

UN MODELO DE PANEL DE DATOS APLICADO AL EFECTO DE VARIABLES MICRO Y MACROECONÓMICAS EN LA CARTERA VENCIDA: EL CASO DE LOS BANCOS COLOMBIANOS

ROMARIO ADEMIR CONTO LÓPEZ

romarioconto@itm.edu.co

*Instituto Tecnológico Metropolitano / Departamento de Finanzas
Calle 54A No. 30 – 01, Medellín – Colombia*

HERNÁN DARÍO VILLADA MEDINA

hernanvillada@itm.edu.co

*Instituto Tecnológico Metropolitano / Departamento de Finanzas
Calle 54A No. 30 – 01, Medellín - Colombia*

JUAN FERNANDO RENDÓN GARCÍA

juanrendon@itm.edu.co

*Instituto Tecnológico Metropolitano / Departamento de Finanzas
Calle 54A No. 30 – 01, Medellín - Colombia*

Recibido (21/06/2019)

Revisado (17/11/2019)

Aceptado (20/12/2019)

RESUMEN: Este trabajo examina los determinantes del índice de cartera vencida (*ICV*) en el sector bancario colombiano, mediante la implementación de un modelo con datos de panel a largo plazo. El estudio se hace por línea de crédito (vivienda, comercial, consumo y microcrédito) y su motivación es la hipótesis de que tanto el comportamiento macroeconómico como variables específicas de los bancos tienen efecto sobre la cartera vencida y que dicho efecto varía dependiendo de la línea de crédito. Los resultados permiten concluir que es posible explicar el *ICV* colombiano principalmente por variables macroeconómicas como la tasa de cambio representativa del mercado colombiano (*TRM*) y la tasa de interés real, y por variables propias de los bancos como la ratio de provisiones y la solvencia. Además, se evidencia que los efectos varían dependiendo de la línea de crédito, donde la línea de vivienda es la que menos responde a cambios en variables micro y macroeconómicas; mientras que la línea comercial es la que muestra mayor influencia de estas variables.

Palabras claves: Riesgo de crédito, índice de cartera vencida (*ICV*), impago, panel de datos, sistema bancario colombiano.

ABSTRACT: This paper examines the determinants of Non-Performing Loans (*NPLs*) in the Colombian banking sector, through the implementation of a model with long-term panel data. The study is done separately for four loan categories (mortgages, business loans, consumer loans and microcredit) and its motivation is the hypothesis that both the macroeconomic behavior and the specific variables of the banks have an effect on loan quality and that these effects vary depending on the loan category. The results allow us to conclude that the *NPLs* in the Colombian banking system are possible to explain mainly by macroeconomic variables such as the exchange rate and the real interest rate, and by bank-specific variables such as provisions ratio and solvency. In addition, it is evident that the effects vary depending on loan categories, where mortgages are the least responsive to changes both in micro and macroeconomic variables; while the business loans are most responsive to these variables.

Keywords: credit risk, Non-Performing Loans (*NPLs*), loan quality, panel data, Colombian banking system.

1. Introducción

Establecer un control sobre los riesgos existentes es importante para asegurar la estabilidad del sistema bancario debido a las consecuencias que una crisis financiera puede tener en una economía (Agnello y Sousa, 2011). Una crisis bancaria puede producirse a raíz de la volatilidad en el entorno (Festić, Kavkler y Repina, 2011; Nkusu, 2011) generada por una caída en el crecimiento económico, aumentos en los niveles de desempleo, tasas de interés e inflación. La crisis bancaria tiene como consecuencia la incapacidad de los bancos para satisfacer sus obligaciones de pago, una situación que es esencialmente provocada por préstamos deteriorados en sus balances.

La dinámica de los establecimientos de crédito está determinada por el ahorro de los diferentes agentes que intervienen en la economía. Los recursos captados se ponen a disposición del mercado financiero y se convierten en colocaciones disponibles para ser adquiridas por quienes las requieran para diferentes fines, pudiendo de esta forma acceder a ellas de acuerdo a las políticas o regulaciones de las instituciones. Una vez los deudores cumplen las obligaciones pagando el costo del uso del capital a través del interés, los ahorradores obtienen sus beneficios y las entidades la rentabilidad esperada para invertir o colocar en el mercado nuevamente. Llewellyn (2002) observa que, entre otras cuestiones, los problemas de los sistemas bancarios suelen ir precedidos por la acumulación de debilidades estructurales en esta dinámica, como por ejemplo las prácticas bancarias peligrosas, las estructuras de incentivos y el riesgo moral.

En tiempos de crecimiento económico los establecimientos, siguiendo el ritmo de la economía, ponen dinero en circulación a través de la concesión de créditos y a su vez en competencia por mayor participación en el mercado. Sus políticas son más flexibles para atraer clientes que en algunos casos no son capaces de cumplir con la deuda adquirida cuando están en la parte baja del ciclo o cuando se presenta un cambio en cualquier variable que afecte el poder adquisitivo del dinero y por ende la capacidad de pago. Esto es por lo que Castro (2013) enfatiza que se deben examinar los problemas de riesgo de crédito bancario que toman la forma de cartera vencida antes de analizar las causas de una crisis del sistema bancario. De manera similar, Reinhart y Rogoff (2010) señalan que la cartera vencida puede usarse para marcar el inicio de una crisis bancaria. Una de las principales causas de la crisis financiera y económica del 2008, fueron las pérdidas por materialización del riesgo de crédito. Según Messai y Jouini (2013) el deterioro de la calidad de la cartera de préstamos de los bancos ha sido la causa principal de problemas en el sistema bancario y de crisis financieras en economías desarrolladas.

El indicador más utilizado para identificar el riesgo de crédito *ex-post*, es el índice de Cartera Vencida ($ICV = \text{préstamos en mora} / \text{cartera total}$), y para el riesgo de crédito *ex-ante*, es el gasto en provisiones (*GPR*). Sagner (2011) propone el *ICV* como indicador principal para la medición del riesgo de crédito del sistema bancario chileno al identificar ventajas estadísticas y conceptuales del *ICV* sobre el *GPR* aunque la estructura dinámica observada en ambas series no difiere de forma significativa. Dentro de las ventajas que presenta el *ICV* es que cubre diferentes horizontes temporales y no depende de la aversión al riesgo de los tomadores de decisiones. Al explorar el comportamiento de la *ICV* de las diferentes líneas de crédito en los bancos comerciales en Colombia durante el período 2015–2018 (ver Fig. 1), se puede observar que la línea de microcrédito presenta mayor *ICV* durante la ventana de observación, llegando a un 8%, seguida por la línea de vivienda que durante los últimos meses de 2018 llega a tener un *ICV* igual al del microcrédito. A lo anterior, le sigue la línea de consumo y, por último, con el menor *ICV* está la línea comercial. En general, la Fig. 1 muestra que el *ICV* por línea tiende al alza, pero conservando el orden de mayor a menor índice para las líneas durante todo el período observado.

Aunque la cartera vencida de las diferentes líneas de crédito se ve afectada por factores comunes, cada tipo de crédito tiene sus elementos específicos. Makri, Tsagkanos, y Bellas (2014) y Amin, Imam, y Malik (2019) señalan que el aumento en los niveles observados del *ICV* está asociado a efectos adversos sobre la liquidez y rentabilidad de los bancos y la estabilidad financiera del sistema bancario. Lo cual justifica el estudio y seguimiento de dicho indicador, dentro de la administración integral de riesgos de los bancos.

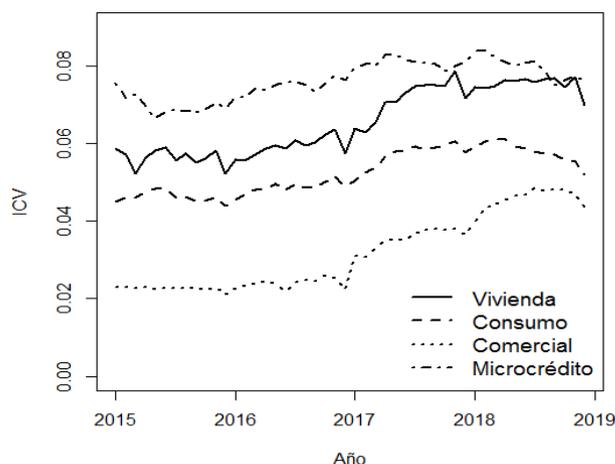


Figura 1. *ICV* por líneas de crédito. Fuente: Elaboración propia en R studio con datos obtenidos de Superintendencia Financiera de Colombia

En consecuencia, este artículo tiene como objetivo general identificar las variables determinantes del índice de cartera vencida (*ICV*) de los bancos comerciales colombianos entre 2015 y 2018. La hipótesis de trabajo es que las variables macroeconómicas y las variables específicas de cada banco tienen efectos sobre la cartera vencida y que dichos efectos pueden variar dependiendo de la línea de crédito.

En este contexto, explorar los factores que afectan los problemas de crédito es un tema importante para las autoridades reguladoras para mantener la estabilidad financiera y permitir a los bancos llevar a cabo una gestión responsable. El presente estudio pretende contribuir a la literatura sobre el problema de la cartera vencida de la siguiente manera. En primer lugar, el estudio proporciona una comparación entre cuatro líneas diferentes de crédito (vivienda, consumo, comercial y microcrédito). En segundo lugar, el artículo considera dos categorías diferentes de determinantes, unos de tipo no sistemático o microeconómico y otros de tipo sistemático o macroeconómico. En la mayoría de los estudios empíricos sobre los determinantes de la cartera vencida, se consideran los determinantes macroeconómicos o los específicos del banco. Sólo un pequeño número de estudios han usado ambos tipos de determinantes (Louzis et al., 2012; Salas y Saurina, 2002).

Al emplear un enfoque de datos de panel para cuatro diferentes líneas de crédito en los bancos comerciales de Colombia para el período 2015-2018, los resultados indican que tanto variables macroeconómicas como propias de los bancos presentan significancia para el *ICV*. La línea de vivienda es la menos afectada por variables macroeconómicas, mientras comercial y consumo presentan mayor dependencia de estas. Las variables específicas del banco son más determinantes para la línea comercial, pues presenta mayor cantidad de variables propias significativas. Variables como la ratio de provisiones, solvencia y la tasa de cambio representativa del mercado en pesos colombianos (*TRM*) son determinantes en las líneas de vivienda, comercial y consumo, mientras para microcrédito son determinantes el tamaño del banco y la rentabilidad. El interés real, la inflación y el apalancamiento inciden sobre las líneas comercial y consumo, mientras para vivienda ninguna resulta ser determinante.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La Sección 2 proporciona una visión general de la literatura sobre el tema. La sección 3 presenta los datos empleados y describe la especificación del modelo. La sección 4 discute los resultados empíricos. Finalmente, la Sección 5 resume los hallazgos del estudio.

2. Revisión de literatura

La literatura generalmente distingue entre dos tipos particulares de determinantes que pueden influir en el riesgo crediticio bancario: factores macroeconómicos que afectan el riesgo crediticio sistemático y factores específicos del banco que afectan el riesgo crediticio no sistemático.

Los estudios que utilizan ambos tipos de determinantes son la excepción, cabe destacar el trabajo de Salas y Saurina (2002) que combinan variables macroeconómicas y microeconómicas para explicar la cartera vencida de los bancos españoles para el período 1985–1997. Se centran en los determinantes de la cartera vencida para los bancos comerciales y de ahorro, y encuentran que los determinantes específicos de los bancos pueden servir como indicadores de alerta temprana para los cambios futuros en la cartera vencida.

Zribi y Boujelbène (2011) también consideran variables tanto macroeconómicas como microeconómicas que puedan tener efecto en el riesgo de crédito. Proporcionan un análisis para Túnez, estimando un modelo de panel que incluye diez bancos comerciales durante el período 1995–2008. Concluyen que los principales determinantes del riesgo de crédito bancario en Túnez son la estructura de propiedad, la regulación prudencial del capital, la rentabilidad y los indicadores macroeconómicos bancarios (rápido crecimiento del PIB, inflación, tipo de cambio y tasa de interés).

Louzis et al., (2012) utilizan métodos de datos de panel dinámicos durante el período 2003–2009 para explorar los determinantes macroeconómicos y específicos de los bancos en el sector bancario griego para cada categoría de préstamo (préstamos al consumidor, préstamos comerciales e hipotecas). Ellos encuentran que los problemas de préstamos en el sistema bancario griego se explican principalmente por las variables macroeconómicas (tasa de crecimiento del PIB real, tasa de desempleo, tasas de interés y deuda pública). También, los problemas de préstamos son explicados por factores específicos del banco, como los indicadores de rendimiento y eficiencia. Otros estudios similares que utilizan paneles dinámicos incluyen a Clair (1992), y González-Hermosillo, Pazarbaşıoğlu, y Billings (1997).

Varios estudios investigan el impacto del entorno macroeconómico en los problemas de préstamos. En particular, Ali y Daly (2010), Berge y Boye (2007), Castro (2013), Festić et al. (2011), y Rinaldi y Sanchis-Arellano (2006) se centran en examinar la influencia de las variables macroeconómicas en el riesgo de crédito.

Rinaldi y Sanchis-Arellano (2006) analizan la sostenibilidad de la deuda familiar de los países europeos (Bélgica, Francia, Finlandia, Irlanda, Italia, Portugal y España) y proporcionan evidencia empírica de que el ingreso disponible, el desempleo y las condiciones monetarias tienen una fuerte influencia en el riesgo de crédito bancario. Berge y Boye (2007) encuentran que el impago de créditos es muy sensible a la tasa de interés real y al desempleo para el sistema bancario nórdico durante el período 1993–2005.

Por medio de un análisis comparativo, Ali y Daly (2010) investigan variables macroeconómicas que son importantes para Australia y Estados Unidos. Además, estudian el impacto de las perturbaciones macroeconómicas adversas en las tasas de incumplimiento en ambos países. Descubrieron que el mismo conjunto de variables macroeconómicas muestra diferentes tasas de incumplimiento, aunque la economía de los EE. UU. es mucho más sensible a los choques macroeconómicos adversos.

Con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad del sector bancario al incumplimiento del pago de los préstamos a nivel macroeconómico, Festić et al. (2011) consideran un panel de cinco nuevos estados miembros de la UE (Bulgaria, Rumania, Estonia, Letonia y Lituania). Analizan la relación entre el índice de morosidad y las variables macroeconómicas. Encuentran que la combinación de la desaceleración de la actividad económica, el crecimiento del crédito, las finanzas disponibles y la falta de supervisión provocan una disminución en la dinámica de la cartera vencida.

Castro (2013) examina el vínculo entre la evolución macroeconómica y el riesgo de crédito en un grupo de cinco sistemas bancarios europeos (Grecia, Irlanda, Portugal, España e Italia, conocidos como *PIIGS*) usando enfoque de datos de panel dinámicos. Los resultados indican que el riesgo de crédito bancario aumenta cuando el PIB, los índices de acciones y los de vivienda disminuyen. También, que el riesgo de crédito es mayor cuando la tasa de desempleo, tasa de interés y crecimiento del crédito aumentan. Este resultado permite concluir que las medidas de política que se pueden implementar y que busquen promover el crecimiento del empleo, la productividad y la competitividad, y para reducir la deuda externa y pública

son fundamentales para estabilizar las economías de estos países. Otros estudios que se centran en los determinantes sistemáticos del riesgo de crédito incluyen Cifter, Yilmazer, y Cifter (2009), Nkusu (2011) y Segoviano, Goodhart y Hofmann (2006).

Un pequeño número de estudios se centran únicamente en determinantes específicos del banco, como por ejemplo Ahmad y Ariff (2007), Berger y DeYoung (1997), y Podpiera y Weill (2008). Berger y DeYoung (1997) analizan los vínculos entre las características específicas del banco y se centran en los indicadores de eficiencia y los préstamos problemáticos. Formulan posibles mecanismos, a saber, "mala suerte", "mala gestión", "escatimación" y "riesgo moral", relacionados a la eficiencia y adecuación de capital. Examinan una muestra de bancos de EE.UU. durante el período 1985–1994 y concluyen que la eficiencia de costos puede ser un indicador importante de los problemas con el pago de préstamos en el futuro.

Podpiera y Weill (2008) continúan esta línea de investigación y examinan la relación entre la eficiencia y los préstamos incobrables. Extienden el modelo de causalidad de Granger desarrollado por Berger y DeYoung (1997) mediante la aplicación de los estimadores de panel dinámicos utilizando el método de los momentos generalizado (GMM) en un panel de bancos checos de 1994 a 2005. También proporcionan evidencia empírica que confirma que el deterioro en la eficiencia de costos precede a los aumentos en la cartera vencida.

Ahmad y Ariff (2007) también centran su análisis en los determinantes específicos de los bancos. Examinan el impacto de tales determinantes en el riesgo de crédito de 5 sistemas bancarios de economías emergentes (India, Corea del Sur, Malasia, México y Tailandia) en comparación con 4 sistemas bancarios de economías desarrolladas (Australia, Francia, Japón y Estados Unidos). En todos los sistemas bancarios se encontraron correlaciones del riesgo de crédito con dos o hasta cuatro variables específicas de los bancos. Dentro de las variables determinantes del riesgo de crédito resaltan que el *capital regulatorio* (nivel de capital mínimo exigido por el respectivo organismo regulador) es importante para los sistemas bancarios que ofrecen una amplia gama de productos, y que la *calidad de la administración* (medida realizada por una empresa calificadora de riesgo) es importante para los bancos con mayor participación en la colocación de préstamos en las economías emergentes. Contrario a otros estudios, el *apalancamiento* (relación entre el total de los pasivos y el total de activos del banco) no resultó significativo en ningún caso.

Chaibi y Ftiti (2015) examinan los determinantes de la cartera en mora de bancos comerciales en una economía basada en el mercado, representada por Francia, en comparación con una economía basada en bancos, representada por Alemania, mediante un modelo con datos de panel dinámicos durante 2005-2011. El trabajo es motivado por la hipótesis de que las variables macroeconómicas y las específicas del banco tienen un efecto sobre la calidad del préstamo, y que estos efectos varían entre los diferentes sistemas bancarios. En este caso se analiza si los determinantes del riesgo de crédito son importantes para ambos países. Los resultados indican que, a excepción de la tasa de inflación, el conjunto de variables macroeconómicas utilizadas influye en la cartera vencida de ambas economías. Además, el estudio encontró que, en comparación con Alemania, la economía francesa es más susceptible a los determinantes específicos de los bancos.

3. Metodología

3.1. Muestra y variables

Para realizar el estudio se tomó en consideración un conjunto de datos en panel balanceado con 1056 observaciones de los 22 bancos comerciales colombianos con información disponible en la página web de la Superintendencia Financiera de Colombia desde enero de 2015 hasta diciembre de 2018 con periodicidad mensual. De la página web del Banco de la República se tomó la información de las variables macroeconómicas: tasa representativa del mercado (*TRM*), tasa de desempleo, la inflación, la tasa de captación (*DTF*) y la tasa de interés real fue calculada mediante la ecuación de Fisher, dada por $r = i - \pi$,

donde r es el interés real, i el interés nominal, y π la tasa de inflación. A partir de esta información se construyeron las variables de la Tabla 1 basándose en Chaibi y Ftiti (2015).

El período de estudio obedece a que a partir de enero de 2015 se crearon unas cuentas en el Plan Único de Cuentas (*PUC*) de las instituciones financieras en Colombia, donde se reporta la cartera en mora segregada por tipo de crédito. Además, en enero de 2015 se implementaron las normas internacionales de información financiera (*NIIF*), lo que implicó de nuevo variaciones en el *PUC* de instituciones financieras. Para cada línea de crédito: vivienda, comercial, consumo y microcrédito se construye un panel de datos, considerando sólo los bancos que tienen proporción de cartera vencida en la línea correspondiente. El panel de vivienda y de microcrédito se construye con 14 entidades bancarias, el comercial con 21 y el de consumo con 19 bancos. Aunque no son necesariamente los mismos bancos entre las líneas.

Tabla 1. Definición de variables

<i>VARIABLES PROPIAS DEL BANCO</i>	<i>DEFINICIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>
ICV	$\frac{\text{Préstamos en mora}}{\text{Cartera total}}$	%
Ratio de provisiones	$\frac{\text{Provisiones}}{\text{Activos totales}}$	%
Ineficiencia	$\frac{\text{Gastos operativos}}{\text{Ingresos operativos}}$	%
Apalancamiento	$\frac{\text{Pasivos totales}}{\text{Activos totales}}$	%
Solvencia	$\frac{\text{Capital social}}{\text{Activos totales}}$	%
Ratio de ingresos no intereses	$\frac{\text{Ingresos No intereses}}{\text{Ingresos totales}}$	%
Tamaño	$\ln(\text{Activos totales})$	%
Rentabilidad	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio total}}$	%
<i>VARIABLES MACROECONÓMICAS</i>	<i>DEFINICIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>
TRM	<i>Tasa representativa del mercado promedio mes</i>	<i>Pesos colombianos (COP)</i>
Desempleo	<i>Tasa de desempleo</i>	%
DTF	<i>Tasa de depósito promedio mes</i>	%
Inflación	<i>Tasa de inflación mes en porcentaje</i>	%
Interés colocación real	<i>Tasa de colocación real en porcentaje</i>	%

Fuente: Elaboración propia basada en Chaibi y Ftiti (2015).

Como se ha mencionado anteriormente, la variable dependiente o de interés en este artículo es el índice de cartera vencida (*ICV*) que se calcula como la relación entre el total de aquellos créditos cuyos pagos se encuentran atrasados por un período de 30 días o más y el total de la cartera. Las variables explicativas específicas de cada banco empleadas son las siguientes: (i) *ratio de provisiones*, se consideran como una forma de controlar las pérdidas anticipadas de préstamos, por lo tanto, entre mayores sean las provisiones se espera un mayor *ICV*; (ii) *ineficiencia*, es la relación entre los gastos operativos y los ingresos operativos, dependiendo de la calidad de la administración del banco puede tener un efecto positivo o negativo; (iii) *apalancamiento*, representa la estructura de capital del banco y debido a que el riesgo financiero aumenta con el apalancamiento se espera un efecto positivo; (iv) *solvencia*, siguiendo la hipótesis del riesgo moral (Berger y DeYoung, 1997), los bancos poco capitalizados generalmente conceden préstamos más riesgosos, lo que podría conducir a un mayor *ICV*; (v) *ratio de ingresos no intereses*, es la relación entre tipos alternativos de ingresos distintos de los ingresos por intereses y los ingresos totales del banco, son una medida de diversificación de los ingresos y por lo tanto se espera un efecto negativo; (vi) *tamaño*, bajo la presunción de "demasiado grande para quebrar" ("too big to fail") entre más grande el banco (se toma el logaritmo natural del total de los activos) mayor será la tendencia a asumir riesgo y por lo tanto se

espera un efecto positivo; (vii) *rentabilidad*, entre mejor sea el desempeño del banco se asume una mejor gestión del riesgo y por lo tanto un efecto negativo.

Las variables explicativas macroeconómicas son las siguientes: (i) *tasa de cambio representativa del mercado (TRM)*, es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos, debido a que su incremento representa beneficios para las empresas exportadoras para a su vez un incremento en las cuotas de quienes tienen deudas en dólares o importan bienes, el efecto puede ser positivo o negativo; (ii) *desempleo*, debido a que un aumento de esta variable representa una reducción en los ingresos de los hogares el efecto esperado es positivo; (iii) *tasa de depósito a término fijo (DTF)*, es una proxy de lo que ocurre con el rendimiento de las inversiones en el sector financiero, su aumento puede interpretarse como una necesidad de los bancos por captar recursos y por lo tanto se espera un efecto positivo; (iv) *inflación*, el aumento de los precios de bienes y servicios disminuye el poder adquisitivo de los hogares y por lo tanto se espera un efecto positivo; (v) *interés de colocación real*, es una proxy de las tasas de colocación en el mercado, se espera una relación inversa debido a que aumentos en estas tasas restringirían el acceso de deudores más riesgosos al mercado del crédito. Una completa descripción de todas las variables usadas aparece en la Tabla 1.

3.2 Estrategia empírica

Para este estudio se tienen cinco paneles de datos, uno para todo el sistema de bancos y uno por cada una de las cuatro líneas de créditos. Por lo que el análisis a realizar, será un estudio de regresión con datos de panel, los cuales permiten estudiar si las variables macroeconómicas y propias del banco tiene un efecto a largo plazo en el índice de cartera vencida.

En un modelo de regresión con datos de panel se consideran n unidades transversales, con $i = 1, \dots, n$, observadas en cada uno de los períodos de tiempo t , $t = 1, \dots, T$. Por tanto, se tiene un total de $n \times T$ observaciones. El modelo de regresión con datos de panel está dado por (Brooks, 2008):

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + u_{it} \quad (1)$$

Donde Y_{it} es la variable dependiente, α_i efecto individual, β es un vector de orden $k \times 1$ de parámetros estimados para las k variables explicativas, X_{it} es la matriz de observaciones de las explicativas de orden $1 \times k$, con $i = 1, \dots, n$; $t = 1, \dots, T$, y u_{it} es el error aleatorio del modelo asociado a la observación i en el período t .

Los modelos con datos de panel generalmente se estiman considerando efectos fijos o aleatorios. En el modelo de efectos fijos el efecto específico e individual es una variable aleatoria que podría estar correlacionada con las variables explicativas, mientras en el modelo de efectos aleatorios el término independiente es una variable aleatoria que no está correlacionada con las independientes (Hausman 1978).

El modelo de efectos fijos es adecuado si sólo interesa realizar inferencias sobre los n bancos considerados en el estudio (Baltagi, 2005). El modelo de efectos aleatorios se prefiere cuando se desea generalizar los resultados a todo el sector bancario. En la fórmula (1) el término α_i (intercepto) será fijo o aleatorio según el caso. Además, para encontrar cuál de estos modelos es el más apropiado, el test de Hausman (1978) es usado. Dicho test contrasta el uso del modelo de efectos aleatorios en su hipótesis nula, contra el uso de efectos fijos en su hipótesis alterna. Si en este test se rechaza la hipótesis nula, es decir, si su valor $-p$ es menor que el nivel de significancia del 5% el modelo de efectos fijos será usado. Los datos serán procesados mediante el software R.

Las variables propias del banco consideradas son inicialmente siete: Ratio de provisiones, Ineficiencia, Apalancamiento, Ratio de Solvencia, Ratio de Ingresos no debidos a intereses, Tamaño y Rentabilidad. Las macroeconómicas son cinco: Inflación, Interés Real, Tasa de desempleo, *TRM* y *DTF*. Con estas variables se realizará un análisis descriptivo de su comportamiento, para luego aplicar el modelo de panel y analizar los resultados obtenidos. Se aplicarán pruebas de hipótesis de significancia individual de las variables con el fin de determinar si se confirma o se rechaza la heterogeneidad tanto entre bancos como en el tiempo.

4. Análisis y discusión de resultados

Las medias descriptivas básicas para cada una de las 13 variables consideradas se presentan en la Tabla 2. Donde se tienen $k = 12$ variables explicativas más una variable respuesta, un panel de $n = 22$ bancos y $T = 48$ períodos de tiempo, es decir el panel completo. Su media, la desviación estándar, los valores mínimo y máximo son reportados en la Tabla 2. Se resalta que en promedio los bancos considerados en la muestra tienen un índice *ICV* de 4.56% con una desviación de 2.18%, llegando a un máximo del 21.54% durante todo el período de 2015 a 2018. Respecto a las variables explicativas propias del banco, la ratio de provisiones tiene un valor medio de 3.9%, ineficiencia del 62.31% y el apalancamiento del 13.68%. La mayor dispersión la presenta la variable ineficiencia, con un coeficiente de variación, calculado como la proporción entre su desviación y la media, de 2375.08%. Respecto a las variables macro el valor promedio de la *TRM* es de 2926.166 pesos, para la tasa de desempleo es 9.3% y la tasa de inflación del 4.76%.

Tabla 2. Medidas descriptivas para el panel con el total de Bancos.

	<i>Media</i>	<i>Desviación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
ICV	0.0456	0.0218	0	0.2154
Ratio de provisiones	0.0394	0.0155	0.0019	0.0805
Ineficiencia	0.6231	14.754	-72.849	45.587
Apalancamiento	0.1368	0.0779	0.0136	0.4657
Solvencia	0.1095	0.4277	-0.7998	12.4051
Ingresos	3.3329	7.0729	-0.6867	21.924
Tamaño	19.9664	8.094	-0.0084	25.7743
Rentabilidad	0.0012	0.0029	-0.01677	0.0399
TRM	2926.1660	208.1214	2397.69	3357.5
Desempleo	9.3029	0.9543	7.2710	11.9053
DTF	0.0534	0.0096	0.0386	0.0703
Inflación	0.0476	0.0139	0.0271	0.0697
Interés real	0.0778	0.0110	0.0558	0.0943

Fuente: Elaboración propia programa R.

Tabla 3. Matriz de dispersión con el total de Bancos.

	ICV	Prov	Inef	Apal	Sol	Ingr	Tam	Ren	TRM	Dese	DTF	Inf	Int
ICV	1	0.82	-0.01	-0.02	-0.11	-0.31	0.22	-0.27	0.01	0.03	0	-0.11	0.16
R. provisiones		1	0	0.1	-0.14	-0.28	0.19	-0.05	0.05	0.03	-0.03	-0.13	0.16
Ineficiencia			1	-0.01	0	0	-0.01	-0.01	0	-0.01	-0.02	-0.04	0.05
Apalancamiento				1	0.03	-0.27	0.17	0.23	-0.03	0	-0.02	0.03	-0.06
Solvencia					1	0.41	-0.44	-0.13	0.02	-0.01	-0.03	0.01	-0.06
Ingresos						1	-0.98	-0.14	0	0	0	0	0
Tamaño							1	0.19	0	0	0	0	0
Rentabilidad								1	-0.05	-0.03	-0.02	0	-0.05
TRM									1	-0.03	0.27	0.31	0.03
Desempleo										1	0.08	-0.13	0.18
DTF											1	0.73	0.20
Inflación												1	-0.43
Interés real													1

Fuente: Elaboración propia programa R.

La Tabla 3 presenta la matriz de correlaciones, donde se reportan los coeficientes de correlación entre variables consideradas para el panel completo. Es posible identificar una relación muy fuerte y positiva, de 0.82, entre el *ICV* y la ratio de provisiones, indicando que las provisiones son determinantes para la cartera vencida.

Respecto a las variables explicativas se evidencia gran asociación negativa entre el tamaño del banco y la ratio de ingresos no debidos a intereses, al igual que alta dependencia lineal entre la *DTF* y la inflación para el período estudiado. Por tanto, incluir todas las variables iniciales generaría ineficiencia en las estimaciones del modelo, debido a la multicolinealidad presente en los datos. Por lo que una manera de solucionar este problema es eliminar una de las dos variables que están altamente correlacionadas entre sí. Se decide no incluir el tamaño del banco, pues los ingresos presentan mayor correlación (-0.33), con el *ICV*. La *DTF* tampoco será considerada en el modelo, por ser las menos correlacionadas con el *ICV* entre las dos macroeconómicas que presentan alta correlación.

De manera similar se construyó la matriz de correlaciones entre variables por cada línea de crédito, donde las relaciones más fuertes, mayores a 0.7 en términos absolutos, se detallan en la Tabla 4. Es posible observar que existe fuerte relación entre el tamaño del Banco y la ratio de solvencia en todos los casos. Por lo que se decide eliminar la variable tamaño para el análisis por línea, excepto para microcrédito, donde la variable solvencia no es considerada por estar menos correlacionada con el *ICV* respectivo.

Tabla 4. Variables con altas correlaciones por línea de crédito.

Variables	Correlación
Línea Vivienda	
Tamaño-Solvencia	-0.8473
Línea Comercial	
Tamaño-Solvencia	-0.7867
Línea Consumo	
Tamaño-Solvencia	-0.7341
Línea Microcrédito	
Tamaño-Solvencia	-0.7905

Fuente: Elaboración propia programa R.

De acuerdo al análisis anterior, se plantea el modelo de regresión con datos de panel para identificar las variables que determinan el índice de cartera vencida (*ICV*), tomando en consideración el panel total y el específico para cada línea de crédito. En el caso de la línea de Microcrédito se usó la variable tamaño en lugar de la ratio de solvencia, pues su correlación obtenida con el *ICV* es mayor:

$$ICV_{it} = \alpha_i + \beta_1 provisiones_{it} + \beta_2 ineficiencia_{it} + \beta_3 apalancamiento_{it} + \beta_4 Solvencia_{it} + \beta_5 ingresos_{it} + \beta_6 rentabilidad_{it} + \beta_7 TRM_{it} + \beta_8 desempleo_{it} + \beta_9 inflación_{it} + \beta_{10} interés_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Tabla 5. Resultados del Test de Hausman para cada panel de datos.

Variable dependiente	Estadístico	Valor-p
ICV total	49.96	0
ICV Vivienda	3.2144	0.9759
ICV Comercial	15.981	0.1
ICV Consumo	10.18	0.4249
ICV Microcrédito	6.2801	0.7912

Fuente: Elaboración propia programa R.

Para la estimación de cada modelo es necesario determinar si se requieren efectos fijos o aleatorios, por lo que el test de Hausman es usado. Los resultados de dicho test se muestran en la Tabla 5, donde el valor - p para la regresión usando el panel total es menor al nivel de significancia del 5%, por lo que el modelo

de efectos fijos será usado en este caso. En cambio, para los paneles por líneas de crédito, el test presenta valores - p mayores al nivel de significancia del 5% considerado para la prueba, permitiendo concluir el no rechazo de la hipótesis nula ($H_0: E[\alpha_i X_{it}] = 0$) y por tanto, el modelo de efectos aleatorios será usado para los paneles por línea.

Los resultados del ajuste para el modelo considerando el panel completo y efectos fijos se pueden ver en la tabla 6, donde se reportan los parámetros estimados, estadísticos t y valores p obtenidos. Para el ICV total, se evidencia alta significancia de las variables: ratio de provisiones, rentabilidad y la TRM. La ratio de provisiones presenta signo positivo respecto al ICV total, mientras la rentabilidad y la TRM presentan signo negativo, los cuales coinciden con signos esperados. El apalancamiento presenta significancia al 10% y signo positivo.

Tabla 6. Coeficientes estimados para el modelo con datos de panel completo.

	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>t-valor</i>	<i>Pr(> t)</i>	
Ratio de provisiones	1.2398	0.0356	34.8433	< 2.2e-16	***
Ineficiencia	9.98e-9	1.41e-7	-0.0709	0.9435	
Apalancamiento	0.0133	0.0074	1.7910	0.0736	.
Solvencia	0.0006	0.0005	1.0287	0.3039	
Ingresos	0.0001	0.0001	0.7533	0.4515	
Rentabilidad	-0.5566	0.0907	-6.1347	1.228e-9	***
TRM	-3.87e-6	1.1e-6	-3.5099	0.0005	***
Desempleo	0.0001	0.0002	0.5143	0.6072	
Inflación	0.0148	0.0232	0.6380	0.5236	
Interés real	0.0236	0.0258	0.9143	0.3608	

Nota: Los asteriscos indican el nivel de significancia: “.” 10%, “*” 5%, “***” 1%, “****” 0%.

Fuente: Elaboración propia programa R

Tabla 7 Coeficientes estimados para el modelo con datos de panel para la línea de vivienda.

	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd</i>	<i>t-valor</i>	<i>Pr(> t)</i>	
Intercepto	0.0660	0.0931	0.7091	0.4785	
Ratio de provisiones	-5.46115	2.4215	-2.2553	0.0244	*
Ineficiencia	7.25e-8	2.37e-6	-0.0306	0.9756	
Apalancamiento	0.2425	0.2207	1.0984	0.2724	
Solvencia	1.64486	0.3288	5.0026	7.26e-7	***
Ingresos	0.0064	0.0264	0.2421	0.8088	
Rentabilidad	1.2207	2.5523	0.4783	0.6326	
TRM	4.25e-5	2.26e-5	1.8846	0.0599	.
Desempleo	-0.0055	0.0045	-1.2180	0.2237	
Inflación	-0.8606	0.5472	-1.5726	0.1163	
Interés real	-0.7009	0.5823	-1.2038	0.229	

Nota: Los asteriscos indican el nivel de significancia: “.” 10%, “*” 5%, “***” 1%, “****” 0%.

Fuente: Elaboración propia programa R.

Los resultados de la estimación para los paneles por cada línea de crédito se muestran en las tablas de la 7 a la 10, considerando el tipo de efectos definido por el test de Hausman, donde el intercepto representa la estimación de α_i . De acuerdo a esto, para las variables macroeconómicas, el interés real presenta coeficiente positivo, cuyo signo es el esperado y es altamente significativo para las líneas, excepto para la de vivienda. La inflación presenta significancia y coeficiente negativo para las líneas comercial y consumo.

La *TRM* resulta ser significativa para las líneas de vivienda, comercial y consumo, presentando relación positiva en todos los casos. Mientras la tasa de desempleo no tiene significancia para el *ICV* total ni por líneas de crédito.

Tabla 8. Coeficientes estimados para el modelo con datos de panel para la línea comercial

	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd</i>	<i>t-valor</i>	<i>Pr(> t)</i>	
Intercepto	-0.0149	-0.0085	-1.7563	0.0794	.
Ratio de provisiones	1.4284	0.0909	15.7213	< 2.2e-16	***
Ineficiencia	-1.63e-7	2.65 e-7	-0.6168	0.5375	
Apalancamiento	0.0380	0.0135	2.8221	0.0048	**
Solvencia	0.0436	0.0157	2.7859	0.0054	**
Ingresos	-0.0031	0.0010	-3.1673	0.0016	**
Rentabilidad	-0.2785	0.1853	-1.5027	0.1332	
TRM	7.27e-6	2.07e-6	3.5149	0.0004	***
Desempleo	0.0002	0.0004	0.5457	0.5854	
Inflación	-0.2401	0.0446	-5.3869	8.95e-8	***
Interés real	0.2105	0.0485	4.3386	1.58e-6	***

Nota: Los asteriscos indican el nivel de significancia: “.” 10%, “*” 5%, “***” 1%, “****” 0%.

Fuente: Elaboración propia programa R

Tabla 9. Coeficientes estimados para el modelo con datos de panel para la línea de consumo

	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd</i>	<i>t-valor</i>	<i>Pr(> t)</i>	
Intercepto	0.0429	0.0115	3.7469	1.9e-4	***
Ratio de provisiones	0.3379	0.0875	3.8615	0.0001	***
Ineficiencia	-4.24e-8	3.46e-7	-0.1225	0.9025	
Apalancamiento	-0.0836	0.0174	-4.7902	1.94e-6	***
Solvencia	0.0413	0.0188	2.2031	0.0278	*
Ingresos	0.0007	0.0013	0.5163	0.6058	
Rentabilidad	-0.1783	0.2599	-0.6861	0.4928	
TRM	5.36e-6	2.76 e-6	1.9423	0.0524	.
Desempleo	-0.0008	0.0006	-1.4948	0.1353	
Inflación	-0.2458	0.0633	-3.8856	0.0001	***
Interés real	0.2319	0.0670	3.4598	0.0006	***

Nota: Los asteriscos indican el nivel de significancia: “.” 10%, “*” 5%, “***” 1%, “****” 0%.

Fuente: Elaboración propia programa R.

Las variables determinantes del *ICV* no resultan ser sólo macroeconómicas, pues estas son exógenas del sector bancario. Las características propias del banco, sus políticas, su gestión, entre otras variables, se espera tengan influencia en la variabilidad del *ICV*. Siendo así, la variable ratio de provisiones presenta significancia, pues su valor p es muy pequeño, para tres de las líneas de crédito, exceptuando a microcrédito. La relación de la ratio de provisiones y el *ICV* es positiva para las líneas comercial y consumo, y negativa para vivienda. La ineficiencia bancaria no resulta ser significativa para el panel total ni por las líneas, permitiendo concluir que no es una variable determinante. El apalancamiento es significativo y presenta relación positiva para la línea comercial, mientras para la línea de consumo es significativo pero la relación es negativa. Eso último permite concluir que la relación con el *ICV* varía dependiendo de la línea de crédito.

El índice de solvencia del banco es altamente significativo para todas las líneas, donde a su vez este está muy relacionado con el tamaño del banco. Para las líneas de Vivienda, comercial y consumo el índice de solvencia presenta coeficiente positivo, mientras para el microcrédito es el tamaño del banco que resulta ser significativo. El signo esperado para la relación entre solvencia y el *ICV* era negativo, como se vio en algunos resultados en la literatura, pero para el caso de Colombia la relación fue positiva. La ratio de ingresos no por intereses presentó significancia y signo negativo esperado para la línea comercial. La rentabilidad muestra coeficiente estimado negativo y significativo para la línea de microcrédito.

Tabla 10. Coeficientes estimados para el modelo con datos de panel para la línea de microcrédito.

	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd</i>	<i>t-valor</i>	<i>Pr(> t)</i>	
Intercepto	-0.9764	0.1909	-5.1136	4.15e-7	***
Ratio de provisiones	-1.7088	0.8523	-2.0049	0.0454	*
Ineficiencia	-2.55e-5	3.87e-5	-0.6594	0.5099	
Apalancamiento	-0.0877	0.1319	-0.6650	0.50630	
Tamaño	0.0397	0.0080	4.9560	9.15e-7	***
Ingresos	0.0032	0.0066	0.4925	0.6225	
Rentabilidad	-2.82	1.3008	-2.1680	0.0305	*
TRM	2.15e-5	1.67e-5	1.2868	0.1986	
Desempleo	-0.0040	0.0033	-1.2166	0.2	
Inflación	0.3909	0.4623	0.8456	0.3981	
Interés real	2.4010	0.4528	5.3027	1.558e-7	***

Nota: Los asteriscos indican el nivel de significancia: “.” 10%, “*” 5%, “***” 1%, “****” 0%.

Fuente: Elaboración propia programa R

5. Conclusiones

En este estudio se aplicaron métodos de regresión con datos de panel, con el fin de analizar los determinantes del *ICV* para el sector bancario colombiano. El modelo econométrico estimado, considerando el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2018, permite ver que el *ICV* presenta relaciones estadísticamente significativas con variables macroeconómicas como la *TRM*, la inflación y el Interés real, mientras que la tasa de desempleo no resulta ser un factor determinante. Adicionalmente, las variables propias del banco, tales como la ratio de provisiones, apalancamiento y solvencia aportan adicionalmente a explicar el *ICV* al ser consideradas en el modelo. El estudio también refleja que los determinantes del *ICV* dependen de la línea de crédito, pues en particular, los préstamos comerciales y de consumos son más sensibles a variables como la *TRM*, interés real y la inflación. Mientras los préstamos de vivienda son menos afectados por el contexto macroeconómico. La ratio de provisiones es significativa para todas las líneas de crédito y para el agregado de todas las líneas, presentando signo negativo para la línea de vivienda y microcrédito, lo cual implica una relación negativa entre el indicador de riesgo *expost* (*ICV*) y el indicador *exante* (ratio de provisiones), e indica que el aprovisionamiento, el cual depende de la aversión al riesgo de los bancos, es inversamente proporcional a la cartera vencida. El *ICV* es sensible a la tasa de interés real para las diferentes líneas de crédito, excepto para la línea de créditos de vivienda. Esta inelasticidad del *ICV* frente a la tasa de interés real se puede explicar por el largo plazo de estos tipos de créditos, dado que la tasa pactada al inicio de estos créditos, permanece constante durante todo su horizonte de maduración.

Agradecimientos

Este artículo es resultado del proyecto de investigación “Aplicación de metodologías para el estudio de los fenómenos en los mercados financieros”, financiado por el Tecnológico de Antioquia I.U. (Medellín, Colombia) y el Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Colombia).

Referencias Bibliográficas

1. L. Agnello and R. Sousa, “How do banking crises impact on income inequality?,” *NIPE Work. Pap.*, **30** (2011).
2. M. Festić, A. Kavkler, and S. Repina, The macroeconomic sources of systemic risk in the banking sectors of five new EU member states, *J. Bank. Financ.* **35** (2011) 310–322.
3. M. Nkusu, Nonperforming Loans and Macrofinancial Vulnerabilities in Advanced Economies, *IMF Work. Pap. 11/161* (2011).
4. D. T. Llewellyn, An analysis of the causes of recent banking crises, *Eur. J. Financ.* **8** (2002) 152–175.
5. V. Castro, “Macroeconomic determinants of the credit risk in the banking system: The case of the GIPSI,” *Econ. Model.* **31** (2013) 672–683.
6. C. M. Reinhart and K. S. Rogoff, From Financial Crash to Debt Crisis, *NBER Work. Pap. 15795*, (2010).
7. A. S. Messai and F. Jouini, Micro and Macro Determinants of Non-performing Loans, *Int. J. Econ. Financ. Issues.* **3** (2013) 852–860
8. A. Sagner, El índice de cartera vencida como medida de riesgo de crédito: análisis y aplicación al caso de Chile, *Cent. Bank Chile Work. Pap.* **618** (2011).
9. D. P. Louzis, A. T. Vouldis, and V. L. Metaxas, Macroeconomic and bank-specific determinants of non-performing loans in Greece: A comparative study of mortgage, business and consumer loan portfolios, *J. Bank. Financ.*, **36** (2012) 1012–1027.
10. V. Makri, A. Tsagkanos, and A. Bellas, Panoeconomicus, *Determ. non-performing loans case Eurozone.* **61** (2014) 193–206.
11. A. S. Amin, M. O. Imam, and M. Malik, Regulations, Governance, and Resolution of Non-Performing Loan: Evidence from an Emerging Economy, *Emerg. Mark. Financ. Trade.* **55** (2019) 2275–2297.
12. V. Salas and J. Saurina, Credit risk in two institutional regimes: Spanish commercial and savings banks, *J. Financ. Serv. Res.* **22** (2002) 203–224.
13. N. Zribi and Y. Boujelbène, The factors influencing bank credit risk: the case of Tunisia, *J. Account. Tax.* **3** (2011) 70–78.
14. R. T. Clair, Loan growth and loan quality: some preliminary evidence from Texas banks, *Fed. Reserv. Bank Dallas Econ. Rev.* **9** (1992).
15. B. González-Hermosillo, C. Pazarbaşıoğlu, and R. Billings, Determinants of Banking System Fragility: A Case Study of Mexico, *Staff Pap. (International Monet. Fund).* **44** (1997) 295–314.
16. A. Ali and K. Daly, Macroeconomic determinants of credit risk: Recent evidence from a cross country study, *Int. Rev. Financ. Anal.* **19** (2010) 165–171.
17. T. O. Berge and K. G. Boye, An analysis of bank’s problem loans, *Norges Bank Econ. Bull.* **78** (2007) 65–76.
18. L. Rinaldi and A. Sanchis-Arellano, Household debt sustainability: What explains household non-performing loans? An empirical analysis, *Eur. Cent. Bank Work. Pap. Ser. No 570, January, Frankfurt*, (2006).
19. A. Cifter, S. Yilmazer, and E. Cifter, Analysis of sectoral credit default cycle dependency with wavelet networks: Evidence from Turkey,” *Econ. Model.* **26** (2009) 1382–1388.
20. M. Segoviano, C. Goodhart, and B. Hofmann, Default, Credit Growth, and Asset Prices, *IMF Work. Pap. 223*, (2006).
21. N. H. Ahmad and M. Ariff, Multi-country study of bank credit risk determinants, *Int. J. Bank. Financ.* **5** (2007) 135–152.
22. A. N. Berger and R. DeYoung, Problem loans and cost efficiency in commercial banks, *J. Bank. Financ.* **21** (1997) 849–870.
23. J. Podpiera and L. Weill, Bad luck or bad management? Emerging banking market experience, *J. Financ. Stab.* **4** (2008) 135–148.
24. H. Chaibi and Z. Ftiti, Credit risk determinants: Evidence from a cross-country study, *Res. Int. Bus. Financ.* **33** (2015) 1–16.

25. C. Brooks, *Introductory Econometrics for finance*, 2nd Edition, Cambridge (2008)
26. J. A. Hausman, Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*. **46** (1978) 1251-1271.
27. B. H. Baltagi, *Econometric analysis of panel data*, 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York. (2005)