

# Análisis multicausal de Panel Cointegrado para el periodo 2000-2010 en el sistema microfinanciero boliviano

Multicasual analysis of Panel Cointegrado for the period 2000-2010 in the microfinancial Bolivian system

Rolando Caballero Martínez\*  
Benigno Caballero Claure\*\*

## Resumen

Se analizan los efectos de las variables económico-financieras como el microcrédito, crédito de consumo, crédito hipotecario de vivienda, la tasa de interés real y el crecimiento económico en la cartera total del sistema microfinanciero de Bolivia. El enfoque se basa en la clasificación de la cartera total según tipo de crédito, de acuerdo a la clasificación de la autoridad de supervisión del sistema financiero de Bolivia (ASFI). Para poder analizar estos efectos se emplea como metodología econométrica, los modelos de datos de panel estático y dinámico (pooled regression, efectos fijos, efectos aleatorios y panel dinámico). Los resultados muestran, que todos los factores mencionados contribuyen a explicar la cartera total del sistema microfinanciero en Bolivia.

## Palabras clave

- Instituciones microfinancieras
- Desarrollo Económico
- Modelos de Panel

JEL. G21, E27, C33

## Abstract

There are analyzed the effects of the economic-financial variables as the microcredit, credit of consumption, mortgage loan of housing, the rate of royal interest and the economic growth in the total portfolio of the system microfinanciero of Bolivia. The approach is based on the classification of the total portfolio according to type of credit, of agreement to the classification of the authority of supervision of the financial system of Bolivia (ASFI). To be able to analyze these effects it uses as methodology econométrica, the models of information of static and dynamic panel (pooled regression, fixed effects, random effects and dynamic panel). The results show, that all the mentioned factors help to explain the total portfolio of the microfinancial system in Bolivia.

## Keywords

- Microfinancial Institutions
- Economic Development
- Models of Panel

## Introducción

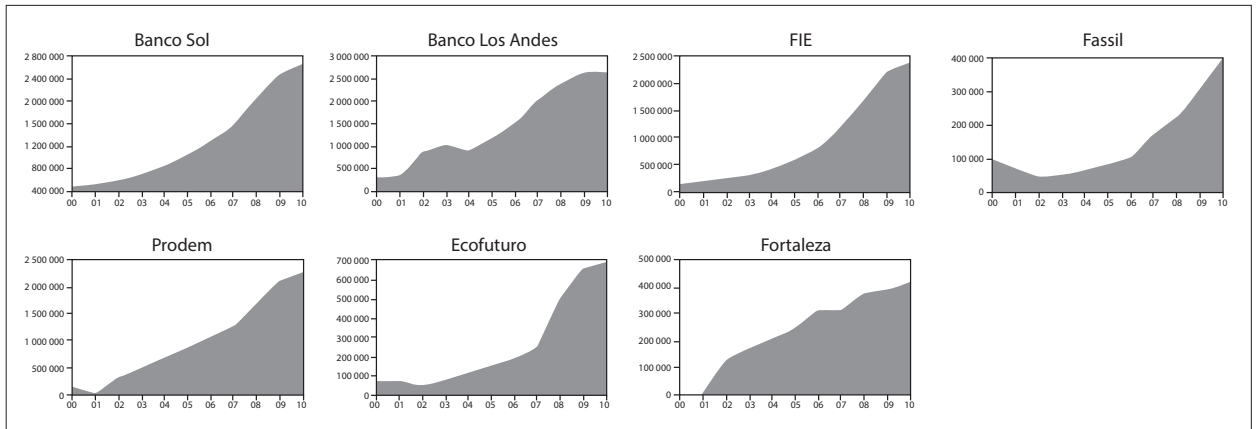
Las microfinanzas bolivianas tienen muchas experiencias que compartir, buenas y malas. Se ha tenido la oportunidad de pasar por etapas muy interesantes que muy pocos sistemas similares han vivido. Si bien en la

\*UNAM, rcaballeromartinez@gmail.com, roland.caballerom@comunidad.unam.mx

\*\* Universidad Técnica de Oruro, b\_caballero\_c@hotmail.com

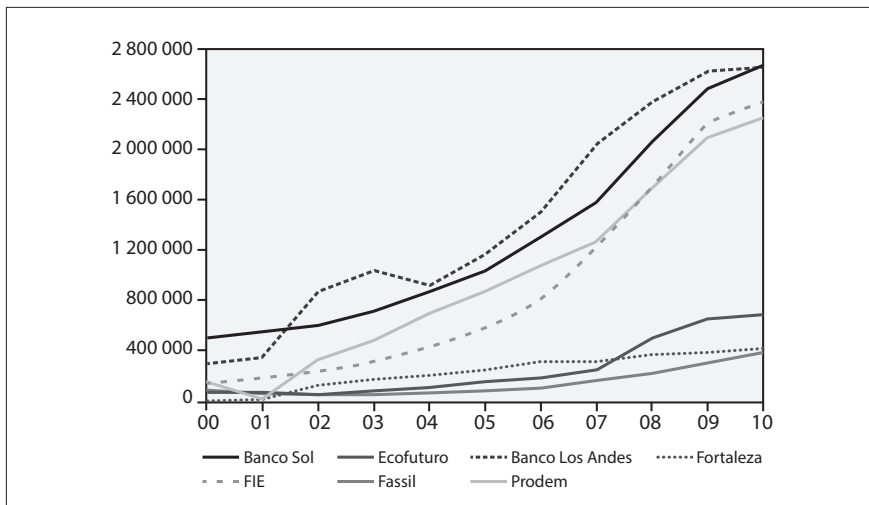


**Gráfica 1**  
**Cartera total de las instituciones de microcrédito expresado**  
**a través del tiempo. Por institución**  
**(miles de bolivianos: eje de ordenadas)**



Fuente: elaboración propia de los autores.

**Gráfica 2**  
**Cartera total de las instituciones de microcrédito expresado**  
**a través del tiempo**  
**(miles de bolivianos: eje de ordenadas)**



Fuente: elaboración propia de los autores.

## **Factores que explican la Cartera Total según tipo de crédito**

La cartera de créditos es el activo más importante de las Entidades de Intermediación Financiera (EIF), debido a que constituye la principal fuente generadora de ingresos por lo que las operaciones de dicha cartera deben sustentarse adecuadamente en análisis objetivos de riesgo, y realizarse de acuerdo a estrategias, políticas y procedimientos establecidos por cada entidad financiera, pero debidamente aprobadas por el directorio u órgano equivalente, además de ajustarse a lo dispuesto en la Ley de Bancos y Entidades Financieras (LBEF).

A continuación daremos una breve descripción de la clasificación de la cartera total según tipo de crédito, de acuerdo a la clasificación de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI).

### **a) Cartera Total (tc)**

La cartera total expone el estado de cumplimiento de los créditos en las siguientes cuentas: cartera vigente, cartera vencida y cartera en ejecución, de acuerdo con las normas y criterios establecidos en la descripción de las respectivas cuentas.

### **b) Microcrédito (cmic)**

Todo crédito otorgado a una persona natural o jurídica, o a un grupo de prestatarios, con el objeto de financiar actividades de producción, comercialización y servicios, cuya fuente principal de pago la constituye el producto de las ventas e ingresos generados por dichas actividades.

### **c) Crédito Hipotecario de Vivienda (chvp)**

Todo crédito otorgado a personas naturales destinado exclusivamente para:

- Adquisición de terreno para la construcción de vivienda
- Construcción de vivienda individual
- Compra, refacción, remodelación, ampliación, mejoramiento de vivienda individual o en propiedad horizontal

### **d) Crédito de Consumo (ccon)**

Todo crédito concedido a una persona natural, con el objeto de financiar la adquisición de bienes de consumo o el pago de servicios,

amortizable en cuotas sucesivas y cuya fuente principal de pago es el salario de la persona o ingresos provenientes de su actividad, adecuadamente verificados. Esta definición incluye las operaciones realizadas a través del sistema de tarjetas de crédito de personas naturales.

**e) La Tasa de Interés Real (TIAE)**

La tasa de interés real es una de las variables fundamentales para explicar las relaciones que se establecen entre la esfera productiva y la financiera, representa uno de los canales de transmisión más importantes de la política monetaria, asociado al coste de financiamiento, y permite además identificar la relación que se establece entre la tasa de interés nominal y la inflación (Walsh, 2000).

**f) Crecimiento Económico**

El crecimiento económico es una de las metas de toda sociedad, implica un incremento notable de los ingresos, y de la forma de vida de todos los individuos de una sociedad. Existen muchas maneras o puntos de vista desde los cuales se mide el crecimiento de una sociedad, se podría tomar como ejes de medición la inversión, el nivel de consumo, las políticas gubernamentales, o las políticas de fomento al ahorro.

## **Formulación del problema de investigación**

Tomando en cuenta el creciente desarrollo de las actividades económicas de las micro y pequeña empresas y el desarrollo de productos financieros de acuerdo a las necesidades de cada región orientados a los sectores económicos y aprovechando el conocimiento de los segmentos del mercado en el sistema financiero boliviano, se observa que existe un conglomerado de variables que influyen en el comportamiento de la cartera total.

El presente trabajo se centralizara en la investigación la cartera total de las siete entidades financieras de microcrédito que son: Banco Solidario, Banco los Andes, FIE, Prodem, Ecofuturo, Fortaleza y Fassil, que viene influido por varias variables de las cuales se considerará las de mayor relevancia como son el crédito comercial, el crédito hipotecario de vivienda, el microcrédito, el crédito de consumo y la tasa de interés activa en moneda extranjera en el comportamiento de la economía, todo esto mediante datos longitudinales de estas variables en un modelo econométrico, de tal mane-



variables microfinancieras desde un punto de vista teórico y tomando como punto de partida la evidencia empírica, pero carece de análisis gráfico de las variables y la interacción analítica de las mismas, es decir, se llega a conclusiones teóricas relevantes en el sistema financiero de Bolivia, tomando como base los aspectos teóricos del mismo, pero careciendo de un fuerte análisis cuantitativo.

Por lo tanto se puede argumentar que una vez revisado varios documentos de investigación al respecto, todos estos tienen un común denominador: las microfinanzas en Bolivia son un instrumento importante para el desarrollo económico en el país, una útil herramienta de lucha contra la pobreza, promoción de auténtico desarrollo con generación de empleo y riqueza, especialmente en la población de rentas bajas y, en ese sentido, es muy importante conocer que variables –desde el punto de vista de las microfinanzas en Bolivia y la evidencia empírica de la misma– son las que tienen mayor grado de interacción entre ellas mismas y cuáles son las que tienen mayor impacto sobre la cartera total del sistema financiero en Bolivia para luego realizar el análisis y la toma de decisiones en política que ayuden a mejorar el entorno económico. Es en ese sentido, revisada la literatura al respecto, se puede decir que los trabajos mencionados, si bien hacen un aporte teórico muy importante a las microfinanzas en Bolivia y en muchos casos presentan estudios de análisis gráfico longitudinal de las variables en estudio, no presentan el impacto y la significancia que existe entre las variables.<sup>2</sup>

## **Resultados empíricos**

En esta sección se describe la estrategia para modelar los determinantes de la cartera total del sistema microfinanciero en Bolivia, tomando en cuenta que las variables que se utilizan en el estudio para siete instituciones de microcrédito tienen una frecuencia anual y fueron obtenidas del Banco Central de Bolivia (BCB), la Unidad de Análisis de Políticas Económicas y Sociales (UDAPE), los bancos de datos estadísticos de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero de Bolivia (ASFI) y ASOFIN Bolivia.

La metodología que se aplicará es deductiva, es decir, se empezará estimando varios modelos de datos panel, tales, como: efectos fijos, efectos

<sup>2</sup> Los datos de las variables están expresados en miles de bolivianos y fueron tomados de la página web estadística del anuario estadístico de la ASFI-BOLIVIA. ([www.asfi.gob.bo/Estad%C3%ADsticas/IntermediacionFinanciera/AnuarioEstad%C3%ADstico](http://www.asfi.gob.bo/Estad%C3%ADsticas/IntermediacionFinanciera/AnuarioEstad%C3%ADstico)). La tasa de interés real y el crecimiento económico fueron obtenidos de la base de datos del Banco Central de Bolivia ([www.bcb.gob.bo/?q=estadisticas/semanales](http://www.bcb.gob.bo/?q=estadisticas/semanales)).

aleatorios, modelo plano y panel dinámico, con y sin errores estándar robustos, para luego ir descartando uno por uno, a través de distintas pruebas de selección de modelos.<sup>3</sup>

El modelo propuesto<sup>4</sup> en este trabajo para analizar los efectos sobre la cartera es:

$$CT_{IT} = \psi_1 + \psi_2 CMIC_{IT} + \psi_4 + \psi_5 CCOM_{IT} + \psi_6 TIAE_{IT} + \xi_{IT}$$

Donde:

$\psi_1$ : Término constante o intercepto

$CT_{IT}$ : Cartera total del sistema microfinanciero boliviano

$CMIC_{IT}$ : Microcrédito del sistema FFPs de Bolivia

$CHIP_{IT}$ : Crédito hipotecario de vivienda del sistema FFPs de Bolivia

$CCON_{IT}$ : Crédito de consumo del sistema FFP de Bolivia

$CCOM_{IT}$ : Crédito comercial del sistema FFPs de Bolivia

$TIAE_{IT}$ : Tasa de interés activa en moneda extranjera del sistema FFPs de Bolivia

$\xi_{IT}$ : Error idiosincrásico que recoge todas las variables que no están implicadas en el modelo.

Donde:  $\forall I = I, \dots, T \forall I = I, \dots$ , que es el identificador de sección cruzada (número FFP de Bolivia que son 7).

Donde:  $\forall T = I, \dots, T$  que es el identificador de series de tiempo (número de periodos de estudio de 2000 al 2005).

$\xi \approx NIID(0, \Sigma)$  se refiere al error idiosincrásico que sigue un proceso de ruido blanco.

Ruido blanco implica que el error idiosincrásico tiene media cero y varianza constante.

La base del modelo consiste en suponer que la dinámica de la cartera total de las instituciones que pertenecen a la ASOFIN Bolivia, es afectada por todos los elementos de la cartera total según clasificación de crédito, como: microcrédito, crédito comercial, crédito de consumo, crédito hipotecario de vivienda, tasa de interés en ME y crecimiento económico de Bolivia.

---

<sup>3</sup> Por lo tanto a través de distintas pruebas de hipótesis se concluye que el mejor modelo entre el Pooled, Efectos fijos y Efectos Aleatorios, es el modelo de efectos fijos que mejor se ajusta y por lo mismo, el que mejor describe la dinámica de la cartera total en las instituciones pertenecientes a ASFI-BOLIVIA, sin embargo por razones de espacio no se muestran en este documento las estimaciones iniciales del modelo Pooled, Efectos Fijos y Efectos Aleatorios. Sin embargo, si alguien necesitara las estimaciones de los modelos iniciales con gusto los autores las proporcionarían.

<sup>4</sup> La prueba de Hausman, para elegir entre un modelo de efectos fijos y aleatorios se encuentra en el anexo 2.



**Cuadro 1**

**(Efectos Fijos<sup>5</sup> con y sin corrección de Heterocedasticidad)  
Primer modelo final, método de mínimos cuadrados generalizados  
factibles (FGLS) para corregir heterocedasticidad en el modelo  
de efectos fijos con efectos temporales y de espacio**

Variables	Modelo Efectos Fijos (con Corrección de Heterocedasticidad)			Modelo Efectos Fijos con Errores Estándar Robustos		
	Coefficiente	Error Estándar	Valor de Probabilidad	Coefficiente	Error Estándar	Valor de Probabilidad
CONSTANTE	-0.145	0.542	0.489	1.458	0.652	0.117
CHIP	0.015	0.022	0.384	0.030	0.015	0.133
CMIC	0.951	0.048	0.000	0.972	0.028	0.000
CCON	0.020	0.027	0.951	0.006	0.022	0.783
CREC	0.304	0.085	0.003	0.143	0.058	0.011
CCOM	0.010	0.018	0.914	-0.001	0.012	0.912
TIAE				-5.811	1.721	0.008
DUM	-12.654	0.801	0.000	-13.100	0.332	0.000
<b>Efectos Fijos</b>						
Banco los Andes	-0.237	0.231	0.132			
FÍE	-0.075	0.286	0.733			
Prodem	-0.446	0.272	0.049			
Ecofuturo	-0.598	0.273	0.012			
Fortaleza	0.037	0.310	0.892			
Fassil	-0.321	0.247	0.095			
2001	0.111	0.288	0.832			
2002	0.029	0.267	0.972			
2003	0.035	0.258	0.890			
2004	-0.293	0.219	0.041			
2005	-0.367	0.223	0.011			
2006	0.179	0.218	0.135			
2007	0.543	0.236	0.025			
2008	0.576	0.227	0.032			
2009	0.783	0.274	0.011			
2010	0.552	0.260	0.035			
<b>Estadísticos de Diagnostico</b>						
Modelo Efectos Fijos (Con Corrección de Heterocedasticidad)			Modelo Efectos Fijos con Errores Estándar Robustos			
R <sup>2</sup> = 0.9729 Estadístico F = 2410.97			R <sup>2</sup> = 0.9526 Valor p de F = 0.0000 Estadístico F = 206.99 Prueba F F(6, 62) = 1.79 Valor de Probabilidad F = 0.0860			

Cabe hacer notar que la variable tasa de interés activa en moneda extranjera (TIAE) no tiene coeficiente en el modelo de efectos fijos con corrección de heterocedasticidad, debido a que es eliminado automáticamente al estimarlo con el software, por dos motivos: problemas de multicolinealidad y para la posible iteración del modelo y su respectiva solución.

Fuente: elaboración propia de los autores.

<sup>5</sup> Cabe recalcar que las pruebas de diagnóstico del modelo de efectos fijos se encuentran en el anexo 1.

El método de mínimos cuadrados generalizados factibles (FGLS),<sup>6</sup> para corregir heterocedasticidad es un primer método que soluciona el problema de heterocedasticidad en el modelo de efectos fijos y vendría a ser el primer modelo final que se utilizaría para la interpretación de resultados.

En ambos modelos se puede advertir lo siguiente:

- Que todas las variables de manera conjunta explican de manera significativa a la variable dependiente que es la cartera total y cuya afirmación se apoya en el hecho de que el valor de probabilidad de:  $\text{Prob.} > \chi^2 = 0.0000 < 0.10$  y por lo tanto ello demuestra la significancia global de todas las variables.
- Que todas las variables de estudio tienen los signos esperados *a priori*.
- En ambos modelos se puede advertir que existe tres variables que son significativas de manera individual para poder explicar el comportamiento de la cartera total de las entidades pertenecientes a ASOFIN-Bolivia, estas variables significativas son: microcrédito (cmic), crecimiento económico (crec), tasa de interés activa en moneda extranjera (tiae) y la dummy (dum) y son significativas ya que su valor de probabilidad (prob) es menor a 0.10, mientras que las variables no significativas y que por lo mismo no explican de manera significativa la cartera total (Tc) de las entidades de Asofin son: crédito hipotecario de vivienda, el crédito de consumo (ccom) y el crédito comercial.

Respecto a los efectos diferenciales entre las distintas unidades de sección cruzada (distintas instituciones de microcrédito) se tiene la siguiente especificación:

Banco los Andes	FIE
Prodem	Ecofuturo
Fortaleza	Fassil

La incorporación de variables dicotómicas para cada institución de microcrédito permite modelar características de las unidades transversales que no cambian en el tiempo, pero sí puede existir diferencia entre las siete ins-

<sup>6</sup> Véase: [http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/8/8071/capitulo\\_7.pdf](http://www.ulpgc.es/hege/almacen/download/8/8071/capitulo_7.pdf) [20/03/2011].

tituciones de microcrédito, en el modelo se puede advertir que no aparece la *Dummy* que corresponde al Banco Sol y ello es debido a que no se quiere incurrir en problemas de colinealidad (Caballero Benigno, 2003; Mendoza y Quintana, 2008).

De las seis dummies, se puede advertir que las significativas corresponden a: Prodem = -0.446, Ecofuturo = -0.598 y Fassil = -0.321 y son significativas ya que su valor de probabilidad es < 0.10 y al ser significativas, señala que existe diferencia de estas tres instituciones de microcrédito. Respecto a las otras cuatro instituciones de microcrédito en estudio y como su signo es negativo, también señalaría que estas tres instituciones de microcrédito (Prodem, Ecofuturo y Fassil) son poco sensibles al efecto de la cartera total.

Ahora con relación al efecto fijo para las variables dicotómicas en el tiempo también es posible agregar variables dicotómicas temporales a nuestro modelo, es decir, una para cada año en la muestra, que capturen eventos comunes a todas las instituciones de microcrédito durante un período u otro, como una gran depresión, problemas políticos, corridas bancarias, etcétera.

Además las variables dicotómicas de efectos temporales permitirán controlar, por aquellos eventos, a los que fueron sujetos todas las instituciones de microcrédito en un año dado.

Y los efectos temporales correspondientes a cada año son:

2001	2002	2003	2004
2005	2006	2007	2008
	2009	2010	

De manera automática se puede notar que el modelo no toma en cuenta las dummies para el Banco Sol y tampoco para el primer año en estudio que es el 2000, ello para no incurrir en la trampa de la variable dicotómica (multicolinealidad perfecta).

De las diez dummies temporales, se puede advertir que las significativas corresponden a: 2004 = -0.293, 2005 = -0.367, 2007 = 0.543, 2008 = 0.576, 2009 = 0.783 y 2010 = 0.552 y son significativas ya que su valor de probabilidad es < 0.10 y al ser significativas, señalaría que en esos años ha sucedido hechos socio-económicos muy importantes que han afectado la dinámica de la cartera total de las entidades pertenecientes a ASOFIN.

Más específicamente en los años 2004 y 2005 (2004 = -0.293 y 2005 = -0.367) comienza en Bolivia y también en América Latina un contexto



### **Contraste de diferentes interceptos por grupos en el Modelo de Efectos Fijos**

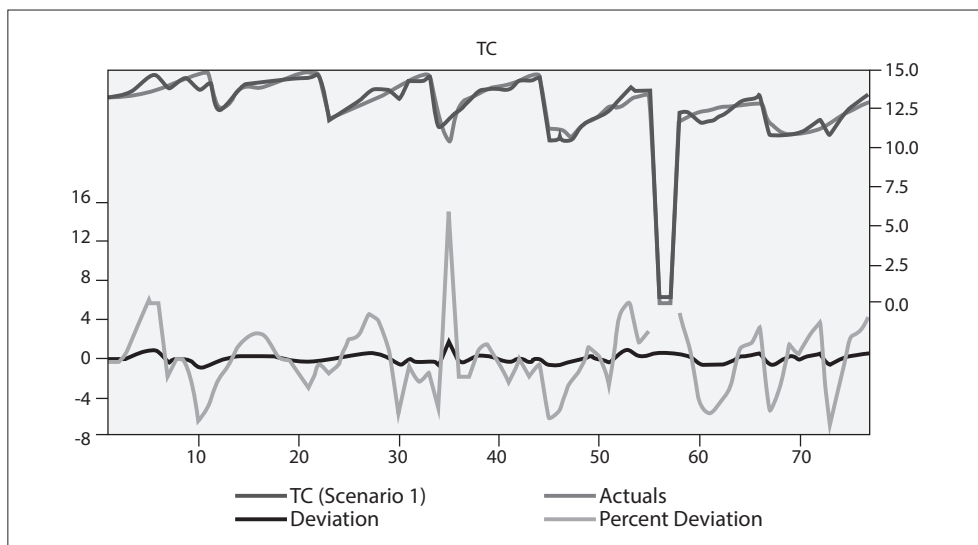
Hipótesis nula: Los grupos tienen un intercepto común

Estadístico de contraste:  $F(6, 63) = 1.86897$

Con valor de probabilidad =  $P(F(6, 63) > 1.86897) = 0.100154$

Como el valor de probabilidad es:  $0.100154 > 0.05$ , implica que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), es decir, que las siete instituciones de microcrédito pertenecientes a ASOFIN tienen un intercepto común, si bien existe diferencias entre ellas en cuanto a nichos de mercado, servicios al cliente, focalización de servicios a las zonas urbana o rural, estas diferencias son mínimas y que en promedio las distintas instituciones de microcrédito pertenecientes a ASOFIN-BOLIVIA tienen las mismas características.

**Gráfica 3**  
**Simulación del Modelo de Efectos Fijos**



Fuente: elaboración propia de los autores.

La simulación del modelo de efectos fijos, confirma el buen ajuste del modelo de efectos fijos a los datos y por lo tanto como un excelente proceso generador de información de datos panel.

**Evidencia dinámica de los determinantes de cartera total de Bolivia: estimación del Panel Dinámico**

Como este es el tercero de los modelos finales, se puede advertir que los signos de cada uno de los regresores son los esperados *a priori*, además se puede advertir que los instrumentos están bien definidos, debido a que la prueba de Sargan tiene un valor de probabilidad de 0.273 > 0.05. También se puede afirmar que el modelo de Panel Dinámico tiene autocorrelación de primer orden, pero no así de segundo orden que es típico y aceptable en modelos expresados en diferencias.

**Cuadro 2**

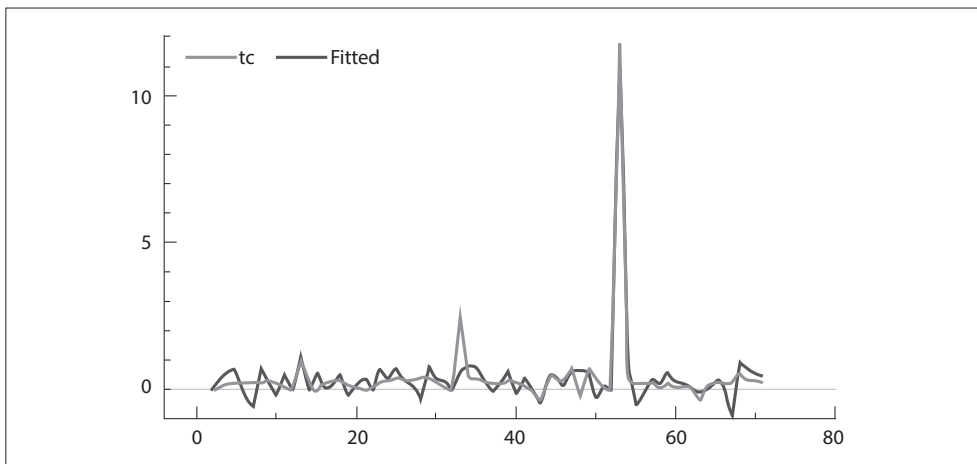
Variables	Modelo panel dinámico		
	Coefficiente	Error estándar	Valor de probabilidad
Constante	0.165	0.034	0.000
TC (-1)	0.085	0.055	0.049
CHIP	0.008	0.016	0.601
CMIC	0.892	0.077	0.000
CCON	0.003	0.030	0.912
CREC	0.076	0.038	0.003
CCOM	0.046	0.021	0.035
TIAE	-6.664	3.177	0.041
DUM	-12.094	0.984	0.000
Banco de los Andes	-0.141	0.046	0.004
FIE	-0.083	0.045	0.077
Prodem	-0.041	0.072	0.571
Ecofuturo	-0.213	0.050	0.000
Fortaleza	-0.218	0.088	0.017
Fassil	-0.198	0.028	0.000
Prueba de Wald (inclusión de <i>Dummy</i> )=1546: Valor de probabilidad = 0.000 Prueba de Sargan = 51.32 ; Valor de probabilidad = 0.273 Prueba AR (1) = 0.043 Prueba AR (2) = 0.99			

Fuente: elaboración propia de los autores.

Respecto a la variable que captura la persistencia del regresado ( $tc^{-1}$ ) que es la cartera total rezagada en un periodo y cuyo impacto de corto plazo es: 0.085, una forma de interpretarlo sería que si la cartera total en el periodo actual aumenta en un punto porcentual, la cartera total en el próximo periodo aumentaría en 0.08%, además que esta variable es significativa a corto plazo para explicar la  $tc$  de manera individual, y ello confirmaría que la cartera total de las siete instituciones de microcrédito pertenecientes a ASOFIN tiene un comportamiento de inercia en la cartera total, es decir que el comportamiento de la cartera total de periodos pasados afecta al comportamiento de la cartera total en el periodo presente y futuro.

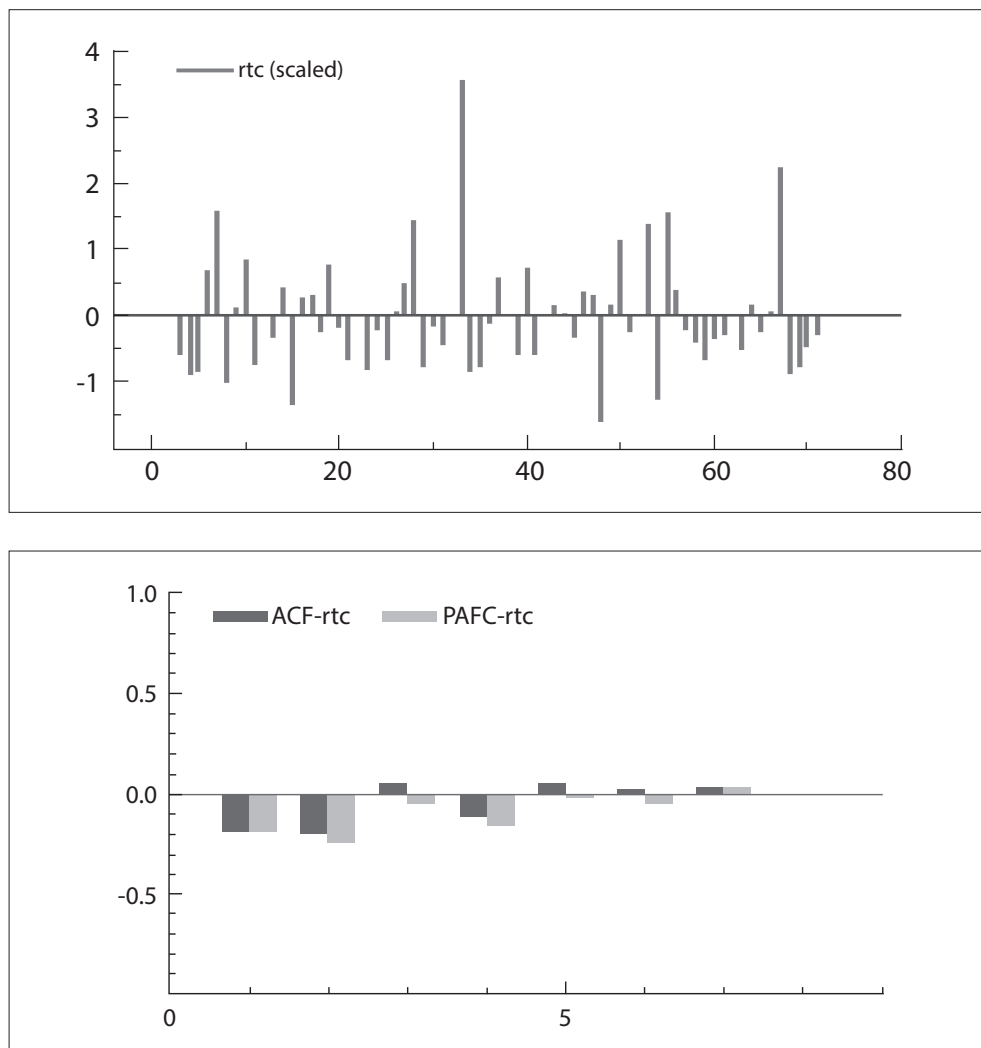
Por otro lado de las seis dummies de las instituciones de microcrédito, se puede advertir que cinco dummies son significativas y corresponden a: Banco los Andes, FIE, Ecofuturo, Fortaleza y Fassil, al ser significativas nos diría que existen diferencias de estas cinco instituciones de microcrédito respecto a Prodem.

**Gráfica 4**  
**Simulación del Panel Dinámico**  
**Valor Observado (punteado) y**  
**Valor Pronosticado por Panel Dinámico (continuo)**



Fuente: elaboración propia de los autores.

**Gráfica 5**  
**Residuales del Panel Dinámico y Función de Autocorrelación (ACF)**  
**y Función de Autocorrelación Parcial (PACF)**



Fuente: elaboración propia de los autores.

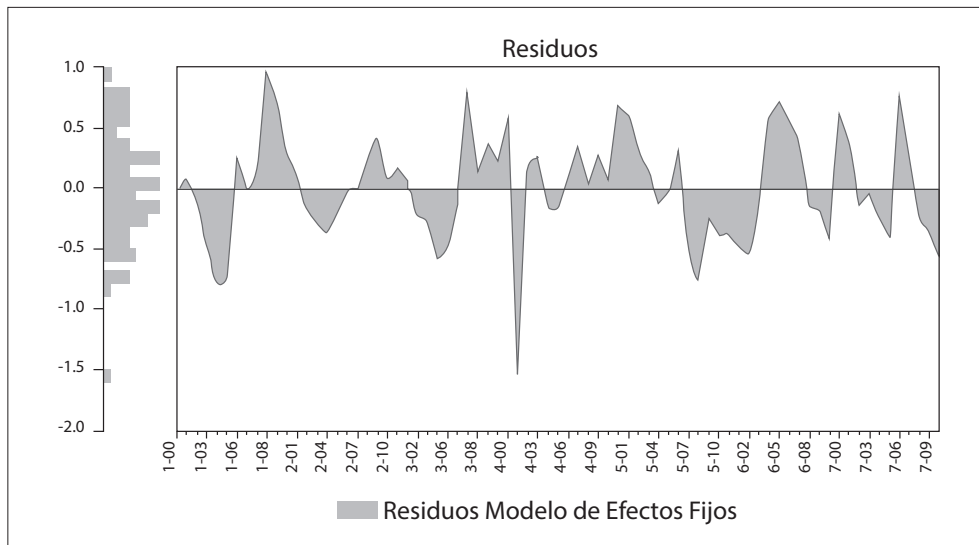
Por último la gráfica 5 nos muestra el excelente ajuste del modelo de panel dinámico a los datos y por lo tanto confirma que es candidato a ser utilizado como un buen generador de información.



## Prueba de Panel Cointegrado

La Cointegración<sup>7</sup> corresponde a una o más relaciones de largo plazo entre variables que tienen raíz unitaria I (1) y el hecho de que las variables estén cointegradas implica que presentan las mismas tendencias estocásticas y que no se incurriría en problemas de regresión espuria (falsa)<sup>8</sup> lo cual es muy deseable (Loria, 2009).

**Gráfica 6**  
**Análisis gráfico de Cointegración**



Fuente: elaboración propia de los autores.

<sup>7</sup> Una serie es estacionaria si su distribución de probabilidad no depende del tiempo, lo que implica una media y varianza uniformes en el tiempo. Muchas de las series del mundo real, tanto en economía como en ingeniería, resultan o parecen ser no estacionarias (una vez eliminados los posibles componentes deterministas de la serie). El tipo de series no estacionarias más habituales son las series integradas de orden 1, cuyas primeras diferencias son estacionarias. El tratamiento estadístico de estas series exige precauciones, porque los métodos de inferencia habituales pueden no ser válidos. Así, por ejemplo, los estadísticos de contraste de regresión no siguen las distribuciones estándar correspondientes a procesos estacionarios, lo que da lugar a las denominadas regresiones espurias (con frecuencia se identifican como significativas relaciones que no existen realmente).

<sup>8</sup> Véase Cameron, C. y P. Trivedi (2005), *Microeconometrics-Methods and Applications*, USA: Cambridge-Press, p. 112.

En la gráfica de los residuos del modelo de efectos fijos, se puede advertir de que existe un proceso de reversión a su media y que no tiene patrones sistemáticos (tendencia positiva o negativa), por lo tanto, desde el punto de vista gráfico, se afirma que los residuos son estacionarios o dicho de otra forma que existe cointegración en las variables en estudio.<sup>9</sup>

**Cuadro 3**  
**Pruebas formales de Cointegración**

Prueba de Cointegración de Kao Series: TC, CHIP, CMIC, CCON, CCOM, CREC Muestra: 2000-2010 Observaciones incluidas: 77 Hipótesis nula: No cointegración Supuesto de tendencia: No tendencia determinista				
		Estadístico	Probabilidad	
ADF		-3.753786	0.0001	
Residual variance		1.495177		
HAC variance		0.602299		
Prueba de cointegración Pedroni Series: tc, chip, cmic, ccon, ccom, crec Inclusión de secciones cruzadas: 6 (1 dropped) Observaciones incluidas: 77 Hipótesis nula: No cointegración Supuesto de tendencia: No intercepto y no tendencia determinista				
	Estadístico	Probabilidad	Estadístico ponderado	Probabilidad
Panel $\nu$ -estadístico	-2.592020	0.0139	-2.745606	0.0092
Panel $\rho$ -estadístico	1.880765	0.0680	1.889637	0.0669
Panel PP-estadístico	-7.942772	0.0000	-7.536684	0.0000
Panel ADF-estadístico	-3.720112	0.0004	-3.171949	0.0026

Fuente: elaboración propia de los autores.

Como los valores de probabilidad (Prob.) del *Test de Kao y Pedroni* en sus distintas variantes son menores a 0.10, se acepta la Hipótesis alternativa (Ha), Por lo tanto a través de las pruebas de cointegración de Kao y Pedroni, se puede afirmar que las series de datos panel en estudio están cointegradas.

<sup>9</sup> Gujarati, D. (2005), *Econometría Básica*, México, DF: McGraw Hill, pp. 795-799.

## Conclusiones

Se puede afirmar que ambos modelos finales, correspondientes a (Efectos Fijos y Panel Dinámico), antes de ser mutuamente excluyentes, son colectivamente exhaustivas (se complementan). En ambos modelos las variables explicativas tienen los signos esperados. Por otro lado también en ambos modelos (Efectos Fijos y Panel Dinámico) se confirma que las variables que explican de manera significativa la cartera total son: microcrédito, crecimiento económico de Bolivia y la tasa de Interés activa en moneda extranjera. Sin embargo, al modelar el Panel Dinámico, aparecen dos variables adicionales que son significativas para la cartera total como ser: el crédito comercial y la inercia de la cartera total. Cabe hacer notar que esta última variable no había sido incluida en la hipótesis original, pero su influencia era ya previsible de manera intuitiva, debido a que acciones pasadas de una variable  $X$  tienden a afectar a la misma variable  $X$  en periodos futuros, que en este caso sería la misma cartera total.

En ese sentido, el estudio detallado de los determinantes de la cartera total en el sistema microfinanciero en Bolivia es un tema nuevo, pero a la vez fascinante y por lo mismo debe ser una tarea permanente para el quehacer científico, pues el entendimiento de dichos determinantes, es una condición indispensable para lograr la adecuada instrumentación de una política financiera que vaya a favor de la sociedad misma. Por tanto, el presente documento no pretende llegar a una conclusión definitiva, sino más bien es una muestra del compromiso de analizar continuamente y en detalle el tema en cuestión.

## Bibliografía

- Caballero Benigno (2003), *Notas y lecturas de clase de econometría*, FCEFA, Universidad Técnica de Oruro.
- Cameron, C. y P. Trivedi (2005), *Microeconometrics-Methods and Applications*, USA: Cambridge-Press.
- Comité de Coordinación de Microfinanzas (2000), *Marco integral de políticas para el y microempresa de la micro pequeña empresa*, Fundapro.
- González Vega, Claudio y Prado Guachalla (2001), *El reto de las micro finanzas en América Latina*, Fundapro.



**Anexo 1**  
**Pruebas de diagnóstico para el modelo de efectos fijos**  
**(cuadro 1)**

**a) Prueba de Autocorrelación Serial**

Prueba de Wooldridge de Autocorrelación en Datos Panel

Ho: No existe autocorrelación serial en el modelo de efectos fijos

Ha: Existe autocorrelación serial en el modelo de efectos fijos

Estadístico F (1,6) = 3.360

Prob. > F = 0.1165

Como la probabilidad es 0.1165 > 0.10 se acepta la Ho, por lo tanto se concluye que no existe autocorrelación serial en el modelo de efectos fijos.

**b) Prueba de Autocorrelación contemporáneo**

**(Matriz de Correlación de los Residuales)**

	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7
e1	1.0000						
e2	0.8606	1.0000					
e3	0.6774	0.7095	1.0000				
e4	0.1090	0.0752	0.1743	1.0000			
e5	-0.0411	-0.0596	-0.2789	-0.2624	1.0000		
e6	-0.4553	-0.4572	-0.2819	0.1123	-0.3199	1.0000	
e7	0.2358	0.2195	0.3214	-0.0199	0.5759	-0.0598	1.0000

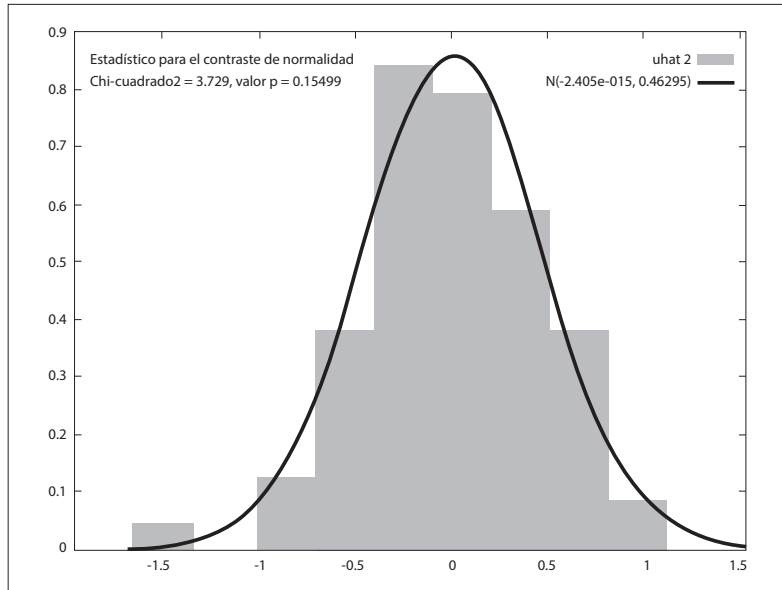
Prueba de Independencia de LM Breusch-Pagan:  $\chi^2(21) = 30.563$ , Probabilidad (Pr) = 0.0813

Ho: No existe autocorrelación contemporánea en el modelo de efectos fijos.

Ha: Existe autocorrelación contemporánea en el modelo de efectos fijos.

Como la probabilidad (Pr) es = 0.0813 > 0.05 se acepta la Ho, por lo tanto se concluye que no existe correlación contemporánea en el modelo de efectos fijos.





## Anexo 2

### Prueba de Hausman: eligiendo entre efectos fijos y efectos aleatorios

Esta prueba permite determinar que modelo es el más adecuado para el panel de datos que se está analizando, si el de efectos fijos o de efectos aleatorios.<sup>10</sup>

Utiliza para ello una prueba  $\chi^2$  con la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que el modelo de efectos aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas, y por tanto se tiene la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) de que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos, por lo tanto la hipótesis es de la siguiente forma:

$H_0$ : El modelo de efectos Aleatorios es mejor.

$H_a$ : El modelo de Efectos Fijos es mejor.

Prueba de Hausman

$$\chi^2(7) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

Estadístico = 4.96

Valor de probabilidad = 0.0316

Como la Prob. = 0.0316 < 0.10 es significativa, por lo tanto estadísticamente se acepta la  $H_a$  y se escoge al modelo de efectos fijos como aquel modelo panel que es más consistente.

<sup>10</sup> Véase Hausman, J., McFadden, C. (1984), "Specification test in econometrics", *Econometrica*, 52, 1219-1240. Alternativamente véase Greene, W.H. (1998), *Análisis Económico*, Madrid, Prentice-Hall, p. 112.