

**CAMBIOS EN EL NIVEL DE RIESGO IDIOSINCRÁTICO Y SISTÉMICO CON LA
ENTRADA EN FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO INTEGRADO
LATINOAMERICANO MILA EN LOS MERCADOS DE VALORES DE COLOMBIA,
PERÚ Y CHILE**

ADOLFO SUÁREZ OSPINA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Economista

**Director:
SEBASTIÁN SULEZ GOMEZ**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
PROGRAMA DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI**

2016

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
1.1 Evidencia internacional	12
1.2 Evidencia nacional	17
2.1 Diversificación	22
2.2 Riesgo y tipos de riesgos	23
2.3 Contagio.....	24
2.4 Antecedentes Mercado Integrado Latinoamericano MILA	25
3. METODOLOGÍA	26
3.1 Tipo de estudio	26
3.2 Enfoque.....	26
3.3 Método.....	26
3.3.1 Valor en riesgo	27
3.3.2 Cópulas	27
3.3.3 Medidas de dependencia	28
3.3.4 Coeficiente de dependencia asintótica en las colas	29
3.4 Variables	29
3.5 Procedimiento	30
4. RESULTADOS.....	32
4.1 Datos básicos	32
4.2 Construcción del valor en riesgo (VaR) como una medida del riesgo idiosincrático	

para los tres países.....	33
4.2.1 Recolección de la información de los retornos de los índices bursátiles de Colombia, Perú y Chile	34
4.2.2 Estimación de los modelos ARMA –GARCH para los diferentes índices.....	34
4.2.3 Cambios promedios para cada país en el VaR condicional antes del MILA.....	38
4.2.4 Pruebas backtesting para verificar que los VaR condicional estén correctamente especificados.....	38
4.2 Estimación de las cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico tanto en escenarios extremos (coeficientes de dependencia asintótica en las colas), como en escenarios normales (Tau de Kendall).	40
4.2.1 Construcción de cópulas bivariadas para los retornos de los índices de Colombia, Perú y Chile	40
4.2.2 Ajuste de cópulas bivariadas.....	40
4.2.3 Cálculo de medidas de dependencia y dependencia extremas entre series de los retornos de los índices.	42
4.3 Análisis de los cambios en los niveles de riesgo, antes y después de la integración formal de las bolsas de Perú, Colombia y Chile.	43
6. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	52

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Etapas metodológicas.....	30
Cuadro 2. Principales estadísticos descriptivos	32
Cuadro 3. Test de Welch para la media el valor en riesgo con diferentes varianzas.....	38
Cuadro 4. Backtesting para los VaR calculados	39
Cuadro 5. Logaritmo de verosimilitud, test KS y parámetros estimados de las cópulas	41
Cuadro 6. Medidas de dependencia de las cópulas.....	42
Cuadro 7. Cambios en el riesgo idiosincrático	43
Cuadro 8. Cambios en el riesgo sistémico	44

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Series de los índices bursátiles	33
Gráfica 2. Valor en riesgo condicional al 1% para el COLCAP	35
Gráfica 3. Valor en riesgo condicional al 1% para el SPBVL	36
Gráfica 4. Valor en riesgo condicional al 1% para el IPSA	37

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Información de los retornos de los índices bursátiles de Colombia, Perú y Chile	52
Anexo 2. ARMA-GARH por índice bursátil.....	53
Anexo 3. Pruebas de especificación ARMA-GARCH	56
Anexo 4. Cópulas bivariadas entre Índices	58

RESUMEN

El crecimiento del comercio mundial, la disminución de barreras entre países, los desarrollos tecnológicos entre diversos factores, han contribuido al aumento en los flujos de inversión y a la volatilidad de la región. No obstante, Latinoamérica no ha sido ajena a este proceso llegando incluso a conformar un mercado de capitales común ya que teóricamente la integración financiera internacional debería ayudar a reducir la volatilidad macroeconómica a la que están expuestas economías emergentes. Por tal motivo es importante preguntarse si ¿La integración financiera de Colombia, Perú y Chile en el mercado integrado latinoamericano MILA influyó sobre el riesgo de las bolsas de estos países? Partiendo del concepto de riesgo idiosincrático y sistémico se construyen el valor en riesgo (VaR) para los tres países y se estiman cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico tanto en escenarios extremos (coeficientes de dependencia asintótica en las colas), como en escenarios normales (tau de Kendall).

Palabras Clave: Integración de mercados de capitales, valor en riesgo, cópulas

ABSTRACT

The growth of world trade, reducing barriers between countries, technological developments among several factors have contributed to increased investment flows and the volatility of the region. However, Latin America has not been immune to this process even to form a market of common capital and theoretically international financial integration should help reduce macroeconomic volatility to which they are exposed emerging economies, For this reason it is important to ask what if financial integration of Colombia, Peru and Chile in the Latin American market MILA integrated influenced the risk of the exchanges of these countries? Based on the concept of idiosyncratic and systemic risk value at risk (VaR) for the three countries are built and copulations are estimated to obtain a measure of systemic risk both extreme scenarios (coefficients of asymptotic dependence in the tails), as in normal scenarios (tau Kendall's).

Key words: Integration of capital markets, value at risk, copulas

JEL: G20, G24, F36, F15

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del comercio mundial, la disminución de barreras entre países, los desarrollos tecnológicos entre diversos factores, han contribuido al aumento en los flujos de inversión entre regiones, por ende la búsqueda del desarrollo económico, la reorientación de recursos y la explotación de economías de escala, han reforzado una mayor apertura económica y con ella una mayor integración económica y financiera en América Latina (Corbo, 1997; Meza, 1981).

Colombia y América Latina iniciaron formalmente su proceso de apertura económica en los años 80's y 90's motivados por el agotamiento del modelo de sustitución de importaciones¹, el cual fue la regla en la mayoría de países de la región en la época (Corbo, 1997), lo anterior implicó una mayor liberación de la cuenta de capitales generando mayores facilidades para el ingreso de inversión extranjera directa a la región.

Por su parte, el perfil de Latinoamérica presenta ciertas características que históricamente han estado ligadas a la volatilidad de la región; entre las que se pueden destacar las desigualdades sociales, la escasa capacitación de la fuerza de trabajo, la dependencia tecnológica y comercial, la ineficiencia de los mercados financieros, la crisis de legitimidad de la democracia, el crimen organizado, la corrupción, debilidad institucional, falta de confianza inversionista y altas tasas de desempleo (CEPAL, 2007), han generado en los inversionistas extranjeros, la idea de que todos países de la región tienen niveles de riesgo similares.

En cuanto a las causas del riesgo y la manera en que teóricamente la integración financiera internacional debería ayudar a reducir la volatilidad macroeconómica a la que están expuestas economías de poco desarrollo relativo, Prasad, Rogoff, Wei Shang & Kose (2003), exponen que en la práctica esto no se cumple, debido a que en algunos casos al abrir la cuenta de capitales ha aumentado el riesgo de crisis o contagio; producto de las vinculaciones entre países que amplifican diversas perturbaciones entre sus economías dadas las características volátiles que poseen los flujos internacionales de capital y que difieren entre sí.

¹ El modelo de industrialización por sustitución de importaciones es un modelo que prioriza el crecimiento económico partiendo del fortalecimiento de la industria y los mercados internos por medio de restricciones a las importaciones de bienes de capital y tecnología al tiempo que se subsidiaban estos sectores de la industria nacional (Garay, 1998).

Por tal motivo se plantea el siguiente interrogante: ¿influyó la integración del mercado integrado latinoamericano MILA en el riesgo de Colombia, Perú y Chile? para responder a este interrogante se planteó como objetivo general de este estudio estimar los cambios en el nivel de riesgo idiosincrático y sistémico que se dieron con la entrada en funcionamiento del mercado integrado latinoamericano MILA en los mercados de valores de Colombia, Perú y Chile, países que se integraron formalmente el 30 de mayo del 2011.

Para cumplir lo anterior se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Construir el valor en riesgo (VaR) como una medida del riesgo idiosincrático para los tres países.
- Estimar las cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico tanto en escenarios extremos (coeficientes de dependencia asintótica en las colas), como en escenarios normales (tau de Kendall).
- Analizar los cambios en los niveles de riesgo, antes y después de la integración formal de las bolsas de Perú, Colombia y Chile.

El aporte de este ejercicio empírico busca llenar la brecha en los estudios acerca de los efectos de la integración financiera en la región y más específicamente de los efectos del mercado integrado MILA sobre las bolsas de Perú, Colombia y Chile, al tiempo que se brinda una estimación del nivel riesgo en las bolsas ya mencionadas; aportando empíricamente una postura técnica al debate sobre la conveniencia, o no, de crear bloques financieros en la región. Igualmente, la evidencia encontrada en este desarrollo empírico puede beneficiar a las instituciones administradores de portafolios o a personas que busquen sustentar sus decisiones de inversión en la región.

Este documento se divide en siete secciones, siendo la primera esta introducción, la segunda una revisión de la literatura nacional e internacional alrededor de la integración financiera y el riesgo de mercado en la región, la tercera corresponde al marco teórico donde se exponen los principales conceptos que guíaran esta investigación, en la cuarta sección se expone la metodología del valor en riesgo y cópulas, en la quinta sección se construye el valor en riesgo

(VaR) como una medida de riesgo idiosincrático para Colombia, Perú y Chile al igual que se estiman las cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico entre los países objeto de estudio, en la sexta sección se exponen los resultados y en la última sección se presentan las conclusiones.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este apartado se incluyen todos los antecedentes teóricos y empíricos de interés para este prospecto de investigación que se han desprendido de la literatura mundial sobre integración y riesgo en los mercados de capitales.

1.1 Evidencia internacional

En el ámbito internacional se presentan tres estudios de enfoque cualitativo los cuales ayudan a contextualizar el proceso de integración en América Latina y ocho estudios de enfoque cuantitativo donde se utilizan diferentes metodologías para cuantificar y evaluar la influencia de la integración en el riesgo.

Del primer grupo, se destaca el estudio *Integración financiera Latinoamericana* de Meza San Martin (1981), quien expone los mecanismos de integración económicos y financieros vigentes para la época, también evalúa el desarrollo de la integración financiera y las recomendaciones sobre la necesidad de crear nuevas organizaciones de integración como la unión de mercados de capitales que derivarán en un mayor desarrollo de mercados financieros y en un incremento de liquidez para la región.

El anterior estudio se complementa con el de Conesa (1982) bajo el título *La integración financiera de América Latina*, donde se exponen los problemas estructurales de Latinoamérica en los años 80's. El autor subraya los inconvenientes que se venían generando por una inflación alta causada principalmente por las políticas de devaluación llevadas a cabo con el fin de combatir la escasez de divisas. Así mismo destaca de manera positiva la importancia de la integración financiera como solución a los problemas del incremento en los precios, escasez de divisas y el crecimiento de la región.

Otro estudio que se relaciona con la línea de investigación cualitativa y da una perspectiva más actualizada de la tendencia integracionista vivida en América Latina, es el de Corbo (1997) denominado *Integración financiera en América Latina*, el autor recalca que el proceso de integración se sustentó en los beneficios de la integración financiera ya que facilita el acceso a

una mayor financiación externa para las empresas de lo que se lograría solo con la tasa de ahorro doméstica, la mejora en el acceso de los residentes a mercados de capitales derivando en mejores planes de inversión, producción y consumo. Así mismo, resalta como la diversificación de portafolios mejora la relación de riesgo y rentabilidad para el caso de los inversionistas que buscan generar mejores réditos de cartera.

Los tres estudios referenciados anteriormente, se constituyen en una importante fuente para contextualizar la situación de integración financiera de América Latina. A continuación se presentan los estudios empíricos sustentados en modelación econométrica que presentan pruebas formales sobre la relación entre la integración y los riesgos en distintos mercados de valores a nivel mundial.

Uno de los primeros trabajos de este tipo es el de Grubel (1968) estudio titulado *Internationally Diversified Portfolios: Welfare Gains and Capital Flows*, donde evalúa cuantitativamente las decisiones de portafolio de los inversionistas a partir de un modelo de portafolio balanceado aplicado a 11 países (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania Occidental, Francia, Italia, Bélgica, Holanda, Japón, Australia, Sudáfrica). Los resultados que encuentra son covarianzas menores que las varianzas, lo cual indica que la construcción de un portafolio eficiente representa mayores retornos de los activos cuando se diversifican en mercados internacionales primero, porque se tiene una menor exposición al riesgo propio de los mercados domésticos, segundo, porque se tiene una menor exposición a la volatilidad interna y tercero porque hay mayores variaciones en las tasas de interés en las economías extranjeras y en las tasas de cambio, las cuales pueden ser ventajosas para la composición del portafolio, puesto que ambas presentan menor incertidumbre debido a que la información circula por canales públicos y están sujetas a decisiones de política.

La metodología utilizada por el autor del trabajo de grado frente a la de Grubel (1968), es más actualizada y permite evaluar los cambios del riesgo a través del tiempo por medio del valor en riesgo y los cambios en la dependencia transversal por medio de cópulas, mientras que la primera se basa en un análisis lineal impidiendo capturar posibles dependencias no lineales de los retornos de las series. Es útil para este estudio porque se constituye en un antecedente para proceder con otro modelo que contribuya a conocer resultados complementarios.

En concreto, a partir de lo anterior se empieza a evidenciar en la literatura empírica el uso de metodologías más complejas y estilizadas, que permitieron llegar a conclusiones más robustas sobre el fenómeno de la integración y el riesgo.

Una versión contemporánea es el estudio de Christofi & Pericli (1999) *Correlation in price changes and volatility of major Latin American stock markets*, quienes ponen en evidencia la transmisión de volatilidad entre las cinco primeras bolsas latinoamericanas: (México, Brasil, Colombia, Argentina y Chile). Bajo una metodología de vectores autorregresivos (VAR) y un modelo E-GARCH. Encuentran que la alta volatilidad en una de las bolsas tiene repercusiones de volatilidad en las otras lo que indica que está presente el riesgo de contagio en la región latinoamericana. Esta investigación es relevante porque contempla la idea de transmisión entre mercados de poco desarrollo relativo cuando lo común es que el contagio o las perturbaciones provengan de mercados mucho más desarrollados.

Ortiz, López y Cabello (2007) en su estudio *Las bolsas de valores en el área del TLCAN: un análisis a largo plazo* evalúan cuantitativamente la relación de los mercados de capitales de largo plazo de México, Canadá y Estados Unidos que hacen parte del tratado de libre comercio de América del Norte (TLCAN) durante el período 1984-2002. Para estudiar el grado de integración los autores utilizan un enfoque de cointegración incluyendo quiebres estructurales. Los resultados encontrados, sugieren que la integración entre los tres mercados de capitales analizados es sólo parcial, lo que confirma el alto potencial para construir portafolios diversificados que optimicen rendimientos y reduzcan riesgos. El aporte de este antecedente empírico para este trabajo es que este presenta evidencia sobre como la integración entre los mercados de capitales puede repercutir en los beneficios de diversificación de los inversionistas, ya que los autores detectan incrementos en la volatilidad conjunta entre mercados.

Da Silva Bichara, Moreira Cunha & Caputi Lélis (2008), en su trabajo denominado *Integración monetaria y financiera en América del Sur y en Asia*, identifican las posibles áreas monetarias óptimas que pudieran servir como elementos centrales de integración entre las economías de Mercosur y los países del ASEAN + 3 (Malasia, Indonesia, Brunéi, Vietnam, Camboya, Laos, Birmania, Singapur, Tailandia y Filipinas + Japón, China y Corea del Sur). Por medio de una revisión teórica para identificar las posibles opciones de integración regional entre

estas economías se plantea un modelo VAR/VEC, donde los autores encuentran mayores posibilidades de integración entre los países del ASEAN + 3 (13 países) que entre los países analizados del Mercosur (2 países), estas mayores probabilidades de integración se deben en buena parte a las diferencias de productividad, pero también a que el ASEAN ha adoptado políticas macroeconómicas conjuntas para evitar los efectos de los choques externos de demanda y conservar sincronizadas las variaciones en la tasa de cambio para mantener la competitividad entre los países de la asociación. Este estudio es importante para el presente trabajo porque expone consideraciones de política para Latinoamérica expresando que de la experiencia de integración asiática se debe rescatar el proceso de modernización institucional y la adopción de estrategias macroeconómicas capaces de disminuir la volatilidad y la vulnerabilidad externa que se desencadenan al iniciar un proceso de integración financiera.

Kaminsky, (2009) realizó un trabajo descriptivo cuantitativo, denominado *Two Hundred Years of Financial Integration: Latin America since Independence*, en el cual hace un recuento del progreso de la integración financiera latinoamericana con los principales centros financieros del mundo desde el siglo XIX; la autora se centra en los ciclos de crédito y su efecto sobre los flujos de capital en la región. Uno de los principales hallazgos recae en mostrar cómo la región siempre se ha encontrado supeditada al comportamiento de los principales mercados del mundo, aunque la autora muestra que con el tiempo la estructura de capitales se ha reestructurado para financiar los sectores económicos más rentables en cada país de la región. Para capturar los efectos de los choques externos utiliza un modelo simple de oferta y demanda de fondos financieros a las economías emergentes. el trabajo es importante ya que presenta los vínculos entre los diversos choques externos y la participación de América Latina en los mercados internacionales de capital, además sugieren que en este tipo de mercados las crisis pueden propagarse rápidamente afectando a la capacidad de los mercados emergentes para acceder a financiación externa ya que los inversores reequilibran carteras recortando prestamos en las localidades que enfrentan crisis al igual que en los países que están expuestos (es decir contagio por insolvencia).

Morelli (2010) realizó un estudio cuantitativo denominado *European capital market integration: An empirical study based on a European asset pricing model*, en el cual presenta un modelo de valoración de activos CAPM aplicado a los activos de 15 países pertenecientes a la

unión europea: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, España, Suecia, Países Bajos y Reino Unido. Encuentra un alto grado de segmentación y variedad de factores compartidos entre distintos grupos de países que explicarían la tendencia de precio común de los activos entre estos grupos, además aunque se encuentran lejos de estar integrados en su totalidad, el riesgo en la región es bajo y es posible una mayor diversificación de las carteras. El análisis propuesto es útil para entender la forma en que la integración puede afectar la diversificación de los portafolios ya que los precios de los activos pueden comportarse de manera similar dados los factores de riesgo que comparten los mercados objeto de estudio, aunque según el autor, de la muestra analizada los mercados se encuentra parcialmente integrados.

Zhang & Lucey (2010) en su investigación *Financial integration and Emerging Markets Capital Structure*, bajo series de tiempo y utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), evalúan el impacto de la integración financiera en 24 países (incluido Colombia) sobre las decisiones de apalancamiento y composición accionaria de 4.477 firmas en estos países. Los autores encuentran evidencia que sugiere que la integración financiera en países emergentes ayuda al crecimiento de las empresas, pues facilita las decisiones de apalancamiento con deudas de más largo plazo. En contraste con lo anterior los autores no identifican en qué etapa de la integración el comportamiento de la financiación de las empresas se ve afectado. Por su parte el aporte de este trabajo para este desarrollo empírico, es el de subrayar los beneficios económicos que se pueden derivar al incrementar los vínculos de deuda menos volátil ya que se reduce la incertidumbre sobre la estabilidad de la tasa de cambio en caso de adquirir deudas en otras divisas, además de que ofrece una mayor estabilidad a los mercados financieros locales.

Gurrola Ríos, Santillán Salgado & Jiménez Preciado (2014) en su trabajo *Interrelaciones y causalidad entre los principales mercados de capitales en América Latina: un enfoque de Series de Tiempo*, examina cuantitativamente las relaciones entre las cuentas de capitales de México, Brasil, Chile y Argentina enfocándose en los rendimientos de estos mercados. Propone determinar las relaciones de causalidad entre los retornos de los mercados accionarios de estos países objetivos; Para lograrlo, el autor utiliza un modelo de vectores autorregresivos (VAR) para modelar la forma en que los rendimientos del IPC reaccionan ante innovaciones del IBOVESPA, Merval, e IPSA. El análisis es relevante ya que presenta evidencia para América

Latina identificando la dependencia entre índices bursátiles de los países objetivos pero el manejo del tema en cuanto a metodología es muy similar al de otros trabajos.

La metodología que utilizan los autores busca verificar la relación de causalidad entre los mercados de capitales de América Latina, explícitamente modelar como los retornos de una bolsa responde ante shocks o movimientos de las otras, mientras lo que se pretende en este estudio es evaluar los cambios en el riesgo longitudinal y los cambios en el riesgo transversal para tal fin se utiliza una metodología diseñada para valorar las perdidas esperadas en un mercado accionario mediante el valor en riesgo y el uso de cópulas.

1.2 Evidencia nacional

A nivel nacional el interés reciente en analizar y cuantificar los efectos del contagio entre diferentes mercados financieros ha dado pie a una oleada de estimaciones del riesgo entre países, Melo y Rincón (2013) en su estudio *Choques externos y precios de los activos en Latinoamérica antes y después de la quiebra de Lehman Brothers* evalúan el impacto de la crisis de las *subprime* entre el 2007 y el 2009 sobre, la tasa de interés, la tasa de cambio y los precios de las acciones, encontrando evidencia que respalda la hipótesis de un cambio estructural, tanto en mercados financieros como en el sector real de Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México luego de esta época, explicado en parte por el cambio de expectativas de los inversores internacionales con respecto a la rentabilidad de los países de la región. La metodología econométrica utilizada es un modelo VARX-GARCH y un análisis de multiplicadores utilizando datos diarios entre el 2006-2011. No se acude a esta metodología por que no se busca conocer las causas del riesgo, ni los efectos de la crisis sobre el precio de los activos, ni el contagio que se pudo desprender de la crisis de las *subprime* sino dar una medida de riesgo después del ingreso al mercado integrado latinoamericano MILA, bajo medidas de valor en riesgo y cópulas. El aporte de este desarrollo empírico para la investigación es la de exponer como la asociación entre los mercados financieros desarrollados y en desarrollo desarrollan perturbaciones debido a choques externos como anuncios macroeconómicos y de política sobre las tasas de interés, de cambio y el precio de las acciones durante época de crisis o turbulencia financiera. Además expone los canales de transmisión de los choques externos hacia los precios de los activos de mercados en desarrollo identificando la transmisión de los movimientos por medio del canal

financiero, canal riesgo, de expectativas y luego el canal real.

Una línea de investigación alternativa que contempla los inconvenientes al evaluar la volatilidad de mercados bursátiles en épocas de turbulencia financiera es el estudio de Uribe & Ulloa (2012), *La medición del riesgo en eventos extremos. Una revisión metodológica en contexto*, realizan una revisión de diversas metodologías para el cálculo del valor en riesgo (VaR) por medio de estimaciones para las bolsas latinoamericanas y las bolsas de países desarrollados encontrando lo inapropiado de la metodología de valor en riesgo (VaR) para cuantificar el riesgo en escenarios de turbulencia financiera. Este trabajo tiene un aporte importante ya que es la guía metodológica que se pretende utilizar para evaluar el cambio en el riesgo longitudinal de los países integrados en el MILA.

Alonso & Chaves (2013), realizaron un estudio titulado *Valor en riesgo: evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 5 países latinoamericanos*; en este estudio se evalúa el comportamiento de 20 aproximaciones de estimación del valor en riesgo VaR utilizando los índices de las bolsas de Argentina (Merval), Brasil (Bovespa), Colombia (IGBC), Chile (ISPA) y Perú (IGBVL). Los autores, prueban la validez empírica de las 20 metodologías, dentro de los resultados se destaca el ajuste de metodologías semiparamétricas y no paramétricas que ofrecen mejores estimaciones del valor en riesgo. El aporte que da este trabajo es que permite tener una perspectiva más amplia de la estimación del VaR, recalcando los diversos tipos de tratamiento metodológico que se le pueden dar a los datos (índices bursátiles) a la hora de estimar pérdidas esperadas de un activo en un momento dado a un determinado nivel de confianza y en un período particular.

Álvarez Romero, Atehortua Ramírez & Aguilar Guzmán (2013) en su estudio *Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el período 2007-2012*, evalúan los factores de riesgo compartido de los mercados accionarios pertenecientes al MILA (Chile, Colombia y Perú). Analizando primero si hay integración por parte de estos mercados y segundo si afectó los beneficios de diversificación para los inversionistas dicha integración. El análisis se basa en un modelo de análisis factorial CAPM (Capital Asset Pricing Model) determinando el número de factores de volatilidad que comparten (riesgo) y la incidencia de cada país en la volatilidad.

Los resultados que encuentran es que la influencia de cada país (carga factorial) es muy similar lo que implica que los mercados accionarios del MILA están altamente correlacionados, lo que significa que hay un grado de integración en el que comparten un mismo factor en común que explica las variabilidades de sus retornos y conlleva a un menor beneficio de diversificación a largo plazo.

En concreto, a pesar de los vacíos en la explicación del origen de los factores de riesgo así como el origen de la carga factorial, se presentan evidencia relevante que expone que no todo en el proceso de integración son beneficios, ya que se pueden dar situaciones de correlaciones muy altas entre los diferentes países. Por su parte, el modelo CAPM no captura posibles relaciones no lineales como si se podría lograr con un análisis de cópulas que lleve a una mejor caracterización de las dependencias entre países.

Uribe & Fernández (2013) realizaron un estudio titulado *Riesgo sistémico en el mercado de acciones Colombiano: alternativas de diversificación bajo eventos extremos*, se trata de un desarrollo empírico que presenta evidencia estadística que expone la vulnerabilidad del mercado bursátil colombiano ante eventos de naturaleza sistémica. Se utilizaron datos diarios desde el 27 de noviembre hasta el 31 de diciembre de 2012 de los precios de catorce empresas de mayor capitalización del mercado colombiano, para poder detallar de forma precisa la dependencia de precios de la empresas que cotizan en la BVC (Bolsa de valores de Colombia) se utiliza el cálculo de coeficientes de dependencia asintótica por medio de cópulas. Entre los resultados más destacados se encontró conglomerados de volatilidad lo que da indicios de posibilidades de riesgo sistémico ante la presencia de eventos extremos el autor relaciona esto debido a la estructura macroeconómica y microeconómica de Colombia. Los resultados muestran además la presencia de dependencias considerables entre las acciones pertenecientes a diferentes sectores de la economía, lo cual indica que es de esperar que un choque de naturaleza extrema que se presente en un sector, se propague a los demás fácilmente.

El anterior trabajo es relevante para esta investigación porque da evidencia de las posibilidades de riesgo sistémico y sus fuentes en el mercado colombiano. La metodología utilizada por los autores será adoptada en esta investigación para caracterizar la dependencia transversal entre mercados financieros del mercado integrado latinoamericano MILA.

Por su parte, Becerra & Melo (2008) realizaron un estudio titulado *Medidas de riesgo financiero usando cópulas: teoría y aplicaciones*, el cual se centra en definir técnicas para evaluar el desempeño de riesgos, al igual que en la evaluación de metodologías utilizadas en el desarrollo de modelos de medición de riesgo asociado con cópulas. Los autores ilustran las técnicas por medio de un ejercicio de valoración de riesgo de un portafolio colombiano formado por tres activos (IGBC, TRM, TES) los datos utilizados son diarios entre el 8 de octubre de 2002 y el 31 de mayo de 2007. Entre los resultados más sobresalientes se encuentran que al evaluar el Valor en riesgo (VaR) derivado de la cópula y compararlas con otras metodologías usualmente utilizadas de valoración de riesgo se encuentran hechos reveladores primero porque no se considera los momentos de los activos variables en el tiempo (media, varianza), y segundo estas técnicas al alejarse del supuesto de normalidad en la distribución de los activos cuantifican mejor el riesgo del portafolio. Se estimaron el VaR derivado de la cópula y ES (medidas de riesgo) para un portafolio compuesto de tres activos utilizando pruebas de *backtesting* que permiten dado un rango de días observados evaluar si las metodologías aplicadas para cuantificar el riesgo de un portafolio se desempeñan correctamente

El estudio anterior es significativo para la investigación ya que expone lo conveniente de utilizar cópulas en un análisis de dependencia ya que esta metodología expone completamente la relación entre las variables aleatorias en vez de solo resumirla en un número que no expresa nada sobre la estructura de dependencia (ejemplo, la metodología de análisis factorial CAPM o el APT que se basan en el coeficiente de correlación de Pearson que deja por fuera dependencias no lineales entre factores de riesgo).

Uribe (2011) desarrolló el estudio *Contagio financiero una metodología para su evaluación mediante coeficientes de dependencia asintótica*, cuya idea es determinar cuantitativamente si hay contagio y evaluar la probabilidad de que se presenten eventos extremos entre Colombia y Estados Unidos, evalúa los mercados financieros colombianos de renta fija pública, acciones, monetario y cambiario basado en una metodología de coeficientes de dependencia asintótica extraídos del uso de cópulas bivariadas junto con un modelo de valoración internacional de activos por factores. Los resultados a los que llega es la carencia de contagio entre los mercados financieros de Colombia y los mercados globales (en este caso representado por EEUU) lo que no implica independencia entre mercados por el contrario se encuentra dependencia pero en

épocas de crisis 2007-2009 no se hizo más fuerte, lo cual convierte según el autor en un buen nicho para diversificar portafolios internacionales otro resultado importante es a nivel de política ya que para el período analizado no se encontró contagio en Colombia que implicara modificación de estas. El aporte de este estudio es que presenta evidencia de desintegración de mercados financieros en época de crisis ya que de los mercados evaluados los más expuestos son el accionario y el cambiario pero no de manera significativa, en el período analizado no se encontró dependencia sistémicas entre los mercados analizados.

La diferencia en cuanto a este prospecto de investigación radica en diferencias metodológicas particularmente la metodología de vectores autoregresivos (VAR). No se utiliza el modelo VAR por que el objetivo del trabajo no es probar contagio, sino evaluar el cambio en el riesgo transversal y longitudinal, se tienen en cuenta las cópulas que utiliza Uribe (2011) para analizar la dependencia entre las bolsas de valores, también se adoptaran los coeficientes de dependencia asintótica para evaluar la dependencia en situaciones extremas.

En conclusión, la evidencia internacional y nacional muestra que el tema de integración ha sido muy estudiado tanto a nivel teórico como a nivel empírico, donde se han decantado principalmente por entablar relaciones causales entre mercados de capitales, en la evaluación de la fuerza de la volatilidad entre mercados accionarios y en la administración de portafolios basados en factores de riesgo, pero ninguno de ellos a estimado y evaluado los cambios en el nivel del riesgo una vez entrado en funcionamiento el mercado integrado MILA.

2. MARCO TEÓRICO

A falta de un marco conceptual unificado en este trabajo se aborda la integración financiera desde diferentes conceptos que ayudan a entender la forma como la unión de mercados bursátiles puede generar cambios en el riesgo.

2.1 Diversificación

El concepto de diversificación se le debe en buena medida al trabajo de Markowitz (1952), el autor plantea un modelo donde los agentes racionales forman su portafolio a partir de sus actitudes frente al riesgo, la base del análisis se centra en la relación media-varianza como una medida de la relación riesgo-retorno de los activos, la diversificación consiste en la formación de portafolios con activos que posean diferentes niveles de riesgo y poca correlación, que en conjunto disminuyan la relación media-varianza, de acuerdo con el autor entre más adversos al riesgo sean los agentes, mayor será el grado de diversificación del portafolio.

La integración económica se puede definir como una situación en la cual no hay obstáculos de ningún tipo para las transacciones comerciales realizadas entre diferentes países. En este sentido la integración financiera es un caso particular donde la facilidad para realizar transacciones dentro los mercados financieros de los países “integrados”, determina el grado de integración; para autores como Morelli (2010) y Ayuso & Blanco (2001), la integración financiera es perfecta si los países se articulan bajo la misma relación de riesgo y rentabilidad y donde no hay posibilidades de arbitraje entre los mercados bursátiles, aunque en la práctica los mercados financieros de la región distan mucho de estar perfectamente integrados, dadas las diferentes normas y regulaciones en los diferentes países de la región.

La idea detrás de la integración financiera, es permitir una mayor diversificación del riesgo por medio de portafolios compuestos tanto de activos locales como internacionales Grubel (1968), sin embargo de acuerdo con Fernández y Matallín (2000), no es posible obtener beneficios al diversificar portafolios de inversión si los precios de los activos bursátiles se mueven al unísono en el largo plazo, dado que uno de los principios elementales de la

diversificación del riesgo consiste en disminuir las pérdidas esperadas al construir portafolios con activos que cuenten con diferentes niveles de riesgo y rentabilidad (Markowitz, 1952).

Al mismo tiempo los beneficios de la integración financiera se van erosionando en la medida en que los mercados bursátiles se articulan en un mayor nivel, tal y como explican Álvarez, Atehortua y Aguilar (2013); Herrera, Ortiz y Cabello (2009), ello debido a que los activos van tomando patrones de comportamiento similar cuando los países presentan factores de riesgo en común o se ven afectados por el mismo tipo de choques externos.

De acuerdo con Stavarek, Repkova & Gajdosova (2011) en la práctica las causas de la falta de integración se pueden clasificar en tres grandes tipos de barreras, las primeras se clasifican como barreras psicológicas e informacionales e incluyen todas aquellas diferencias culturales y asimetrías informacionales que influyen sobre las preferencias y actitudes frente al riesgo. El segundo tipo de barrera incluye todas las barreras legales y regulatorias, que puede generar sobrecostos en las transacciones en los mercados transnacionales. Y el tercer tipo de barrera está asociado con las diferencias en la infraestructura necesaria para garantizar la transparencia y seguridad de las transacciones en los diferentes países.

2.2 Riesgo y tipos de riesgos

En términos generales, el riesgo se entiende como la exposición a un evento incierto ligado a contratiempos o pérdidas. Bajo la óptica de la teoría financiera se especifica al riesgo como la dispersión esperada de los resultados debido a los movimientos del conjunto de variables financieras (Estrada y Morales, 2008), o como la volatilidad de los resultados esperados (Ávila, 2009). Partiendo de que toda inversión acarrea un determinado nivel de incertidumbre con respecto a los beneficios esperados de esta misma, la medición del riesgo tiene como objetivo primordial, la previsión y minimización de las posibles pérdidas, de esta forma una evaluación y medición acertada del riesgo, permitiría determinar el portafolio más adecuado, dependiendo de los objetivos de un inversionista.

De acuerdo con lo anterior el riesgo se puede clasificar de acuerdo a su naturaleza. McNeil, Rüdiger & Embrechts (2005) y Christoffersen (2012) identifican diversos tipos de riesgo entre los que se destaca el operacional, de mercado, el de crédito, el de liquidez, el de modelado y el

sistémico. En este trabajo se hace un enfoque en el riesgo de mercado y en especial en los factores idiosincráticos y el riesgo sistémico que afectan a este. El riesgo de mercado se define como la exposición de riesgo que enfrenta un portafolio sujeto a los cambios en los precios del mercado, causados por factores endógenos (tipos de cambio, precios de las acciones, tasas de interés) o exógenos al mercado (McNeil, Rüdiger, & Embrechts, 2005).

En primer lugar los factores idiosincráticos de riesgo o riesgo residual, son todos esos factores propios de un activo o grupo de activos que no se pueden mitigar al diversificar un portafolio, en este trabajo esta definición se usa para enmarcar todos los riesgos a los que están expuestos los activos dentro de los mercados de determinado país. De manera análoga, el riesgo sistémico es un riesgo que tampoco se puede mitigar por medio de la diversificación y se define como el riesgo al cual está expuesto un conjunto de mercados (McNeil et al., 2005).

2.3 Contagio

En teoría la integración financiera debería contribuir a disminuir la volatilidad y el riesgo de los diferentes activos las bolsas de los países en desarrollo al disminuir los costos de financiar la inversión y diversificar los portafolios, sin embargo en la práctica se ha observado cómo la integración ha influido sobre los mercados transnacionales, haciéndolos más vulnerables frente a eventos extremos (Prasad, Rogoff, Wei Shang, & Kose, 2003), a esta particular forma de transmisión en eventos extremos se le denomina contagio y se caracteriza por la pérdida de confianza en los mercados creando expectativas a la baja, altas volatilidades y la transmisión generalizada de estas perturbaciones a otros mercados” (Herrera, Ortiz, & Cabello, 2009, p.1).

En conjunto los beneficios de la integración financiera se amparan en los beneficios de portafolios más diversificados, sin embargo la existencia de riesgos no diversificables como lo son los riesgos idiosincráticos y sistémicos, hacen necesaria la medición de estos en aras de mitigar los efectos de estos. Sin embargo la integración financiera también facilita la transmisión de perturbaciones entre los diferentes mercados, convirtiéndose así una fuente de inestabilidad sistémica (Estrada & Morales, 2008).

2.4 Antecedentes Mercado Integrado Latinoamericano MILA

El mercado integrado latinoamericano MILA surge producto de la unión de tres mercados de renta variable Colombia, Chile y Perú dicho acuerdo se empezó a gestar en el año 2008 pero solo hasta el noviembre de 2010 es que inicia el acuerdo de manera formal, con la unión entre la bolsa de comercio de Santiago, la bolsa de valores de Colombia, la bolsa de valores de Lima, Deceval, DCV y Cavali (Uribe y López, 2014). En concreto el proyecto se realiza con el objetivo de crear un mercado integrado de valores mucho más amplio y solido que atrajera capitales locales y extranjeros, logrando mayor liquidez, solidez y capitalización para los mercados de la región.

Por su parte, el esquema de integración MILA se desarrolló en dos fases, la primera de ellas fue la Fase I que consistió en realizar a través de un modelo de interconexión facilitar al intercambio de información entre sociedades comisionistas adscritas a la bolsa de valores Colombiana y las comisionistas extranjeras (Perú y Chile) conocido como modelo de enrutamiento intermediado² (Uribe y López, 2014, Forigua Rojas, 2011).

En la fase II del acuerdo se trabajó con base en la búsqueda del acceso directo de intermediarios al mercado, la incorporación de normas de transacción y elaboración de un modelo de compensación y liquidación transfronterizo (Forigua Rojas, 2011), cualquier intermediario que se inscribiera en una bolsa diferente a la local, será tratado como local.

Formalmente el MILA entra a operar el 30 de mayo del 2011, sin embargo no fue sino hasta el 2013 que el congreso mexicano aprobó la ley de mercado de valores que dio paso a la posibilidad del ingreso de la bolsa de México al MILA el 2 de diciembre del 2014, permitiendo realizar órdenes de compra y venta entre México, Colombia, Chile y Perú, al igual que ofertas públicas para financiamiento empresarial (IPOs) y la compra de bonos entre sí.

En este estudio empírico se deja por fuera del análisis el mercado mexicano debido a las pocas observaciones con las que se cuentan, ya que su adhesión al mercado integrado latinoamericano MILA es muy reciente.

² Se emiten órdenes de compra y/o venta sobre valores extranjeros a través de pantallas habilitados para dichas operaciones

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio que se lleva a cabo en este prospecto de investigación es de tipo econométrico correlacional donde se evalúan relaciones entre variables de mercados bursátiles locales basados en datos de series de tiempo.

3.2 Enfoque

El enfoque de esta investigación es de carácter cuantitativo ya que basa su análisis en información numérica (índices bursátiles) y en el uso de medidas estadísticas para contextualizar, evaluar y explicar la integración y el riesgo.

3.3 Método

Becerra y Melo (2008), describen dos tipos de dependencia que se encuentran fuertemente asociados con el concepto de riesgo financiero; el primer tipo de dependencia es la dependencia longitudinal. La cual se puede entender como toda la inercia o el efecto del pasado sobre el riesgo presente, concepto muy similar al riesgo idiosincrático que afecta los retornos en los mercados financieros de diferentes países.

En segundo lugar se tiene, la dependencia transversal, la cual es la dependencia entre diferentes activos en un mismo período de tiempo, que se puede entender como el riesgo sistémico al que se ven expuestos diferentes mercados, a partir de estos conceptos de dependencia y su relación con el riesgo se propone el uso del valor en riesgo (VaR) y funciones cópulas, para evaluar si la integración entre las bolsas de valores de Colombia, Perú y Chile tuvo algún impacto sobre el riesgo sistémico e idiosincrático en estas bolsas de valores.

3.3.1 Valor en riesgo

El valor en riesgo o Value at Risk (VaR) es una de las medidas más estándar al momento de cuantificar el riesgo en mercados financieros, en la literatura se pueden encontrar diferentes formas para calcular el valor en riesgo, cada una diseñada para contrarrestar las falencias del valor en riesgo tradicional y modelar con mayor certeza las pérdidas esperadas, en teoría el valor en riesgo mide la mayor pérdida esperada de un activo en un momento dado a un determinado nivel de confianza y en un período particular (Uribe y Ulloa, 2012).

$$VaR_{1-p} = \inf\{x | f_{\gamma}(x) \geq 1 - p\} \quad (1)$$

Siguiendo a Uribe y Ulloa (2012) se calcula el valor en riesgo usando modelos ARMA-GARCH los modelos generalizados de heterocedasticidad condicional autorregresiva se usan para modelar la media y la varianza condicional de los retornos de las series, por lo que el valor en riesgo se podría calcular de acuerdo a la ecuación 2.

$$VaR_{(1-p)} = \mu_{t+1} + Z_{(1-p)}\sigma_{t+1} \quad (2)$$

Donde μ_{t+1} y σ_{t+1} es la media y desviación estándar condicional de los retornos, $Z_{(1-p)}$ es la función de distribución normal en el percentil 1-p, a partir de 2 se modelara la dependencia longitudinal de los retornos y se obtendrá una medida del riesgo condicional a la información pasada en cada país, estimando de esta forma una proxy para el riesgo idiosincrático que afecta cada país.

3.3.2 Cópulas

Una vez modelada la dependencia longitudinal de la serie se toman los residuales estandarizados de los modelos GARCH, una vez verificado que los residuales se distribuyan idéntica e independientemente (i.i.d)³, se modelara la dependencia transversal entre las diferentes

³ Esta es una condición necesaria, dado que se asume que por medio de los modelos GARCH se modelo toda la dependencia longitudinal y por ende las copulas capturan únicamente la dependencia transversal entre las series (Becerra & Melo, 2008).

bolsas de valores utilizando funciones cópula bivariadas.

Siguiendo a Uribe (2011), (McNeil, Rüdiger & Embrechts (2005), Becerra y Melo (2008), se puede definir una cópula, como una función de distribución multivariada, C , cuyo rango se encuentra en el intervalo $[0,1]$, y cuyas funciones marginales distribución, son uniformes. Esta función es particularmente útil en el análisis de riesgo dado que permite medir la dependencia lineal y no lineal entre diferentes series, en este trabajo se utilizan cópulas bivariadas por lo que C tendría la forma $C(u, v)$, donde u y v son las funciones marginales de distribución de cualquier par de series.

El teorema fundamental que permite el análisis de dependencia a partir de distribuciones marginales fue propuesto por Sklar (1959) probó a través de lo que en la literatura se denomina teorema de Sklar, que partiendo de las distribuciones marginales u y v se puede encontrar una cópula que resuma las relaciones de dependencia entre cualquier par de series, matemáticamente:

Sí H es una función de distribución n -dimensional con marginales $F_1 \dots, F_n$ entonces existe una cópula C tal que $\forall X \in \overline{R}^n$.

$$H(x_1 \dots x_n) = C(F_1(x_1), \dots F_n(x_n)) \quad (3)$$

De acuerdo con la ecuación 3 si C es única si todas las funciones de distribución marginales $F_1, \dots, F_n$ son continuas. Siguiendo a McNeil et al (2005), Becerra y Melo (2008) y En aras de identificar las cópulas que mejor describan la relación de dependencia se estiman una cópula gaussiana, una t-student y una Clayton, las primeras dos cópulas describen relaciones de dependencia simétricas, aunque la t-student, permite modelar dependencia extrema entre las ganancias y pérdidas extremas, y la tercera cópula modela dependencia extrema únicamente entre las pérdidas. Siguiendo a McNeil et al (2005) se utiliza el método de momentos para ajustar los parámetros de la cópula y usando un enfoque de máxima verosimilitud para comparar la bondad de ajuste, entre las diferentes cópulas.

3.3.3 Medidas de dependencia

Con el objetivo de medir el grado de dependencia transversal y por ende el nivel de riesgo

sistémico entre las diferentes bolsas de valores, se usaran dos medidas de dependencia calculadas a partir de las cópulas estimadas, la primera es la tau de Kendall, que de acuerdo con McNeil, Rüdiger & Embrechts (2005), es una medida de concordancia que captura relaciones lineales y no lineales a diferencia del coeficiente de correlación que solo captura dependencia lineal, matemáticamente esta medida tendría la siguiente forma:

$$\rho_{\tau}(X_1, X_2) = E(\text{signo}((X_1 - \tilde{X}_1)(X_2 - \tilde{X}_2))) \quad (4)$$

De acuerdo con la ecuación 4 esta medida parte del signo y la magnitud de dos pares de puntos para determinar el grado concordancia entre dos series.

3.3.4 Coeficiente de dependencia asintótica en las colas

Teniendo en cuenta los hechos estilizados de las series financieros, se propone el uso de coeficientes de dependencia asintótica en las colas de las cópulas, para analizar la dependencia en situaciones extremas, de acuerdo con Uribe (2011) esta medida se puede interpretar como una medida del contagio entre diferentes mercados de valores, siempre y cuando esta medida sea diferente de cero, matemáticamente:

$$\lambda_s := \lambda_s(X_1, X_2) = \lim_{q \rightarrow 1^-} P(X_2 > F_2^{\leftarrow}(q) / X_1 \leq F_1^{\leftarrow}(q)) \quad (5)$$

$$\lambda_i := \lambda_i(X_1, X_2) = \lim_{q \rightarrow 0^+} P(X_2 \leq F_2^{\leftarrow}(q) / X_1 \leq F_1^{\leftarrow}(q)) \quad (6)$$

De las ecuaciones 5 y 6 se tiene que X_1 y X_2 son variables aleatorias, con funciones de distribución F_1 y F_2 , de acuerdo con Uribe (2011) si los límites existen, entonces existe cierto grado de contagio entre las diferentes bolsas de valores

3.4 Variables

Esta investigación se centra en analizar los efectos de la integración sobre el riesgo idiosincrático y sistemático en las bolsas de valores de Colombia, Perú y Chile; para este fin se toman tres indicadores, uno por cada bolsa:

COLCAP: es un índice de capitalización que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC, 2015)

IPSA: es un índice de capitalización que representa las 40 sociedades con el mayor monto transado promedio diario de los últimos seis meses en la Bolsa de Valores de Santiago.

S&P/BVL Perú Select Index: Agrupa a las 15 acciones con mayor liquidez en la bolsa de Lima. De aquí en adelante se denotara por SPBVL.

3.5 Procedimiento

Las etapas metodológicas, se definen a continuación con base en los objetivos específicos, para los cuales se detallan las actividades y las herramientas que lleven al cumplimiento de estos.

Cuadro 1. Etapas metodológicas

Objetivo específico	Actividades o pasos	Herramientas / método
Construir el valor en riesgo (VaR) como una medida del riesgo idiosincrático para los tres países.	Recolectar información de los retornos de los índices bursátiles de Colombia(Colcap), Perú(S&P/BVL) y Chile (Ipsa)	Se utilizan datos del Banco de la República, S&P Dow Jones índices y Bolsa de Valores de Santiago
	Estimar los modelos ARMA-GARCH para los diferentes índices	ARMA - GARCH
	Identificar si los cambios promedios para cada país en el VaR condicional antes del MILA y después del MILA son estadísticamente significativos	Test de Welch
	Realizar pruebas backtesting para verificar que los VaR condicional estén correctamente especificados	Pruebas backtesting
Estimar las cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico tanto en escenarios extremos (coeficientes de dependencia asintótica	Construir las cópulas bivariadas para los retornos de los índices de Colombia, Perú y Chile	Se utilizan los residuales estandarizados de los modelos ARMA-GARCH
	Ajustar las cópulas bivariadas	Se utilizan el Método de máxima verosimilitud y el log de verosimilitud para comparar el ajuste de cada cópula

Objetivo específico	Actividades o pasos	Herramientas / método
en las colas), como en escenarios normales (tau de Kendall).	Calcular las medidas de dependencia Y dependencia extremas entre las series de los retornos de los índices	Se utilizan las Tau de Kendall y los coeficientes de dependencia asintótica
Analizar los cambios en los niveles de riesgo, antes y después de la integración formal de las bolsas de Perú, Colombia y Chile.	desarrollar un cuadro comparativo de riesgo idiosincrático y riesgo sistémico	se realizan dos matrices comparativas

Fuente: elaboración propia

4. RESULTADOS

4.1 Datos básicos

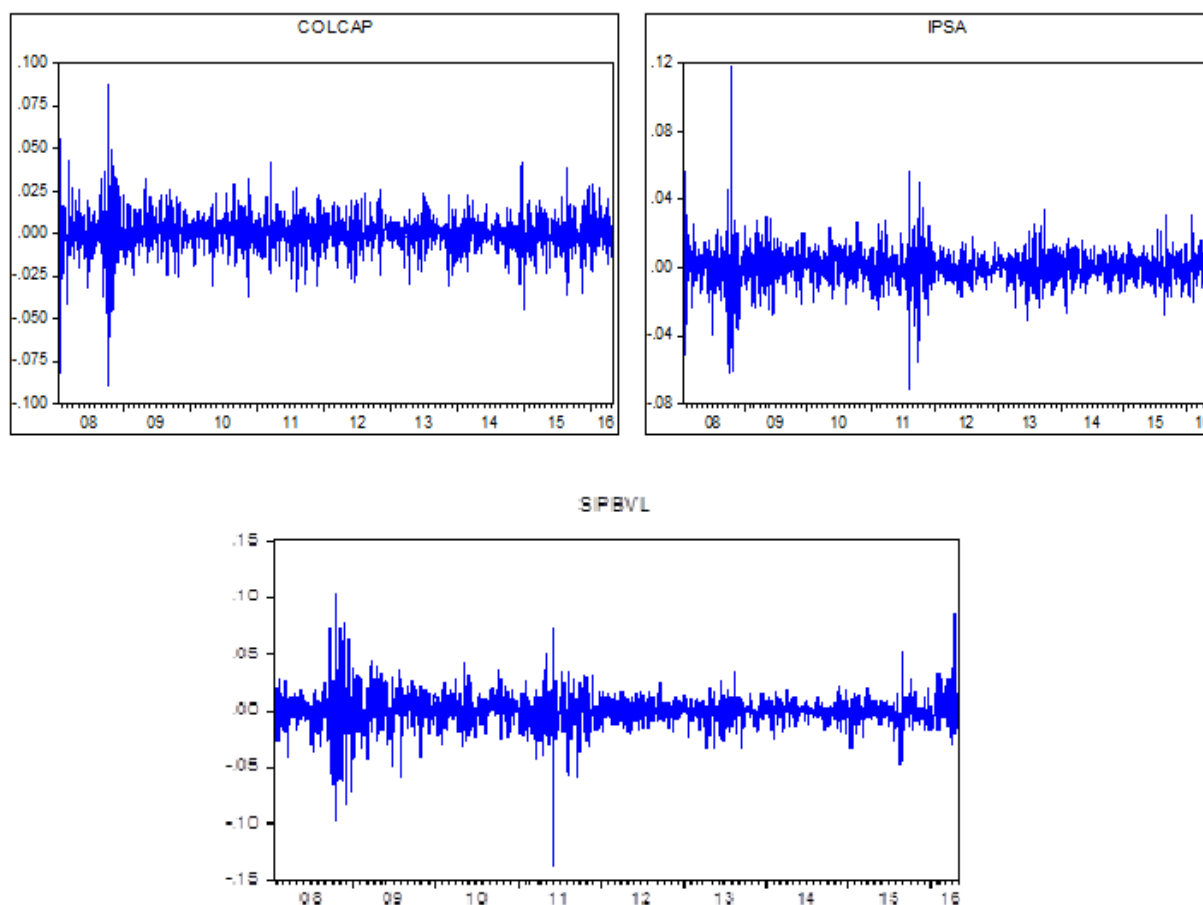
Se toman datos de los retornos de los tres indicadores nombrados anteriormente desde el 15 de enero del 2008 hasta el 6 de mayo del 2016 (ver anexo 1), los datos se obtuvieron de diferentes fuentes, el COLCAP se toma del Banco de la Republica (Banrep), el S&P/BVL se tomó de los S&P Dow Jones Índices y el IPSA se descargó de la bolsa de valores de Santiago. En el cuadro 2 se encuentran los principales estadísticos descriptivos para cada uno de los indicadores, se pueden observar algunos hechos estilizados de los retornos de las series financieras, como colas pesadas, evidenciadas en curtosis mayor a 3, el promedio cercano a 0 muestra una tendencia a oscilar sobre la media.

Cuadro 2. Principales estadísticos descriptivos

	COLCAP	S&P/BVL	IPSA
Media	0.000129	4.61×10^5	5.84×10^5
Máximo	0.087315	0.103395	0.118326
Mínimo	-0.089247	-0.136688	-0.071837
Des. Estándar	0.010934	0.014472	0.010451
Asimetría	-0.365685	-0.566067	0.225005
Curtosis	10.96118	13.81775	15.96959
Observaciones	2142	2142	2142

Fuente: Anexo 1.

En el gráfica 1 se pueden observar diferentes clusters de volatilidad en las diferentes series de los retornos de los índices bursátiles, en las tres series se observa un clúster a finales del 2008 y principios del 2009 que coincide con las turbulencias que vivieron los diferentes mercados financieros del mundo a raíz de la crisis de las subprime, también se puede observar un clúster menos pronunciado a mitad del 2011, en el IPSA y el SPBVL, que coincide con la entrada en operaciones del mercado integrado latinoamericano MILA.



Gráfica 1. Series de los índices bursátiles

Fuente: Anexo 1.

A simple vista no se puede concluir que el mercado integrado latinoamericano MILA, haya influido sobre el comportamiento de los retornos, razón por la que se propone un análisis de dependencia longitudinal y transversal, para determinar qué tanta influencia tuvo la entrada en operaciones del mercado integrado latinoamericano MILA sobre el riesgo idiosincrático y el riesgo sistémico de las bolsas analizadas.

4.2 Construcción del valor en riesgo (VaR) como una medida del riesgo idiosincrático para los tres países.

Esta construcción se hizo en cuatro pasos como se establece en la metodología.

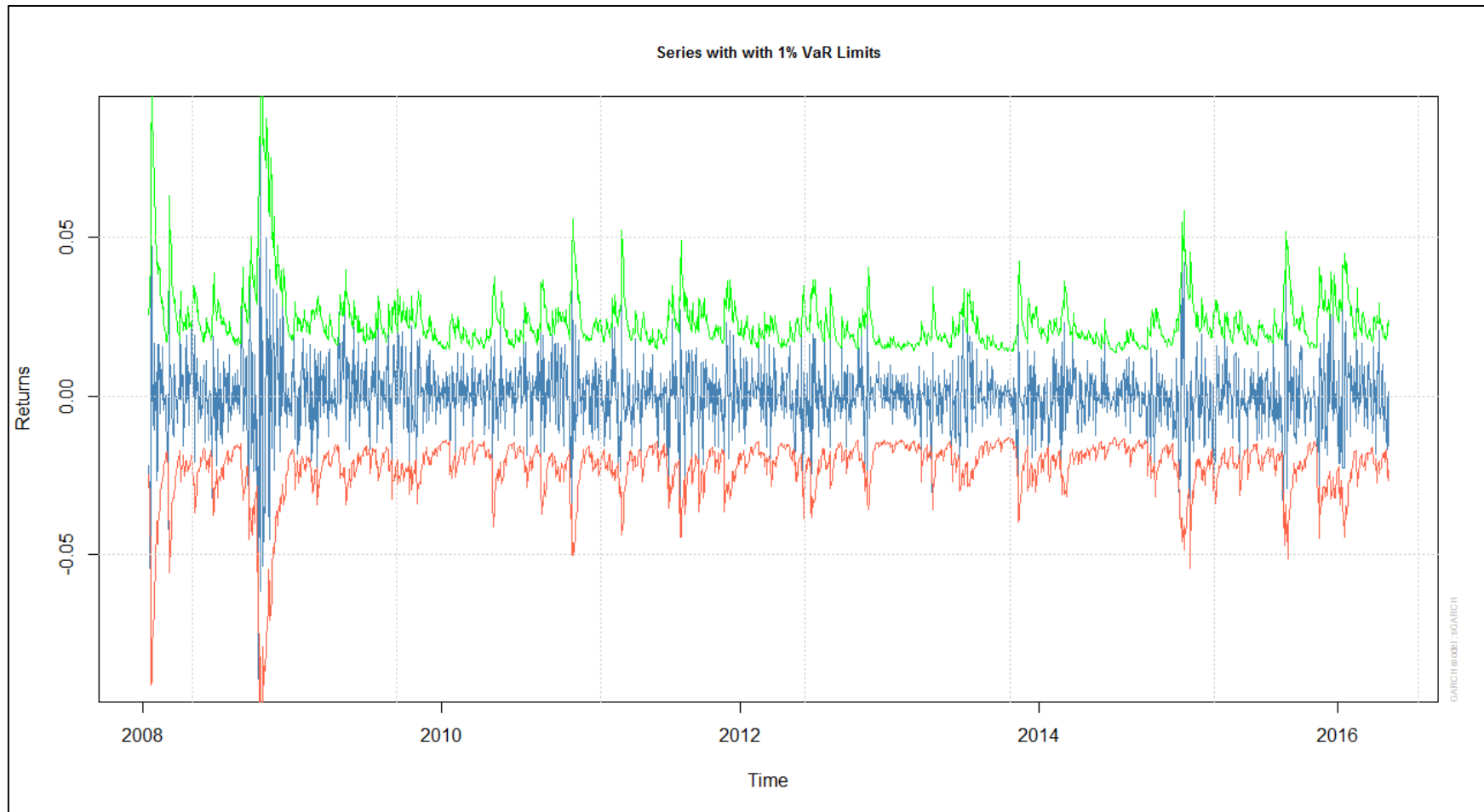
4.2.1 Recolección de la información de los retornos de los índices bursátiles de Colombia, Perú y Chile

En el anexo 1 se presentan los datos temporales que sirvieron de insumo para llevar a cabo la construcción de los valores en riesgo (VaR) de los índices bursátiles de Colombia, Perú y Chile. Cabe resaltar que por la cantidad de datos (2142) que abarcan desde el año 2008 hasta el 2016, el anexo se presenta en un CD.

4.2.2 Estimación de los modelos ARMA –GARCH para los diferentes índices

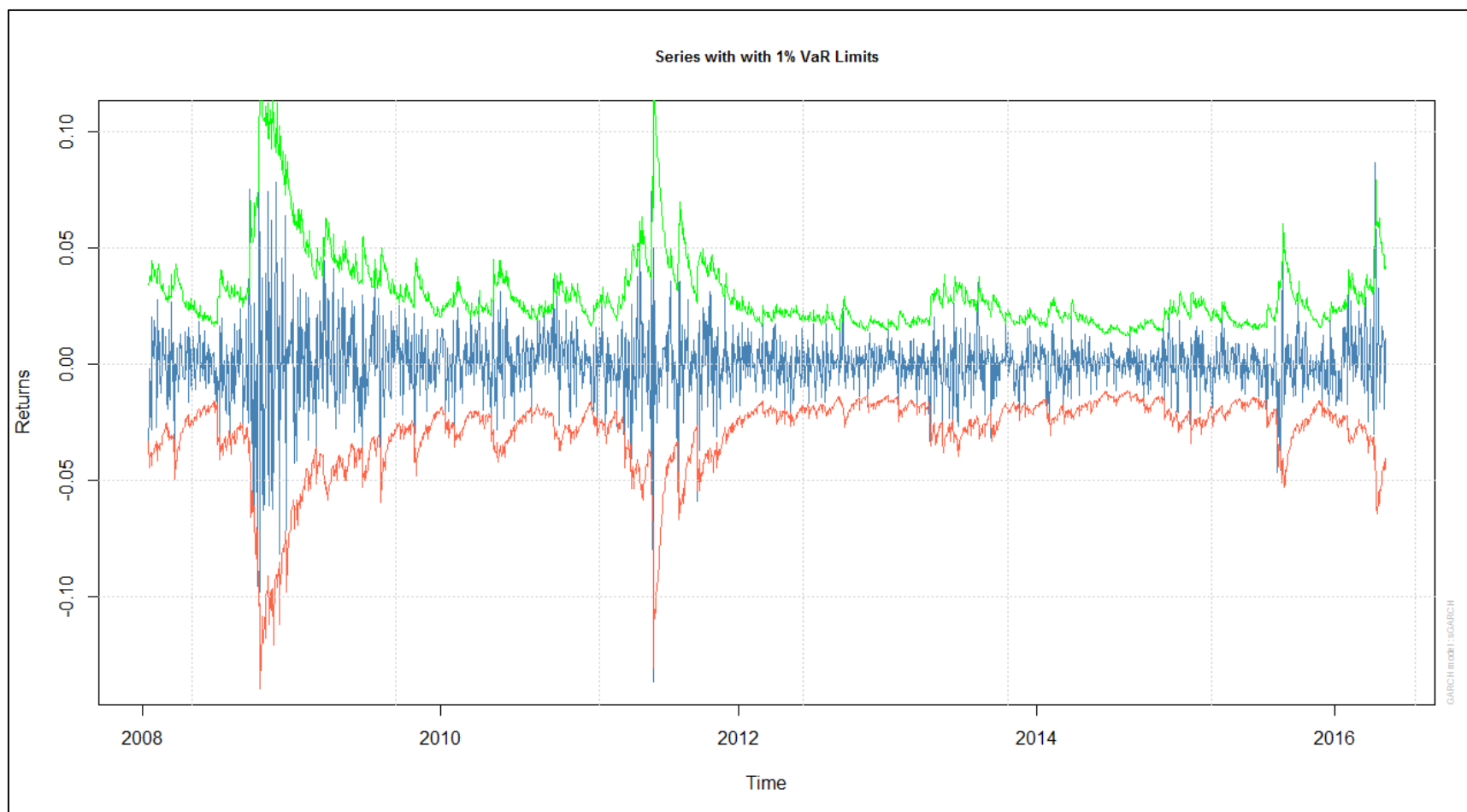
Se estimaron tres modelos ARMA(1,1)-GARCH(1,1) como se puede apreciar en el anexo 2 para los diferentes índices, se verificaron tanto las condiciones de no negatividad, como que los modelos cumplieran con los supuestos de no autocorrelación en media o varianza y se usó un test LM (ver anexo 3 que incluye las condiciones de no negatividad y la prueba de no autocorrelación en media y varianza), para evaluar que los efectos heterocedasticidad condicional autorregresiva se modelara apropiadamente, se probaron con diferentes especificaciones, sin embargo se escogieron los modelos que cumplieran con los supuestos y que tuvieran la menor cantidad de parámetros a estimar de acuerdo a criterios de parsimonia.

En los gráficos 2, 3 y 4 se puede observar el comportamiento del valor en riesgo (VaR) (líneas verde y roja) condicional a la información disponible hasta el período $t-1$, se puede observar como períodos de alta volatilidad implican períodos de alto riesgo, sin embargo no se puede observar a simple vista, si la puesta en marcha del mercado integrado latinoamericano MILA implicó cambios en la forma como el riesgo idiosincrático o propio de cada país afectaba los retornos.



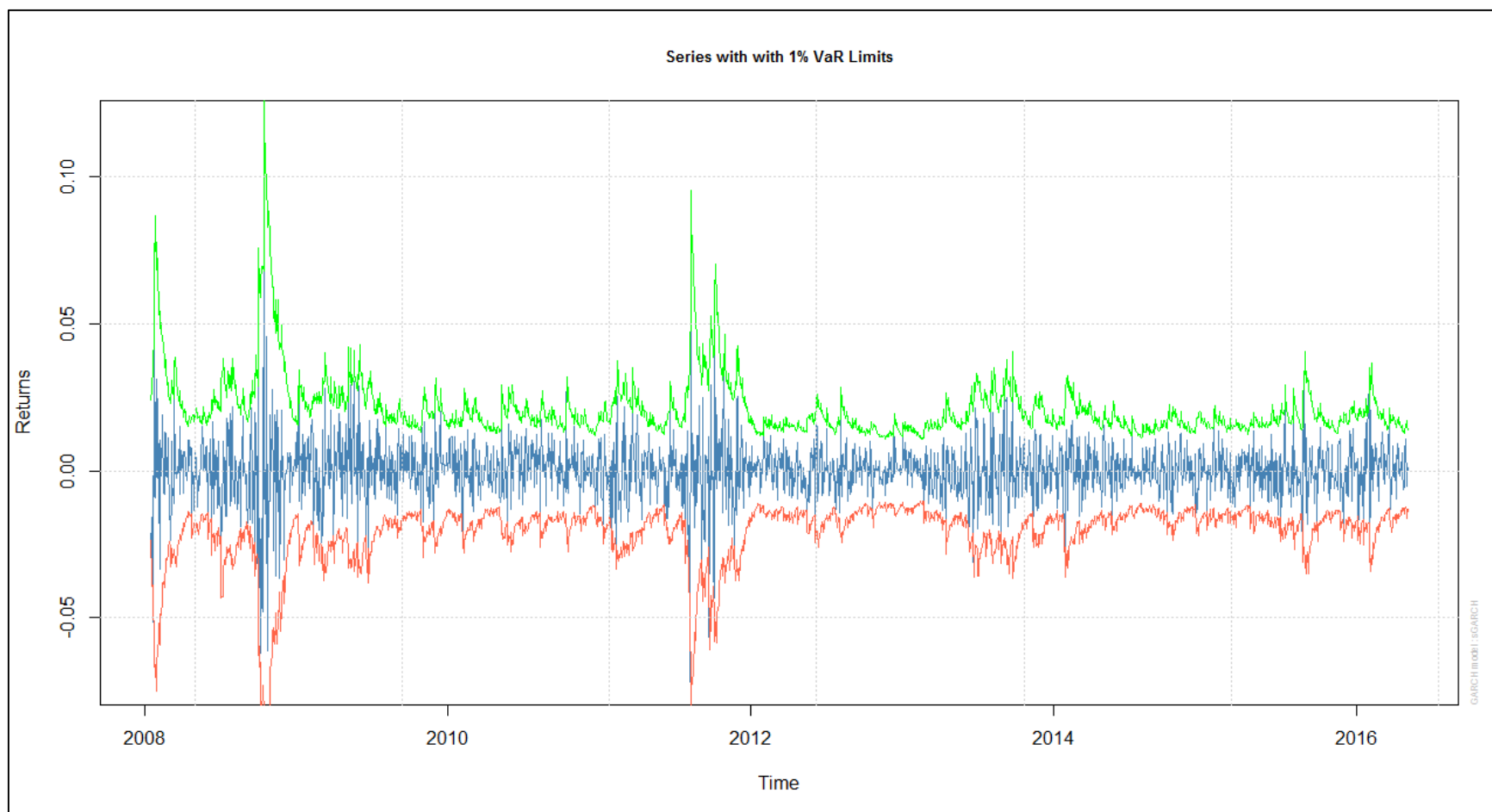
Gráfica 2. Valor en riesgo condicional al 1% para el COLCAP

Fuente: Anexo 1



Gráfica 3. Valor en riesgo condicional al 1% para el SPBVL

Fuente: Anexo 1



Gráfica 4. Valor en riesgo condicional al 1% para el IPSA

Fuente: Anexo 1

4.2.3 Cambios promedios para cada país en el VaR condicional antes del MILA

Para evaluar si hay diferencias estadísticamente significativas se emplea una prueba de Welch (ver cuadro 3) con varianzas diferentes sobre el valor en riesgo (VaR) condicional estimado antes y después del 30 de mayo del 2011, la hipótesis nula de esta prueba nos dice que la diferencia entre la media del valor en riesgo (VaR) antes y después de entrar en funcionamiento el mercado integrado latinoamericano MILA es igual 0, contra la alternativa de que la verdadera diferencia no es igual a 0.

Cuadro 3. Test de Welch para la media el valor en riesgo con diferentes varianzas

	VaR promedio antes del MILA	VaR promedio después del MILA	t-student	P-valor
COLCAP	1.86%	1.56%	90.700	0.0000
IPSA	1.75%	1.39%	99.603	0.0000
SPBVL	2.63%	1.77%	163.830	0.0000
Observaciones	869	1273		

Fuente: Cálculos propios

En conjunto el valor en riesgo (VaR) promedio antes del mercado integrado latinoamericano MILA indican que en promedio la máxima pérdida relativa esperada en el valor bursátil el 95% de las veces era del 1.86%, el 1.75% y el 2.63% para las bolsas de valores de Colombia, Perú y Chile respectivamente. Para el período en que el mercado integrado latinoamericano MILA ya estaba operando, los valor en riesgo (VaR) para Colombia, Perú y Chile, eran aproximadamente 1.56%, 1.39% y 1.77%, ligeramente menores que los valor en riesgo (VaR) del período anterior.

4.2.4 Pruebas backtesting para verificar que los VaR condicional estén correctamente especificados

Siguiendo a Becerra y Melo (2008), se realizaron las respectivas pruebas de backtesting (cuadro 4) para verificar que las medidas de valor en riesgo (VaR) estuvieran bien especificados, se utiliza la prueba de Kupiec de cubrimiento incondicional y la prueba de Christoffersen de

cubrimiento condicional, la primera evalúa si la cantidad de veces que las pérdidas fueron superiores al valor en riesgo (VaR) estuvo por encima del nivel de confianza, en este caso del 5%, la prueba de cubrimiento condicional evalúa además si las veces que las pérdidas fueron superiores al valor en riesgo (VaR) fueron independientes entre sí.

En el cuadro 4 se puede apreciar, como en las pruebas de cubrimiento incondicional y condicional, no se tiene suficiente evidencia estadística para depurar el valor en riesgo (VaR) como medida de riesgo en el período estudiado.

Cuadro 4. Backtesting para los VaR calculados

	COLCAP	SPBVL	IPSA
Excesos esperados	107	107	107
Excesos	116	115	115
H0	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas
LR cubrimiento incondicional	1.911.728.754	1.651.236.288	1.651.236.288
Valor critico	3.841.458.821	3.841.458.821	3.841.458.821
P-valor	0.166771352	0.198790749	0.198790749
Decisión	No se puede rechazar h_0	No se puede rechazar h_0	No se puede rechazar h_0
H0	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas y los excesos son independientes	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas y los excesos son independientes	El VaR cubre apropiadamente las pérdidas y los excesos son independientes
Lr cubrimiento condicional	2.230.166.248	3.526.609.598	1.697.091.454
Valor critico	5.991.464.547	5.991.464.547	5.991.464.547
P-valor	0.327888022	0.171477229	0.428036962
Decisión	No se puede rechazar h_0	No se puede rechazar h_0	No se puede rechazar h_0

Fuente: Cálculos propios

En conjunto se puede observar como el valor en riesgo (VaR) condicional hace uso de la dinámica de los retornos, para modelar la dependencia de estos con los retornos pasados, así mismo por medio de la comparación del valor en riesgo (VaR) se brinda evidencia a favor de

una reducción en el riesgo promedio luego de la integración, igualmente por medio del backtesting se muestra como los diferentes VaR calculados están correctamente especificados.

4.2 Estimación de las cópulas para obtener una medida del riesgo sistémico tanto en escenarios extremos (coeficientes de dependencia asintótica en las colas), como en escenarios normales (Tau de Kendall).

Se realiza la estimación a través de los siguientes cuatro pasos:

4.2.1 Construcción de cópulas bivariadas para los retornos de los índices de Colombia, Perú y Chile

Una vez modelada la dependencia longitudinal de los diferentes índices, se procede a estimar el grado de dependencia transversal, e implícitamente evaluando el nivel de riesgo sistémico entre los diferentes índices. Partiendo de los residuales estandarizados de los modelos ARMA-GARCH estimados (ver anexo 3), se construyen las cópulas bivariadas, con el fin de analizar qué tan interdependientes son las diferentes bolsas de Colombia, Perú y Chile y por ende analizar el nivel de riesgo que comparten estas bolsas, al igual que con el valor en riesgo (VaR) se utiliza una evaluación expost para evaluar si la integración en el mercado integrado latinoamericano MILA implica cambios en el riesgo sistémico o en el grado de dependencia de los diferentes indicadores.

Se construyen entonces 2 pares de cópulas (ver anexo 4), las cópulas con el numero 1 identifican el período antes de entrar en funcionamiento el MILA, y el número 2 el período después del 30 de mayo del 2011 fecha en que el mercado integrado latinoamericano MILA entro en operaciones.

4.2.2 Ajuste de cópulas bivariadas

Se ajustaron las cópulas siguiendo el método de momentos y usando el método paramétrico de máxima verosimilitud, en el cuadro 5 se puede apreciar como de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov todas las pseudo-muestras construidas a partir de los residuales

estandarizados se distribuyen uniformes.

Cuadro 5. Logaritmo de verosimilitud, test KS y parámetros estimados de las cópulas

	COLCAP- IPSA 1	COLCAP- IPSA 2	COLCAP- SPBVL 1	COLCAP- SPBVL 2	SPBVL- IPSA 1	SPBVL- IPSA 2
LOGARITMO DE VEROSIMILITUD						
Cópula normal	14.633	4.619	566.283	902.844	0.8638	0.263
Cópula t de student	-133.884	-766.128	385.201	486.413	-0.7673	-802.663
Cópula Clayton	66.092	40.161	622.902	867.972	43.419	0.7429
PRUEBA KOLMOROV-SMIRNOV						
	0.0345 (0.4947)	0.0346 (0.2627)	0.0345 (0.4947)	0.0346 (0.2627)	0.0345 (0.4947)	0.0346 (0.2627)
PARAMETROS CÓPULAS						
Cópula normal	0.05877 (0.0858)	0.08586 (0.00216)	0.35352 (0.0000)	0.36639 (0.00000)	0.04518 (0.188)	0.02052 (0.468)
Cópula t de student	0.03656 (0.334)	0.06303 (0.0361)	0.24965 (0.000)	0.28255 (0.0000)	0.04111 (0.284)	0.01249 (0.679)
Cópula Clayton	0.13348 (0.00119)	0.08986 (0.00856)	0.51195 (0.0000)	0.50354 (0.0000)	0.10738 (0.00811)	0.03558 (0.242)

Fuente: Cálculos propios

Al mismo tiempo en el cuadro 5 se puede apreciar como de acuerdo al Logaritmo de verosimilitud la cópula Clayton es la que mejor describe las relaciones de dependencia entre los diferentes índices, aunque también se observa que la dependencia entre el COLCAP y el IPSA, y COLCAP y el SPBVL, en el período antes del mercado integrado latinoamericano MILA es mejor capturado por una cópula Clayton, mientras que en el período después de entrar a operar el MILA, la dependencia es mejor capturada por una cópula normal, situación que no sucede con la dependencia entre el IPSA y el SPBVL, pues tanto antes como después de entrar a funcionar el MILA la dependencia entre estos dos indicadores, es mejor capturada por una cópula Clayton.

Lo anterior se puede entender en la medida que se tenga en cuenta que la cópula Clayton es un tipo de cópula enfocada en modelar la dependencia entre las pérdidas y en conjunto esto es evidencia a favor de un cambio en la forma como las pérdidas en la bolsa de valores de

Colombia afectan las pérdidas en la bolsa de valores de Lima y de Santiago, al tiempo que las pérdidas en estas últimas afectan a la bolsa colombiana. Habría que decir también que es interesante ver como para la bolsa de Santiago y de Lima, la dependencia se puede caracterizar con una cópula Clayton en ambos períodos, pues esto mostraría que entre ambas bolsas hay una transmisión de los efectos de las pérdidas de una bolsa a la otra.

4.2.3 Cálculo de medidas de dependencia y dependencia extremas entre series de los retornos de los índices.

A partir de las cópulas ajustadas se calculan las tau de Kendall, esta medida se interpreta de la misma forma que el coeficiente de correlación, sin embargo como se mencionó antes esta es una medida mucho más amplia, pues captura dependencias lineales y no lineales, en el cuadro 6 se puede observar, que sin importar el tipo de cópula que se está analizando, la dependencia aumenta casi el doble entre el período antes y después de que el MILA empezara a funcionar para las cópulas entre el COLCAP-IPSA y COLCAP-SPBVL, mientras que la dependencia entre el SPBVL-IPSA se redujo a la mitad en todas las cópulas ajustadas.

Cuadro 6. Medidas de dependencia de las cópulas

	COLCAP-IPSA 1	COLCAP-IPSA 2	COLCAP-SPBVL 1	COLCAP-SPBVL 2	SPBVL-IPSA 1	SPBVL-IPSA 2
MEDIDAS DE DEPENDENCIA						
TAU-NORMAL	0.02	0.038	0.13	0.147	0.021	0.01
TAU-T	0.02	0.038	0.13	0.147	0.021	0.01
TAU-CLAYTON	0.015	0.029	0.092	0.103	0.017	0.008
COEFICIENTE DE DEPENDENCIA ASINTOTICA						
Cópula normal	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cópula t de student	19.18%	20.14%	25.34%	26.36%	19.26%	18.69%
Cópula Clayton	0.0000000%	0.0010018 %	3.29%	4.83%	0.0000001%	0.0000000 %

Fuente: Cálculos propios

Luego al analizar los coeficientes de dependencia asintótica, se encuentra que la única cópula donde este coeficiente tiene un efecto considerable es en la cópula Clayton para los índices COLCAP-SPBVL en los dos períodos analizados, pasando de una probabilidad del 3.29% a una probabilidad del 4.83% de que las pérdidas extremas de una bolsa se transmitan a la otra bolsa. En el resto de los casos los coeficientes son relativamente insignificantes.

En conjunto los resultados muestran: que la forma como se transmite el riesgo entre las bolsas de Colombia, Perú y Chile cambió antes y después de la implementación del mercado integrado latinoamericano MILA, para el caso colombiano se observa como las tau de Kendall son casi el doble en el período después del mercado integrado latinoamericano MILA, tanto con la bolsa peruana, como con la chilena. Mientras que la dependencia entre las bolsas de Perú y Chile, muestra una disminución.

4.3 Análisis de los cambios en los niveles de riesgo, antes y después de la integración formal de las bolsas de Perú, Colombia y Chile.

Se pueden observar en el cuadro 7 cambios sutiles en el riesgo de cada índice, de los tres mercados de capitales el peruano fue el de mayor beneficio después del inicio del mercado integrado latinoamericano MILA, al disminuir su promedio de descapitalización bursátil en 0,86% en términos relativos. Por su parte, el cuadro 8 permite observar los cambios en el riesgo sistémico en la región, se observa que el cambio más significativo en cuanto a transmisión de pérdidas extremas se dio entre la bolsa de Colombia (COLCAP) y el mercado de capitales del Perú (SPVL) sufriendo un incremento en la probabilidad de pérdidas extremas entre estos dos mercados del 1,5%.

Cuadro 7. Cambios en el riesgo idiosincrático

Índice por país	Riesgo idiosincrático promedio antes del MILA (medido por el VaR)	Riesgo idiosincrático promedio después del MILA (medido por el VaR)
COLOMBIA (COLCAP)	1.86%	1.56%
CHILE (IPSA)	1.75%	1.39%
PERÚ (SPBVL)	2.63%	1.77%

Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. Cambios en el riesgo sistémico

Índices bursátiles	Riesgo sistémico en escenarios normales antes del MILA	Riesgo sistémico en escenarios normales después del MILA	Riesgo sistémico en escenarios extremos antes del MILA	Riesgo sistémico en escenarios extremos después del MILA
CÓPULA NORMAL				
COLCAP-IPSA	0,02	0,038	0.00%	0.00%
COLCAP-SPBVL	0,13	0,147	0,00%	0,00%
SPBVL-IPSA	0,021	0,01	0,00%	0,00%
CÓPULA T-STUDENT				
COLCAP-IPSA	0,02	0,038	19.18%	20.14%
COLCAP-SPBVL	0,13	0,147	25.34%	26.36%
SPBVL-IPSA	0,021	0,01	19.26%	18.69%
CÓPULA CLAYTON				
COLCAP-IPSA	0,015	0,029	0,0000000%	0,0010018%
COLCAP-SPBVL	0,092	0,103	3,29%	4,83%
SPBVL-IPSA	0,017	0,008	0,0000001%	0,0000000%

Fuente: elaboración propia

En resumen, tanto el riesgo idiosincrático mediante medidas de valor en riesgo (VaR) condicional y el riesgo sistémico por medio de cópulas, muestran como los factores propios de cada país son los que predominan al momento de explicar el riesgo y si bien en promedio el riesgo fue menor, esto no se puede atribuir únicamente a la implementación del MILA, por ende para analizar si con la implementación del MILA hubo cambios en el riesgo que comparten Colombia, Perú y Chile, se analizaron las cópulas bivariadas, encontrando que ha habido cambios sutiles en la forma como se transmiten los riesgos entre los diferentes países.

5. CONCLUSIONES

La necesidad de financiamiento impulsó la creación de un mercado de valores integrado que vinculara las bolsas de Colombia, Perú, Chile y recientemente de México; desde la teoría la integración financiera se puede entender como una forma de diversificar los riesgos propios de cada país, al tiempo que se cuenta con nuevas fuentes de financiamiento.

En este trabajo se analizan los efectos de la entrada en operación del MILA sobre el riesgo idiosincrático y el riesgo sistémico en las bolsas de Colombia, Perú y Chile, se excluye la bolsa mexicana dado que su incorporación al MILA es relativamente reciente, a partir de los índices COLCAP, IPSA y el S&P/BVL, se construye una serie con el VaR condicional para analizar el grado de dependencia longitudinal y tener una medida del riesgo idiosincrático en cada país. Una vez modelada la dependencia longitudinal de las series se evalúa el grado de dependencia transversal por medio de funciones cópulas bivariadas, de esta forma se estima una medida del riesgo sistémico entre las diferentes bolsas.

Los resultados muestran en primer lugar, que el VaR condicional calculado utilizando modelos ARIMA-GARCH, cubren apropiadamente el riesgo de los retornos para los diferentes países, gráficamente se puede observar como la volatilidad de la serie es capturada por el VaR y se encuentra que en promedio si existen diferencias significativas en el valor en riesgo, antes y después que el MILA entrara a operar, los resultados muestran que en promedio el riesgo en Colombia las acciones más representativas y bursátiles pasaron de tener un VaR del 1.86% al 1.56% después de implementarse el MILA, de manera análoga la bolsa chilena pasó de tener un VaR del 1.75% al 1.39%, mientras que la bolsa peruana mostró un descenso superior al 1% en el valor en riesgo promedio pues pasó de un VaR promedio del 2.63% al 1.77% después del 30 de mayo del 2011.

En segundo lugar luego de verificar que los residuales estandarizados cumplieran con los supuestos de los modelos ARMA-GARCH, se procede a modelar la dependencia transversal entre los diferentes indicadores utilizando cópulas bivariadas, como se mencionó antes se requiere que los residuales de los modelos cumplan con los supuestos para garantizar que se

modelo apropiadamente la inercia de las series.

Los resultados muestran que las cópulas entre el COLCAP-IPSA y el COLCAP-SPBVL pasaron de tener un mejor ajuste con la cópula Clayton a tener un mejor ajuste con una cópula normal después de que el MILA entrara a operar el 30 de mayo del 2011, sin embargo la diferencia en el ajuste es relativamente pequeño, a pesar de esto se puede apreciar cómo tanto con la Clayton, como con la normal, la Tau de Kendall casi que se duplica entre el primero y el segundo para la cópula COLCAP-IPSA, al tiempo que la cópula COLCAP-SPBVL solo aumenta un punto porcentual entre el período antes y después de que el MILA empezará a operar.

A diferencia de las dos cópulas anteriores, la cópula SPBVL-IPSA tiene mejor ajuste usando una Clayton, en los dos períodos analizados, A pesar de lo anterior las Tau de Kendall calculadas muestran escasa dependencia entre los indicadores seleccionados pues en el mejor de los casos la Tau de Kendall muestra una dependencia del 14% entre el COLCAP y el SPBVL, esta relación de dependencia muestra ser igualmente importante en eventos extremos dado que se observa como el coeficiente de dependencia asintótica es igual al 3.29% en el período inicial y aumenta al 4.83% en el período final, esto dice que en caso de pérdidas extremas estas bolsas pasan de tener un 3.29% a 4.83% de probabilidad de tener pérdidas extremas.

En conjunto los resultados muestran que si bien hubo cambios antes y después de que entrara a funcionar el MILA, estos no tienen una magnitud relativamente considerable, tanto al analizar el riesgo idiosincrático, como el riesgo sistémico.

6. RECOMENDACIONES

Los resultados no muestran cambios relativamente grandes en los niveles de riesgo idiosincrático o sistémico explicados por la entrada en funcionamiento del MILA, al menos a nivel agregado, sin embargo investigaciones futuras pueden centrarse en relaciones más desagregadas entre diferentes acciones o sectores económicos que coticen en las bolsas de cada país y evaluar si la integración tuvo efectos significativos entre ellos.

También sería interesante poder determinar las variables económicas o los elementos que tienen en común estos países que pudieran llevar a generar efectos en los mercados reales de la región y en el riesgo. Por su parte uno de los limitantes de este trabajo es la falta de datos para analizar la influencia del mercado mexicano en el comportamiento del mercado integrado latinoamericano MILA.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. C., & Chaves, J. (Enero-marzo de 2013). Valor en riesgo: evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 5 países latinoamericanos . *Estudios Gerenciales Universidad ICESI*, 29(126).
- Álvarez Romero, P., Atehortua Ramírez , H., & Aguilar Guzmán, ?. (2013). Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el período 2007-2012. *Cuadernos de Contabilidad*, 53-74.
- Álvarez, P., Atehortúa, F., & Aguilar, D. (2013). Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el período 2007-2012. *Cuadernos de Contabilidad*, 14(34).
- Álvarez, P., Atehortúa, F., & Aguilar, D. (2013). Mercado Integrado Latinoamericano (MILA): análisis de correlación y diversificación de los portafolios de acciones de los tres países miembros en el período 2007-2012. *Cuadernos de Contabilidad*, 14(34).
- Ávila, J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovar*, 19(34), 187-199.
- Ayuso, J., & Blanco , R. (2001). Has financial market integration increased during the nineties? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 265–287.
- Becerra, Ó., & Melo , L. (2008). Medidas de riesgo financiero usando cópulas: teoría y aplicaciones. *Borradores de Economía*(489).
- CEPAL. (2007). *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.
- Christoffersen, P. (2012). *Elements of Financial Risk Management* (Vol. 2). San Diego CA: Elsevier.
- Christofi, A., & Pericli, A. (1999). Correlation in price changes and volatility of major Latin

- American stock markets. *Journal of Multinational Financial Management*, 9(1), 79-93.
- Conesa, E. R. (1982). La integración financiera de América Latina. *Revista mensual de Intal*(74).
- Corbo, V. (1997). *Integración financiera en América Latina*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Corbo, V. (1997). *Integración financiera en América Latina*. Serie de documentos de trabajo de la oficina del Economista Jefe, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Da Silva Bichara, J., Moreira Cunha, A., & Caputi Lélis, M. T. (2008). Integración monetaria y financiera en América del Sur y en Asia. *Latin American Research Review*, 43(1), 84-112.
- De Gregorio, J. (1999). Financial integration, financial development and Economic Growth. *Estudios de Economía*, 26(2), 137-161.
- Estrada, D., & Morales, P. (2008). La estructura del mercado interbancario y del riesgo de contagio en Colombia. *Estabilidad Financiera*(17), 93-114.
- Fernández, A., & Matallín, J. (2000). Gestión óptima de carteras internacionales ante la integración de los mercados Europeos. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la empresa*, 6(3), 87-100.
- Forigua Rojas, J. (Enero-marzo de 2011). Mercado de capitales e integración regional: retos y perspectivas. *Carta financiera ANIF*(153).
- Garay S., L. J. (1998). *Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996* .
Obtenido de Biblioteca virtual Luis Ángel Arango:
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/economia/industrilatina/200.htm>.
- Grubel, H. (1968). Internationally diversified portfolios: welfare gains and capital flows. *American Economic Review*, 58(5), 1299-1314.
- Grubel, H. G. (December de 1968). Internationally Diversified Portfolios: Welfare Gains and Capital Flows. *The American Economic Review*, 58(5), 1299-1314.

- Gurrola Rios, C., Santillán Salgado, R., & Jiménez Preciado, A. L. (2014). Interrelaciones y causalidad entre los principales mercados de capitales en América Latina: un enfoque de Series de Tiempo, Estocástica. *Finanzas y riesgo*, 4(1), 63-86.
- Herrera, F., Ortiz, E., & Cabello, A. (2009). Las interrelaciones de volatilidad y rendimientos entre los mercados de valores del TLCAN. *Investigación económica*, 68(267), 83-114.
- Kaminsky, G. (2009). *Two Hundred Years of Financial Integration: Latin America since Independence*.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- McNeil, A., Rüdiger, F., & Embrechts, P. (2005). *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Melo, L. F., & Rincón, H. (2012). *Choques externos y precios de los activos en Latinoamérica antes y después de la quiebra de Lehman Brothers*. Banco de la República.
- Meza San Martin, W. (1981). Integración financiera Latinoamericana . *Comisión económica para América Latina (CEPAL)*.
- Meza, W. (1981). *Integración financiera latinoamericana*. . Comisión económica para América Latina (CEPAL).
- Morelli, D. (2010). European capital market integration: An empirical study based on a European asset pricing model. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*(20), 363–375.
- Morelli, D. (2010). European capital market integration: An empirical study based on a European asset pricing model. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 20(4), 363-375.
- Ortiz, E., López , F., & Cabello, A. (2007). Las bolsas de valores en el área del TLCAN: un análisis a largo plazo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 38(151), 37-61.
- Prasad, E., Rogoff, K., Wei Shang, J., & Kose, M. (2003). *Efectos de la globalización financiera*

en los países en desarrollo: Datos empíricos. Washington: Fondo Monetario internacional.

Sklar, A. (1959). Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. *Publ. Inst. Statist. Univ. Paris*(8), 229-231.

Stavarek, D., Repkova, I., & Gajdosova, K. (2011). *Theory of financial integration and achievements in the European Union.* Munich: Munich Personal RePEc Archive.

Stavarek, D., Repkova, I., & Gajdosova, K. (2011). *Theory of financial integration and achievements in the European Union.*, (34393). Munich : Munich Personal RePEc Archive.

Uribe, J. (2011). Contagio financiero una metodología para su evaluación mediante coeficientes de dependencia asintótica . *Lecturas de economía*(75).

Uribe, J. M., & Fernández , J. (2013). Riesgo sistémico en el mercado de acciones Colombiano: alternativas de diversificación bajo eventos extremos.

Uribe, J. M., & López, S. (Julio-diciembre de 2014). Efectos del MILA en la eficiencia de portafolio de los mercados de acciones colombiano, peruano y chileno. *Cuadernos de economía*, 3(2).

Uribe, J., & Ulloa, I. (2012). La medición del riesgo en eventos extremos. Una revisión metodológica en contexto. *Lecturas de economía*(76).

Zhang, Q., & Lucey, B. (2010). Financial integration and Emerging Markets Capital Structure. *Journal of Banking & Finance*(35), 1228–1238.

ANEXOS

Anexo 1. Información de los retornos de los índices bursátiles de Colombia, Perú y Chile



Fuente: Banrep, S&P Dow Jones Índices y Bolsa de Valores de Santiago, cálculos propios

Anexo 2. ARMA-GARCH por índice bursátil

ARMA-GARCH COLCAP

```
*-----*
*      GARCH Model Fit      *
*-----*
```

Conditional Variance Dynamics

```
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm
```

Parámetros óptimos

```
-----
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu    0.000394  0.000211  1.8698 0.061512
ar1   0.289825  0.164416  1.7628 0.077942
ma1   -0.190699  0.168070 -1.1346 0.256525
omega 0.000007  0.000001 12.0477 0.000000
alpha1 0.159505  0.013766 11.5870 0.000000
beta1  0.779695  0.013730 56.7862 0.000000
```

Robust Standard Errors:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu    0.000394  0.000217  1.8180 0.069067
ar1   0.289825  0.121181  2.3917 0.016772
ma1   -0.190699  0.124700 -1.5293 0.126201
omega 0.000007  0.000001  8.0986 0.000000
alpha1 0.159505  0.015150 10.5282 0.000000
beta1  0.779695  0.021037 37.0626 0.000000
```

LogLikelihood : 6942.033

Criterios de información

```
-----
Akaike      -6.4762
Bayes       -6.4603
Shibata     -6.4762
Hannan-Quinn -6.4704
```

ARMA-GARCH SPBVL

```
*-----*
*      GARCH Model Fit      *
*-----*
```

Conditional Variance Dynamics

```
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm
```

Parametros optimos

```
-----
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      0.000135  0.000242  0.55692 0.577585
ar1     0.051980  0.180642  0.28775 0.773536
ma1     0.080221  0.179743  0.44631 0.655373
omega   0.000001  0.000002  0.68414 0.493885
alpha1  0.085531  0.026846  3.18597 0.001443
beta1   0.910148  0.026322 34.57710 0.000000
```

Robust Standard Errors:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      0.000135  0.000269  0.502287 0.615465
ar1     0.051980  0.211103  0.246233 0.805502
ma1     0.080221  0.211115  0.379986 0.703956
omega   0.000001  0.000022  0.067835 0.945917
alpha1  0.085531  0.255359  0.334944 0.737667
beta1   0.910148  0.253835  3.585591 0.000336
```

LogLikelihood : 6511.658

Criterios de información

```
-----
Akaike      -6.0744
Bayes       -6.0585
Shibata     -6.0744
Hannan-Quinn -6.0686
```

ARMA-GARCH IPSA

```
*-----*
*      GARCH Model Fit      *
*-----*
```

Conditional Variance Dynamics

```
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
```

Mean Model : ARFIMA(1,0,1)
 Distribution : norm

Parámetros óptimos

```
-----
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      0.000317  0.000190  1.6643 0.096049
ar1     0.045113  0.106024  0.4255 0.670473
ma1     0.127436  0.105116  1.2123 0.225383
omega   0.000002  0.000001  1.8849 0.059438
alpha1  0.121821  0.015563  7.8275 0.000000
beta1   0.852958  0.017725 48.1214 0.000000
```

Robust Standard Errors:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      0.000317  0.000203  1.56254 0.118160
ar1     0.045113  0.081267  0.55512 0.578810
ma1     0.127436  0.086150  1.47924 0.139077
omega   0.000002  0.000005  0.46727 0.640304
alpha1  0.121821  0.040150  3.03414 0.002412
beta1   0.852958  0.057389 14.86263 0.000000
```

LogLikelihood : 7170.073

Criterios de información

```
-----
Akaike      -6.6891
Bayes       -6.6733
Shibata     -6.6892
Hannan-Quinn -6.6833
```

Anexo 3. Pruebas de especificación ARMA-GARCH

ARMA-GARCH COLCAP

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]          2.324 0.127378
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]  4.821 0.006029
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]  6.482 0.186046
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados al cuadrado

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]          0.02995 0.8626
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]  3.78506 0.2821
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]  5.71229 0.3326
d.o.f=2

```

Prueba ARCH LM ponderada

```

-----
Statistic Shape Scale P-Value
ARCH Lag[3]    0.798 0.500 2.000 0.3717
ARCH Lag[5]    1.750 1.440 1.667 0.5291
ARCH Lag[7]    3.125 2.315 1.543 0.4902

```

ARMA-GARCH SPBVL

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]          0.06052 0.8057
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]  1.36922 0.9994
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]  3.52091 0.7970
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados al cuadrado

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]          1.163 0.28088
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5]  5.870 0.09651
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9]  7.827 0.13923
d.o.f=2

```

Prueba ARCH LM ponderada

	Statistic	Shape	Scale	P-Value
ARCH Lag[3]	0.0135	0.500	2.000	0.9075
ARCH Lag[5]	0.1322	1.440	1.667	0.9805
ARCH Lag[7]	1.1655	2.315	1.543	0.8852

ARMA-GARCH IPSA

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados

```

-----
                statistic p-value
Lag[1]                0.610 0.4348
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5] 2.322 0.8630
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9] 3.745 0.7491
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Prueba Ljung-Box ponderada sobre los residuales estandarizados al cuadrado

```

-----
                statistic p-value
Lag[1]                1.111 0.2919
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5] 1.485 0.7435
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9] 2.934 0.7699
d.o.f=2

```

Prueba ARCH LM ponderada

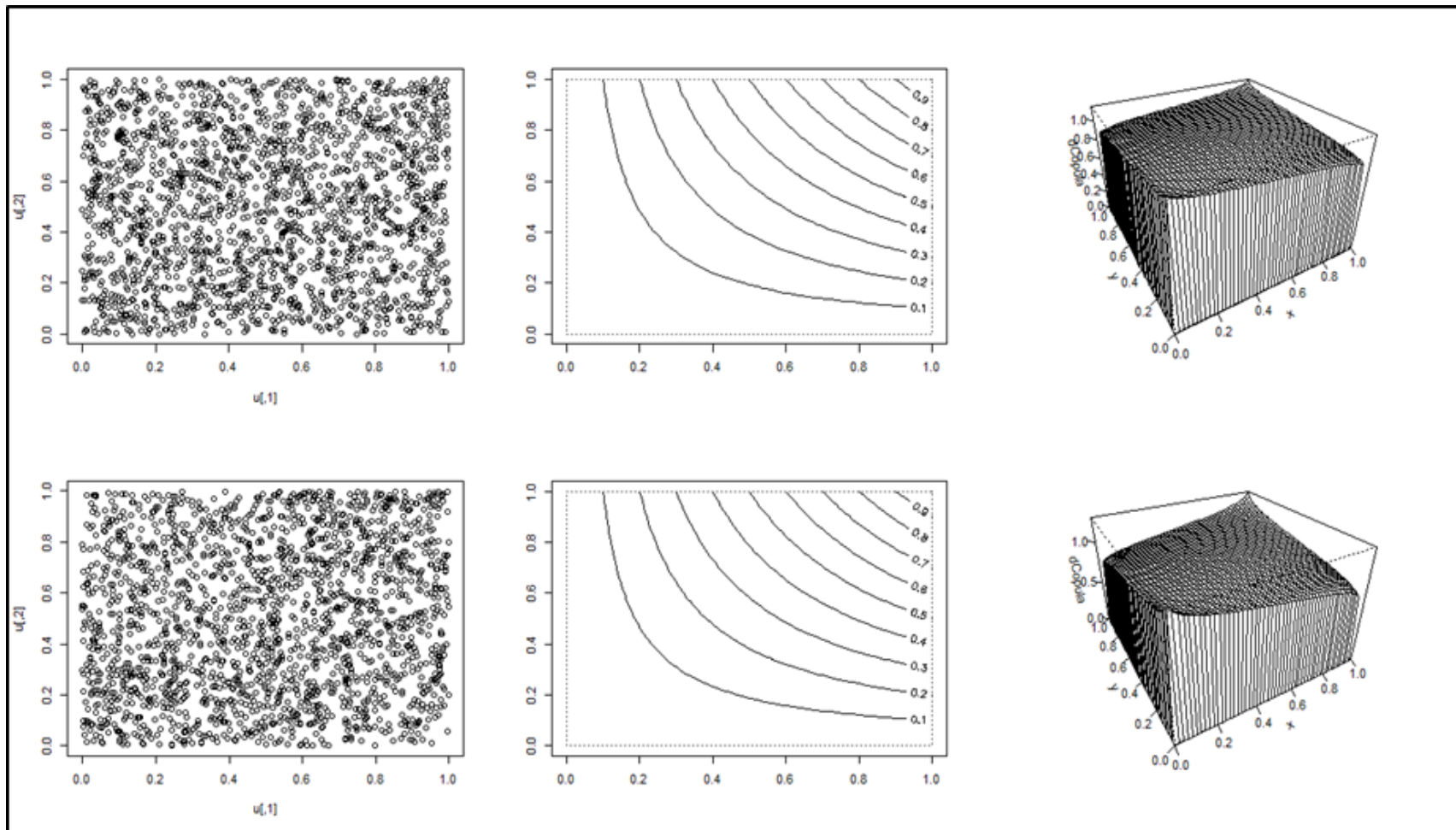
```

-----
                Statistic Shape Scale P-Value
ARCH Lag[3] 0.1689 0.500 2.000 0.6811
ARCH Lag[5] 0.6045 1.440 1.667 0.8524
ARCH Lag[7] 1.5761 2.315 1.543 0.8060

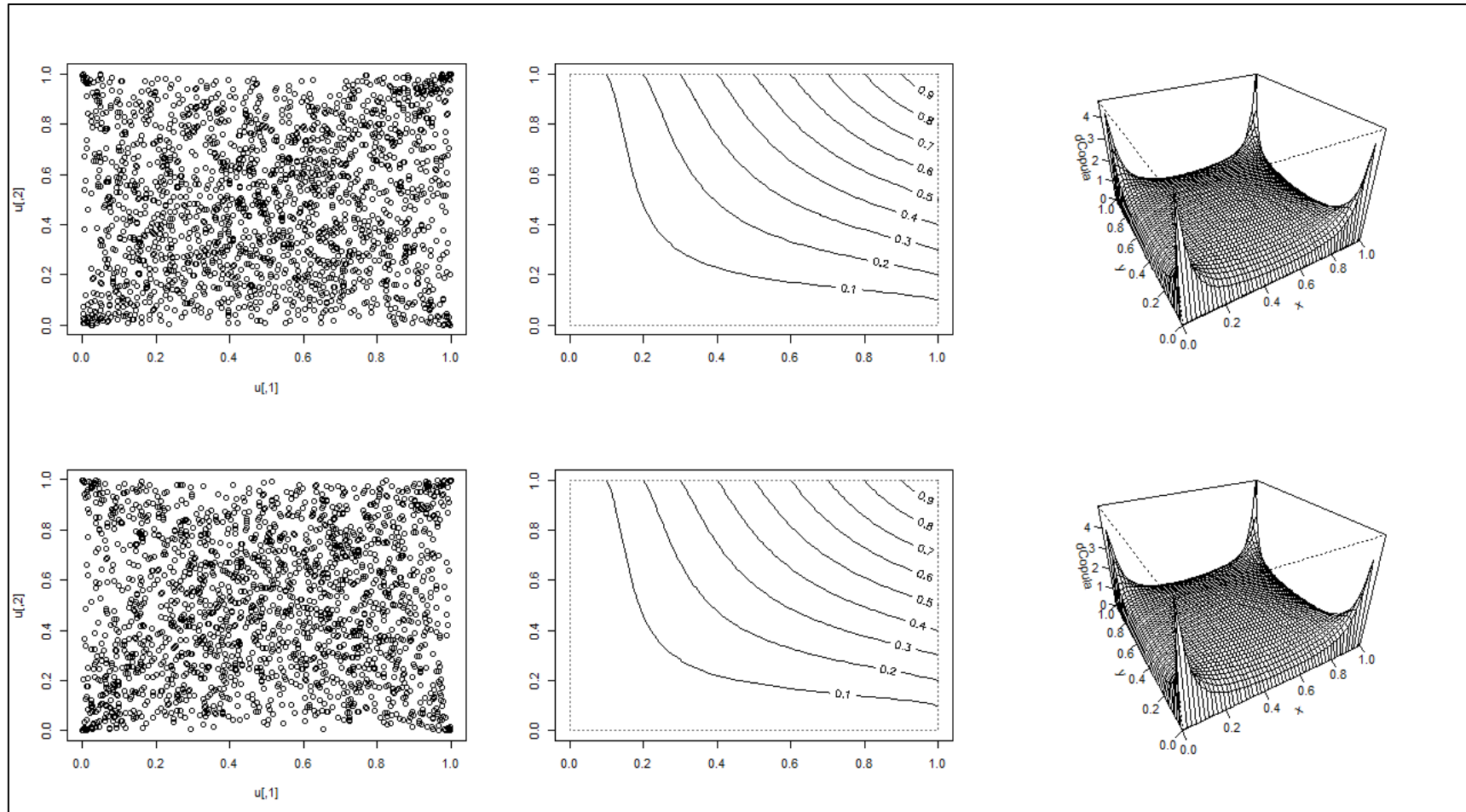
```

Anexo 4. Cópulas bivariadas entre Índices

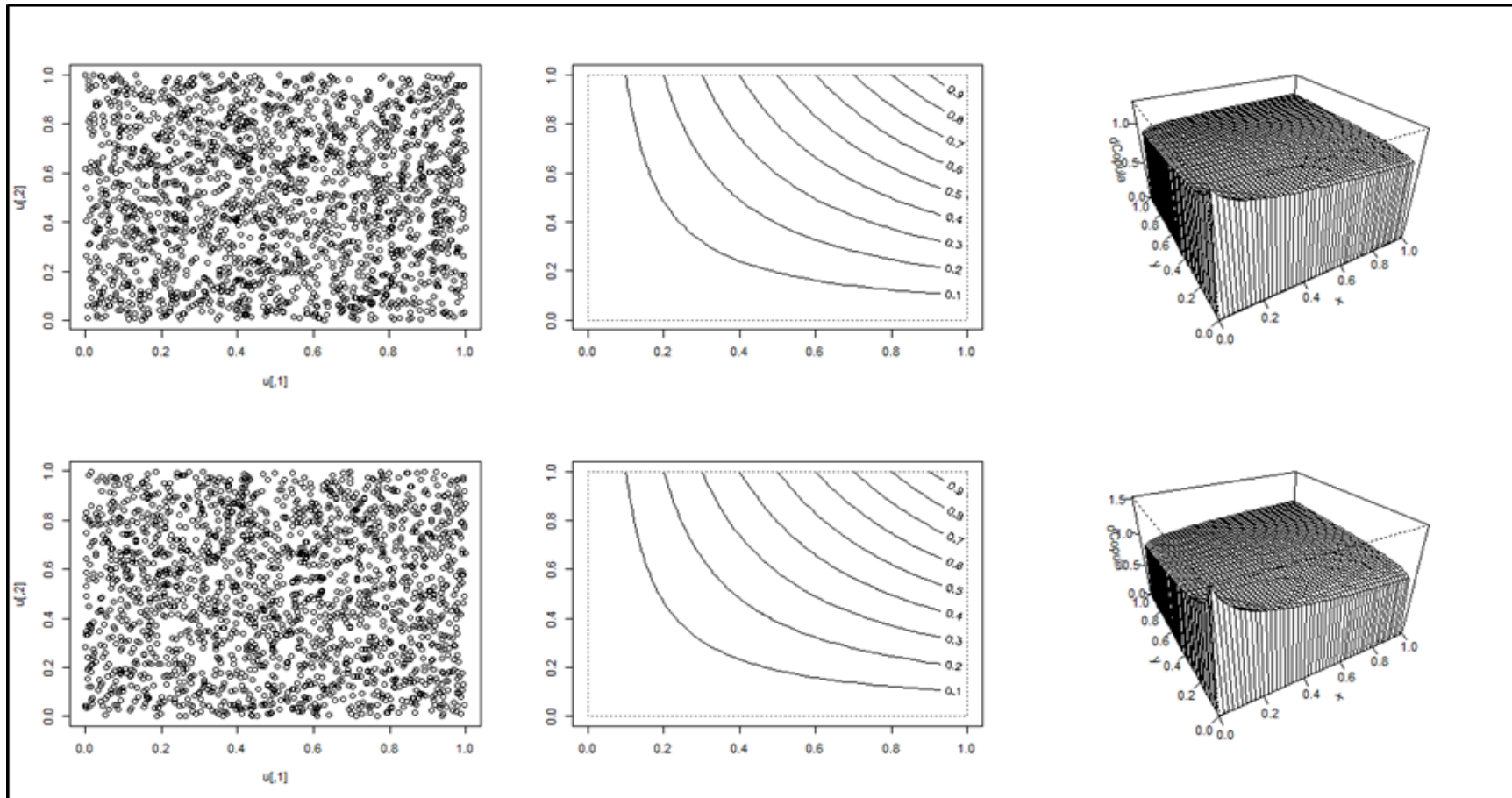
Cópula normal colcap ipsa



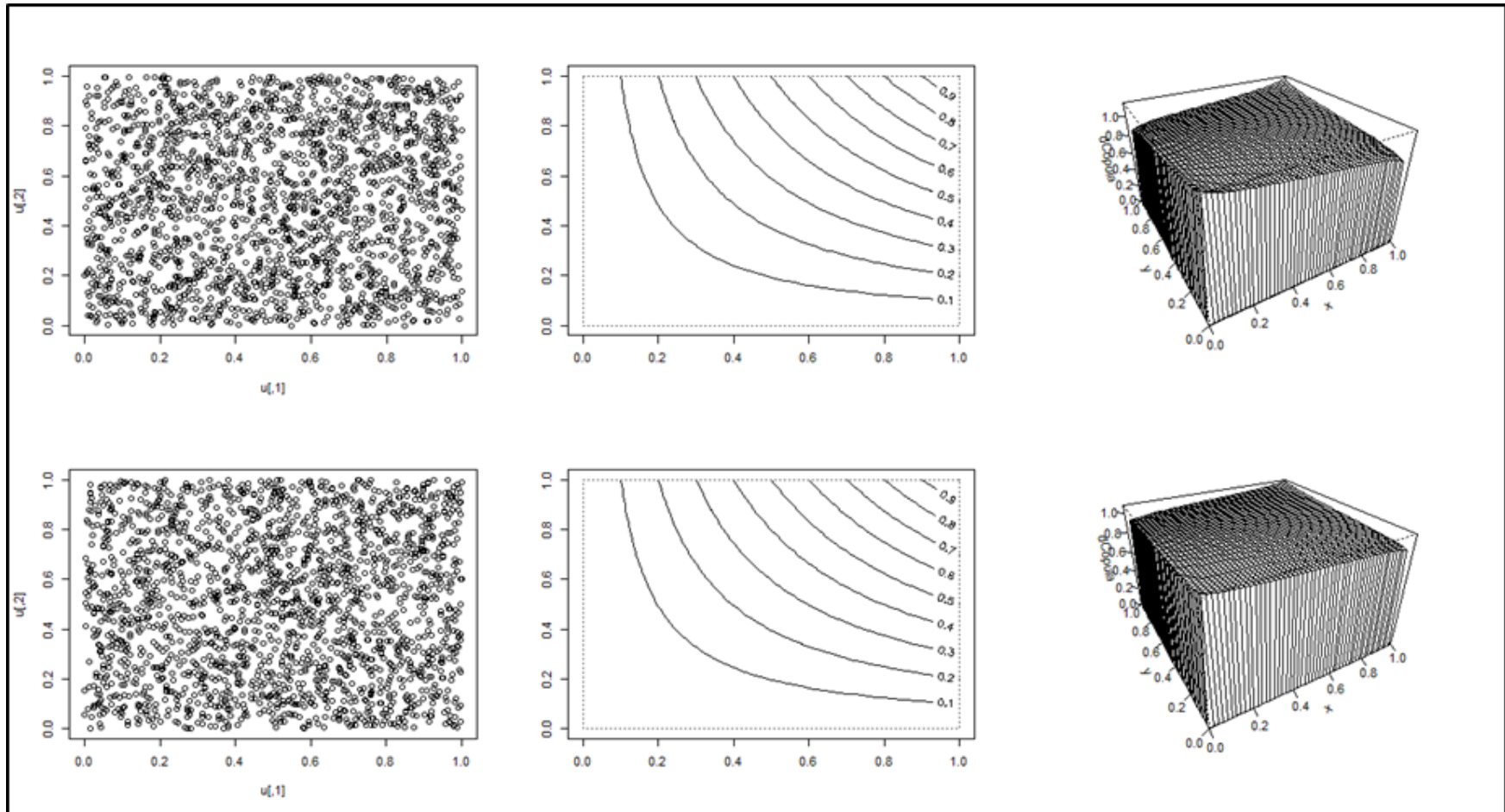
Cópula t colcap ipsa



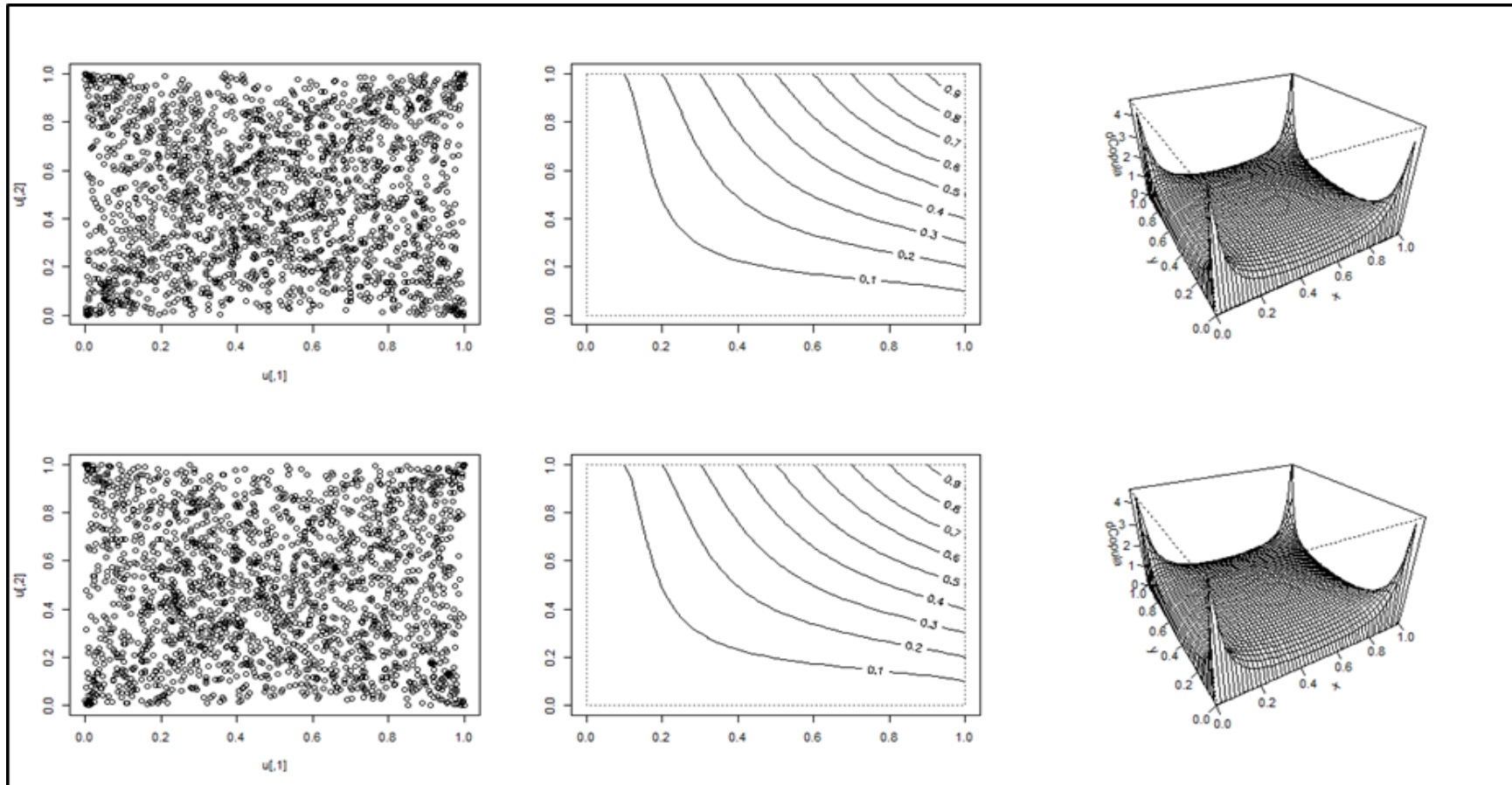
Cópula clayton colcap ipsa



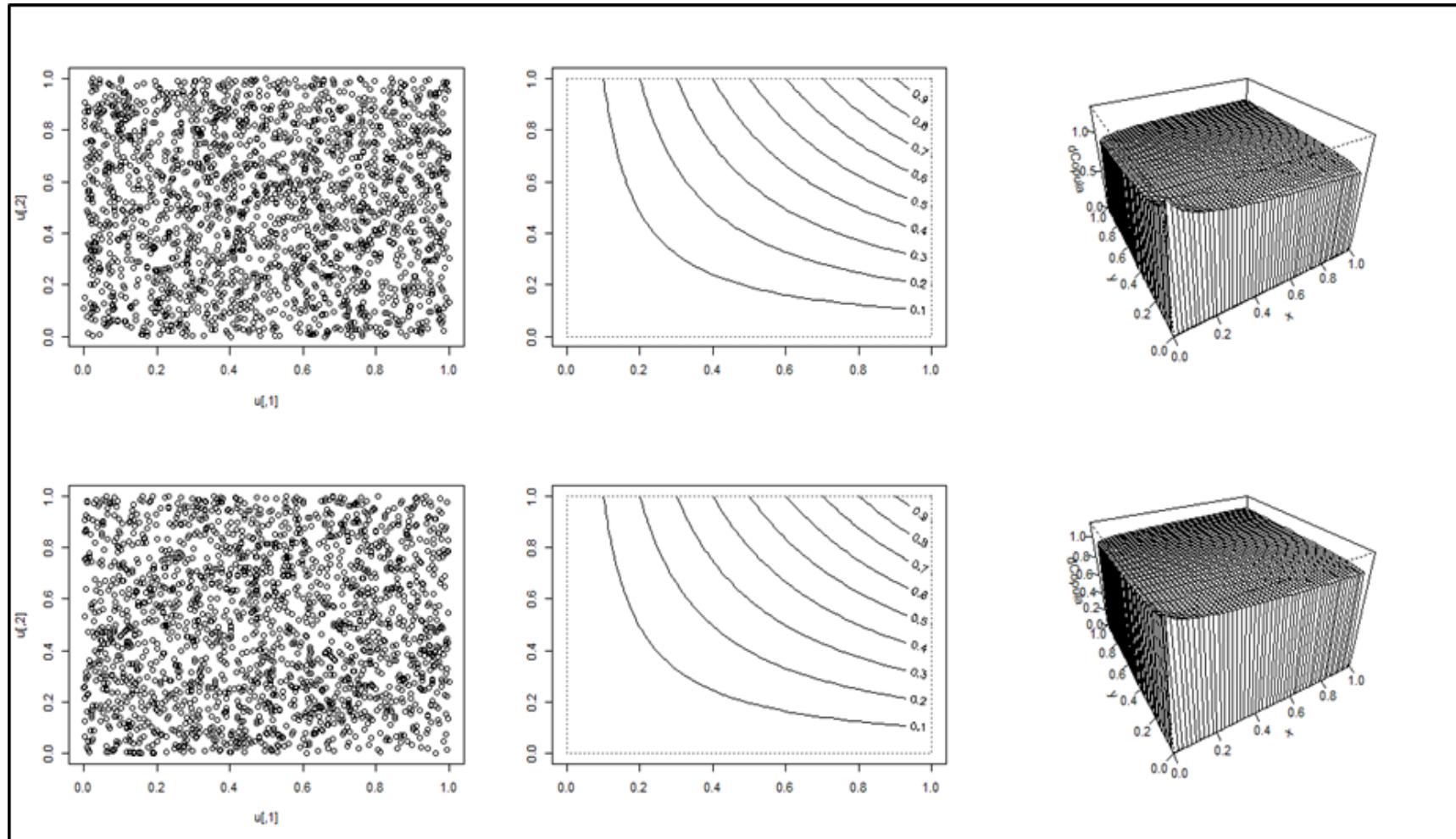
Cópula normal spbvl ipsa



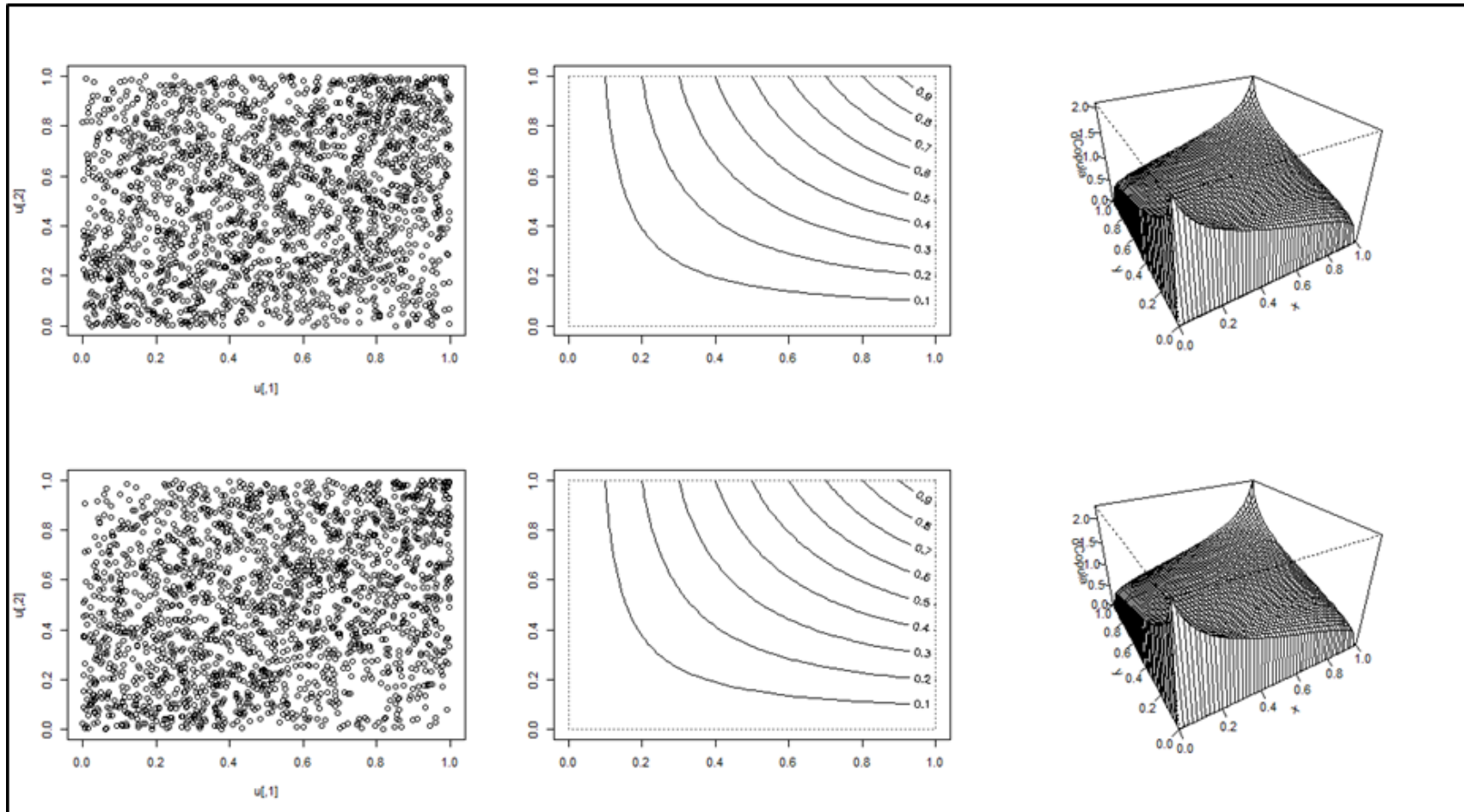
Cópula t spbvł ipsa



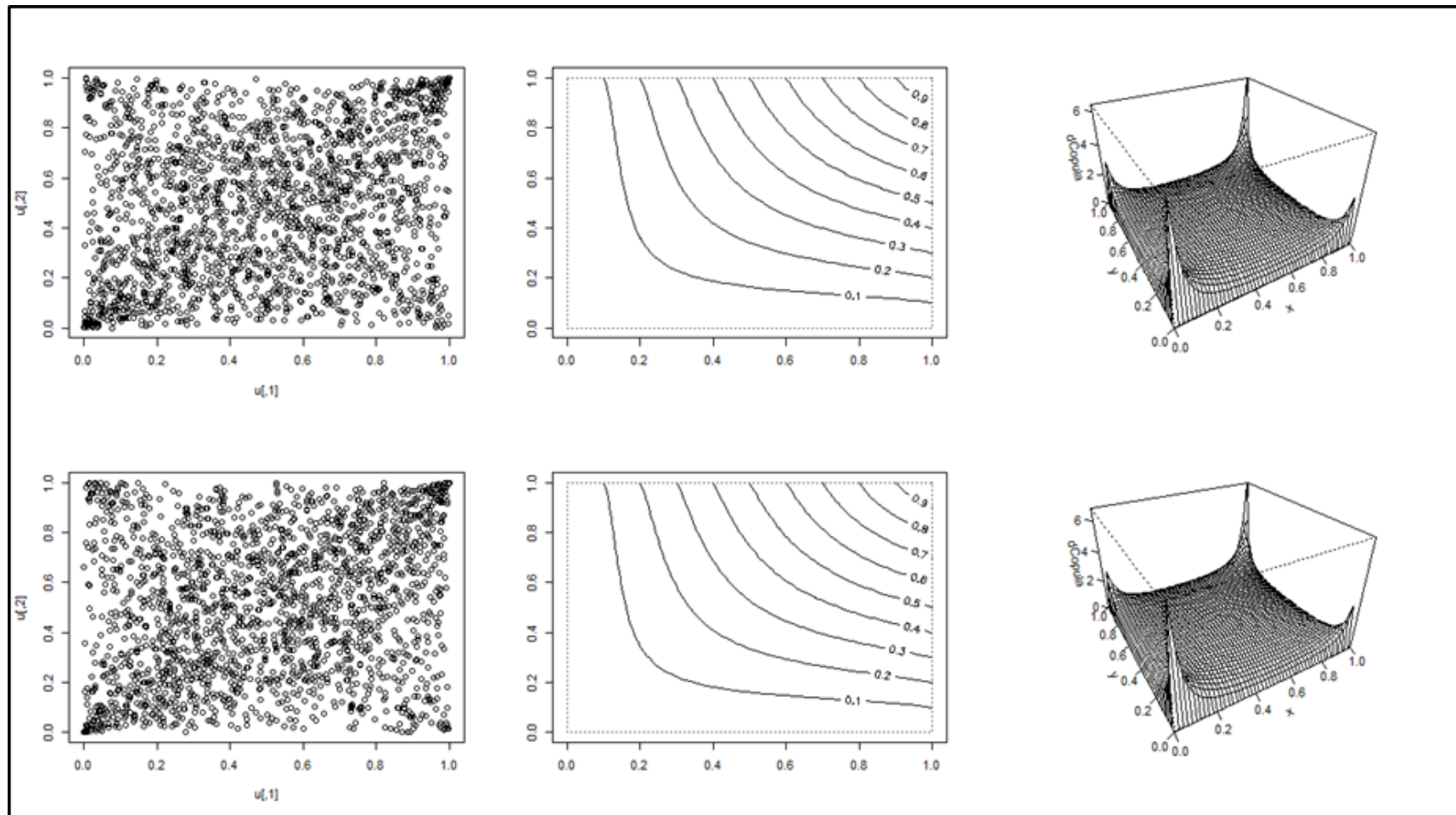
Cópula clayton spbvl ipsa



Cópula normal colcap spbvl



Cópula t colcap spbvl



Cópula clayton colcap spbv1

