es estadísticamente significativo, pues una prueba de Wald arroja un z de 1,98 con un p valor menor a 0,05 (Ilustración 1). El hecho de que el coeficiente sea cercano a 0, significa que el cambio en una unidad del Ind5 tiene un impacto casi que nulo en la probabilidad de insolvencia. Por otra parte, el signo positivo de este coeficiente, teniendo en cuenta el resultado del odds ratio asociado al mismo (Ilustración 3), lleva a un análisis contra intuitivo, puesto que un odds ratio de 1,0038 (que es significativo con un estadístico z de 1,98 y un p valor de 0,048 menor que 0,005) como es mayor que 1, significa que si aumenta el peso de las ventas sobre el activo total, se va a incrementar la probabilidad de insolvencia en 0,38 puntos porcentuales ((1. 0038-1)*100=0,38). El coeficiente asociado los resultados de los ejercicios anteriores (Ind9) de 2,34 tiene el signo esperado, el hecho que sea positivo indica que si los resultados de los ejercicios anteriores de la empresa son negativos, existe mayor probabilidad de caer en la insolvencia, además este coeficiente es estadísticamente significativo, pues una prueba de Wald arroja un z de -60,69 con un p valor menor a 0,05 (Ilustración 1). Como Ind9 es una variable discreta, se puede hacer un análisis de efectos marginales. Con un dy/dx de 0,51, estadísticamente significativo (z de 65,05 y un p valor menor a 0,05), es posible afirmar que si los resultados de los ejercicios anteriores de la empresa son negativos, la probabilidad de caer en la insolvencia se incrementan en 51 puntos porcentuales (Ilustración 2).

Tercer modelo: Como el efecto del Ind5 sobre el modelo 2 parece ser casi nulo, utilizando las muestras de todos los años, se lleva a cabo un test Likelihood ratio, para comparar el nivel de ajuste entre el modelo completo con la constante, Ind3, Ind5 e Ind9 versus el modelo con la constante, Ind3 e Ind9, para contrastar si el hecho de remover la variable Ind5 del modelo tiene o no algún efecto. La prueba arroja un Chi2 de 7,62 y un p valor de 0,0058 mayor que 0,005, por lo cual se acepta la hipótesis nula de que el coeficiente de la variable Ind5 es igual a 0 en el modelo completo, es decir el hecho de remover la variable Ind5 no tuvo ningún efecto, por lo

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia

Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

tanto el modelo a utilizar no tendrá en cuenta el Ind5, quedando el modelo a estimar con las variables que se observan en la ecuación 5:

$$\ln \left[\frac{\Pr(\text{insolvencia} = 1k)}{1 - \Pr(\text{insolvencia} = 1k)} \right] = b_0 + b_1 \cdot \text{Ind3} + b_2 \cdot \text{Ind9} \quad (5)$$

Comportamiento de los coeficientes a lo largo del tiempo: Se llevó a cabo la regresión logística utilizando las variables contenidas en la ecuación 5, es decir, como variable dependiente si la empresa es o no insolvente y como variables independientes: el Ind3 que muestra si la empresa tuvo un ratio de liquidez mayor o menor que 1; y el Ind9 que tiene en cuenta el signo de los resultados de los ejercicios anteriores. Se hicieron 11 regresiones, con las muestras disponibles para cada uno de los años y con la muestra de todos los años, se obtuvo información relacionada con el porcentaje de clasificación del modelo, los coeficientes asociados a las variables independientes y los efectos marginales de cada variable en la probabilidad estimada, como se observa en la Tabla 8, siendo tanto los coeficientes como los efectos marginales estadísticamente significativos. De la Tabla 8 se puede resaltar que a mayor porcentaje de clasificaciones correctas, más peso toma en la regresión el coeficiente del Ind3, por otra parte, es posible ver que dicho porcentaje no se relaciona con el número de empresas contenido en la muestra. Tampoco se observa una tendencia creciente o decreciente en los coeficientes a medida que pasa el tiempo, los cuales tienen a permanecer en valores cercanos a los coeficientes arrojados por la regresión hecha con la muestra de todos los años. Finalmente, se aprecia que el modelo de regresión arroja un mayor porcentaje de clasificaciones correctas con la muestra del año 2005, en la cual el efecto marginal de que los activos corrientes sean menores que los activos corrientes es un incremento en la probabilidad de insolvencia de 61,63%, mientras que el efecto marginal de que los resultados de los ejercicios anteriores sean negativos es un incremento en la probabilidad de insolvencia del 50,14%, para empresas de todos los tamaños.

Comportamiento de los coeficientes por tamaño de empresa: A partir de la muestra de todos los años se

construyeron 3 muestras por tamaño de empresa (micro, pequeña y mediana, de acuerdo con la clasificación por activos hecha por la ley colombiana), luego se procedió a hacer 3 regresiones logísticas utilizando las variables contenidas en la ecuación 5. Se obtuvo información relacionada con el porcentaje de clasificación del modelo, los coeficientes asociados a las variables independientes y los efectos marginales de cada variable en la probabilidad estimada, como se observa en la Tabla 9, siendo tanto los coeficientes como los efectos marginales estadísticamente significativos. Lo que más llama la atención de la Tabla 9, es que a menor tamaño de activos, mayores coeficientes asociados a la variable Ind3, así como mayor porcentaje de clasificaciones correctas. El hecho de que para una microempresa la probabilidad de insolvencia se incremente en un 70,26% si tiene activos corrientes menores a los pasivos corrientes, revela que el horizonte temporal de actuación de estas empresas es el muy corto plazo, lo cual, acompañado de posibles prácticas deficientes en la gestión del circulante, explica que sean el tamaño de empresa con mayor número de unidades que presentan un patrimonio negativo, como se ilustró en la Tabla 1.

Por otra parte, el hecho de que el ratio de liquidez tenga tanta importancia en la probabilidad de insolvencia de las PYMES colombianas estudiadas, permite hallar una justificación al gran interés que la banca presta a este análisis a la hora de evaluar el riesgo de crédito de una operación. Sin embargo, resulta interesante lo que argumentan Keiser y Young al respecto: *“los bancos quieren asegurarse de que las empresas tengan activos líquidos suficientes para pagar sus préstamos en caso de dificultades financieras. La ironía es que mientras más observa una empresa las pautas del banco, mayor es la probabilidad de que enfrente una crisis de liquidez y posible quiebra. Eso es porque un valor de razón circulante más alto (que para los bancos significa “mejor”) se logra con niveles más altos de cuentas por cobrar e inventarios y un menor nivel de cuentas por pagar; todo lo cual es bastante contrario a las sanas prácticas del capital de trabajo.”* (Keiser y Young: 2009, p. 82). Desde la perspectiva de estos autores, el

incremento en el capital circulante de la empresa debería ser un signo de aumento de la probabilidad de insolvencia, lo cual excede el análisis del presente trabajo, puesto que el Ind3 sólo mide la presencia de activos corrientes mayores que pasivos corrientes más no es una variable continua que permita analizar qué le sucede a la probabilidad de insolvencia a mayores niveles de capital de trabajo.

Finalmente, la Tabla 9 permite observar que a las pequeñas empresas les impacta más que a las micro o a las medianas empresas, el hecho de tener dentro de sus patrimonios resultados de ejercicios anteriores negativos, de cara a estimar su probabilidad de caer en la insolvencia, que en este trabajo ha sido definida como el hecho de tener un patrimonio negativo. Lo anterior indica que una empresa de tamaño pequeño con pérdidas acumuladas, ve incrementada su posibilidad de caer en la insolvencia en 54,08%, frente a las microempresas que se incrementa en 42,46%, o a las medianas empresas que se incrementa en 51,99%, en el mismo caso.

Análisis de 6 empresas: En la Tabla 10 se muestran los resultados de la regresión para 6 empresas. Las empresas 4 y 5 fueron clasificadas a priori como insolventes al tener patrimonios negativos y los valores de Ind3 e Ind9 arrojaron una probabilidad de insolvencia superior al 89%, este es el resultado estándar esperado para las empresas con patrimonios negativos, así como una probabilidad de insolvencia cercana a 0% para empresas con patrimonios positivos, activos corrientes superiores a sus pasivos corrientes y con resultados de ejercicios anteriores positivos. Sin embargo, como se puede ver con los siguientes casos, el modelo permite hacer otras interpretaciones. En el caso de la empresa 1, el modelo arrojó una probabilidad de insolvencia del 3,65%, aunque presenta activos corrientes mayores que sus pasivos corrientes y resultados de ejercicios anteriores positivos. Lo anterior se explica por el efecto de la constante del modelo que tiene signo negativo. En el caso de la empresa 2, que no presenta un patrimonio negativo, por lo cual fue a priori clasificada como solvente, el modelo arrojó una probabilidad de insolvencia del 89,43%, de-

bido a que presenta activos corrientes menores que sus pasivos corrientes y resultados de ejercicios anteriores negativos. En el caso de la empresa 3, que presenta un patrimonio negativo, por lo cual fue a priori clasificada como insolvente, el modelo arrojó una probabilidad de insolvencia del 42,76%, debido a que presenta activos corrientes mayores que sus pasivos corrientes y esta es la variable que más peso tiene en el modelo así que disminuye la probabilidad de insolvencia, así los resultados de los ejercicios anteriores sean negativos. A la empresa 6, que tiene un patrimonio positivo y unos activos corrientes mucho mayores que sus pasivos corrientes, el modelo le asigna una probabilidad de insolvencia del 42,18%, lo anterior debido a que no presenta resultados de ejercicios anteriores. Este puede ser el caso de una empresa de reciente creación, cuya falta de reservas la puede penalizar en el mercado de crédito.

CONCLUSIONES

Debido a la presencia de empresas sin endeudamiento financiero en la muestra, no fue posible utilizar la variable ratio de endeudamiento como variable independiente explicativa del modelo, dado que STATA identificó un problema de cuasi completa separación de los datos, omitiendo este ratio de la regresión. Por lo anterior, con el modelo elegido no se pudo contrastar si a mayor apalancamiento financiero, existe una mayor probabilidad de insolvencia para las empresas de la muestra utilizada. Dicho modelo elegido para estimar la probabilidad de que una empresa fuera insolvente o no, definido el estado de insolvencia como el hecho de que la empresa registrara un patrimonio negativo, contó con dos variables explicativas, una variable para indicar si la empresa contaba con activos corrientes superiores a sus pasivos corrientes y otra variable para determinar si la empresa contaba con beneficios en el resultado de los ejercicios anteriores, donde las dos variables independientes fueron dicotómicas. Los coeficientes de las variables independientes en todos los modelos estimados, mostraron que la variable que más impacto tiene en el la probabilidad

Alejandra Arévalo Torres:

La probabilidad de insolvencia y la estructura de financiamiento de las empresas en Colombia
Default probability and financial structure of Colombian firms

Análisis Financiero n° 128. 2015. Págs.: 94-114

de insolvencia es si los activos corrientes son mayores que los pasivos corrientes de la empresa. Por otra parte, se pretendía hacer un modelo que explicara a las empresas de todos los tamaños, sin embargo, dado que las MIPYMES representan el 99,59% de las empresas insolventes en la muestra, fue necesario elegir las variables independientes entendiendo que se estaba modelando el riesgo de caer en la insolvencia para este tipo de empresas, no para grandes corporaciones. Adicionalmente, se hizo un análisis para determinar el comportamiento de los coeficientes, estimando un número de regresiones igual al número de años disponibles en la muestra, con lo cual se encontró que el comportamiento de los coeficientes no está relacionado con el pasar de los años, aunque sí lo está con el tamaño de los activos de las empresas bajo análisis. Se encontró que a menor tamaño de las empresas, mayor importancia tiene en el modelo la existencia de activos corrientes sobre pasivos corrientes para determinar la probabilidad de solvencia, resaltándose de esta manera la relación que existe entre liquidez y solvencia empresarial. Finalmente, una correcta interpretación de los resultados de la regresión debe ir acompañada de un amplio estudio de los estados financieros de la empresa, porque como se pudo ver en el análisis de las 6 empresas escogidas, la probabilidad de insolvencia arrojada por el modelo no es dicotómica, es decir, no sólo arroja resultados de 0% o 100%, sino que a través de respuestas intermedias, permite detectar comportamientos que en el corto plazo pueden llevar a una empresa, que no esté registrando un patrimonio negativo, a la insolvencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman, Edward I. y Sabato, Gabriele, 2005: Modeling Credit Risk for SMEs: Evidence from the US Market, Working Paper, Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=872336> (Consultado en noviembre de 2014).
- Amaro de Matos, Joao, 2001: *Theoretical Foundations of Corporate Finance*. Princeton University Press.
- Arbeláez, M.A. y Villegas, F., 2004: *Colombia. Diagnóstico de la estructura de financiamiento del sector real y obstáculos que impiden que estas empresas acudan al mercado de valores*. Editorial Mimeo, Anif-Fedesarrollo y Banco Interamericano de Desarrollo.
- Aristizábal Hernández, Sergio, 2013: Administración del riesgo de insolvencia: PYME de Colombia, un caso de estudio, en: Universidad Externado de Colombia, Universidad del Valle y Universidad del Magdalena. *La administración frente a los desafíos de la economía global. Memorias del Encuentro de Investigadores en Administración 2013*.
- Asociación Nacional de Instituciones Financieras – ANIF, 2014: Informe de resultados: La gran encuesta PYME, 1er semestre de 2014. Disponible en: http://anif.co/sites/default/files/uploads/Gran%20Encuesta%20Pyme%202014-1_3.pdf (Consultado en octubre de 2014).
- Brealey, Richard; Myers, Stewart; y Allen, Franklin, 2006: *Principios de finanzas corporativas*. 8va edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Damodaran, Aswath, 2010: *Applied Corporate Finance*. 3 ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Jensen, M. C., 1986: Agency Cost of Free Cash Floor, Corporate Finance and Takeovers, *American Economic Review* 26.
- Kaiser, Kevin y Young, David, 2009: ¿Necesita efectivo? Busque dentro de su empresa, *Revista Harvard Business Review*, mayo 2009, 76 - 83.
- Modigliani, F., Miller, M., 1963: Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: A Correction, *The American Economic Review*, Vol. 53. No. 3, 433-443.
- Rajan, Raghuram, 2011: *Grietas del sistema por qué la economía mundial sigue amenazada*. Editorial Deusto.
- Salazar B., Carlos y Rodríguez B., Luis, 2014: *Gestión del riesgo de crédito: comparación y evaluación de la capa-*

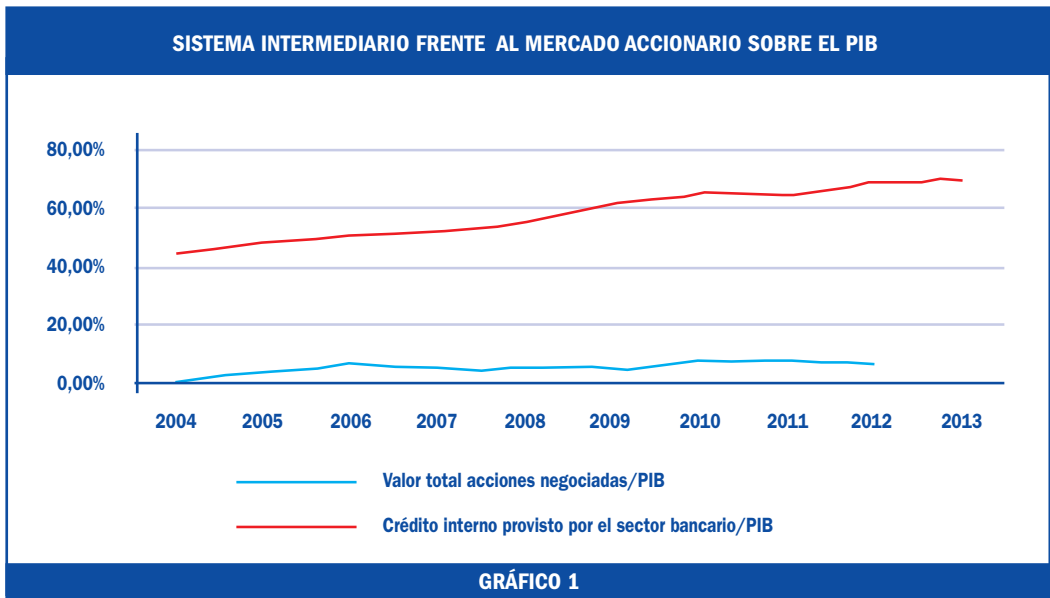
ciudad predictiva de las metodologías análisis discriminante y regresión logística, aplicado a una muestra de PYMES bancarizadas en Colombia. Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA, Bogotá.

Velázquez y Butze, 2009: ¿Neutralidad o influencia indirecta del sistema financiero sobre la estructura de capital de las empresas?”. *Análisis Económico*, vol. XXIV, núm. 55. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.

UCLA: Statistical Consulting Group. Logistic Regression with Stata. Disponible en: <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/logistic/chapter1/statalog1.htm> (Consultado en diciembre de 2014).

Wooldridge, Jeffrey, 2002: *Econometric analysis of cross section and panel data*. 2da Edición. MIT Press.

ANEXOS: GRÁFICOS, TABLAS E ILUSTRACIONES



Fuente: Indicadores de Desarrollo Mundial del Banco Mundial.

“¿Solicitó crédito con el sistema financiero?”			
Sector	Tamaño de la empresa	Respuestas afirmativas	Promedio histórico (2006-2013)
Industria	Pequeña	32%	49%
	Mediana	41%	
Comercio	Pequeña	35%	45%
	Mediana	47%	
Servicios	Pequeña	25%	42%
	Mediana	37%	
“¿Le fue aprobado el crédito solicitado?”			
Sector	Tamaño de la empresa	Respuestas afirmativas	Promedio histórico (2006-2013)
Industria	Pequeña	91%	94%
	Mediana	95%	
Comercio	Pequeña	91%	96%
	Mediana	97%	
Servicios	Pequeña	91%	95%
	Mediana	100%	

TABLA 1

Fuente: (ANIF: 2014, pp. 26-27).

Tamaño de activos en miles de COP			Frecuencia absoluta del número de empresas insolventes									
Intervalo	Límite inferior	Límite superior	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	0	275.000	92	182	219	181	217	121	111	198	142	84
2	275.000	3.809.375	190	320	370	305	319	378	305	419	420	391
3	3.809.375	7.343.750	33	40	50	38	46	57	45	66	60	81
4	7.343.750	10.878.125	15	10	12	19	12	20	15	30	32	32
5	10.878.125	14.412.500	3	4	14	11	15	10	14	15	16	21
6	14.412.500	17.946.875	2	4	2	6	6	5	4	7	8	5
7	17.946.875	21.481.250	1	0	1	2	1	0	1	4	1	3
8	21.481.250	25.015.625	0	2	1	0	0	0	0	1	2	0
9	25.015.625	∞	1	1	1	3	1	0	1	2	3	6
Total empresas insolventes			337	563	670	565	617	591	496	742	684	623
Total empresas de la muestra			674	1126	1340	1130	1234	1182	992	1484	1368	1246

TABLA 2

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Superintendencia de Sociedades.

Estudio	(Altman y Sabato: 2005, p. 17)	(Aristizábal: 2013, pp. 150-151)	(Salazar y Rodríguez: 2014, p. 47)
Variable dependiente	Probabilidad de no impago = 1	Probabilidad de insolvencia=1	Probabilidad de impago = 1
Variables independientes (Signo del coeficiente)	Deuda corto plazo sobre capital en libros. (-)	9) Resultados ejercicios anteriores como una variable dicotómica que toma valor de 1 si son negativos y de 0 si son positivos. (+)	Sector al que pertenece la empresa como variable dicotómica que toma valor de 1 si la empresa pertenece al sector industrial y 0 si pertenece al sector comercio o servicios. (-)
	Efectivo sobre total de activos. (+)	Pasivo corriente sobre pasivo total. (-)	Margen bruto sobre activos totales. (-)
	Beneficio operativo sobre total de activos. (+)	Activo corriente sobre pasivo corriente como una variable dicotómica, que toma valor de 1 si el ratio es menor que 1 y de 0 si el ratio es mayor que 1. (+)	EVA (calculado como el beneficio operativo después de impuestos menos el activo de largo plazo multiplicado por el promedio de la DTF del último año) sobre activos totales. (-)
	Beneficios retenidos sobre total de activos. (+)		Ventas sobre activos totales. (-) Activo corriente sobre el pasivo
	Beneficio operativo sobre gasto de intereses. (+)		total. (-)

TABLA 3

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios citados.

Muestra 2004-2013		Ind1	Ind2	AC/PC	Ind4	Ind5	Ind6	Ind7	Ind8	Ventas
Ind1	Correlación de Pearson	1,000								
	Significancia bilateral									
Ind2	Correlación de Pearson	0,747	1,000							
	Significancia bilateral	0,000								
AC/PC	Correlación de Pearson	0,001	0,000	1,000						
	Significancia bilateral	0,856	0,986							
Ind4	Correlación de Pearson	0,000	0,000	0,246	1,000					
	Significancia bilateral	0,978	0,984	0,000						
Ind5	Correlación de Pearson	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000				
	Significancia bilateral	0,980	0,994	0,918	0,924					
Ind6	Correlación de Pearson	,000	0,000	0,000	0,000	-0,891	1,000			
	Significancia bilateral	0,999	0,992	0,967	0,956	0,000				
Ind7	Correlación de Pearson	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,929	0,983	1,000		
	Significancia bilateral	0,995	0,994	0,959	0,945	0,000	0,000			
Ind8	Correlación de Pearson	0,003	0,000	0,024	0,010	0,056	-0,053	-0,051	1,000	
	Significancia bilateral	0,484	0,984	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000		
Resultados ejercicios anteriores	Correlación de Pearson	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	-0,008	1,000
	Significancia bilateral	0,922	0,911	0,965	0,888	0,803	0,843	0,798	0,066	

TABLA 4

Fuente: Elaboración propia.

Variable (Muestra 2004-2013)	VIF	1/VIF
Ind7	51,380	0,019
Ind6	34,010	0,029
Ind5	8,280	0,121
Ind2	2,270	0,441
Ind1	2,270	0,441
AC/PA	1,070	0,939
Ind4	1,060	0,939
Ind8	1,010	0,995
Resultados ejercicios anteriores	1,000	1,000
VIF media	11,370	

TABLA 5

Fuente: Elaboración propia.

MUESTRA 2004-2013		Ind1	AC/PC	Ind5	Resultados ejercicios anteriores
Ind1	Correlación de Pearson	1,000			
	Significancia bilateral				
AC/PC	Correlación de Pearson	0,001	1,000		
	Significancia bilateral	0,856			
Ind5	Correlación de Pearson	0,000	0,000	1,000	
	Significancia bilateral	0,980	0,918		
Resultados ejercicios anteriores	Correlación de Pearson	0,000	0,000	0,001	1,000
	Significancia bilateral	0,922	0,965	0,803	

TABLA 6

Fuente: Elaboración propia.

Variable (Muestra 2004-2013)	VIF	1/VIF
Ind1	1,000	0,999996
AC/PC	1,000	0,999997
Ind5	1,000	0,999998
Resultados ejercicios anteriores	1,000	0,999999
VIF media	1,000	

TABLA 7

Fuente: Elaboración propia.

Muestra por años	Clasificaciones correctas	Total de empresas en la muestra	Ind3		Ind9	
			Coef.	Efecto marginal	Coef.	Efecto marginal
2004	81,45%	674	2,7654	59,78%	2,269	46,75%
2005	82,15%	1.126	2,8877	61,63%	2,3282	50,14%
2006	81,87%	1.340	3,0276	63,82%	2,2161	48,79%
2007	79,73%	1.130	2,5483	56,29%	2,6267	54,86%
2008	79,09%	1.234	2,4835	55,15%	2,6394	55,16%
2009	80,62%	1.182	2,8199	60,63%	2,2362	50,15%
2010	77,64%	992	2,5825	56,84%	2,3272	51,74%
2011	81,02%	1.484	2,8025	60,42%	2,5205	54,31%
2012	81,69%	1.368	2,8628	61,24%	2,273	50,56%
2013	78,83%	1.246	2,454	48,38%	2,1701	48,39%
2004-2013	80,10%	11.776	2,7151	59,07%	2,3336	50,85%

TABLA 8

Fuente: Elaboración propia.

Muestra por tamaño	Total de empresas en la muestra	Clasificaciones correctas	Ind3		Ind9	
			Coefficiente	Efecto marginal	Coefficiente	Efecto marginal
Micro	5.118	85,97%	3,5057	70,26%	1,9236	42,46%
Pequeña	10.598	78,73%	2,4771	55,06%	2,497	54,08%
Mediana	2.686	76,99%	2,4513	54,56%	2,399	51,99%

TABLA 9

Fuente: Elaboración propia.

Tamaño	Empresa	Patrimonio*	AC/PC	Resultados ejercicios anteriores*	Resultado regresión
Micro	1	238.594	136,59%	17.365	3,65%
	2	26.854	0,56%	- 12.275	89,43%
Pequeña	3	- 385.382	100,66%	- 670.851	42,76%
	4	- 25.076	91,72%	- 46.453	89,89%
Mediana	5	- 19.516.878	64,20%	- 203.330.050	89,43%
	6	4.631.350	740,00%	-	42,18%

TABLA 10

Fuente: Elaboración propia.

REPORTE DE STATA						
Logistic regression			Number of obs = 18484			
Log likelihood = -7664.5797			LR chi2(3) = 10295.08			
			Prob > chi2 = 0.0000			
			Pseudo R2 = 0.4018			
insolvencia	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ind3	2.713367	.0419306	64.71	0.000	2.631184	2.795549
Ind5	.0037642	.0019055	1.98	0.048	.0000296	.0074989
Ind9	2.339696	.0473258	49.44	0.000	2.246939	2.432453
_cons	-2.899865	.047782	-60.69	0.000	-2.993516	-2.806214

ILUSTRACIÓN 1

Fuente: Elaboración propia.

REPORTE DE STATA						
Marginal effects after logit						
y = Pr(insolvencia) (predict)						
= .48458483						
variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]	X
Ind3*	.5904395	.00683	86.46	0.000	.577055 .603824	.478306
Ind5	.0009402	.00048	1.98	0.048	7.2e-06 .001873	4.17516
Ind9*	.5100108	.00784	65.05	0.000	.494645 .525377	.651645

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

ILUSTRACIÓN 2

Fuente: Elaboración propia.

REPORTE DE STATA						
Logistic regression			Number of obs = 18484			
Log likelihood = -7664.5797			LR chi2(3) = 10295.08			
			Prob > chi2 = 0.0000			
			Pseudo R2 = 0.4018			
insolvencia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Ind3	15.07996	.6323121	64.71	0.000	13.89021	16.37162
Ind5	1.003771	.0019126	1.98	0.048	1.00003	1.007527
Ind9	10.37808	.491151	49.44	0.000	9.45874	11.38678
_cons	.0550306	.0026295	-60.69	0.000	.0501109	.0604333
ILUSTRACIÓN 3						

Fuente: Elaboración propia.