



EL COLEGIO DE MÉXICO, A.C.
CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

***“UNA LECTURA COMPORTAMENTAL A LAS RESTRICCIONES DE
LIQUIDEZ EN LOS MERCADOS FINANCIEROS”***

TESIS PRESENTADA POR:

JIMMY ALEXANDER MELO MORENO

PARA OPTAR POR EL GRADO DE

DOCTOR EN ECONOMÍA

PROMOCIÓN 2011-2014

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ MIGUEL TORRES GONZÁLEZ

MÉXICO D.F.

AGOSTO DE 2014



CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Doctorante: Jimmy Alexander Melo Moreno

Tesis: *Una lectura comportamental a las restricciones de liquidez en los mercados financieros*

Director de Tesis: Dr. José Miguel Torres González

Aprobada por el Jurado Examinador:

Dr. Jorge Fernández Ruiz Presidente _____

Dr. José Miguel Torres González Primer Vocal _____

Dra. Sonia Di Giannatale
Menegalli Vocal Secretaria _____

Dr. Eneas Caldiño García Suplente _____

México, D.F., 5 de agosto de 2014

Dedicatoria

A mi esposa Linda Martínez, mi mundo.

A mi familia.

A la esperanza.

Agradecimientos

Ha sido largo el camino por la vida universitaria, hoy cuando termina este rico proceso de formación es larga la lista de personas e instituciones que me merecen mi gratitud. Empecé mi proceso de formación como economista en la Universidad Nacional de Colombia, a los profesores y compañeros en la Facultad de Economía agradezco la formación académica y humana que constituye la base innegable de quien soy hoy día como profesional, amigo y ciudadano. En los últimos cinco años en El Colegio de México, he tenido la oportunidad de asistir a un espacio de formación inigualable, agradezco al Centro de Estudios Económicos por abrirme las puertas de este espacio, en el cuál he podido conocer excelentes maestros. Gratitud a la Universidad Pública que siempre me ha acogido en su regazo.

Especial gratitud al Dr. José Miguel Torres por el apoyo y la paciencia en el proceso de desarrollo de esta tesis doctoral. Su valiosa asesoría rinde fruto hoy tanto por las páginas siguientes de esta disertación, como por las herramientas analíticas y conceptuales que cultivó en mi persona. Agradezco los valiosos comentarios de Sonia Di Giannatale, Jorge Fernández y Stephen McKnight.

Un saludo fraternal para todos mis compañeros y compañeras de El Colegio de México, gracias por su compañía en esta travesía. A mis paisanos y paisanas en México, quienes siempre me han apoyado y acompañado en la memoria de nuestro terruño. Un saludo a mis padres, a mis hermanos y a mi sobrino.

Finalmente, amor la gratitud no alcanza ante el significado de aquellos momentos de felicidad compartidos en esta ciudad que nos acogió para realizar nuestro proyecto.

Ciudad de México
Agosto de 2014

ÍNDICE

Introducción.....	3
1. Arbitraje limitado bajo fondeo basado en desempeño.....	5
1.1. Introducción.....	5
1.2. Operadores ruidosos y fondeo basado en desempeño.....	10
1.3. El mercado para un activo riesgoso en el contexto de PBA.....	17
1.3.1. Posición óptima de los arbitrajistas bajo fondeo basado en desempeño.....	18
1.3.2. Posición óptima de los arbitrajistas en el equilibrio.....	24
1.3.3. Posición de equilibrio con inversionistas neutrales al riesgo.....	33
1.4. Conclusiones.....	40
2. Precios de los activos bajo ambigüedad estructural: portafolios cautelosos, prudentiales y conservadores.....	43
2.1. Introducción.....	43
2.2. Distribuciones de los precios y la riqueza.....	49
2.3. Ambigüedad estructural y elección del portafolio.....	54
2.4. Ambigüedad estructural y precios de equilibrio.....	64
2.5. Conclusiones.....	71
3. Contratos de deuda: análisis técnico del tipo de cambio, selección adversa y liquidez... 73	73
3.1. Introducción.....	73
3.2. Antecedentes en la literatura.....	77
3.3. Equilibrio descentralizado.....	82
3.3.1. Estructura temporal y contractual.....	83
3.3.2. Equilibrio descentralizado: Información simétrica.....	90
3.3.3. Equilibrio descentralizado: Información asimétrica.....	92
3.4. Intervención: Crédito directo.....	96
3.4.1. Racionalidad individual: invertir y tomar prestado.....	97
3.4.2. Compatibilidad de incentivos: participar en el programa y revelar información.....	98
3.4.3. Ajuste del mecanismo a señales del tipo de cambio.....	102
3.5. Una versión numérica.....	104
3.6. Conclusiones.....	110

Bibliografía.....	112
Apéndices.....	118
Apéndice 1.....	118
Apéndice 2.A.....	121
Apéndice 2.B.....	123
Apéndice 3.....	126

Introducción

El problema práctico de inferencia que resuelven los agentes, en una situación particular, tiene que ver con cuáles son las características relevantes y cuáles las circunstancias bajo las que realizan su elección (Knight 1921). Una vez definido el escenario de planeación con base en sus percepciones respecto del futuro, los agentes asignan una parte de su riqueza en activos riesgosos; así, a través de operaciones de compra y venta de activos, inyectan o drenan liquidez del sistema, guiando el comportamiento de los precios de los activos. En esta perspectiva, el presente trabajo estudia el rol de dichas percepciones en la explicación de las fluctuaciones de los precios de los activos riesgosos, en el corto plazo.

Los capítulos 1 y 2 discuten la manera en que las percepciones sesgadas de cierta masa de los agentes que pueblan los mercados se transmiten hacia los precios. En síntesis, se argumenta que en el mercado estos sesgos no necesariamente se desvanecen, razón por la cual existen efectos informacionales incorporados en los precios. Ahora bien, para los mercados financieros, la Hipótesis de los Mercados Eficientes (HME) postula que los precios de los activos siempre incorporan y reflejan toda la información relevante (Fama, 1970); teóricamente hablando, la HME requiere que si el comportamiento irracional de algunos agentes es sistemático o sigue algún tipo de tendencia, estos se encontrarán en el mercado con agentes racionales (arbitrajistas) que eliminan esta influencia irracional sobre los precios (Shleifer y Vishny 1997). En este sentido, estos capítulos exploran la posibilidad de que los precios no alcancen el valor fundamental de un activo y reflejen las restricciones de capital enfrentadas por los arbitrajistas, o bien una ponderación de las percepciones de los agentes acerca del futuro.

En el primer capítulo, las variaciones en el precio de un activo riesgoso emanan de la interacción entre tres tipos de agentes: operadores ruidosos, arbitrajistas e inversionistas. De acuerdo a su desempeño, los arbitrajistas obtienen fondos de los inversionistas. Así, cuando el pesimismo de los operadores ruidosos se agudiza, los arbitrajistas afectan los precios al inducir una recuperación en la demanda por un activo riesgoso (efecto demanda) y/o por su capacidad para transferir recursos a escenarios donde la liquidez escasea (efecto liquidez). Sin embargo, en un contexto de fondeo basado en desempeño, mientras los arbitrajistas observan que el precio de un activo está cayendo como una señal de ganancias en el futuro, los inversionistas ven este comportamiento del precio como una señal de pérdidas en el presente. Por esta razón, los

inversionistas reducen los fondos, induciendo a que los arbitrajistas sigan la tendencia más que combatirla.

En el segundo capítulo, las variaciones en los precios de los activos riesgosos provienen de la interacción entre dos tipos de agentes: ingenuos y sofisticados. En un contexto de incertidumbre Knightiana (ambigüedad) en dos niveles: idiosincrática y estructural: la ambigüedad idiosincrática deviene del conocimiento impreciso del valor fundamental y de los riesgos que enfrenta un activo individualmente considerado; la ambigüedad estructural tiene como fuente la percepción del entorno macroeconómico y de la sensibilidad de los precios de los activos a la información macroeconómica. Los agentes ingenuos, aversos a la incertidumbre, se comportan como si enfrentaran a una naturaleza malevolente que selecciona el peor escenario de planeación. En consecuencia, estos agentes exhiben comportamientos cautelosos o conservadores en el mercado. Al modelar la incertidumbre estructural agregando la relevancia de las macro-innovaciones desde el nivel micro, se muestra que las creencias inducidas por la presencia de colas anchas en la distribución de los precios futuros generan distorsiones de los precios presentes, mientras que la magnitud de estos efectos depende del grado de incertidumbre, el canal de transmisión entre los distintos segmentos del mercado depende del grado de interconexión que existe entre estos segmentos.

En un contexto de información asimétrica, el tercer capítulo arguye que la existencia de percepciones sesgadas sobre los parámetros usados en la estructuración de un contrato de deuda, implican rentas informacionales que son explotadas por los agentes en el mercado crediticio. En el corto plazo, se estudia el rol de las expectativas cambiarias en mercados de crédito afectados por problemas de selección adversa, y se modela un mercado de crédito donde los contratos de deuda son contingentes en el ingreso de los prestatarios. Los activos riesgosos que estos últimos poseen están denominados en moneda extranjera y su valor en libros estipulado en los contratos de deuda se traduce usando las expectativas sobre el tipo cambio basadas en las premisas del análisis técnico. La información pública generada por la tendencia adversa del tipo cambio mueve al mercado de crédito a un equilibrio donde la inversión y el crédito se contraen, definiendo el espacio para la intervención del gobierno. En este contexto, el gobierno responde a la información generada por la tendencia del tipo de cambio, incrementando el tamaño de programa a fin de estabilizar las variaciones en la tasa de interés, lo cual evita que la inversión y la liquidez se reduzcan.

1. ARBITRAJE LIMITADO BAJO FONDEO BASADO EN DESEMPEÑO

1.1. Introducción

Para los mercados financieros modernos, la Hipótesis de los Mercados Eficientes (HME) postula que los precios de los activos siempre incorporan y reflejan toda la información relevante (Fama, 1970), por lo cual, es imposible "vencer al mercado", es decir, no pueden obtenerse rentas monopólicas derivadas de ventajas informacionales. De acuerdo a la HME, los activos siempre se transan a su valor justo o fundamental, y, en consecuencia, los inversionistas no pueden comprarlos o venderlos arriba o debajo éste. Teóricamente hablando, la HME descansa sobre tres supuestos acerca del comportamiento de los agentes. Primero, los agentes valúan los activos racionalmente. Segundo, si existen algunos agentes que no se comportan racionalmente, sus transacciones son aleatorias y se cancelan mutuamente sin afectar los precios. Tercero, si el comportamiento irracional de algunos agentes es sistemático o sigue algún tipo de tendencia, éstos se encontrarán en el mercado con agentes racionales que eliminan esta influencia irracional sobre los precios a través de operaciones de arbitraje (Shleifer 2000).

La presencia de operadores ruidosos, sujetos a choques de pesimismo, resulta un aspecto clave del análisis que se desarrolla en el presente texto, porque la presión que este tipo de agentes ejerce sobre los precios puede ser explotada por operadores profesionales: comprando activos subvaluados hoy, para venderlos mañana a un mejor precio, operación denominada arbitraje. En el plano teórico, el arbitraje no requiere de capital ni implica riesgo, ello significa que un arbitrajista nunca enfrenta restricciones de liquidez y siempre encuentra activos sustitutos para cubrirse del riesgo. Sin embargo, los arbitrajistas del mundo real son administradores de portafolios que manejan el dinero de terceros. En el corto plazo, el pesimismo de los operadores ruidosos sobre los precios puede empeora; arbitrajistas, buscando oportunidades beneficiosas, requerirán más fondos, pero en los mercados financieros modernos, los administradores de fondos, como bancos y hedge funds, se financian con recursos que pueden retirarse rápidamente.

El presente capítulo presenta un modelo de arbitraje limitado conocido como Arbitraje Basado en Desempeño (PBA por sus siglas en inglés), en particular, sigue la perspectiva teórica de Shleifer y Vishny (1997), cuyo modelo, intuitivamente, funciona de la siguiente manera: los arbitrajistas observan que el precio de un activo riesgoso está cayendo hoy y asignan fondos para comprarlo; si los errores en valuación perseveran, el precio mañana caerá aún más, y, en

consecuencia, los arbitrajistas, quienes saben que el precio alcanzará su valor fundamental pasado mañana, apostarán contra los operadores ruidosos para obtener beneficios seguros. Sin embargo, los inversionistas neutrales al riesgo y sin información especializada evalúan las estrategias de los arbitrajistas basados en su desempeño. De esta manera, los arbitrajistas observan que el precio está cayendo como una señal de ganancias futuras, mientras que los inversionistas ven este proceso como una señal de pérdidas y retiran sus fondos; en este escenario, los arbitrajistas acaban siguiendo la tendencia más que combatiéndola.

Este capítulo extiende el modelo de Shleifer y Vishny (1997) de dos maneras: en primer lugar, permitiendo que inversionistas aversos al riesgo respondan en el margen a los movimientos de los rendimientos en diferentes estados de naturaleza, lo cual significa que los inversionistas pueden retirar más fondos si los administradores de sus fondos incurren en pérdidas, respecto de los que asignan cuando obtienen ganancias; y, en segundo lugar, incorporando las ventas en corto como un instrumento para combatir oleadas de pesimismo, lo cual, en principio, permite que los arbitrajistas obtengan ganancias anormales y reciban más fondos. Estas características permiten explotar la relación de agencia entre arbitrajistas e inversionistas; bajo la cual existe un costo de vinculación (bonding cost) determinado por el costo de oportunidad para los arbitrajistas de tomar una posición segura, a fin de evitar la retirada de los inversionistas, cuando el arbitraje riesgoso es más beneficioso. Al incorporar la sensibilidad de los inversionistas dados los estados de naturaleza, este capítulo muestra que la posición óptima de los arbitrajistas y los precios de equilibrio dependen de esta sensibilidad. Intuitivamente, los arbitrajistas pueden recibir un castigo más fuerte en el caso de pérdidas con relación a la recompensa en el caso de ganancias, por lo cual serán más vulnerables a retiradas de inversionistas, generadas por el riesgo inducido por la presencia de operadores ruidosos.

Un arbitrajista no puede adoptar una posición corta cuya magnitud sobrepase el límite establecido por las condiciones institucionales y las prácticas financieras. Bajo este supuesto, las decisiones concernientes a tomar o no una posición corta y su magnitud, son determinadas endógenamente al evaluar la importancia relativa de las distorsiones en precios sopesada por la sensibilidad de los inversionistas a los rendimientos. Al enfrentar oleadas de pesimismo los arbitrajistas pueden combatir la tendencia o seguirla. Una posición corta, permite que los arbitrajistas combatan la tendencia, al obtener rendimientos anormales, y, por ende, más fondos; este efecto del arbitraje, se sostiene cuando los arbitrajistas pueden transferir fondos a periodos

donde la liquidez escasea, es decir, invierten sólo una fracción de los fondos disponibles hoy, para que los restantes estén disponibles mañana, cuando el pesimismo agudiza. Sin embargo, si los errores de valuación en el presente castigan los precios hoy, una posición segura deja de ser beneficiosa, los arbitrajistas invierten sus fondos en el activo riesgoso y enfrentan retiradas de capital en el futuro, menguando así su capacidad para apostar contra el pesimismo. Este efecto puede exacerbarse en el mercado, porque un arbitrajista no observa cómo están siendo evaluados los demás o cuántos están tomando la misma posición; surge un problema de coordinación entre los arbitrajistas: la posición que cada uno toma en el mercado afecta los precios, y los fondos reaccionan al efecto agregado de las posiciones de los arbitrajistas. Así, en equilibrio, los arbitrajistas siguen la tendencia más que combatirla.

Finalmente, en el contexto de inversionistas neutrales al riesgo, este capítulo caracteriza los equilibrios. En contraste con Shleifer y Vishny (1997), este capítulo presenta formas cerradas para las posiciones de equilibrio de los arbitrajistas, de donde resultan cotas para la sensibilidad de los arbitrajistas y el tamaño de los choques de pesimismo en el presente. Intuitivamente, dichas cotas plantean que los arbitrajistas combaten la tendencia inducida por los operadores en contextos donde los choques de pesimismo presentes son suficientemente bajos, generando un espacio para que los arbitrajistas pueden reducir los precios presentes y diversificar el riesgo inducido por choques de pesimismo más agudos mañana, esto es tomar una posición más segura hoy y transferir recursos al futuro donde la liquidez escasea. De otro lado, las cotas sobre la sensibilidad de los inversionistas, plantean que los arbitrajistas toman una posición que garantiza que el ritmo al cual los inversionistas retiran los fondos es tal que con dicha posición, éstos no retiran tanta liquidez, como las pérdidas que los arbitrajistas enfrentan al tener una capacidad de arbitraje limitada. Esta caracterización de los equilibrios abre un debate importante desde la perspectiva de las políticas que restringen las ventas en corto, a saber, la necesidad de determinar si las desviaciones que se observan en los precios hoy, obedecen al efecto del arbitraje o a choques de pesimismo; en particular, cuando los precios hoy están siendo castigados por el pesimismo de los operadores ruidosos, los arbitrajistas aminoran este efecto, pero no lo eliminan. Los hacedores de política pueden restringir las ventas en corto para reducir la volatilidad de los precios hoy, pero menguan la capacidad de los arbitrajistas para transferir recursos a escenarios donde la liquidez escasea, es decir, implementarían una política miope que reduce la volatilidad de los precios hoy, pero la incrementa en el futuro.

En el mundo financiero contemporáneo, el argumento de PBA puede explicar el proceso que en 1998 terminó con el rescate de Long-Term Capital Management (LTCM), un hedge fund cuya principal estrategia consistía en tener posiciones largas en bonos que consideraba subvaluados y posiciones cortas en los que consideraba sobrevaluados, una estrategia conocida como “arbitraje neutral de mercado.” En el verano de 1998, LTCM enfrentó algunas pérdidas durante el default de bonos del gobierno Ruso, una vez prestamistas e inversionistas observaron estas pérdidas, incrementaron sustancialmente los requerimientos de efectivo y colateral, lo cual afectó la capacidad de LTCM para tomar posiciones cortas y reforzó el proceso de retirada de sus inversionistas. Este proceso drenó la liquidez del fondo, forzándolo a liquidar sus posiciones en ventas de emergencia, causando así enormes distorsiones en los precios, y, a su vez, pérdidas para otros hedge funds, quienes al verse arrastrados por la espiral descendente de precios fueron forzados a liquidar sus posiciones (Edwards 1999 y Lowenstein 2001).

En el campo teórico, los artículos de Brunnermeier y Pedersen (2009), Gromb y Vayanos (2002), y Shleifer y Vishny (1997), proveen soporte al argumento de que las restricciones de capital y crédito funcionan en la misma dirección, causando una espiral descendente de precios; una vez que oleadas de pesimismo actúan deteriorando precios y rendimientos de corto plazo, los prestamistas observan que el colateral está erosionado y requieren el pago de los créditos o más colateral, incrementando la presión sobre las ventas de emergencia, aunque existan distorsiones beneficiosas en los precios.

Brunnermeier y Pedersen (2009) desarrollan un modelo en el cual la liquidez de mercado y la liquidez de financiación (funding liquidity: la facilidad con la que los arbitrajistas pueden obtener fondos) están vinculadas a través de la determinación simultánea de los precios de los activos y los márgenes.¹ Estos autores muestran que los márgenes juegan un rol desestabilizador, y que la liquidez de mercado y la liquidez financiación se refuerzan mutuamente, induciendo una espiral de iliquidez. En la medida en que los precios de los activos caen en un contexto de creciente volatilidad, los márgenes requeridos incrementan. Estos autores denominan este fenómeno como una reducción en la liquidez de financiación. Incapaces de cumplir con las llamadas al margen, los arbitrajistas se ven forzados a liquidar sus posiciones en ventas de

¹ Si un activo se vende en el margen, el comprador debe mantener capital en una cuenta llamada margen. La Reserva Federal fija el margen mínimo en 50 por ciento y los brokers pueden requerir que el comprador deposite una cantidad mayor. Por ejemplo, si el precio de un activo cae, el broker puede emitir una llamada al margen, la cual es una petición para que el comprador incremente su posición de capital.

emergencia, resultando en lo que Brunnermeier y Pedersen (2009) denominan una reducción en la liquidez de mercado. En este contexto, su modelo ofrece soporte teórico a diferentes observaciones empíricas: “la liquidez de mercado (i) puede drenarse súbitamente, (ii) está relacionada a la volatilidad, (iii) está sujeta a episodios de “flight to quality,” y (iv) se co-mueve con el mercado”² (Brunnermeier y Pedersen 2009, 2201). Gromb y Vayanos (2002) proponen un modelo multiperiodo, en el cual arbitrajistas competitivos explotan discrepancias en los precios de dos activos riesgosos idénticos, transados en mercados segmentados. En su modelo, las operaciones de arbitraje benefician a todos los inversionistas, porque éstas inyectan liquidez al mercado. Sin embargo, los arbitrajistas pueden no tomar el nivel de riesgo socialmente óptimo, en el sentido de que sus operaciones pueden mejorar a los agentes en el mercado. Como resultado de su estrategia de arbitraje, la ampliación de los errores de valuación podría conducir a una caída en el valor del colateral, que a su vez conduce a ampliación los efectos errores de valuación.

En el campo empírico, hay dos grupos de autores que documentan la relevancia del arbitraje limitado y su relación con las ventas de emergencia (Shleifer and Vishny 2011). El primer grupo refiere directamente a las fallas en el proceso de arbitraje, y el segundo se enfoca en los rasgos institucionales de los fondos mutuales. Ambos grupos de trabajo empírico, proporcionan evidencia que soporta la idea de que las restricciones de liquidez actúan limitando distintas estrategias de arbitraje. En el primer grupo, se encuentran los artículos de Mitchell, Pedersen, y Pulvino (2007), Mitchell y Pulvino (2010), y Chuang y Lo (2009). Los principales resultados de este grupo de artículos sustentan empíricamente la idea de que en mercados de capital bien comportados y entre una gran gama de estrategias de arbitraje, los arbitrajistas aseguran que las diferencias en precios son pequeñas, para activos sustancialmente similares. Sin embargo, periódicamente, fallas en el mercado afectan negativamente la capacidad de los arbitrajistas para forzar la convergencia de los precios. En consecuencia, más que forzar los precios a converger, los arbitrajistas se ven forzados a liquidar sus posiciones, causando que el efecto de los errores de valuación se incremente.

El segundo grupo de investigación empírica, estudia las transacciones de fondos mutuales y brinda evidencia sobre el efecto de las presiones institucionales en los mercados financieros. Coval y Stafford (2007) muestran que las restricciones institucionales sobre los fondos mutuales,

² Co-movimiento se define como covarianza no-negativa.

implican un alto grado de especialización, lo cual limita su capacidad para diversificar sus portafolios y los expone a riesgos adicionales. Otros ejemplos sobre los efectos de los rasgos institucionales, y cómo estos restringen su capacidad para enfrentar riesgos, son presentados por Ellul, Jotikasthira, y Lundblad (2010), y Greenwood y Thesmar (2010). Finalmente, Jotikasthira, Lundblad, y Ramadorai (2009) examinan el problema del contagio y muestran que los administradores globales de fondos, y las restricciones que ellos enfrentan, constituyen un importante canal de transmisión de los choques financieros entre los mercados emergentes y desarrollados.

Con respecto a la literatura empírica y teórica, el presente capítulo enfatiza el rol de la sensibilidad de los inversionistas para determinar las posiciones óptimas de los arbitrajistas y en el efecto de oleadas de pesimismo sobre los precios de los activos. De otro lado, al endogenizar las posiciones cortas, es posible analizar el efecto de restricciones institucionales sobre los precios, y determinar las circunstancias bajo las cuales los arbitrajistas no toman posiciones cortas, escenario en el cual se agudiza el efecto de las oleadas de pesimismo.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera: La sección 1.2 describe los rasgos principales del modelo. La sección 1.3 caracteriza el equilibrio parcial: la subsección 1.3.1 define las estrategias óptimas de los arbitrajistas; la subsección 1.3.2 evalúa las respuestas de equilibrio a cambios en los parámetros del modelo; la subsección 1.3.3 presenta el equilibrio y las condiciones para su existencia en un contexto de inversionistas neutrales al riesgo. Finalmente, la sección 1.4 discute los principales resultados y conclusiones a la luz de respuestas de política.

1.2. Operadores ruidosos y fondeo basado en desempeño.

Teóricamente la HME implica que el arbitraje “no requiere capital ni acarrea riesgo” (Shleifer 2000). Adicionalmente, si hay inversionistas irracionales que siguen una tendencia particular, estos se encuentran en el mercado con arbitrajistas racionales, quienes eliminan esta influencia irracional sobre los precios. Sin embargo, las operaciones de arbitraje requieren capital e implican riesgos, y, en consecuencia, los arbitrajistas racionalmente pueden seguir la tendencia más que combatirla. El presente capítulo desarrolla esta idea, en un modelo de tres periodos, para un mercado con un activo riesgoso y uno libre de riesgo (efectivo), en donde interactúan tres tipos de agentes: arbitrajistas, inversionistas, y operadores ruidosos.

Los operadores ruidosos forman creencias sobre el precio del activo riesgoso. Se asume que sus elecciones ignoran o mal interpretan la información disponible, o exhiben el tipo de inconsistencias lógicas que no tienen lugar en un ambiente racional. En particular, los operadores ruidosos están sujetos a choques de pesimismo que conducen el precio del activo riesgoso por debajo de su valor fundamental (V), el cual se asume que será desconocido por los operadores ruidosos hasta el tercer periodo, cuando V se convierte en información pública.

Los choques de pesimismo que afectan a los operadores ruidosos, pueden asociarse a diferentes sesgos en el proceso de toma de decisiones, tales como: *atención limitada*, *capacidad de computo limitada*, y *razonamiento sesgado* (Condong, Kling, y Mullainathan 2011). Los operadores ruidosos exhiben sesgos inducidos por atención limitada, cuando se enfocan en unos pocos rasgos de su ambiente de elección. Por ejemplo, el conocido índice Standard and Poor's 500 (S&P 500), está diseñado para ser representativo del mercado de empresas estadounidenses transadas en el mercado accionario. Si una empresa pertenece al S&P 500, ello no significa que sus acciones son libres de riesgo o que esa empresa posee un flujo de efectivo beneficioso. Sin embargo, si una acción es incluida en el S&P 500, su precio salta un 3.5% en promedio; este fenómeno provee evidencia de errores de valuación, es decir, el precio de una participación cambia incluso si su valor fundamental no cambia (Barberis y Thaler 2003). En este ejemplo, los operadores ruidosos son más sensibles a la forma en que la información es procesada, lo cual significa que ignoran algunos rasgos (por ejemplo, el valor fundamental) en favor de otros (la inclusión en el S&P 500). Un segundo ejemplo de atención limitada, se presenta en Klibanoff, Lamont, y Wizman (1998), quienes examinan la hipótesis de que inversionistas individuales asignan más importancia a las noticias más prominentes y menos a aquellas menos prominentes, incluso si las dos piezas de información implican el mismo efecto sobre V . Para ello, usan datos en panel de precios y del valor neto de los activos, a fin de probar si una noticia dramática, específica a un país, afecta los precios de los fondos de capital fijo del país. En una semana típica, los precios sub-reaccionan a cambios en los fundamentales; la elasticidad de corto plazo con respecto al valor neto de los activos, es significativamente menor a la unidad. En semanas con noticias que aparecen en la portada de *The New York Times*, los precios exhiben una reacción mayor; la elasticidad del precio con respecto al valor neto es cercana a la unidad. Estos ejemplos sugieren que los operadores ruidosos pueden presentar comportamientos de manada, si

se enfocan en el mismo tipo de información prominente; así, una noticia negativa puede inducir un choque de pesimismo o agudizarlo.³

Los operadores ruidosos pueden tener valuaciones subjetivas que son inconsistentes o arbitrarias, si están sujetos a sesgos inducidos por capacidad de cómputo limitada. Aspara (2010) muestra que la evaluación individual de un inversionista sobre los productos de una compañía, tiene un efecto positivo sobre su interés de invertir en ella. Este fenómeno sugiere la existencia de un tipo de capacidad de cómputo limitada, porque los agentes tienen información suficiente y relevante, pero ponderan dimensiones positivas de su evaluación subjetiva, más fuertemente al aceptar una opción que al rechazarla; viceversa, los agentes ponderan dimensiones negativas de su evaluación subjetiva, más fuertemente al rechazar una opción que al aceptarla. Los resultados de Aspara (2010) sugieren un patrón por el cual el efecto de las evaluaciones de un producto sobre el interés de invertir es reforzado para compañías extranjeras, más que para domésticas.

Si los operadores ruidosos están sujetos a razonamiento sesgado, evalúan alternativas de una manera subjetiva. Por ejemplo, los operadores ruidosos pueden tomar decisiones basados en una heurística, en la cual el mal desempeño de un precio parece más probable, o pueden sobreponderar probabilidades bajas y subponderar probabilidades altas. Aspara (2010) muestra que el efecto de la evaluación subjetiva de los productos una compañía, por parte de un individuo, sobre su interés en invertir en ella está parcialmente mediado por el optimismo acerca de los rendimientos de la compañía. Ello sugiere que evaluaciones positivas de los productos de una empresa, afectan el interés de invertir en ella, a través de dos mecanismos: de un lado, generando optimismo autoinducido en las expectativas financieras de los inversionistas “me gustan los productos de esa empresa, por tanto dicha compañía será exitosamente financieramente”; y, de otro lado, generando una preferencia que se sobrepone a las expectativas financieras. Gennaioli, Shleifer, y Vishny (2011) brindan evidencia empírica adicional de la relevancia del razonamiento sesgado, enfatizan el rol de obviar riesgos de baja probabilidad para

³ Klibanoff, Lamont, y Wizman (1998) encuentran que el R^2 es aproximadamente cero para la regresión del valor absoluto de los precios contra su dummy de “news”, $News_t = 1$ si en la semana t aparece una noticia del país de origen del activo en la portada del Times. Este resultado es similar al presentado por Cutler, Poterba, y Summers (1989), quienes señalan que en el mercado de valores las noticias generadas por cambios en el valor fundamental y las noticias cualitativas, asociadas a elementos políticos, no parecen explicar grandes movimientos en los precios de los activos. En contraste el argumento del primer grupo de autores se centra en la elasticidad de los precios usando parámetros estimados estadísticamente significativos. Adicionalmente, al estudiar activos país-especificados, su definición de noticias es más natural que en el caso de Cutler, Poterba y Summers (1989) quienes cubren un periodo donde ese mercado estaba poco desarrollado.

dar cuenta de la naturaleza de la innovación y la fragilidad financiera. Estos autores argumentan que una vez que los inversionistas observaron que la deuda que ellos percibían como totalmente segura, era en realidad riesgosa, se creó un contexto de extrema fragilidad financiera. Súbitamente, los activos evaluados con calificación AAA fueron vistos como riesgosos, lo cual, en el verano de 2007, contribuyó a congelar los mercados de papeles comerciales respaldados en activos.

Siguiendo a Shleifer y Vishny (1997). El tamaño de las percepciones negativas de los operadores ruidosos no es observado directamente en el mercado. Se asume en su lugar que los operadores ruidosos, como un todo, forman una demanda observable del activo riesgoso:

$$(1.1) \quad Q_t^N = \frac{V - S_t}{p_t} \quad \text{para } t = 1, 2,$$

donde Q_t^N es la demanda de los operadores ruidosos por el activo riesgoso en t , p_t el precio del activo riesgoso en t , y S_t el término que mide las percepciones negativas en t . Como se asume que los operadores ruidosos no toman posiciones cortas, $V > S_t$. Aunque S_t no es directamente observable, cualquier agente que conozca su distribución de probabilidad, el precio y V puede extrapolar su valor. Dado un nivel de la demanda, la ecuación (1.1) implica que la agudización del pesimismo presiona el precio a la baja, y, por tanto, emergen oportunidades de arbitraje. En este sentido, existe un riesgo asociado a la presencia de operadores ruidosos, el cual se denomina en este texto riesgo de pesimismo irracional (noise-trader risk): el riesgo de que los errores de valuación se agudicen en el corto plazo (Barberis y Thaler 2003, 1056). Incluso si un activo tiene un sustituto perfecto, los agentes tomando ventaja de estos errores enfrentan el riesgo de que los operadores ruidosos se vuelvan más pesimistas, ejerciendo una presión a la baja más fuerte sobre el precio.

Los arbitrajistas son agentes racionales, quienes se encuentran en el mercado con agentes irracionales –llamados operadores ruidosos– eliminando la influencia de estos últimos sobre los precios, a través de la compra de un activo riesgoso para su venta, cuando el precio se recupere. Estas operaciones requieren de capital y de ventajas informacionales que permitan la diversificación del portafolio; sin embargo, los individuos enfrentan restricciones para acceder a toda la variedad de activos y a la información asociada a estos. Por estas razones, las operaciones de arbitraje son llevadas a cabo por agentes o instituciones especializadas en monitorear

información en el mercado y recolectar la información concerniente al comportamiento del mercado. Aunque en el extremo de la HME, este tipo de labor no tendría sentido porque nadie sabe más que el mercado, este rasgo de los administradores de fondos, es incorporado en el modelo al asumir que los arbitrajistas conocen el valor fundamental del activo riesgoso (V) y la distribución de probabilidad de las percepciones negativas de los operadores ruidosos.

Los inversionistas contratan agentes o instituciones calificadas -llamados arbitrajistas-para que realicen inversiones a su nombre y a favor de sus intereses. Como el arbitrajista (agente) no siempre alinea su actuación con los intereses del inversionista (principal), este último tiene que monitorear y controlar las actividades del primero. En este sentido, se configura la relación agente-principal de la siguiente manera: en el primer periodo, los inversionistas asignan un monto exógeno de efectivo F_1 ; a su vez, los arbitrajistas implementan una posición en el activo riesgoso D_1 al precio p_1 , el efectivo no invertido se mantiene en el activo libre de riesgo. En el segundo periodo, los arbitrajistas podrían vender el activo riesgoso o mantenerlo hasta el tercer periodo al precio p_2 . Así, el rendimiento bruto del inversionista es $U \equiv 1 + [(p_2/p_1) - 1](D_1/F_1)$. Los inversionistas evalúan ese rendimiento, es decir, el desempeño de los arbitrajistas, y asignan los fondos del segundo periodo F_2 :

$$(1.2) \quad F_2 = F_1 G(U) .$$

Los inversionistas, quienes no poseen la información especializada del mercado para evaluar la estrategia de los arbitrajistas, simplemente evalúan su desempeño. La función $G(\bullet)$ resuelve un problema de extracción de señales, en el cual los inversionistas tratan de inferir las habilidades de los arbitrajistas. En este sentido, $G'(\bullet) > 0$ es una medida de la sensibilidad de los inversionistas al desempeño de los arbitrajistas (Shleifer y Vishny 1997, p. 41). Por ejemplo, si $G'(\bullet) > 1$ los inversionistas “sobrecastigan” el mal desempeño, en el margen, éstos retiran una cantidad de efectivo más que proporcional a las pérdidas incurridas por los arbitrajistas, o lo opuesto si “sobrerecompensan” el buen desempeño. En adelante se asume que G satisface las siguientes condiciones:

i) responsabilidad limitada: $G(\bullet) \geq 0$;

ii) si los arbitrajistas no pierden ni ganan, reciben la misma cantidad de fondos en $t = 1, 2$:

$$G(1) = 1 ;$$

iii) los inversionistas no son amantes al riesgo, en consecuencia el coeficiente de aversión absoluta al riesgo es no negativo: $G''(\bullet) \leq 0$ y $\psi(\bullet) \equiv -(G''(\bullet)/G'(\bullet)) \geq 0$, donde $G'(\bullet) \equiv dG/dU$ y $G''(\bullet) \equiv d^2G/dU^2$.

Los arbitrajistas reciben un porcentaje fijo sobre los fondos que administran, con lo cual se completa el mecanismo de compatibilidad de incentivos que resuelve los problemas de agencia. Los arbitrajistas obtendrán un mayor beneficio si administran más fondos, por tanto, ellos maximizan el flujo de efectivo esperado (Shleifer and Vishny 1997). Esta relación de agencia describe las prácticas de los hedge funds, quienes cargan un porcentaje sobre los fondos administrados (Bloomberg Businessweek 2007).

Stein (2009) observa que cada arbitrajista, considerado individualmente, desconoce en tiempo real si otros arbitrajistas usan el mismo modelo, toman la misma posición, o están siendo evaluados de la misma manera. En otras palabras, desde el punto de vista del arbitrajista, la reacción del inversionista a D_1 depende de los movimientos en los rendimientos y la sensibilidad del inversionista, sin considerar la influencia de su posición sobre los precios:

$$(1.3) \quad \frac{\partial F_2}{\partial D_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) G'(U) .$$

Shiller (2008) cita que Andrew Redleaf, jefe del hedge fund Whitebox, argumenta que los hedge funds tienen que “gastar mucho dinero en información, lo cual requiere infraestructura y recursos ... Pero hay una restricción sobre nosotros [hedge funds], a saber que ... todo nuestro dinero puede desaparecer en treinta días”. Los arbitrajistas en este modelo son agentes especializados en la búsqueda de información sobre el comportamiento del mercado, y como indica la ecuación (1.3) son sujetos al fenómeno reseñado por Redleaf; al incrementar su posición, F_2 caerá (crecerá) si se espera un deterioro (incremento) de p_2 relativo a p_1 . En otras palabras, un arbitrajista requiere más dinero para explotar las oportunidades de arbitraje, las cuales generan un mayor rendimiento futuro, pero emergen de un deterioro en p_2 e implican una reducción del rendimiento presente, en consecuencia el inversionista puede decidir que su arbitrajista es incompetente y retirar su dinero.

Esta relación de agencia implica que el grado de aversión al riesgo de los inversionistas es transmitido a los arbitrajistas. Para mostrar esta implicación considere θ como una medida del

grado de curvatura de G relativo a su crecimiento con respecto a D_1 (un tipo de coeficiente de aversión absoluta al riesgo de los arbitrajistas):

$$(1.4) \quad \theta(U) \equiv - \frac{\frac{\partial^2 F_2}{\partial D_1^2}}{\frac{\partial F_2}{\partial D_1}} = \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \psi(U).$$

Si un inversionista es averso al riesgo ($\psi(\bullet) > 0$) y el rendimiento bruto empeora ($p_2 < p_1$), entonces $\theta < 0$: los arbitrajistas son amantes al riesgo en la zona de pérdidas. En otras palabras, si se espera un deterioro en p_2 relativo a p_1 , los arbitrajistas desearán invertir más dinero, para no perder la opción de obtener un mayor beneficio cuando el precio se recupere. De otro lado, si los inversionistas son aversos al riesgo y el rendimiento bruto mejora, θ es positivo, y, en este sentido, los arbitrajistas son aversos al riesgo en la zona de ganancias. En Shleifer y Vishny (1997) este efecto se deja de lado, porque asumen que $\psi(\bullet) = 0$.

En síntesis, los arbitrajistas enfrentan el riesgo de pesimismo irracional, porque mientras un arbitrajista trata de explotar las oportunidades de arbitraje, las percepciones negativas de los operadores ruidosos pueden agudizarse en el corto plazo castigando el precio aún más, y el inversionista puede decidir que su arbitrajista es incompetente y retirar su dinero. En esta perspectiva, los arbitrajistas incurren en un costo de vinculación (bonding cost) para convencer a los inversionistas de que sus intereses no están amenazados; este costo puede definirse como el costo de oportunidad de tomar una posición segura para evitar la retirada de sus inversionistas, cuando el arbitraje riesgoso es más beneficioso. Así, dada la relación de agencia, la capacidad de los arbitrajistas para apostar en contra de los operadores ruidosos es limitada y el riesgo inducido por estos operadores tiene un efecto significativo. En la práctica, el costo de vinculación es casi imposible de observar o cuantificar (Depken, Nguyen and Sarkar 2006). Por lo tanto, deben usarse medidas alternativas para evaluar el esfuerzo realizado por los arbitrajistas para convencer a los inversionistas de que sus intereses están alineados.

Con lo presentado hasta aquí puede sintetizarse la línea temporal del modelo, como sigue:

Primer periodo: Los inversionistas asignan una cantidad exógena de efectivo F_1 . Los operadores ruidosos demandan Q_1^N del activo riesgoso. A su vez, los arbitrajistas tomadores de precios maximizan el flujo de efectivo esperado en el tercer periodo tomando una posición D_1 en el activo riesgoso, y mantienen los fondos no invertidos en efectivo. Adicionalmente, los

arbitrajistas saben que los operadores ruidosos pueden inducir un mayor deterioro de p_2 (con probabilidad q), o permitir que éste alcance V (con probabilidad $1 - q$).

Segundo periodo: Los inversionistas evalúan el desempeño de los arbitrajistas y asignan el nivel de fondos F_2 . Los operadores ruidosos demandan Q_2^N del activo riesgoso. Si las percepciones negativas de los operadores ruidosos se desvanecen a cero, el precio del segundo periodo alcanzará V y los arbitrajistas tomadores de precios liquidarán sus posiciones y mantendrán el efectivo hasta el tercer periodo. Dado que los arbitrajistas han tomado la posición D_1 , con probabilidad $1 - q$, obtienen el rendimiento $R(D_1) = (V/p_1 - 1)(D_1/F_1) + 1$ y el flujo de efectivo del tercer periodo $F_1G(R(D_1))$. Pero, si los operadores ruidosos inducen un mayor deterioro en el precio, los arbitrajistas invertirán F_2 en el activo riesgoso, porque en $t=3$ el precio alcanzará V , y liquidarían sus posiciones para obtener ganancias seguras. Dada la posición D_1 , con probabilidad q el rendimiento bruto en $t = 2$ es $U(D_1) = (p_2/p_1 - 1)(D_1/F_1) + 1$ y el flujo de efectivo en el tercer periodo es $(V/p_2)F_1G(U(D_1))$. A fin de simplificar la notación, en adelante, p_2 refiere al precio del segundo periodo cuando los errores en valuación se agudizan, y $U(D_1)$ y $R(D_1)$ se notan como U y R .

Tercer periodo: el precio alcanza su valor fundamental y los agentes liquidan sus posiciones en el activo riesgoso.

1.3. El mercado para un activo riesgoso en el contexto de PBA

Los resultados del modelo se derivan como sigue. La subsección 1.3.1 determina la posición óptima de los arbitrajistas en el activo riesgoso en $t = 1$, para ello se deriva una regla óptima que evalúa que tan beneficioso resulta el arbitraje en cada periodo, como muestra la ecuación (1.9) esta regla dependerá de la magnitud del riesgo de pesimismo irracional ponderado por la sensibilidad relativa de los inversionistas a través de los estados de naturaleza. Una vez determinado el comportamiento de los agentes que componen el modelo, se permite que estos interactúen en el mercado. Así, la subsección 1.3.2 establece las ecuaciones de equilibrio, y evalúa la respuesta de los precios y de la posición de los arbitrajistas a cambios en los principales parámetros del modelo. En particular, dada la respuesta óptima de los arbitrajistas, y la manera en que inversionistas más sensibles a la información contenida en los rendimientos los evalúan,

la ecuación (1.13) permite explorar los cambios en p_2 asociados a la agudización del pesimismo de los operados ruidosos. La subsección 1.3.3 explora el equilibrio para una función G lineal, en este contexto de inversionistas neutrales al riesgo, obtiene formas cerradas para la posición óptima de los arbitrajistas, y caracteriza los equilibrios en términos de las condiciones bajo las cuales el arbitraje es beneficioso en $t = 1, 2$. La novedad del análisis de esta subsección reside en que dichas formas cerradas (ecuaciones 1.19 y 1.20) permiten evaluar el trade-off entre rendimientos y liquidez, enfrentado por los arbitrajistas, y cómo este trade-off determina el resultado de mercado.

1.3.1. Posición óptima de los arbitrajistas bajo fondeo basado en desempeño.

Como ha sido señalado, el problema de los arbitrajistas en $t = 1$, es maximizar el flujo de efectivo esperado en el tercer periodo (EW):

$$(1.5) \quad \max_{D_1} \quad EW = (1-q)F_1G(R) + q \frac{V}{p_2} F_1G(U);$$

$$s.a. \quad -Z \leq D_1 \leq F_1$$

bajo esta restricción, los arbitrajistas pueden ahorrar algo de efectivo, con el fin de aprovechar oportunidades de arbitraje en el segundo periodo y para cubrirse de posibles retiradas de inversionistas. En contraste con el modelo de Shleifer y Vishny (1997), los arbitrajistas, esperando que el pesimismo se agudice, pueden tomar una posición corta. El parámetro Z mide la capacidad exógena de los arbitrajistas para realizar ventas en corto, la cual depende del margen requerido por los brokers y las restricciones institucionales en los mercados financieros (D'Avolio 2002; Lamont y Thaler 2003; y, Bris, Goetzmann, y Zhu 2007).

Formalmente, se asume que los arbitrajistas son neutrales al riesgo con respecto a los flujos de efectivo. Sin embargo, toda vez que la variable de decisión es D_1 , dos salvedades tienen lugar: *i*) como indica la ecuación (1.4) el grado de aversión al riesgo de los inversionistas se transmite a los arbitrajistas, y, *ii*) dadas las condiciones impuestas sobre $G(\bullet)$, el problema de optimización (1.5) es similar, pero no equivalente, a un problema donde los arbitrajistas maximizan la utilidad esperada, ya que cualquier transformación creciente y cóncava sobre el flujo de efectivo preserva las propiedades de $G(\bullet)$.

Los arbitrajistas enfrentando el riesgo inducido por los operadores ruidosos deben resolver el trade-off intertemporal entre liquidez y desempeño; así, incurren en un costo de vinculación para convencer a los inversionistas de que sus intereses no están amenazados. Los inversionistas extraen una señal que incorpora implícitamente este esfuerzo a través de $G(\bullet)$, la cual implica que los arbitrajistas incurren en dicho costo, en términos de la liquidez que los inversionistas proveen. En la práctica, este costo es casi imposible de observar o cuantificar, razón por la cual, este modelo lo incorpora en el problema de maximización (1.5) a través de los multiplicadores de Lagrange, los cuales son el valor sombra de relajar la restricción para cada arbitrajista, sin considerar su influencia sobre el precio; en otras palabras, capturan el efecto de tener una mayor o menor liquidez en el primer periodo y cómo esta liquidez puede transferirse al segundo periodo, razones por las cuales son una proxy para el costo de vinculación. Con ello, el lagrangiano asociado al problema de maximización (1.5) es:

$$L = (1-q)F_1G(R) + q\frac{V}{p_2}F_1G(U) + \mu_1(F_1 - D_1) + \mu_2(D_1 + Z).$$

Un arbitrajista, considerando individualmente, desconoce su propia influencia en los precios. Por tanto, las condiciones de Kuhn-Tucker están dadas por:

$$(1.6) \quad (1-q)\left[\frac{V}{p_1} - 1\right]G'(R) - q\left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1}\right]G'(U) = \mu_1 - \mu_2;$$

$$(1.7) \quad \mu_1(F_1 - D_1) = 0;$$

$$(1.8) \quad \mu_2(D_1 + Z) = 0,$$

donde $\mu_1 \geq 0$ y $\mu_2 \geq 0$, conjuntamente con las ecuaciones (1.7) y (1.8), son las condiciones de holgura complementaria. El lado izquierdo de la ecuación (1.6), es el beneficio incremental para los arbitrajistas de aumentar su posición en una unidad extra de efectivo, si el mercado se recupera en $t = 2$, descontando la pérdida incremental si p_2 cae (Shleifer y Vishny 1997). El lado derecho es el costo sombra de transferir efectivo del primer al segundo periodo, considerando que los arbitrajistas pueden implementar una posición corta (negativa).

Al evaluar la habilidad de los arbitrajistas, los inversionistas determinan la forma de la función G y sus parámetros resolviendo un problema de extracción de señales. En el margen, la pregunta para los arbitrajistas es si recibirían una mayor recompensa cuando el precio se acerca a su valor fundamental, versus el castigo que obtendrían si un mayor deterioro de p_2 tiene lugar.

En este sentido, dados los dos estados de naturaleza posibles y la posición adoptada D_1 , los arbitrajistas deben evaluar la sensibilidad relativa de los inversionistas, la cual puede ser definida como:

$$\rho(D_1) \equiv \frac{G'(R)}{G'(U)}.$$

Por ejemplo, si los arbitrajistas invierten todos los fondos en $t = 1$ ($F_1 = D_1$), y ocurre un mayor deterioro en p_2 , entonces $\rho(F_1) < 1$, en el margen, los inversionistas retiran más efectivo si p_2 cae del que asignarían si el precio alcanza V . Adicionalmente, considere los inversionistas i y j , tales que $\psi^i(\bullet) > \psi^j(\bullet)$ entonces $\rho^j(F_1) > \rho^i(F_1)$, en el margen, inversionistas más aversos al riesgo castigan más severamente a los arbitrajistas, es decir, en comparación con j , i retira más fondos si p_2 cae de los que asignaría si el precio alcanza V . Este análisis no es posible en Shleifer y Vishny (1997) porque ellos consideran $\psi(\bullet) = 0$ y, por ende, $\rho(D_1) = 1$.

En el contexto de extracción de señales de la habilidad de los arbitrajistas, la sensibilidad relativa de los inversionistas se incluye en el conjunto de información de los arbitrajistas. Así, bajo el problema de maximización (1.5), existe un umbral de probabilidad que mide, en el óptimo, el peso del riesgo de pesimismo irracional:

$$(1.9) \quad q^*(D_1) \equiv \frac{\frac{V}{p_1} - 1}{\frac{V}{p_1} - 1 + \frac{1}{\rho(D_1)} \left(\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right)}.$$

El denominador de esta expresión describe la importancia relativa de las desviaciones de p_2 con respecto a p_1 , ponderadas por la sensibilidad relativa de los inversionistas $\rho(D_1)$; en otras palabras, mide la importancia relativa del riesgo inducido por los operadores ruidosos en el contexto de la relación de agencia. Note que $\rho(D_1) = 1$ si los inversionistas son neutrales al riesgo (el caso de Shleifer and Vishny (1997)) o si los arbitrajistas no invierten en el primer periodo (ni pierden ni ganan), en consecuencia, la sensibilidad relativa de los inversionistas no importa al momento de definir el umbral. Adicionalmente, si los inversionistas son tales que

$\psi^i(\bullet) > \psi^j(\bullet)$ y $\rho^j(F_1) > \rho^i(F_1)$,⁴ entonces el umbral será más bajo para los arbitrajistas con inversionistas más aversos al riesgo.

Usando (1.9), la ecuación (1.6) puede reescribirse como:

$$(1.10) \quad \mu_1 - \mu_2 = [q^*(D_1) - q] \left\{ \frac{V}{p_1} - 1 + \frac{1}{\rho(D_1)} \left(\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right) \right\} G'(R).$$

En el óptimo, un costo sombra positivo es el resultado de la relación de agencia; si los inversionistas piensan que un arbitrajista es incompetente, retirarán sus fondos. En otras palabras, los arbitrajistas incurren en un costo de vinculación dado por el costo de oportunidad de tomar una posición segura, cuando el arbitraje riesgoso es más beneficioso. Aunque el costo de vinculación es casi imposible de observar y cuantificar, en el óptimo, este costo depende de las diferencias entre el beneficio incremental de invertir una unidad adicional de efectivo, cuando el mercado se recupera en $t=2$ y la pérdida incremental si p_2 cae, diferencias que son cuantificadas por los multiplicadores de Lagrange; en este sentido, éstos son una proxy del costo de vinculación. Bajo los supuestos planteados y la ecuación (1.10), existen tres posiciones óptimas en el activo riesgoso, las cuales se muestran en la tabla 1.I.

Tabla 1.I: Posición óptima del arbitrajista en $t=1$.

<i>Posición</i>	<i>Costo Sombra</i>	D_1	<i>CPO</i>
<i>Corta</i>	$\mu_2 > 0$ $\mu_1 = 0$	$-Z$	$q^*(Z) < q$
<i>Invertir todo</i>	$\mu_1 > 0$ $\mu_2 = 0$	F_1	$q^*(F_1) > q$
<i>Interior</i>	$\mu_1 = \mu_2 = 0$	$\in (-Z, F_1)$	$q^*(D_1) = q$

Fuente: cálculos del autor; ecuaciones (1.6), (1.7) y (1.8).

Los arbitrajistas invierten todos los fondos disponibles en $t=1$, si los choques de pesimismo son poco probables con respecto al umbral ($q^*(F_1) > q$). En otras palabras, la probabilidad de que en $t=2$ el precio retorne a su valor fundamental es alta, así el arbitraje en $t=1$ es más beneficioso, los arbitrajistas compran el activo riesgoso al precio p_1 y liquidan sus posiciones al precio V con probabilidad $1-q$ en $t=2$. Si los inversionistas asignan más efectivo

⁴ Por ejemplo, $G'(x) = \alpha e^{-\alpha x}$ satisface estas condiciones si $\alpha^i > \alpha^j$.

en el primer periodo, entonces los arbitrajistas podrían ahorrar estos recursos adicionales para aprovechar el deterioro de p_2 . En el óptimo, el costo sombra de ahorrar estos recursos en presencia del riesgo generado por los operadores ruidosos es medido por μ_1 .

Los arbitrajistas toman una posición corta en $t = 1$, si los choques de pesimismo son más probables con respecto al umbral ($q > q^*(Z)$). Así, en el segundo periodo, el arbitraje es más beneficioso, los arbitrajistas obtienen recursos adicionales y compran el activo al precio p_2 con probabilidad q , y liquidan sus posiciones al precio V en $t = 3$. En el primer periodo, arbitrajistas implementando una posición corta Z , hacen una doble apuesta a favor de una agudización de los errores de valuación, porque también ahorran todos los fondos. Los inversionistas pueden penalizarlos por su mal desempeño retirando el efectivo; pero con una posición corta, los arbitrajistas obtienen rendimientos anormales en el caso de un deterioro de p_2 , y, por tanto, pueden obtener fondos adicionales. Sin embargo, la habilidad de los arbitrajistas para implementar una posición corta mayor que Z depende de restricciones institucionales, márgenes, y su habilidad para negociar con los brokers. El costo de vinculación con una posición corta es medido por μ_2 , el cual evalúa el efecto marginal de un incremento en la capacidad de tomar una posición corta sobre el flujo de efectivo esperado en el tercer periodo: $\mu_2 = \partial EW^* / \partial Z$.

Si el costo sombra es cero, entonces los arbitrajistas óptimamente reducen el costo de vinculación combinando sus estrategias: $D_1 \in (-Z, F_1)$. Como un caso especial, la posición de los arbitrajistas en el activo riesgoso puede ser $D_1 = 0$, esta posición se corresponde con una solución interior, en la cual los arbitrajistas óptimamente combinan las soluciones de esquina. Intuitivamente, un arbitrajista al tomar la posición $D_1 = 0$ no acumula pérdidas ni ganancias, por tanto transfiere los fondos del primer al segundo periodo, garantizando que tendrá recursos para aprovechar oleadas de operadores ruidosos, quienes apuestan a que el precio se mantenga por debajo de su valor fundamental; en este sentido, el costo de vinculación es cero ($\mu_1 = \mu_2 = 0$), sin pérdidas o ganancias los inversionistas no observan que sus intereses estén en riesgo.

En otra perspectiva, los arbitrajistas tratando de implementar una posición corta, pueden enfrentar regulaciones o prácticas financieras que limitan las ventas en corto, esta situación puede incorporarse en este análisis fijando $Z = 0$, para la solución de esquina donde la posición corta es óptima ($D_1 = -Z$). En este contexto, el costo de vinculación tiene otra dimensión: los

arbitrajistas incapaces de realizar ventas en corto deben ahorrar suficiente efectivo, para no perder la opción beneficiosa de invertir más dinero, en el caso de un mayor deterioro de p_2 . En este sentido, desahorrar dinero implica un costo sombra medido por $\mu_2|_{Z=0} > 0$. Con ello, podemos incorporar el rol de la magnitud de los fondos transferidos del primer al segundo periodo, y de las restricciones a las ventas en corto. La diferencia entre esta solución de esquina donde se ahorran todos los fondos y la solución interior, es que los arbitrajistas no pueden reaccionar a cambios en los parámetros implementando una posición corta, lo cual restringe su capacidad para combatir el riesgo de pesimismo irracional.

Evidencia empírica de países donde las ventas en corto han sido prohibidas o no son practicadas, es presentada por Bris, Goetzmann, y Zhu (2007), quienes analizan datos en corte transversal y series de tiempo para mercados de valores de 47 países; su muestra incluye 16 de 18 de los mercados de valores más grandes –China y Rusia están excluidos. En el 46.81 por ciento de los países en su muestra, no existen indicios de que las ventas en corto sean comunes para los participantes en el mercado, reguladores, o instituciones. Sin embargo, el 50 por ciento de estos países permiten ventas en corto, lo cual sugiere que los arbitrajistas pueden enfrentar otros costos para implementar una venta en corto (e.g., impuestos o fallas en la estructura operacional) o no tienen la habilidad para implementarla. Aunque la mayoría de países donde las ventas en corto no son permitidas o no practicadas son economías emergentes, algunos países desarrollados han aplicado restricciones temporales a las ventas en corto. En el contexto de la crisis subprime, alrededor de septiembre de 2008. La U.S. Securities and Exchange Commission prohibió las ventas en corto para 799 compañías financieras (Tsang 2008). La autoridad británica de servicios financieros no permitió la venta en corto sobre 29 acciones financieras (BBC News 2008) y Australia prohibió totalmente las ventas en corto (Collins y Ferguson 2008). En España la Comisión Nacional del Mercado de Valores estableció restricciones sobre las ventas en corto (Expansión 2008). En el contexto de la crisis reciente en la eurozona, Alemania prohibió esta práctica en junio de 2010 (Kirschbaum y Marsh 2010), y Francia, Italia, España, Bélgica y Corea del Sur, adoptaron restricciones a las ventas en corto alrededor de Agosto de 2011 (Guttman 2011). En la siguiente subsección se analiza el rol de estas restricciones en el equilibrio.

En síntesis, esta subsección construye una regla de decisión que incorpora el riesgo de pesimismo irracional sopesado por el castigo que un arbitrajista recibiría de sus inversionistas. Intuitivamente, dicha regla indica al arbitrajista: invertir hoy si el arbitraje hoy luce más

beneficioso y transferir fondos al siguiente periodo si el arbitraje futuro luce más beneficioso. La complejidad implícita en esta regla es la contribución de esta subsección, complejidad que deviene del significado de “beneficioso” en la perspectiva de un arbitrajista, quien en este caso no solo se enfoca en las distorsiones de los precios, sino que adicionalmente incorpora el castigo que puede recibir de sus inversionistas. Finalmente, la existencia de una solución interior hace posible que los arbitrajistas respondan endógenamente a cambios en los parámetros del modelo variando la magnitud de su posición, es decir, en la solución interior $\partial D_1 / \partial \bullet \neq 0$, para el parámetro \bullet .

Hasta este punto se ha presentado el comportamiento de los agentes que participan en el mercado del activo riesgoso. Ahora, se considera el comportamiento de estos agentes representativos para evaluar equilibrio de mercado. Un rasgo del análisis que se presenta en la siguiente sección es que aunque los arbitrajistas pueden formar creencias acerca de la magnitud del pesimismo que resulta beneficiosa, ningún arbitrajista conoce el número de jugadores que están siguiendo una estrategia particular; por lo tanto, en el mercado los fondos pueden reaccionar más drásticamente al incorporar en los precios el efecto de las posiciones tomadas por los arbitrajistas en conjunto.

1.3.2. Posición óptima de los arbitrajistas en el equilibrio

Este modelo de tres periodos está compuesto de tres tipos agentes: inversionistas, cada uno con una unidad de efectivo, un continuo de arbitrajistas tomadores de precios quienes manejan los fondos de los inversionistas, y, operadores ruidosos. Las secciones previas presentan el comportamiento de estos agentes considerados independientemente, esta sección obtiene el equilibrio y evalúa la interacción entre ellos en el mercado. Siguiendo a Shleifer y Vishny (1997), existe una unidad de un activo riesgoso. En el periodo $t = 1, 2$, sean Q_t , Q_t^N y Q_t^A , las demandas del activo riesgoso total, de los operadores ruidosos y de los arbitrajistas, respectivamente; así, $Q_t = Q_t^N + Q_t^A$.

En el primer periodo, la demanda de los arbitrajistas es $Q_1^A \equiv D_1 / p_1$, y en equilibrio el mercado se vacía, $1 = Q_1^N + Q_1^A$; así, usando la ecuación (1.1) se obtiene el precio de equilibrio para el activo riesgoso:

$$(1.11) \quad p_1 = V - S_1 + D_1.$$

Los fondos asignados son tales que $S_1 > F_1$, bajo este supuesto los arbitrajistas no tienen suficiente efectivo para eliminar la influencia de las percepciones negativas sobre el precio. A fin de garantizar que el precio es positivo $V - S_1 > Z$.

En el segundo periodo, las percepciones negativas de los operadores ruidosos se desvanecen, con probabilidad $1 - q$; el precio alcanzaría V y los arbitrajistas mantienen los fondos en efectivo. Sin embargo, existe una probabilidad q de que estas percepciones se agudicen, es decir, $S_2 = S$, bajo el supuesto de que $S > S_1 + F_1$. Si p_2 cae, los arbitrajistas invierten todos los fondos en el activo riesgoso y demandan $Q_2^A \equiv F_2/p_2$ de éste, dado que el precio alcanzará V en el tercer periodo, obteniendo ganancias seguras. En equilibrio, el mercado se vacía, y el precio del activo riesgoso está dado por:

$$(1.12) \quad p_2 = V - S + F_1 G(U).$$

Las ecuaciones (1.11) y (1.12) son las condiciones de equilibrio de corto plazo, para las cuales en mercado se vacía en $t = 1, 2$ y los precios divergen del valor fundamental hasta el tercer periodo, cuando éste será información pública. Los equilibrios se obtienen evaluando las ecuaciones (1.11) y (1.12) en las posiciones óptimas de los arbitrajistas mostradas en la Tabla 1.I. Así, para el activo riesgoso la Tabla 1.II presenta los precios y las posiciones de equilibrio.

Tabla 1.II: Precios y posiciones del activo riesgoso en los equilibrios.

<i>Posición de Equilibrio</i>	D_1	p_1	p_2
<i>Corta</i>	$-Z$	$V - (S_1 + Z)$	$V - \left[S - F_1 G \left(-\frac{Z}{F_1} \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) + 1 \right) \right]$
<i>Invertir todo</i>	F_1	$V - (S_1 - F_1)$	$V - \left[S - F_1 G \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right]$
<i>Interior</i>	$\in (-Z, F_1)$	$V - (S_1 - D_1)$	$V - S + F_1 G \left(\frac{D_1}{F_1} \frac{p_2}{p_1} + 1 - \frac{D_1}{F_1} \right)$

Fuente: cálculos del autor; Tabla 1.I y ecuaciones (1.11) y (1.12).

Las condiciones de equilibrio para p_1 (1.11) y p_2 (1.12) permiten obtener una expresión para evaluar el impacto de la agudización de las percepciones negativas de los operadores ruidosos.⁵

⁵ El apéndice 1 obtiene esta expresión.

$$(1.13) \quad \frac{\partial p_2}{\partial S} = - \left(\underbrace{\frac{p_1}{p_1 - D_1 G'(U)}}_{\text{Efecto demanda+ pesimismo}} + \underbrace{\frac{BG'(U) \frac{\partial D_1}{\partial S}}{p_1 - D_1 G'(U)}}_{\text{Efecto liquidez}} \right).$$

Donde a fin de simplificar las expresiones $B \equiv p_1 - p_2(V - S_1)/p_1$.⁶ La reacción del precio del segundo periodo a la agudización del pesimismo puede descomponerse en el efecto pesimista y el efecto de arbitraje; mientras el primero es -1, el segundo está asociado al cambio de los fondos en $t=2$ dada la posición en el activo riesgoso y la reacción de los arbitrajistas al riesgo de pesimismo irracional en $t=1$ (ver ecuación 1.12). En este sentido, $(\partial p_2/\partial S) > -1$ si el efecto arbitraje es positivo, en otras palabras, los arbitrajistas combaten la tendencia, y $(\partial p_2/\partial S) < -1$ si éstos la siguen.

El efecto arbitraje, a su vez, puede descomponerse en dos: 1) el efecto demanda, determinado posición en el activo riesgoso, tomada por los arbitrajistas en el primer periodo; y, 2) el efecto liquidez, determinado por la habilidad de los arbitrajistas para transferir recursos al siguiente periodo, como respuesta a oleadas de pesimismo. Si $\partial D_1/\partial S < 0$, significa que los arbitrajistas incrementan su posición corta o ahorran más fondos en $t=1$, es decir, para enfrentar el riesgo de pesimismo irracional, transfieren recursos del primer al segundo periodo, viceversa, si $\partial D_1/\partial S > 0$. El punto de referencia, para evaluar el signo y la magnitud de $\partial p_2/\partial S$, son las soluciones de esquina (SE) donde $\partial D_1/\partial S = 0$, es este escenario, el efecto del arbitraje se restringe al efecto demanda, porque, en el primer periodo, ningún arbitrajista puede incrementar los fondos asignados, o realizar ventas en corto más allá del límite establecido por las condiciones institucionales y las prácticas financieras.

Si, en el óptimo, la probabilidad de que las percepciones negativas de los operadores se agudicen supera el umbral ($q > q^*(Z)$), $\mu_2 > 0$, y $\mu_1 = 0$, el arbitraje en el segundo periodo luce más beneficioso, y los arbitrajistas toman la posición corta $D_1 = -Z$. En este escenario, en el

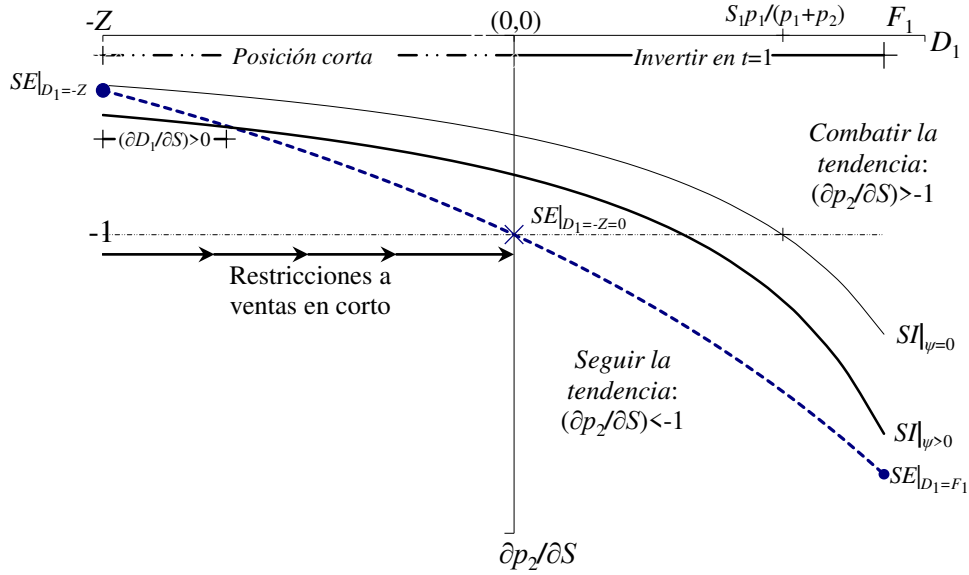
⁶ El término $(V - S_1)/p_1$ captura la intuición de un factor de descuento. En el segundo periodo, los inversionistas pueden retirar los fondos si el precio cae, si los arbitrajistas sobrevaloran esas desviaciones futuras del precio tomarían una posición corta para evitar las retiradas de fondos y $(V - S_1)/p_1 > 1$; caso contrario, cuando invierten en el activo riesgoso y reducen los fondos en el segundo periodo $(V - S_1)/p_1 < 1$. Al adoptar la posición $D_1 = 0$, un arbitrajista no gana ni pierde en $t=1$, recibe $F_2 = F_1$ en $t=2$, y, por tanto, pondera el presente igual que el futuro, como sugiere el término $(V - S_1)/p_1 = 1$.

primer periodo, la oferta del activo riesgoso crece y p_1 cae por la acción de los arbitrajistas. En el segundo periodo, los arbitrajistas deben cubrir la posición corta, razón por la cual, incrementan la demanda del activo riesgoso e inducen una recuperación de p_2 , por tanto, $(\partial p_2 / \partial S) > -1$. En la medida en que los arbitrajistas están realizando ganancias anormales, son recompensados con más fondos que les permiten cubrir sus posiciones cortas y mantener una participación en el activo riesgoso, la cual liquidarán en $t = 3$ realizando ganancias seguras. Así, los arbitrajistas óptimamente combaten la tendencia, por el efecto sobre la demanda del activo riesgoso en $t = 2$. Este efecto del arbitraje, generado por las posiciones en corto, se reduce por la existencia restricciones institucionales a las ventas en corto, como muestra la curva punteada en la gráfica 1.1, toda vez que dichas restricciones implican que la demanda por el activo riesgoso en $t = 2$ se contrae. En esta solución de esquina, la prohibición de las ventas en corto llevaría a que la agudización del pesimismo tenga un efecto pleno sobre p_2 , es decir, $(\partial p_2 / \partial S) = -1$.

Si, en el óptimo, la probabilidad de que las percepciones negativas de los operadores se agudicen es menor al umbral $(q < q^*(F_1))$, $\mu_2 = 0$, y $\mu_1 > 0$, el arbitraje en el primer periodo luce más beneficioso, y los arbitrajistas invierten todos los fondos en $t = 1$ ($D_1 = F_1$). Los arbitrajistas no pierden tanto dinero, como el que perderían, si, en el equilibrio, rescataran completamente el mercado, es decir, la condición de estabilidad $(p_1 / F_1) > G'(p_2 / p_1)$ debe satisfacerse (Shleifer and Vishny 1997, 46).⁷ Esta condición implica que los arbitrajistas pierden fondos, en la medida en que p_2 cae; aunque tengan que liquidar algunas de sus posiciones, mantienen una participación en el activo riesgoso en $t = 2$. En este escenario, en el primer periodo, la demanda y el precio del activo crecen por la acción de los arbitrajistas. En el segundo periodo, la demanda y el precio del activo riesgoso caen, una vez los inversionistas observan que los arbitrajistas están perdiendo dinero, y retiran sus fondos, lastrando la demanda por el activo riesgoso; en consecuencia, los arbitrajistas liquidan parte de sus posiciones, para atender los llamados por capital, y, óptimamente, siguen la tendencia $(\partial p_2 / \partial S < -1)$. De hecho, como lo muestra la curva punteada en la gráfica 1.1, si reciben menos fondos en $t = 1$ el efecto sobre p_2 será menor, porque la reducción de p_1 amortigua la retirada de los inversionistas, reduciendo la presión sobre p_2 .

⁷ Si esta condición no se satisface, $p_2 = V - S$; en el segundo periodo, los arbitrajistas no invierten.

Gráfica 1.1: Respuesta de p_2 a la agudización del pesimismo.



Fuente: Cálculos del autor; ecuación (1.13).

En la solución interior (SI), la probabilidad de que las percepciones negativas de los operadores se agudicen es igual al umbral, $\mu_1 = \mu_2 = 0$, y $(\partial D_1 / \partial S) \neq 0$. En este escenario, los arbitrajistas pueden reaccionar a oleadas de pesimismo, transfiriendo liquidez del primer al segundo periodo, y ajustando la demanda por el activo riesgoso en $t = 1$ a la agudización de las percepciones negativas de los operadores ruidosos. Derivando (1.10) con respecto a S se tiene:⁸

$$(1.16) \quad \frac{\partial D_1}{\partial S} = - \frac{p_1 + \frac{p_2}{F_1} \left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right) D_1 \psi(U)}{A(p_1 - D_1 G'(U)) + \left(\frac{p_2}{F_1} \left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right) \psi(U) + G'(U)\right) B}$$

$$\text{Donde: } A \equiv \left[\frac{V - p_2}{V - p_1} + \left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right) \left(V - p_1 - \frac{D_1}{p_1} V \right) \frac{\psi(R)}{F_1} \right] \frac{p_2}{p_1}$$

Si los inversionistas son neutrales al riesgo ($\psi(\bullet) = 0$), los arbitrajistas diversifican el riesgo inducido por los operadores ruidosos, transfiriendo fondos del primer al segundo periodo $(\partial D_1 / \partial S) < 0$, con ello contraen la demanda del activo riesgoso, permiten que el precio en el primer periodo caiga, $(\partial p_1 / \partial S) = (\partial D_1 / \partial S) < 0$, y estabilizan la relación de precios, para amortiguar la retirada de sus inversionistas. El efecto liquidez del arbitraje es positivo sobre los

⁸ Esta expresión se obtiene en el apéndice 1.

precios, porque los arbitrajistas reducen el costo de vinculación, al tomar una posición más segura en el caso de un deterioro de p_2 , es decir, al incrementar su posición corta, o transferir más recursos del primer al segundo periodo, lo cual les permite aprovechar distorsiones en precios que son beneficiosas. En la gráfica 1.1, la distancia vertical entre un punto en la línea punteada y un punto en la curva $SI|_{\psi=0}$ mide el efecto liquidez del arbitraje para la posición D_1 . Si en $t=1$ los arbitrajistas toman una posición corta, o invierten por debajo de una fracción $[p_1/(p_1 + p_2)]$ de S_1 , el efecto liquidez domina la agregación de los efectos de demanda y del incremento en el pesimismo. En otras palabras, los arbitrajistas combaten la tendencia, si $D_1 < [p_1/(p_1 + p_2)]S_1$, porque castigan el precio en $t=1$ y transfieren más fondos al siguiente periodo, a fin de estabilizar la variación de la relación de precios y mitigar la retirada de sus inversionistas. Si invierten por encima de dicha fracción, aunque transfieran más fondos al segundo periodo, la retirada de fondos, por parte de los inversionistas, induce a que los arbitrajistas sigan la tendencia más que combatirla, porque en el primer periodo su demanda por el activo riesgoso induce una recuperación de p_1 , lo cual desmejora la relación de precios e induce a que los inversionistas drenen sus fondos más rápido.

Si los inversionistas son aversos al riesgo, como muestra la curva $SI|_{\psi>0}$ en la gráfica 1.1, mayor es la sensibilidad de p_2 a la agudización del pesimismo, esto ocurre porque los inversionistas retiran más fondos, en un escenario de pérdidas, de los que asignan, en el caso de ganancias, reduciendo así la magnitud del efecto liquidez del arbitraje. Aunque los arbitrajistas transfieren fondos del primer al segundo periodo, son castigados por inversionistas más sensibles a los rendimientos, lo cual amplía la zona donde los arbitrajistas siguen la tendencia más que combatirla (ver gráfica 1.1), así, al demandar el activo riesgoso en el primer periodo, la desmejora de la relación de precios hace que los inversionistas drenen sus fondos más rápido, afectando la capacidad de los arbitrajistas para enfrentar el riesgo de pesimismo irracional. Chuang y Lo (2009) proveen evidencia empírica para esta situación, y argumentan que para el mercado Taiwanés, los problemas que emergen de las restricciones de liquidez no son tan severos, como los que tienen lugar cuando los inversionistas son más aversos al riesgo. En el equilibrio, un arbitrajista desconoce cómo otros están siendo evaluados, y cuántos están tomando la misma posición; surge así un problema de coordinación, porque los arbitrajistas subestiman el efecto que su posición tiene en el mercado, en consecuencia siguen la tendencia más que

combatirla. Como se señaló, este tipo de efecto de mercados saturados (Stein 2009) es reforzado, cuando los fondos asignados por inversionistas más aversos al riesgo reaccionan lentamente, lo cual implica que p_2 puede sobrereaccionar al riesgo inducido por la presencia de operadores ruidosos.

En este contexto de inversionistas aversos al riesgo, la sensibilidad de los precios es mayor incluso cuando los arbitrajistas toman una posición corta, en particular, si la posición corta es tal que $p_1/p_2 + (D_1/F_1)(1 - p_2/p_1)\psi(U) < 0$ entonces $\partial D_1/\partial S > 0$, los arbitrajistas reaccionan reduciendo su posición corta, lo cual incrementa la sensibilidad de p_2 a las percepciones de los operadores ruidosos. Intuitivamente, ello ocurre porque los arbitrajistas quieren evitar que el precio del primer periodo caiga por debajo de p_2 , lo cual generaría pérdidas en el segundo periodo. En este caso, los arbitrajistas al reducir su posición corta menguan las ganancias que pueden obtener si p_2 cae, y, en consecuencia, acaban recibiendo menos fondos, lastrando su capacidad para enfrentar el riesgo asociado a la presencia de operadores ruidosos.

En la solución interior, la reacción de los arbitrajistas puede aminorar el efecto de la agudización en las percepciones negativas, en particular, si éstos deciden ahorrar todos los fondos disponibles en el primer periodo ($D_1 = 0$), en este escenario, la imposición de restricciones a las ventas en corto reduce la capacidad de reacción de los arbitrajistas, en la solución de esquina ellos ahorran todos los fondos pero no pueden moverse a una posición corta, lo cual se reflejaría en la gráfica 1.1, como discontinuidad en las curvas SI . Al estabilizar el precio en el primer periodo, las autoridades inducen mayor volatilidad del precio en el segundo periodo. Este modelo sugiere que el efecto de estas restricciones a las ventas en corto sobre los precios, se transmite por su efecto sobre la liquidez que los arbitrajistas pueden obtener en el segundo periodo, Beber y Pagano (2013) proveen evidencia empírica de la existencia de este canal, para las restricciones a las ventas en corto aplicadas en el contexto de la crisis de 2007-2009.

Para las soluciones de esquina, usando la ecuación (1.12) pueden obtenerse las expresiones que, en el equilibrio, vinculan el riesgo fundamental con el riesgo de pesimismo irracional. Derivando (1.12) con respecto a V , se tiene:

$$(1.14) \quad \frac{\partial p_2}{\partial V} = \frac{p_1 - \frac{p_2}{F_1} D_1 G'(U)}{p_1 - D_1 G'(U)},$$

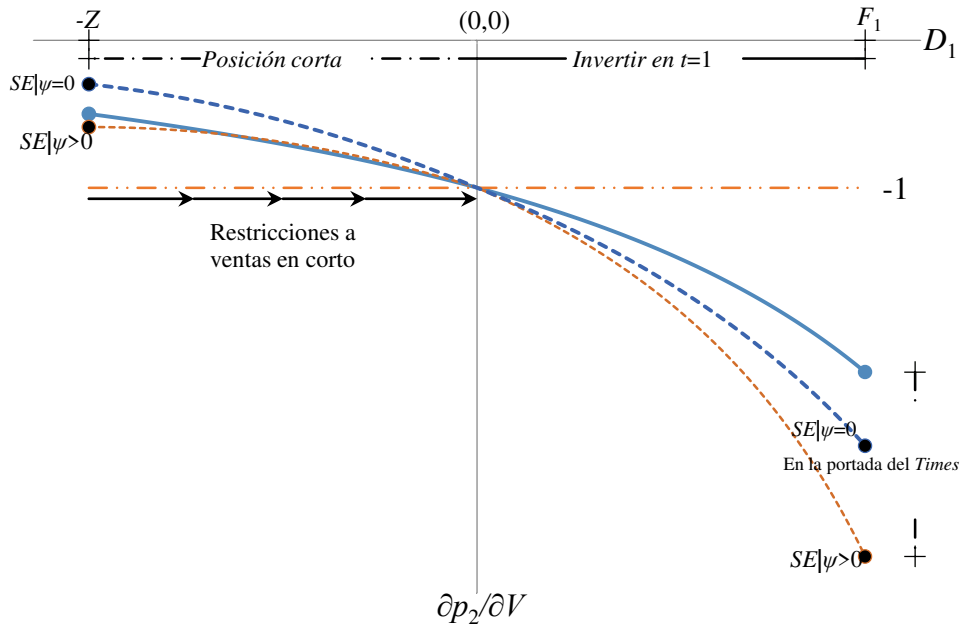
la cual, dado un nivel de riesgo de pesimismo irracional, evalúa el efecto del riesgo fundamental, y, tomando la derivada cruzada con respecto a S , se tiene:

$$(1.15) \quad \frac{\partial^2 p_2}{\partial V \partial S} = \frac{1 + \left(\frac{p_1 - p_2}{p_1 - D_1 G'(U)} \right) \frac{D_1}{F_1} \psi(U)}{(p_1 - D_1 G'(U))^2} D_1 G'(U),$$

la cual, mide la interacción de los dos tipos de riesgo en el mercado. Klibanoff, Lamont, y Wizman (1998) argumentan que en semanas donde una noticia relacionada al país de origen del activo aparece en la portada de The New York Times, los precios reaccionan mucho más rápido a cambios en el valor fundamental, las expresiones (1.14) y (1.15) sugieren este resultado. Intuitivamente, si los operadores ruidosos forman sus creencias acerca de la variación del valor fundamental con base en las noticias publicadas por el Times, y asignan mayor importancia a las noticias prominentes; una noticia que aparece en la portada del Times puede modelarse como un incremento en S . Mientras que para los arbitrajistas la información en ese diario es redundante, porque observan la variación del fundamental.

En ese contexto, la gráfica 1.2 muestra que p_2 reacciona más que proporcionalmente a reducciones en el valor fundamental, cuando los arbitrajistas invierten todos los fondos disponibles en el primer periodo. Este fenómeno resulta del peso que los errores de valuación tienen sobre la relación de precios, por esta razón, la agudización de las percepciones negativas de los operadores ruidosos exagera el efecto del riesgo fundamental. De igual forma, la presencia de inversionistas más aversos al riesgo, quienes retiran más fondos en el caso de pérdidas, de los que asignan, en caso de ganancias, induce cual el efecto amplificador sobre p_2 (curvas $SE|_{\psi=0}$ vs. $SE|_{\psi>0}$). En equilibrio, un arbitrajista desconoce cómo otros arbitrajistas están siendo evaluados, y cuántos están tomando la misma posición; así, surge un problema de coordinación, porque los arbitrajistas subestiman el efecto que su posición tiene en el mercado, en consecuencia siguen la tendencia más que combatirla. Este tipo de efecto de mercados saturados es reforzado, cuando los fondos asignados por inversionistas más aversos al riesgo reaccionan lentamente, lo cual implica que p_2 puede sobrerreaccionar a las diferentes formas de riesgo.

Gráfica 1.2: Interacción entre riesgo fundamental y de pesimismo irracional.



Fuente: Cálculos del autor; ecuaciones (1.14) y (1.15).

Las posiciones en corto permiten que las operaciones de arbitraje aminoren el efecto distorsionante generado por la interacción entre riesgo fundamental y de pesimismo irracional. Sin embargo, como se sigue de la ecuación (1.15), la capacidad de los arbitrajistas para aminorar este efecto se ve afectada por el grado de aversión al riesgo de los inversionistas; aunque con una posición corta, los arbitrajistas obtienen ganancias anormales y, por tanto, más fondos en el segundo periodo, con inversionistas aversos al riesgo los nuevos fondos crecen más lentamente, con relación al efecto distorsionante de la interacción entre riesgos fundamental e irracional, menguando así la habilidad de los arbitrajistas para combatir estos efectos. Como se muestra en la gráfica 1.2 curvas $SE|_{\psi=0}$ v.s. $SE|_{\psi>0}$.

En este escenario, la conjunción de ventas en corto y la reducción del valor fundamental castigan p_1 a la baja. Las autoridades pueden estabilizar el precio del primer periodo restringiendo las ventas en corto; sin embargo, como se muestra en las gráficas 1.1 y 1.2, esta política mengua la habilidad de los arbitrajistas para enfrentar los riesgos asociados a la variación del fundamental y a la agudización del pesimismo de los operadores ruidosos. En consecuencia, las restricciones sobre las ventas en corto aparecen como una política miope: aunque los reguladores esperan que estas restricciones reduzcan la presión sobre los precios, en el mercado, la agudización de las percepciones negativas tiene un efecto más fuerte sobre p_2 ; Bris, Goetzmann y Zhu (2007) proveen evidencia empírica de este fenómeno en los países donde las

ventas en corto están prohibidas o existen altos costos para realizarlas. En equilibrio, la tabla 1.III resume los efectos de cambios en los parámetros sobre las variables endógenas comparando las soluciones de esquina cuando existen prohibiciones a las ventas en corto.

Tabla 1.III: Efectos de referencia sobre las variables endógenas.

$\frac{\partial \bullet}{\partial \circ}^*$	Ahorrar todo en $t=1$, $D_1 = 0$					Invertir todo en $t=1$, $D_1 = F_1$				
	D_1	p_1	p_2	F_2	$\mu_2 _{Z=0}$	D_1	p_1	p_2	μ_1	F_2
V	0	1	1	0	-	0	1	>1	+	+
S_1	0	-1	0	0	-	0	-1	+	+	+
S	0	0	-1	0	+	0	0	<-1	-	<-1
q	0	0	0	0	+	0	0	0	-	0
F_1	0	0	1	1	-	1	1	+	+	+

Fuente: cálculos del autor; Tabla 1.II y ecuaciones (1.2) y (1.10).

* Cambio de la variable endógena \bullet con respecto al parámetro \circ

En síntesis, esta subsección argumenta que en escenarios donde los operadores ruidosos se tornan más pesimistas, respecto a los precios de los activos, los arbitrajistas siguen esta tendencia más que combatirla, porque el efecto demanda del arbitraje prima sobre el efecto liquidez. En otras palabras, seguir la tendencia es la respuesta óptima cuando el tamaño de los errores de valuación es tal que en el presente la demanda de los arbitrajistas por el activo riesgoso incrementa su precio, así reducciones futuras en el precio del activo implican un incremento en las pérdidas de los arbitrajistas, en consecuencia, aunque éstos transfieran fondos, del primer al segundo periodo, la retirada de sus inversionistas reduce la demanda futura por el activo riesgoso, así el precio se deteriora porque los arbitrajistas liquidan parte de sus posiciones en el activo riesgoso. Como muestra la gráfica 1.1, las desviaciones en los precios que emanan del riesgo de pesimismo irracional dependen de la posición tomada por los arbitrajistas, razón por la cual la siguiente subsección caracteriza dicha posición evaluando que tan beneficioso es el arbitraje en cada periodo, dada la sensibilidad de los inversionistas neutrales al riesgo a los rendimientos.

1.3.3. Posición de equilibrio con inversionistas neutrales al riesgo

Esta sección estudia el equilibrio interior mostrado en la tabla 1.II, en particular, explora las condiciones de existencia en términos de los parámetros del modelo. A fin de simplificar el análisis y encontrar formas cerradas para la posición de los arbitrajistas en el primer periodo D_1 ,

esta sección considera que los inversionistas son neutrales al riesgo; con ello, la ecuación de asignación de fondos en el segundo periodo es:

$$(1.17) \quad F_2 = \left[1 - a \frac{D_1}{F_1} \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \right] F_1 ,$$

donde a mide la sensibilidad de los inversionistas a los rendimientos y se asume mayor a uno ($a > 1$), este supuesto permite explorar un escenario donde los arbitrajistas son sobrepenalizados cuando obtienen bajos rendimientos, viceversa en el caso de beneficios (Shleifer and Vishny 1997). En $t = 1$ el problema de maximización (1.5) se resuelve usando (1.17) para encontrar la posición óptima de los arbitrajistas en el activo riesgoso. Para los parámetros q, V, S_1, S, F_1 , y a , existe un umbral de q^* tal que:⁹

$$D_1 \begin{cases} = -Z & \text{if } q^* < q \\ \in (-Z, F_1) & \text{if } q^* = q \\ = F_1 & \text{if } q^* > q \end{cases} \quad \text{donde } q^* \equiv \frac{\frac{V}{V} - 1}{\frac{p_1}{p_2} - 1} .$$

Dado que, en el margen, los inversionistas asignan los mismos fondos, cuando el precio alcanza el fundamental que los que retiran cuando cae por debajo de éste, q^* mide la magnitud del riesgo irracional en términos de las desviaciones de los precios, con respecto al valor fundamental. Esta subsección se enfoca en una posición en el activo riesgoso que pertenece al intervalo $(-Z, F_1)$ y satisface $q^* = q$.

Los arbitrajistas pueden extrapolar el tamaño de los errores de valuación que lucen beneficiosos, pero ninguno conoce el número de jugadores que está pujando por una determinada posición en el activo riesgoso, es decir, los arbitrajistas toman los precios como dados al resolver su problema de optimización. Ahora bien, en el mercado, los arbitrajistas interactúan implementado su posición óptima, así, usando (1.17), (1.11) y (1.12) la relación de precios en el equilibrio es:

$$(1.18) \quad \frac{p_2}{p_1} = 1 - \frac{S - S_1 + (D_1 - F_1)}{V - S_1 - (a - 1)D_1} .$$

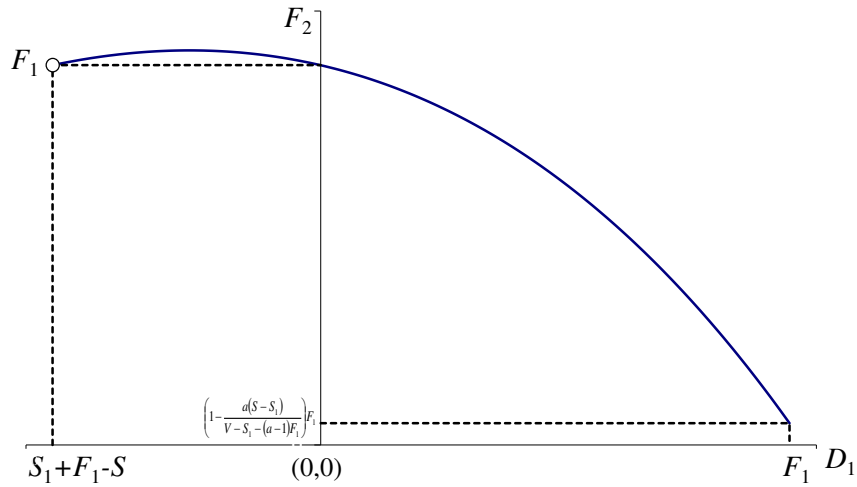
En el equilibrio, las ecuaciones (1.17) y (1.18) permiten evaluar el comportamiento de los fondos recibidos por los arbitrajistas en el segundo periodo. Como se sigue de la ecuación (1.16),

⁹ Ver Tabla 1.I y ecuación 1.9.

los arbitrajistas, enfrentando el riesgo de pesimismo irracional e inversionistas neutrales al riesgo, óptimamente diversifican el riesgo de que las percepciones negativas se agudicen, incrementando su posición corta, o transfiriendo más fondos al siguiente periodo, para lo cual permiten que p_1 caiga $(\partial p_1 / \partial S) = (\partial D_1 / \partial S) < 0$.

Como ilustra la gráfica 1.3, este comportamiento incrementa los fondos disponibles en el segundo periodo, hasta un punto donde las ventas en corto hacen que p_1 caiga demasiado rápido relativo a p_2 , aunque los arbitrajistas reciben más fondos en $t = 2$ de los que reciben en $t = 1$, las ganancias obtenidas por las ventas en corto empiezan a caer, y, por tanto, caen los fondos asignados. Si la posición corta incrementa demasiado rápido, los arbitrajistas incurrían en pérdidas. Intuitivamente, debe existir una cota, en este caso $D_1 > S_1 + F_1 - S$, para las ventas en corto que garantiza que la relación de precios es menor a uno y que los arbitrajistas reciben en el equilibrio al menos F_1 en $t = 2$.

Gráfica 1.3: Fondos en el segundo periodo.



Fuente: cálculos del autor; ecuaciones (1.17) y (1.18).

Existen dos raíces que solucionan el sistema de ecuaciones (1.11), (1.12), (1.18), y $q^* = q$. La primera raíz es tal que $D_1^* \in (-Z, F_1)$, y para la segunda existe $\lambda^* \in (0,1)$ talque $D_1 = \lambda^* F_1$:

$$(1.19) \quad D_1^* = \frac{V + (1-q)(F_1 - S) + (1-q)aS_1 - \sqrt{[V + (1-q)(F_1 - S) - (1-q)aS_1]^2 + 4(1-q)aq[S - F_1]V}}{2(1-q)a},$$

$$(1.20) \quad \lambda^* = \frac{V + (1-q)(F_1 - S) + (1-q)aS_1 + \sqrt{[V + (1-q)(F_1 - S) - (1-q)aS_1]^2 + 4(1-q)aq[S - F_1]V}}{2(1-q)aF_1}.$$

A fin de determinar las condiciones de los parámetros que definen el equilibrio, resulta conveniente usar la siguiente notación: $p_1^{-Z} = V - (S_1 + Z)$, $p_1^{F_1} = V - S_1 + F_1$, $p_1^0 = V - S_1$ y $p_2^0 = V - S + F_1$, el superíndice indica la posición en el activo riesgoso en $t = 1$. Esta notación permite capturar la intuición de que al no observar el efecto de sus posiciones en el mercado, los arbitrajistas extrapolan el tamaño de las desviaciones que son beneficiosas, dada la regla sugerida por la *CPO*: si el pesimismo es más probable, tomar una posición corta. En el primer periodo, los arbitrajistas tomarán una posición corta, si el error de valuación está por debajo de una fracción del valor fundamental. Dadas las prácticas institucionales de las ventas en corto y la ecuación (1.19), la posición corta está en el intervalo $(S_1 + F_1 - S, -\varepsilon Z)$, para $0 < \varepsilon < 1$, si:

$$\text{Posición Corta (PC): } -\frac{p_2^0}{p_1^0 - p_2^0} < a \leq \frac{q - \hat{q}}{\hat{q}(1 - q)} \left(\frac{p_2^0}{\varepsilon Z} \right) \text{ y } S_1 \leq \frac{q(V - p_2^0)}{p_2^0 + q(V - p_2^0)} V.$$

Donde $\hat{q} \equiv \left[\frac{V}{p_1^{-Z}} - 1 \right] / \left[\frac{V}{p_2^0} - 1 \right]$ evalúa el peso del riesgo de pesimismo irracional si se usa plenamente la capacidad para realizar ventas en corto y se recibe al menos F_1 en el segundo periodo. Un arbitrajista desconoce exactamente qué posiciones en el activo riesgoso están tomando otros agentes en el mercado, o cómo éstos están siendo evaluados, pero puede extrapolar el tamaño del error de valuación que es beneficioso. Si S_1 es bajo con respecto a V , los arbitrajistas tomarán ventaja de desviaciones del precio en el segundo periodo, implementando una posición corta. Es decir, los arbitrajistas toman una posición corta en el activo riesgoso, y mantienen F_1 en efectivo, si p_1 no cae demasiado rápido, así la reducción esperada de p_2 es beneficiosa y los fondos en $t = 2$ son al menos F_1 . La magnitud de la posición corta depende del peso relativo del riesgo de pesimismo irracional, asociado al hecho de que con probabilidad q se agudizan las percepciones negativas en el segundo periodo, y de la sensibilidad de los inversionistas a los rendimientos a .

La existencia de cotas para la sensibilidad de los inversionistas (a) es compatible con la idea de que en la solución interior el costo de vinculación es bajo ($\mu_1 = \mu_2 = 0$). En este contexto, los arbitrajistas pueden transferir fondos al segundo periodo y esperan que los inversionistas no reaccionen drásticamente. Dadas las prácticas institucionales de las ventas en corto, como los inversionistas retiran fondos más que proporcionalmente a las pérdidas ($a > 1$) y la cota inferior es negativa, se garantiza que los arbitrajistas no toman una posición corta que

genere pérdidas. Bajo la cota superior, los arbitrajistas toman una posición corta, si el riesgo de pesimismo irracional es suficientemente alto, para que las desviaciones en precios en el segundo periodo sean beneficiosas, cuando se toma una posición corta y se recibe al menos F_1 en $t = 2$.

En el primer periodo, los arbitrajistas invertirán una fracción de los fondos asignados en el activo riesgoso, en dos escenarios. El primero determinado por la ecuación (1.20), bajo la cual la sensibilidad de los inversionistas satisface las siguientes cotas:

$$\text{Invertir en } t=1 \text{ (PI): } 1 < a < \frac{\tilde{q} - q}{(1-q)\tilde{q}} \left(\frac{p_2^0}{F_1} \right)$$

Donde $\tilde{q} \equiv \left[\left(V/p_1^{F_1} \right) - 1 \right] / \left[\left(V/p_2^0 \right) - 1 \right]$, mide la importancia del riesgo de pesimismo irracional en ausencia de retiradas de fondos, es decir, cuando los arbitrajistas al invertir todos sus fondos en el primer periodo reciben $F_2 = F_1$ en el segundo. En el contexto de la relación de agencia, esta cota para la sensibilidad de los inversionistas implica que, en el margen, la media de los fondos retirados en caso de una recuperación del precio es menor a las pérdidas de los arbitrajistas cuando invierten una fracción de los fondos en el primer periodo. El segundo escenario determinado por la ecuación (1.19), si se satisface:

$$\text{Invertir en } t=1 \text{ (PI): } S_1 > \frac{q(V - p_2^0)}{p_2^0 + q(V - p_2^0)} V \text{ y } \frac{\tilde{q} - q}{(1-q)\tilde{q}} \left(\frac{p_2^0}{F_1} \right) < a < \left(\frac{p_2^0}{\tilde{q}F_1} \right)$$

En este equilibrio, los errores de valuación en el primer periodo presionan p_1 a la baja, por esta razón, los arbitrajistas evitan que éste caiga demasiado rápido, invirtiendo en el activo riesgoso y manteniendo recursos en efectivo para mitigar, pero no eliminar, el riesgo irracional en el segundo periodo. En este escenario, los arbitrajistas invierten una fracción de los fondos disponibles, si los fondos que los inversionistas retiran, en el margen, no superan el ritmo al cual los precios se recuperarían al transferir todos los recursos al segundo periodo.

Las cotas sobre a deben garantizar que la condición de estabilidad $(p_1/F_1) > a$ se satisfice, es decir, los arbitrajistas no pierden tanto dinero como el que perderían, si en el equilibrio rescatarán completamente el mercado (Shleifer and Vishny 1997, 46). Los arbitrajistas pierden fondos en la medida en que p_2 cae; aunque tengan que liquidar algunas de sus posiciones mantienen una participación en el activo riesgoso.

Dado que los inversionistas son neutrales al riesgo $\partial D_1 / \partial S < 0$, los arbitrajistas reaccionan a la agudización del pesimismo, tomando una posición más segura, esto es, incrementando su

posición corta o transfiriendo más fondos al segundo periodo, con ello, reducen la presión sobre los recursos del segundo periodo, y diversifican el riesgo inducido por los operadores ruidosos, permitiendo que el precio en el primer periodo caiga: $(\partial p_1 / \partial S) = (\partial D_1 / \partial S) < 0$. Intuitivamente, las mejores oportunidades de arbitraje en el segundo periodo deprimen la demanda de los arbitrajistas por el activo riesgoso en $t=1$, en consecuencia, el flujo óptimo de efectivo esperado en el tercer periodo incrementa: $\partial EW^* / \partial S = -(EW^* / p_1) (\partial D_1^* / \partial S) > 0$.

En el primer periodo, bajo la condición *PC* y *PI'*, los arbitrajistas reaccionan a oleadas de pesimismo en $t=1$, reduciendo su posición corta o incrementando la demanda por el activo riesgoso ($\partial D_1 / \partial S_1 > 0$), es decir, evitan que p_1 caiga demasiado rápido aunque no eliminan el efecto de las percepciones negativas de los operadores riesgos:

$$\frac{\partial p_1}{\partial S_1} = - \frac{(1-q)a[S_1 - D_1]}{\sqrt{\{V + (1-q)[F_1 - S] - (1-q)aS_1\}^2 + 4(1-q)aq[S - F_1]V}} < 0$$

Intuitivamente, el arbitraje se hace más beneficioso en el primer periodo, en la medida en que p_1 cae, aunque caen también los beneficios de la posición corta y la presión sobre los fondos asignados en el segundo periodo, así, los arbitrajistas óptimamente reducen los fondos transferidos a $t=2$, incrementando la presión sobre p_2 . En este escenario, las autoridades pueden estabilizar los precios hoy, imponiendo restricciones a las ventas en corto. En el equilibrio interior, los arbitrajistas endógenamente reducen esa presión, en este sentido, una política que prohíbe las ventas en corto estabiliza abruptamente el efecto distorsionante de choques de pesimismo hoy, pero restringe la capacidad de los arbitrajistas para reaccionar a los choques de pesimismo mañana. Adicionalmente, bajo la condición *PI'*, los arbitrajistas invierten en el activo riesgoso cuando los choques hoy son suficientemente altos, es decir, si las autoridades observan que p_1 cae, esto se debe al peso del pesimismo, por lo cual restricciones a las ventas en corto no harían diferencia, como sugiere la evidencia empírica que proveen Bris, Goetzmann y Zhu (2007).

Otros efectos de cambios en los parámetros del modelo sobre las variables endógenas, se resumen en la tabla 1.IV, para el equilibrio que satisface la condición *PI*. Dentro de los resultados no mencionados resaltan el efecto de cambios en q y a . La relación de precios, p_2 , y los fondos del segundo periodo son decrecientes en q . En el equilibrio interior, una q más alta implica que $q^* = q$, se tiene para escenarios donde las desviaciones de p_2 respecto al

fundamental tienden a agudizarse, relativamente a las desviaciones de p_1 . Los arbitrajistas invierten más en el activo riesgoso, incrementado p_1 y reduciendo p_2 . Esta reacción de los arbitrajistas crea un efecto de espiral sobre p_2 : éstos son castigados con menos fondos, lo cual aplica presión adicional sobre p_2 . Este efecto de retroalimentación es el resultado del problema de coordinación entre los arbitrajistas (crowded market effect), un arbitrajista realiza una apuesta dada su evaluación individual, en el mercado, una vez los arbitrajistas implementan sus posiciones, el efecto de éstas en los precios, se transmite a cada arbitrajista, a través de los fondos asignados.

Tabla 1.IV: Efectos sobre las variables endógenas: bajo PI

$\frac{\partial \bullet}{\partial \circ}$	D_1	p_1	p_2	p_2/p_1	F_2
V	+	+	+	+	+
S_1	+	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-
a	-	-	-	-	-
q	+	+	-	-	-
F_1	+	+	+	+	+

Fuente: cálculos del autor; ecuaciones (1.20), (1.11), (1.12), (1.18) y (1.17).
 * Cambio de la variable endógena \bullet con respecto al parámetro \circ

Finalmente, si los inversionistas son más sensibles a los rendimientos, los arbitrajistas reducen su participación en el activo riesgoso, lo cual reduce p_1 . Aunque se transfieren más fondos al segundo periodo, la capacidad de los arbitrajistas para combatir los errores de valuación es limitada, porque la penalización es más fuerte. En el mercado, los arbitrajistas desconocen como otros están siendo evaluados, así, al seguir el mismo tipo de estrategia al enfrentar restricciones de liquidez, los arbitrajistas se verán forzados a liquidar sus posiciones prematuramente, como sugiere $\partial F_2 / \partial a < 0$. Esta reacción de los arbitrajistas responde a la naturaleza de la relación de agencia, en la solución interior se elimina la diferencia entre el beneficio incremental para los arbitrajistas de invertir una unidad extra de efectivo, si el mercado se recupera en $t = 2$, y la pérdida incremental, si p_2 cae. Así, para convencer a inversionistas más sensibles de que sus intereses no están amenazados, los arbitrajistas toman una posición más segura, es decir, transfieren recursos al segundo periodo, y reducen p_1 . En el óptimo, este esfuerzo (bonding effort) les permite obtener un beneficio incremental medido por:

$$\partial EW^*/\partial a = -(EW^*/p_1)(\partial p_1/\partial a) > 0.$$

En síntesis, la existencia de cotas para la sensibilidad de los inversionistas (a), es compatible con la idea de que, en la solución interior, el costo de vinculación es bajo ($\mu_1 = \mu_2 = 0$). En este contexto, los arbitrajistas transfieren fondos al segundo periodo, y esperan que los inversionistas no reaccionen drásticamente. Intuitivamente, las cotas derivadas en esta subsección plantean que los arbitrajistas combaten la tendencia, inducida por los operadores, en contextos donde los choques de pesimismo presentes son suficientemente bajos, generando un espacio, para que los arbitrajistas puedan reducir los precios presentes y diversificar el riesgo inducido por choques de pesimismo más agudos mañana, esto es, tomar una posición más segura hoy y transferir recursos al futuro, donde la liquidez escasea. De otro lado, bajo estas cotas, los arbitrajistas toman una posición segura, la cual garantiza que el ritmo al cual los inversionistas retiran los fondos, es menor al ritmo de las pérdidas, dada su capacidad limitada para realizar operaciones de arbitraje.

Esta subsección abre un debate importante, desde la perspectiva de las políticas que restringen las ventas en corto, a saber, la necesidad de determinar si las desviaciones que se observan en los precios hoy, obedecen al efecto del arbitraje o a choques de pesimismo, en particular, cuando los precios hoy están siendo castigados por choques de pesimismo, los arbitrajistas aminoran este efecto, pero no lo eliminan, usando ventas en corto. Los hacedores de política pueden restringir las ventas en corto, para reducir la volatilidad de los precios hoy, pero menguan la capacidad de los arbitrajistas, para transferir recursos a escenarios donde la liquidez escasea, es decir, se implementa una política miope que reduce la volatilidad de los precios hoy, pero la incrementa en el futuro.

1.4. Conclusiones

El efecto del arbitraje sobre los precios en el futuro, se descompone en dos: el efecto demanda, y el efecto liquidez. El primero asociado a la magnitud de la demanda de los arbitrajistas por el activo riesgoso, y el segundo a la capacidad de éstos para transferir recursos a escenarios donde la liquidez escasea. Los arbitrajistas, enfrentando oleadas de pesimismo, pueden seguir la tendencia más que combatirla, porque el efecto demanda, en conjunción con el efecto del pesimismo, priman sobre el efecto liquidez, resultado que emerge de la relación de agencia entre inversionistas y arbitrajistas. Estos últimos, deben convencer a los inversionistas de

que sus intereses no están amenazados, y, a diferencia del modelo de Shleifer y Vishny (1997), su capacidad para cumplir este objetivo depende de su habilidad para realizar ventas en corto y transferir fondos a periodos donde el arbitraje es beneficioso. Así, si los arbitrajistas no pueden convencer a los inversionistas de que sus intereses no están amenazados, serán penalizados con menos de fondos. En consecuencia, una posición corta permite que los arbitrajistas realicen ganancias anormales, cuando se presentan oleadas de pesimismo, y, por tanto, los factores afectando la habilidad de los arbitrajistas para tomar una posición corta, pueden agudizar el efecto del pesimismo.

Sin embargo, este capítulo mostró que en escenarios donde no existen restricciones o costos elevados para implementar una posición corta, los arbitrajistas pueden invertir (posición larga) en el activo riesgoso, porque los errores de valuación ya están sobrecastigando los precios, con lo cual una posición corta deja de ser beneficiosa. En el mercado, este efecto puede exacerbarse, porque un arbitrajista no observa cómo están siendo evaluados los demás, o cuántos están tomando la misma posición, surge un problema de coordinación entre los arbitrajistas, porque la posición que cada uno toma afecta los precios, así, aunque tomen una posición más segura, los fondos reaccionan al efecto agregado de sus posiciones, y, en consecuencia, al observar que sus inversionistas retiran los fondos, los arbitrajistas siguen la tendencia más que combatirla.

Noticias adversas en los mercados de activos pueden generar una discontinuidad en el volumen de las transacciones, y evitar que los arbitrajistas accedan a los fondos que requieren para financiar sus posiciones. En este escenario, las restricciones de liquidez limitan las operaciones de arbitraje, e inducen a la liquidación prematura de las participaciones en el activo en ventas de emergencia. Los arbitrajistas actúan como compradores con restricciones de crédito, a pesar de que los activos riesgosos tienen un rendimiento positivo privadamente conocido. De otro lado, hay compradores imperfectamente informados sobre la calidad de los activos, es decir, que no observan la existencia de oportunidades de arbitraje beneficiosas; en este contexto, el gobierno puede intervenir comprando o tomando una participación en los activos, con el fin de evitar que el mercado se congele.

El gobierno puede enfocar su intervención en los segmentos más sensibles a la nueva información. Por ejemplo, Coval y Stafford (2007) proveen evidencia de la existencia de presión institucional en los mercados de financieros al estudiar las transacciones de los fondos mutuales.

Fondos experimentando restricciones de liquidez tienden a liquidar sus posiciones, lo cual crea presión sobre los precios de los activos que los fondos afectados tienen en común. Siguiendo a Tirole (2011), este tipo de presión institucional sobre los precios puede reducirse, si el gobierno induce una recuperación de los precios, suficientemente alta, para limpiar el mercado de los activos débiles, pero suficientemente baja, para que el mercado tome los activos de mejor calidad.

En conjunción, estos elementos sugieren que la noción de arbitraje basado en desempeño puede incorporar el diseño de mecanismos, para desarrollar respuestas de política. En este contexto, la ruta que sugiere el análisis precedente está relacionada a la respuesta de los agentes, dentro y fuera del mecanismo, a la incorporación de señales originadas por el pesimismo de los operadores ruidosos, lo cual, en principio, depende de si estos choques de pesimismo son información pública o privada. A este respecto, el modelo presentado tiene la limitación de considerar exógenos los choques de pesimismo, no se exploran las características del proceso de formación de las creencias de los operadores ruidosos, lo cual es un elemento necesario para identificar la naturaleza informativa de los choques de pesimismo.

2. PRECIOS DE LOS ACTIVOS BAJO AMBIGÜEDAD ESTRUCTURAL: PORTAFOLIOS CAUTELOSOS, PRUDENCIALES Y CONSERVADORES.

2.1. Introducción

En el análisis convencional, la elección del portafolio óptimo requiere el conocimiento de los riesgos implícitos en cada activo que puede componerlo; sin embargo, en ciertos contextos, la existencia de información idiosincrática y de interconexiones entre los mercados oscurece el proceso de evaluación de las pérdidas o ganancias y del grado de exposición a las distintas formas de riesgo. La presencia de estos riesgos “no medibles”, denominada en la literatura incertidumbre knightiana o ambigüedad, significa que, dada la información disponible sobre los estados de naturaleza, no todas las formas de riesgo pueden ser caracterizadas a través de una única distribución de probabilidad. Este tipo de escenarios se configuran por transformaciones en las relaciones que determinan el entorno de decisión, así como por un incremento en el riesgo, induciendo al replanteamiento de los modelos para evaluar las distintas formas de riesgo (Caballero y Krishnamurthy 2008). En consecuencia, los agentes en el mercado se comportan como si estuvieran jugando contra una naturaleza malevolente, quien juega seleccionando los parámetros de la distribución de los precios asociados a los peores estados de naturaleza (Barberis y Thaler 2003).

Como señala Pritsker (2013), un aspecto importante de la crisis subprime de 2007-8, más allá del aumento en el riesgo, resultó de la interacción entre un entorno económico más arriesgado y la ambigüedad estructural acumulada, la cual se evidenció en el conocimiento incompleto de las exposiciones, de establecimientos e instrumentos financieros, a diferentes fuentes de riesgo, en general, y al riesgo de la vivienda, en particular. Así, con creencias motivadas por la posibilidad de fenómenos de “cola izquierda”, las precauciones tomadas por los agentes aumentaron, afectando negativamente la disposición a realizar transacciones en los mercados financieros y, por ende, los precios de los activos. Este capítulo contribuye a esta discusión, desarrollando un modelo estático con ambigüedad en dos niveles: idiosincrática (microeconómico) y estructural (macroeconómico). La ambigüedad idiosincrática deviene del conocimiento impreciso del valor fundamental y de los riesgos que enfrenta un activo individualmente considerado, asociados, por ejemplo, a la capacidad administrativa de la firma emisora; la ambigüedad estructural tiene como fuente la percepción del entorno macroeconómico y de la sensibilidad de los precios de los activos a la información

macroeconómica, es decir, deviene del grado de interconexión entre los diferentes segmentos del mercado de activos.

En el modelo, mientras que una proporción de los agentes, denominados sofisticados, conoce con exactitud los parámetros de la distribución de los precios futuros; la proporción restante, denominados ingenuos, observa un conjunto de parámetros, es decir, un conjunto de distribuciones. Al considerar este conjunto, los agentes ingenuos evalúan los componentes idiosincráticos de los precios y la relevancia de las noticias macroeconómicas, así, como su volatilidad. Dicha relevancia, está asociada tanto al efecto que sobre el precio de un activo tiene un cambio en el entorno, como al grado de interconexión entre los activos que pueden componer su portafolio. En este contexto, este tipo de agentes elige un portafolio óptimo, usando la regla maxi-mínimo, es decir, los agentes ingenuos son aversos a la ambigüedad (Gilboa y Schmeidler 1989) y consideran los peores escenarios probabilísticos para su elección. En general, las características de los precios se comportan de forma similar bajo ciertas circunstancias, ahora bien, el problema práctico de inferencia que resuelven los agentes ingenuos, en una situación particular, tiene que ver con cuáles son las características relevantes y cuáles las circunstancias bajo las que realizan su elección (Knight 1921), en este caso, el escenario más probable, a juicio de los agentes ingenuos, es uno donde su riqueza exhibe media mínima y máxima varianza.

La aversión ambigüedad respecto a los parámetros que determinan la distribución de los precios y, por ende, de la riqueza de los agentes ingenuos, significa que este tipo de agentes somete los rendimientos esperados de los activos a pruebas de estrés financiero, por esta razón, participan en los mercados de activos si el rendimiento esperado compensa los riesgos asociados a la interacción de las distintas formas de incertidumbre, de esta manera la composición de sus portafolios difiere del portafolio de los agentes sofisticados. Los agentes ingenuos exhiben un comportamiento **cauteloso**: respecto de los agentes sofisticados, el portafolio de los agentes ingenuos es tal que éstos necesariamente invierten menos en un segmento del mercado (*proposición 2.1*). En otras palabras, dada la aversión a la incertidumbre, no puede ocurrir que para todos los mercados las tenencias de activos de los agentes ingenuos sean mayores o iguales a las tenencias de los sofisticados. Esto ocurre porque la existencia de interconexiones en los mercados induce un efecto diversificación, los agentes ingenuos pueden reducir sus tenencias en esos segmentos donde la ambigüedad es mayor, sin castigar sus participaciones en otros segmentos del mercado. Un caso especial de este comportamiento emerge cuando el sesgo

idiosincrático es superior al sesgo estructural a lo largo de todos los mercados, se mengua el efecto diversificación y, por tanto, respecto de los agentes sofisticados, los agentes ingenuos exhiben mayores tenencias del activo libre riesgo (efectivo) y menores tenencias en todos los activos riesgosos, a este comportamiento se denomina comportamiento *prudencial* (corolario 2.1). Un escenario de comportamiento *conservador* (proposición 2.2), se configura cuando la ambigüedad idiosincrática sobre el rendimiento esperado induce la no participación en esos segmentos donde el rendimiento es negativo, o insuficiente para compensar la interacción entre las distintas formas de ambigüedad. Cuando la ambigüedad se disemina a lo largo de todos los mercados, los agentes no participan en los mercados de activos riesgosos y retornan al activo libre de riesgo, así, el denominado efecto de huida a la calidad (*flight to quality*) es un caso extremo del comportamiento conservador.

Para caracterizar el equilibrio, en términos de los efectos de la ambigüedad, existen tres tipos de equilibrio de referencia, los cuales constituyen casos extremos:

- i) La masa de agentes ingenuos es cero, los precios reflejan el riesgo implícito en los activos, y son compatibles con el modelo clásico de Lintner (1969), en este sentido, el vector de precios se denomina precios de “valuación correcta”.
- ii) La ambigüedad se disemina a lo largo de los mercados de activos, induciendo la no participación en todos los mercados, la huida al activo libre de riesgo reduce la liquidez inyectada al sistema, es decir, existe un efecto liquidez descontado sobre el precio de valuación correcta, así, entre mayor es el peso relativo de los agentes ingenuos mayor es este efecto liquidez.
- iii) La masa de agentes sofisticados es cero, el único equilibrio posible es aquel donde los agentes ingenuos participan, descontando sobre el precio de valuación correcta una prima de ambigüedad, la cual se compone de los elementos idiosincráticos y estructurales.

Con base en estos tres escenarios de referencia existen dos tipos de equilibrio. El primero denominado “*cauteloso*”, el cual tiene lugar cuando los dos tipos de agentes participan, el efecto de la ambigüedad depende del peso relativo de cada tipo de agente, así como, de sus percepciones respecto de la varianza y la media de los precios, en este escenario, los precios reflejan una ponderación de las creencias sobre los parámetros, para cada mercado el precio es el asociado a la valuación correcta descontando una “fracción” de la prima de ambigüedad, la

relevancia de este resultado está asociada al rol de los mercados para ponderar cierta información sesgada, de esta manera cuando el grado de ambigüedad es bajo los agentes ingenuos participan, inyectando liquidez a los mercados y menguando el efecto de sus percepciones sesgadas al interactuar con los agentes sofisticados (*proposición 2.3*). Este resultado es similar al encontrado en la literatura de arbitraje limitado: en el mercado, los agentes sofisticados no pueden inducir que el precio de los activos se corresponda con el precio de valuación correcta (Shleifer y Vishny 1997).

En el equilibrio *cauteloso* el efecto relevante es la prima de ambigüedad. Sin embargo, cuando el grado de ambigüedad aumenta en un segmento del mercado, los agentes ingenuos pueden no participar en dicho segmento, aunque existan beneficios de participación, razón por la cual los agentes sofisticados participan. Este escenario, denominado equilibrio “*conservador*”, resulta novedoso porque las macro-innovaciones se agregan desde el nivel micro, así, es posible separar el mercado en dos: el segmento donde los agentes ingenuos participan, versus el segmento de no participación. Con ello, se evalúa el grado de interconexión entre los mercados, cómo esta interconexión se percibe por los agentes, y sus efectos sobre los precios de los activos en cada segmento (*proposición 2.4*). Así, el efecto de liquidez, inducido por la no participación en un segmento del mercado, se disemina hacia el segmento donde los agentes ingenuos participan, viceversa, el efecto de la prima de ambigüedad se disemina hacia el segmento donde los agentes ingenuos no participan, implicando, así, mayores distorsiones en los precios, las cuales dependen de las percepciones sobre las interconexiones entre los segmentos y el peso relativo de cada tipo de agente.

La literatura relacionada proviene de dos fuentes: empírica y teórica. Vinculada con la relevancia de la información macroeconómica, la literatura empírica apunta en direcciones contrarias. De un lado, el comportamiento descrito de los precios con respecto a las macro-innovaciones no es exclusivo de grandes, e infrecuentes, anuncios de los hacedores de política, como muestra la evidencia empírica, presentada por Webb (1994), Webb y Smith (1994), Engle, Ito, y Lin (1990), y Fleming y López (1999), este fenómeno es la respuesta usual de los precios a los anuncios de carácter macroeconómico, y revela que los “participantes en el mercado esperan ansiosamente estos anuncios, en búsqueda de una señal que indique la dirección del mercado” (Webb 1994, 2); en general, estos autores proveen evidencia de clusters de volatilidad en los precios de los activos, los días en que ciertos anuncios de política se presentan, y argumentan

que la labor de identificar la información realmente nueva en éstos es complicada, entre otras razones, porque al formar sus proyecciones mucha de esta información es sopesada por el consenso y la percepción de los agentes con respecto a las relaciones macroeconómicas (Webb 1994, 6).

De otro lado, Klibanoff, Lamont, y Wizman (1998), y Cutler, Poterba, y Summers (1989) señalan que en el mercado de valores las noticias generadas por cambios en el valor fundamental y las noticias cualitativas, asociadas a elementos políticos, no parecen explicar grandes movimientos en los precios de los activos. Sin embargo, los primeros encuentran evidencia en favor de la hipótesis de que inversionistas individuales asignan más importancia a las noticias más prominentes, y menos a aquellas menos prominentes, incluso si las dos piezas de información implican el mismo efecto sobre el valor fundamental.¹⁰ En una semana típica, los precios sub-reaccionan a cambios en los fundamentales; la elasticidad de corto plazo con respecto al valor neto de los activos es significativamente menor a la unidad. En semanas con noticias que aparecen en la portada de *The New York Times*, los precios exhiben una reacción mayor; la elasticidad del precio con respecto al valor neto es cercana a la unidad.

En el espacio de la literatura teórica relacionada, figuran dos líneas de investigación. En primer lugar, los precios corrientes deberían ser un estadístico suficiente para estimar los parámetros involucrados en la elección del portafolio, en ausencia de: 1) costos de transacción; 2) costos de producción y diseminación de la información; y, 3) desacuerdos entre los inversionistas respecto de la distribución de los precios futuros (Grossman 1989, y Webb 1994). Con respecto a esta literatura este capítulo argumenta que la información contenida en los precios corrientes, refleja el desacuerdo con respecto a los parámetros que delimitan el escenario probabilístico de elección, en este caso, dicho desacuerdo es inducido por la aversión a la ambigüedad de una masa de los agentes en el mercado. En otras palabras, el presente capítulo se centra en la presencia de sesgos en la información transmitida, los efectos de equilibrio general que inducen la transmisión de información, diluyen estos sesgos sólo de manera parcial,¹¹ en esta perspectiva, los resultados presentados en el presente capítulo pueden considerarse como un

¹⁰ Para ello, usan datos en panel de precios y del valor neto de los activos, a fin de probar si una noticia dramática específica a un país afecta los precios de los fondos de renta fija del país.

¹¹ Este capítulo adapta el modelo “CARA-normal” de elección de portafolio propuesto por Lintner (1969), así, el lector interesado en esta línea de investigación puede realizar comparaciones directas con varios pasajes del clásico de Grossman (1989) “The Informational Role of Prices”.

equilibrio informacional *interim*, donde la incorporación de información acerca de las creencias de los agentes es sopesada en el mercado.

En segundo lugar, se encuentra la literatura sobre aversión a la ambigüedad. Los trabajos de Easley y O'Hara (2009, y 2012) y Pritsker (2012, y 2013) contienen los ingredientes del modelo planteado. Easley y O'Hara (2009, y 2012) examinan el rol de la ambigüedad idiosincrática como inhibidora de la participación de los agentes en el mercado, estos autores excluyen la posibilidad de correlaciones entre los precios futuros de los activos, por esta razón, la mayor ambigüedad en un sector, induce a que la riqueza que se deja de invertir en ese mercado sea conservada en efectivo (activo libre de riesgo). El presente capítulo extiende el trabajo de Easley y O'Hara, porque las interconexiones entre los mercados implican que al no participar o reducir sus posiciones de activos riesgosos, los agentes ingenuos eliminan ciertos riesgos de su portafolio, y a la vez inducen un efecto de transmisión de las restricciones de liquidez a lo largo de los mercados de activos. Adicionalmente, se incorpora el rol de las restricciones en las ventas en corto, las cuales generan un costo de participación que activa el escenario probabilístico donde las innovaciones macroeconómicas son máximo relevantes. En esta línea, Paiella (2007) analiza la importancia empírica de estas restricciones en el contexto de la participación y sus implicaciones sobre los precios.

Pritsker (2012, y 2013) plantea la existencia de ambigüedad estructural en los mercados de crédito interbancario, en particular, la ambigüedad emana del conocimiento incompleto, por parte de los prestamistas, de las exposiciones de los prestatarios a las diferentes formas de riesgo. En particular, en su modelo, los macro-riesgos son correctamente identificados; sin embargo, los prestamistas no saben a ciencia cierta si los prestatarios eligen el portafolio óptimo sobre la frontera de media varianza, o un portafolio situado sobre una recta que pasa por éste. Usando la noción de ambigüedad estructural y la agregación de los macro-riesgos desde el nivel microeconómico propuesta por Pritsker (2012, y 2013), este capítulo enfatiza la relevancia de las macro-innovaciones como fuente de la ambigüedad estructural, para determinar el rol que desempeña en la elección del portafolio óptimo y su efecto sobre los precios de diferentes tipos de activos. En específico este capítulo extiende el modelo de Easley y O'Hara (2009) incorporando la noción de ambigüedad estructural propuesta por Pritsker (2012, y 2013).

Como se señaló, la huida a la calidad (*flight to quality*) es un caso extremo del portafolio conservador, en el cual un mayor grado de ambigüedad se disemina a través de los mercados, e

implica que los precios de los activos se ven afectados por la menor liquidez inyectada al sistema. En un artículo relacionado, Caballero y Krishnamurthy (2008) muestran que la ambigüedad, respecto a la probabilidad de recibir una oleada de choques, tiene efectos expansivos asociados a episodios de *flight to quality* y a las restricciones de liquidez que se diseminan a lo largo de los mercados. Este resultado es similar al planteado por Gennaioli, Shleifer y Vishny (2012), quienes argumentan que la omisión de riesgos incentiva la innovación financiera, la cual incrementa la fragilidad del sistema, una vez, los riesgos omitidos son, súbitamente, incluidos se presentan episodios de *flight to quality*, induciendo, así, al colapso de los mercados financieros. Con respecto a estos artículos, la novedad del presente capítulo reside en el tratamiento de las macro-innovaciones, su rol en las tenencias de activos y la trasmisión de los sesgos a lo largo del mercado.

El texto se organiza de la siguiente manera. La sección 2.2 presenta las características de la distribución de los precios y de la riqueza. La sección 2.3 obtiene los portafolios óptimos de los agentes sofisticados e ingenuos, para el portafolio de estos últimos da cuenta de la existencia un comportamiento *cauteloso* (proposición 2.1) o *prudencial* (corolario 2.1) y de un comportamiento *conservador* (proposición 2.2). La sección 2.4 caracteriza el equilibrio en términos de los efectos del comportamiento cauteloso (proposición 2.3) y conservador (proposición 2.4). La sección 2.5 concluye y presenta algunas de líneas de investigación que se desprenden del presente análisis.

2.2. Distribuciones de los precios y la riqueza

Siguiendo a Easley y O'Hara (2009), este modelo consiste de 2 periodos, en el primer periodo $t = 0$, se seleccionan los portafolios óptimos y se realizan operaciones de compra y venta de activos y, en el segundo $t = 1$, se realizan los pagos. Existen M activos riesgosos, todos los agentes saben que los precios de éstos se distribuyen normalmente, pero algunos tienen información diferenciada sobre los parámetros de la distribución. Adicionalmente, existe un activo libre de riesgo (efectivo), cuya oferta neta es cero con precio constante e igual a la unidad. En los mercados para estos $M + 1$ activos, existen 2 tipos de inversionistas, una fracción $1 - \mu$ de sofisticados (S) y μ de ingenuos (I). Mientras que los primeros conocen los parámetros de la distribución de los precios de los activos riesgosos, los ingenuos observan un conjunto de estos

parámetros. En adelante, cada mercado de un activo indistintamente se denomina sector o mercado.

En particular, los agentes sofisticados conocen que los precios de los M activos riesgosos, en $t=1$, están dados por el vector aleatorio:

$$(2.1) \quad \tilde{P} = \alpha + \beta \Psi + \xi.$$

Donde, $\xi \sim N_M(\mathbf{0}, \Sigma_\xi)$ es el vector de M choques idiosincráticos, independientes entre sectores,¹² y $\Psi \sim N_K(\mathbf{0}, \Sigma_\Psi)$ es el vector de K innovaciones (noticias) macroeconómicas, independientes entre ellas.¹³ En general, estas noticias pueden ser positivas o negativas, así, β es una matriz $M \times K$ sensibilidades de los precios a la información macroeconómica, tal que $\beta_{m,k} \geq 0$, $\forall m=1, \dots, M$ y $\forall k=1, \dots, K$. Para evaluar las implicaciones de estos supuestos, considere el precio del m -ésimo activo:

$$\tilde{p}_m = \alpha_m + \sum_{k=1}^K \beta_{m,k} \psi_k + \xi_m.$$

Así, en $t=1$, el precio de cada activo depende de las desviaciones, inducidas por los riesgos idiosincráticos y macroeconómicos, con respecto a su valor fundamental α_m . Esta parametrización de los macro-riesgos, agregados desde el nivel micro (Pritsker 2010 y 2013), permite ampliar la propuesta de Easley y O'Hara (2009) al evaluar las interconexiones entre los sectores e introduce una tecnología de incorporación de innovaciones macroeconómicas basada en su relevancia: para todos los agentes una realización $\bar{\psi}_k < 0$ es una mala noticia, la cual tendrá un efecto negativo sobre p_m , si $\beta_{m,k} > 0$, o nulo, si $\beta_{m,k} = 0$. En este sentido, $\beta_{m,k}$ evalúa si una noticia macroeconómica es irrelevante, $\beta_{m,k} = 0$, para el m -ésimo sector, o relevante, $\beta_{m,k} > 0$, de tal forma que entre mayor es este parámetro, mayor la relevancia de la noticia. Bajo este supuesto, la fuente de ambigüedad será la relevancia de una macro-innovación, y no la dirección del efecto sobre los precios, lo cual simplifica el tratamiento de la aversión a la ambigüedad.

¹² $\xi_m \sim N(0, \sigma_m)$ y $\Sigma_\xi = dg(\sigma_1, \dots, \sigma_M)$.

¹³ $\psi_k \sim N(0, \nu_k)$ y $\Sigma_\Psi = dg(\nu_1, \dots, \nu_K)$.

En ese sentido, dos aclaraciones son relevantes; en primer lugar, puede argüirse que $\beta_{m,k} < 0$ para algún sector, porque al observar una macro-noticia adversa el precio de un activo sube en lugar de caer, lo cual sería una debilidad de la parametrización propuesta. Este sería el caso, por ejemplo, de una guerra que favorece a los sectores vinculados a la fabricación de insumos para la guerra, pero desfavorece los restantes. En segundo lugar, las innovaciones macroeconómicas podrían estar correlacionadas, este fenómeno puede ser particularmente importante en procesos de destrucción creativa, es decir, en escenarios donde una innovación tecnológica $\psi_k > 0$ que mejora la productividad de las empresas y, por esta vía, incrementa el valor de sus activos, pero a la par genera una noticia negativa $\psi_k = -\psi_{k'}$ que reduce el valor de los activos de las empresas que producían los bienes de capital que entran en desuso, o de empresas que los usaban intensivamente. En esta perspectiva, la estructura propuesta tiene la virtud de que la fuente de ambigüedad es la relevancia de las noticias macroeconómicas, la cual determina el grado de correlación entre los precios de los activos. Bajo estas condiciones el vector de precios tiene una distribución normal:

$$(2.2) \quad \tilde{P} \sim N_M(\alpha, \Xi).$$

Donde $\Xi = \beta \Sigma_\psi \beta^T + \Sigma_\xi$, es una matriz $M \times M$ simétrica, no negativa y definida positiva.¹⁴ Una manera intuitiva de visualizar esta matriz es considerar el mercado de activos compuesto de dos segmentos $M = M_1 + M_2$, así, Ξ puede escribirse como una matriz en bloques:

$$\Xi = \begin{pmatrix} \Xi^{1,1} & \Xi^{1,2} \\ \Xi^{2,1} & \Xi^{2,2} \end{pmatrix}.$$

La matriz $\Xi^{2,1} = (\Xi^{1,2})^T$ captura la correlación entre los segmentos M_1 y M_2 , la cual depende del efecto cruzado de las macro-innovaciones en cada segmento. Si las macro-innovaciones son irrelevantes para el segmento M_i , no existe interconexión entre los segmentos, $\Xi^{2,1} = \mathbf{0}$. De manera análoga, si las macro-innovaciones son relevantes para los dos segmentos del mercado, éstos estarán interconectados, y esta interconexión determinará el grado de diversificación del portafolio. Como se muestra en la proposición 2.2, la distinción entre cada segmento M_i y su tamaño, estará dada por el escenario probabilístico de planeación que consideran los agentes, es decir, por la percepción sobre el riesgo implícito en cada segmento del mercado y sus

¹⁴ El apéndice 2.A proporciona la prueba de estas propiedades.

implicaciones en la estructura del portafolio. Con estos elementos de la distribución de los precios en $t = 1$, puede determinarse la distribución de la riqueza.

En $t = 0$ los agentes satisfacen la restricción de presupuesto dada su riqueza inicial ω y los precios de mercado $P^T = (p_1, \dots, p_M)$:

$$(2.3) \quad \omega = w_i + P^T X_i.$$

Para los agentes $i = S, I$ la riqueza inicial es la misma y en $t = 0$ deben distribuirla entre los activos riesgosos X_i y el activo libre de riesgo w_i . Al satisfacer la restricción (2.3) $0 \leq w_i < \omega$, cuando un agente toma posiciones largas en todos los activos.

Para los agentes sofisticados, la riqueza aleatoria en $t = 1$ es:

$$(2.4) \quad \tilde{\omega}_S = w_S + \tilde{P}^T X_S.$$

Como estos agentes deben satisfacer su restricción de presupuesto, se tiene:

$$(2.5) \quad \tilde{\omega}_S = \omega + (\tilde{P} - P)^T X_S.$$

Para los agentes sofisticados los precios en el primer periodo siguen una distribución normal, así, dado un portafolio X_S su riqueza aleatoria en $t = 1$, se distribuye normalmente:

$$(2.6) \quad \tilde{\omega}_S \sim N(\omega + (\alpha - P)^T X_S, X_S^T \Xi X_S).$$

Aunque los agentes ingenuos saben que las innovaciones macroeconómicas e idiosincráticas tienen media cero, y que los precios se distribuyen normalmente, no observan todos los parámetros de distribución de la riqueza, es decir, operan en un escenario ambiguo. De esta manera, se modela la relación entre las diferentes formas de riesgo y la incertidumbre knightiana. En el proceso de toma de decisiones un agente sofisticado enfrenta riesgo estructural e idiosincrático, los resultados de sus decisiones son al azar, pero conoce los parámetros de la distribución de probabilidad asociados a los elementos específicos de un sector o activo, así como, la sensibilidad de los precios a las innovaciones macroeconómicas y su volatilidad. De otro lado, un agente ingenuo enfrenta ambigüedad idiosincrática, porque observa un conjunto de parámetros asociados a los elementos idiosincráticos, es decir, del valor fundamental y la varianza de los choques idiosincráticos. En este modelo, una fuente importante de ambigüedad es el conocimiento incompleto de la estructura del entorno económico, fenómeno que se define como ambigüedad estructural, el cual se modela al suponer que los agentes ingenuos observan un conjunto de parámetros, asociados a la relevancia de las macro-innovaciones y su volatilidad,

es decir, observa un conjunto de distribuciones para el vector de precios en $t = 1$, fenómeno que desde la perspectiva de los agentes ingenuos dificulta el proceso de agregación de estas innovaciones desde el nivel micro y la evaluación de estos riesgos.

En este sentido, los agentes ingenuos poseen una gran cantidad de información que deben seleccionar, a fin de determinar su escenario probabilístico para la elección de un portafolio. Formalmente, se asume que los agentes ingenuos observan un conjunto de parámetros Θ , tal que: $\alpha_{\min}, \alpha_{\max}, \Xi_{\min}, \Xi_{\max} \in \Theta$, con $\alpha_{\min} < \alpha < \alpha_{\max}$ y $\Xi_{\min} < \Xi < \Xi_{\max}$. Las matrices A y B , $M \times N$, satisfacen $A \succ B$ si $a_{mn} > b_{mn}$, $\forall m = 1, \dots, M$ y $\forall n = 1, \dots, N$.¹⁵ Bajo estas condiciones de la relación de orden \succ , es posible establecer medidas del grado del sesgo en los parámetros observados por los agentes ingenuos respecto de los agentes sofisticados, por ejemplo, considere las matrices Ξ y Ξ_{\max} , $\Xi_{\max} \succ \Xi$, definidas positivas, entonces existen una matriz B no singular, y una matriz diagonal Δ , con $\delta_m > 1$ para $m = 1, \dots, M$, tales que:

$$\Xi_{\max} = B\Delta B^T \text{ y } \Xi = BB^T.$$

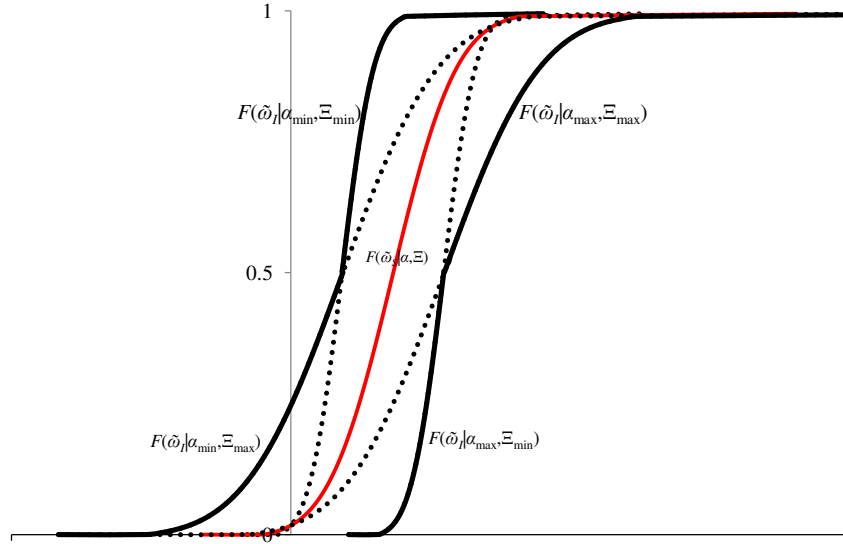
Donde Δ es la matriz de eigen-valores de $\Xi_{\max} \Xi^{-1}$,¹⁶ en este sentido, los elementos de Δ son una medida del grado de ambigüedad en los parámetros asociados a la varianza para cada activo, y la distancia entre δ_{\max} y δ_{\min} , asociados a los activos con el máximo y el mínimo sesgo, respectivamente, es una medida conjunta del grado de ambigüedad. Este tipo de análisis puede replicarse para los distintos elementos de Θ . Intuitivamente, el conocimiento preciso de la exposición al riesgo no es importante cuando el riesgo es bajo, pero puede llegar a ser importante cuando se eleva el riesgo, ampliando las distancias entre las diferentes distribuciones que componen el escenario de planeación de los agentes ingenuos, y oscureciendo el proceso de evaluación de las pérdidas y del grado de exposición a las distintas formas de riesgo (Pritsker 2013). Ahora bien, siguiendo la literatura de aversión a la ambigüedad, el modelo propuesto usa una heurística en la cual estos agentes seleccionan los parámetros que definen el peor escenario, con ello, como veremos, el espacio de parámetros se restringe a las combinaciones entre máximos y mínimos, las cuales, como muestra la gráfica 2.1, delimitan el espacio de las

¹⁵ Si $N=1$ se trata de vectores columna.

¹⁶ En el apéndice 2.A. se demuestra esta propiedad.

diferentes funciones de distribución acumulada de la riqueza aleatoria $\tilde{\omega}_t$, dado un portafolio X_t .

Gráfica 2.1: Distribuciones de probabilidad acumulada para $\tilde{\omega}_t$.



Fuente: Cálculos del autor.

2.3. Ambigüedad estructural y elección del portafolio

Suponemos que todos los agentes exhiben las mismas preferencias sobre los resultados, en particular, exhiben una función de utilidad Bernuolli con coeficiente de aversión absoluta al riesgo igual a 1:

$$u(\omega_t) = -\exp(-\omega_t),$$

este supuesto y $\omega = \omega_t = \omega_s$ permiten que las diferencias en la elección del portafolio resulten de las diferentes opiniones en cuanto a la información, y no de la postura de los agentes frente al riesgo o de diferencias en el nivel de riqueza. De otro lado, los agentes sofisticados pueden comprar o vender los activos (posiciones largas o cortas), mientras que los agentes ingenuos deciden si participar (comprar y cuanto comprar) o no en el mercado.

Usando la restricción de presupuesto, ecuación (2.3), la función de utilidad esperada puede escribirse como una transformación estrictamente creciente de la expresión:¹⁷

¹⁷ El apéndice 2.A proporciona la prueba de este resultado. El cual también puede obtenerse suponiendo: 1) los vectores \tilde{P} y P son logaritmos de los precios, es decir, el vector de precios en el primer periodo se distribuye log-

$$\omega + (\alpha - P)^T X - \frac{1}{2} X^T \Xi X$$

Así, el problema de elección de portafolio para los agentes sofisticados es equivalente a:

$$(2.7) \quad \max_x \quad \omega + (\alpha - P)^T X - \frac{1}{2} X^T \Xi X ;$$

para este problema la condición de primer orden de los agentes sofisticados es:

$$CPO_S \quad \alpha - P = \Xi X_S^*(P).$$

De donde el portafolio óptimo de los agentes sofisticados es el rendimiento esperado ajustado por riesgo:

$$(2.8) \quad X_S^*(P) = \Xi^{-1}(\alpha - P).$$

Este portafolio debe satisfacer la restricción de presupuesto (2.3) dado el nivel de riqueza ω , así las tenencias del activo libre riesgo w_S (efectivo) satisfacen:

$$w_S = \omega - P^T \Xi^{-1}(\alpha - P).$$

Dado que Ξ es una matriz no negativa y definida positiva, $\alpha \succ P$ es la condición necesaria, más no suficiente, para que los agentes sofisticados asuman posiciones largas en todos los activos, $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$. Viceversa, $\alpha \prec P$ es la condición necesaria, más no suficiente, para que los agentes sofisticados tomen un posición corta en todos los activos, $X_S^*(P) \prec \mathbf{0}$. La ecuación (2.8) refleja el portafolio ajustado al riesgo del modelo de Lintner (1969), recordando que $\Xi = \beta \Sigma_\psi \beta^T + \Sigma_\xi$, el ajuste al riesgo incorpora los aspectos estructurales e idiosincráticos, formalmente, usando la identidad de Woodbury (Brandt y Syskind 2012) el portafolio óptimo de los agentes sofisticados puede escribirse:

$$(2.8') \quad X_S^*(P) = \Sigma_\xi^{-1}(\alpha - P) - \Sigma_\xi^{-1} \beta (\Sigma_\psi^{-1} + \beta^T \Sigma_\xi^{-1} \beta)^{-1} \beta^T \Sigma_\xi^{-1}(\alpha - P).$$

Para simplificar la notación:

$$\Gamma^{-1} = \beta (\Sigma_\psi^{-1} + \beta^T \Sigma_\xi^{-1} \beta)^{-1} \beta^T \Sigma_\xi^{-1}.$$

Con ello, si $\alpha \succ P$ y $\alpha - P \succ \Gamma^{-1}(\alpha - P)$, entonces, los agentes sofisticados toman posiciones largas en todos los activos, $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$. Intuitivamente, esta condición dice que el exceso de

normal multivariado; 2) los agentes deciden sobre índices de la riqueza y la relación intertemporal de precios de tal

forma que: $\ln \tilde{\omega} = \ln \omega + (\tilde{P} - P)^T X$; y, 3) $u(\tilde{\omega}) = \frac{\tilde{\omega}^{1-\gamma}}{1-\gamma}$ con $\gamma = 2$.

retorno debe compensar las distintas formas de riesgo, capturadas por Γ^{-1} , incurridas al tomar una posición larga en cada activo. Cuando no existe riesgo estructural ($\beta = \mathbf{0}$), los agentes sofisticados tomarían una posición larga en cada activo, si $\alpha \succ P$, es decir, si el retorno es positivo. Una vez determinado el portafolio de los agentes sofisticados puede contrastarse con el portafolio de los agentes ingenuos, para evaluar los efectos de la ambigüedad.

Los agentes ingenuos eligen si participar o no en este mercado, sujetos a restricciones en ventas en corto, este supuesto se asocia a la existencia de costos de participar, en particular, realizar una venta en corto implica la capacidad de tomar prestado y un proceso de negociación con los operadores financieros (D' Avolio 2002), en esta perspectiva, los agentes ingenuos se identifican con aquellos que tienen un rezago de experiencia o de capital humano para realizar dicha transacción (Easley y O'Hara 2009, Paiella 2007). En general, estos costos no sólo están asociados a las prohibiciones explícitas, sino que también aparecen asociados a las características propias de transacción, por esta razón, existe evidencia de países donde éstas no están prohibidas, pero no son una práctica común (Bris, Goetzmann, y Zhu 2007). Bajo estas condiciones, los agentes ingenuos determinan simultáneamente el escenario de planeación y el portafolio óptimo:

$$(2.9) \quad \max_{X \geq \mathbf{0}} \min_{\Theta} U_I = \omega + (\hat{\alpha} - P)^T X - \frac{1}{2} X^T \hat{\Xi} X.$$

Gilboa y Schmeidler (1989) proporcionan la base axiomática para este problema de determinación del escenario probabilístico de planeación, donde los agentes ingenuos, quienes consideran múltiples distribuciones (Gráfica 2.1) sobre el estado de las variables económicas (incertidumbre knightiana), son aversos a la ambigüedad y toman decisiones óptimas basadas en la creencia de que el peor de los casos impera.¹⁸ Dado que $X \geq \mathbf{0}$ y que $\hat{\Xi}$ es positiva y definida positiva, la solución al problema de minimización que define el escenario de planeación es:

$$\arg \min_{\Theta} U_I = \{\alpha_{\min}, \Xi_{\max}\} = \{\alpha_{\min}, \Sigma_{\xi}^{\max}, \beta_{\max}, \Sigma_{\psi}^{\max}\}.$$

¹⁸ Una aclaración necesaria en este punto es la diferencia entre aversión a la ambigüedad y aversión al riesgo infinita. Para ilustrar dicha diferencia supongamos de existen dos estados de naturaleza “bueno” y “malo”, un agente con aversión infinita al riesgo elige considerando únicamente el escenario “malo”, aunque éste ocurre con una probabilidad conocida q y el “bueno” con probabilidad $1 - q$ (Gennaioli, Shleifer y Vishny 2012). Por el contrario, un agente averso a la ambigüedad observa múltiples probabilidades asociadas a cada estado de naturaleza, y elige asociando la probabilidad más alta al estado “malo” q_{\max} y $1 - q_{\max}$ al “bueno” (ver Gráfica 2.2).

Para interpretar esta solución es necesario evaluar cada uno de los términos de la minimización. El primer componente de este problema es el retorno medio del portafolio X :

$$\min_{\hat{\alpha}} (\hat{\alpha} - P)^T X ,$$

$\alpha_{m,\min}$ es la solución a este problema, si los agentes ingenuos toman una posición larga en el m -ésimo activo, y $\alpha_{m,\max}$ si toman una posición corta. Cuando existen restricciones a las ventas en corto el vector de valores fundamentales α_{\min} , caracteriza el escenario de elección, es decir, un escenario de retorno mínimo, respecto al conjunto de parámetros observada por los agentes ingenuos.

El segundo componente del problema está asociado a la varianza de la riqueza, la cual depende de la relevancia de las macro-innovaciones, y de la varianza al nivel estructural e idiosincrático, problema que es equivalente a:

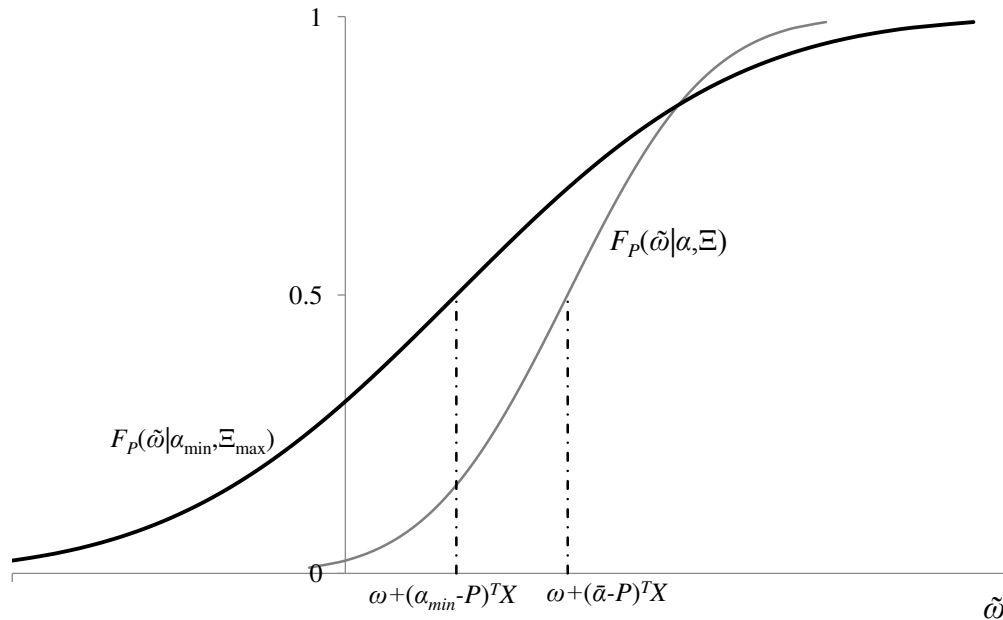
$$\max_{\hat{\Sigma}_{\xi}, \hat{\beta}, \hat{\Sigma}_{\psi}} X^T \hat{\Sigma}_{\xi} X + X^T \hat{\beta} \hat{\Sigma}_{\psi} \hat{\beta}^T X$$

Al evaluar este programa en el conjunto de parámetros los agentes ingenuos asignan máxima volatilidad al choque idiosincrático en cada sector m , es decir, $\sigma_{m,\max}$, para $m=1,\dots,M$, es la varianza asociada al choque específico, independientemente de si la posición es larga o corta en cada activo, esto ocurre porque la elección de este parámetro no está atada a la posición en los otros activos, por tanto, Σ_{ξ}^{\max} es la matriz de varianzas que caracteriza el escenario de planeación con respecto a los choques idiosincráticos.

Caracterizar el escenario de planeación en términos de la ambigüedad estructural resulta más complejo, porque existen interconexiones entre los sectores que implican que mayor volatilidad o relevancia de las macro-innovaciones no necesariamente es perjudicial. En este caso, si los agentes ingenuos asumen la misma posición, corta o larga, en todos los activos, entonces el escenario probabilístico de planeación, caracterizado por máxima volatilidad (Σ_{ψ}^{\max}) y relevancia de las macro-innovaciones (β_{\max}) es el usado para determinar el portafolio óptimo. Sin embargo, el efecto de ambigüedad estructural puede mitigarse tomando una posición corta en el activo m y una larga en el activo m' , en este caso, el escenario de planeación incorporaría parámetros intermedios entre mínima y máxima relevancia y volatilidad de las macro-innovaciones. En esta perspectiva, las restricciones a las ventas en corto se acompañan de

transformaciones en las relaciones que determinan el entorno de decisión, induciendo al replanteamiento de los modelos para evaluar el riesgo, en consecuencia, los agentes ingenuos consideran escenarios de planeación donde las macro-innovaciones exhiben máxima relevancia y volatilidad. Este resultado es consistente con la evidencia de los contextos de crisis donde las restricciones a las ventas en corto emergen, de un lado, por su prohibición explícita, como ocurrió en el contexto de la crisis subprime (Tsang 2008, Collins y Ferguson 2008), y de la crisis de la eurozona (Kirschbaum y Marsh 2010, Guttman 2011); y de otro lado, por el incremento de los requerimientos de capital, por parte de los brokers, o el deterioro de la capacidad de negociación, lo cual limita la capacidad para tomar “prestado” (vender en corto) (D’Avolio 2002, Shleifer y Vishny 2011).

Gráfica 2.2: Distribución acumulada de la riqueza: agentes ingenuos versus sofisticados.



Fuente: Cálculos del autor.

Bajo estas consideraciones, los agentes ingenuos usan un escenario probabilístico de planeación caracterizado por la media más baja de los precios en el primer periodo, máxima volatilidad de los choques específicos y de las innovaciones macroeconómicas, y, finalmente, máxima relevancia de las innovaciones macroeconómicas. En este contexto, considere dos agentes, ingenuo y sofisticado, con la misma riqueza inicial, quienes evalúan portafolio $X \succ \mathbf{0}$ a los precios $P \prec \alpha_{\min} \prec \alpha$. Como ilustra la gráfica 2.2, $\Pr_I(\tilde{\omega} \leq \omega_0) > \Pr_S(\tilde{\omega} \leq \omega_0)$, para todo $\omega_0 \leq E[\tilde{\omega}]$, donde $E[\tilde{\omega}]$ es la verdadera media de la riqueza. Los agentes ingenuos asignan

máxima relevancia a las innovaciones macroeconómicas, así como, máxima volatilidad a éstas (máxima correlación entre los precios de los activos), haciendo más pesadas las colas de la distribución. De igual forma, se asigna una mínima media al precio de los activos, desplazando la distribución acumulada hacia la izquierda, así, en términos de la distribución acumulada los parámetros que caracterizan el escenario de planeación inducen un fenómeno de “colas pesadas”, en donde los agentes asignan probabilidades altas a los peores escenarios y bajas a los mejores como resultado de la aversión a la ambigüedad.

Una fuente importante de ambigüedad es el conocimiento incompleto de la estructura del entorno económico: ambigüedad estructural. En este contexto, el desconocimiento de las posibles interconexiones entre activos, induce que los agentes ingenuos asignen máxima relevancia a las innovaciones macroeconómicas, así como, máxima volatilidad a éstas, lo cual implica máxima correlación entre los precios de los activos. En consecuencia, existe una asimetría en las creencias de los agentes ingenuos y, por ende, en sus proyecciones y en su reacción ante las macro-innovaciones. Un ejemplo, de esta situación tuvo lugar el 20 de junio de 2013, cuando Ben Bernanke anunció que la FED podría empezar a reducir sus compras de bonos ese año, y finalizarlas completamente a mediados del siguiente año, lo cual significaba que 85 mil millones de dólares dejarían de inyectarse mensualmente al mercado de bonos. Como resultado de este anuncio, el índice Dow Jones experimentó una reducción de 2.34%, el S&P de 2.5% y el Nasdaq de 2.28%; tendencia que registraron todos los índices de bolsa del mundo. El 10 de Julio, Bernanke aclaró que el programa “continuaría por ahora”, y que a futuro se planteaba una política “altamente acomodaticia”, al día siguiente, el índice Dow Jones aumentó en 1.1%, mientras que el S&P 500 lo hizo en 1.3%.

En síntesis, el problema de elección de portafolio de los agentes ingenuos se transforma en:

$$(2.10) \quad \max_{X \geq 0} \omega + (\alpha_{\min} - P)^T X - \frac{1}{2} X^T \Xi_{\max} X.$$

Así, la condición de primer orden para los agentes ingenuos es:

$$CPO_l \quad \alpha_{\min} - P - \Xi_{\max} X + \Lambda = \mathbf{0}$$

Donde Λ es el vector $M \times 1$ de multiplicadores de Lagrange, y satisface $\Lambda \geq \mathbf{0}$ y $\lambda_{m'} x_{l,m'}^* = 0$, cada elemento de este vector puede leerse como la pérdida sombra que implicaría una posición corta, dadas las restricciones para tomar prestado en el mercado. Con ello,

$\alpha_{m',\min} \leq p_{m'}$ es una condición necesaria para que los agentes ingenuos no participen en el m' -ésimo mercado. Viceversa, si $\alpha_{m',\min} > p_{m'}$ es una condición necesaria para que los agentes ingenuos participen en m' -ésimo mercado. Así, sea la función indicadora 1_{λ_m} , tal que $1_{\lambda_m} = 1$ si $\lambda_m = 0$, y $1_{\lambda_m} = 0$ si $\lambda_m > 0$, entonces pueden escribirse las matrices indicadoras $\mathbf{I}_E^+ = \text{diag}(1_{\lambda_1}, \dots, 1_{\lambda_M})$ y $\mathbf{I}_E^- = \mathbf{I} - \mathbf{I}_E^+$, \mathbf{I}_E^- indica si la restricción está activa o inactiva.¹⁹ Con ello, la condición de primer orden puede escribirse como:

$$(2.11) \quad \mathbf{I}_E^+(\alpha_{\min} - P) = [\mathbf{I}_E^+(\Sigma_{\Psi}^{\max} + \beta_{\max} \Sigma_{\xi}^{\max} \beta_{\max}^T) \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-] X_I^*(P).$$

El sistema de ecuaciones es recursivo en bloques, es decir, los agentes ingenuos descartan participar en los M' mercados donde $\alpha_{m',\min} \leq p_{m'}$, y evalúan si participar o no en los siguientes, sin considerar los riesgos de los M' donde no participa. De donde el portafolio óptimo de los agentes ingenuos está dado por:

$$(2.12) \quad X_I^*(P) = [\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-]^{-1} \mathbf{I}_E^+(\alpha_{\min} - P).$$

Este portafolio debe satisfacer la restricción de presupuesto (2.3) dado el nivel de riqueza ω , así las tenencias del activo libre riesgo w_I (efectivo) satisfacen:

$$0 \leq w_I \leq \omega \quad \text{y} \quad w_I = \omega - P^T [\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-]^{-1} \mathbf{I}_E^+(\alpha_{\min} - P).$$

La expresión (2.12) es análoga a la obtenida para los agentes sofisticados (2.8), en este caso, el portafolio óptimo de los agentes ingenuos se ajusta al riesgo en situación de estrés financiero. Usando la identidad de Woodbury y $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{I}$, el sistema de demanda puede escribirse como:

$$(2.12') \quad X_S^*(P) = \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}} (\alpha_{\min} - P) - \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}} \beta_{\max} (\Sigma_{\Psi}^{\max^{-1}} + \beta_{\max}^T \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}} \beta_{\max})^{-1} \beta_{\max}^T \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}} (\alpha_{\min} - P).$$

Con esta expresión las condiciones necesarias y suficientes para la participación de los agentes ingenuos en los M mercados ($\forall m = 1, \dots, M$) son:

Participación 1: $\alpha_{m,\min} > p_m$.

Participación 2: $\alpha_{\min} - P \succ \Gamma_{\max}^{-1} (\alpha_{\min} - P)$.

Para simplificar la notación:

$$\Gamma_{\max}^{-1} = \beta_{\max} (\Sigma_{\Psi}^{\max^{-1}} + \beta_{\max}^T \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}} \beta_{\max})^{-1} \beta_{\max}^T \Sigma_{\xi}^{\max^{-1}}.$$

¹⁹ Note que si $\alpha_{\min} \leq P$, entonces \mathbf{I}_E^- es la matriz identidad, $\mathbf{I}_E^- = \mathbf{I}$, y \mathbf{I}_E^+ la matriz nula $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{0}$.

Estas condiciones de participación establecen que los agentes ingenuos participan en un mercado, si el rendimiento esperado es positivo (*participación 1*), y suficiente para compensar la interacción de las distintas formas de riesgo en una situación de estrés financiero, capturadas por Γ_{\max}^{-1} (*participación 2*). A fin de simplificar la caracterización del equilibrio, se asume que la segunda condición se satisface, por tanto, la condición de *participación 1* es suficiente y la ecuación (2.12) determina el portafolio óptimo de los agentes ingenuos, con $1_{\lambda_m} = 1$, si $\alpha_{m,\min} > p_m$, y $1_{\lambda_m} = 0$ si $\alpha_{m,\min} \leq p_m$. Bajo este supuesto, este capítulo se centra en los efectos intensivos de la ambigüedad estructural, dados los efectos extensivos de la ambigüedad idiosincrática. El rasgo que muestra los efectos de la ambigüedad reside en que si $\alpha_{m,\min} < p_m < \alpha_m$ los ingenuos no participan y los sofisticados tienen incentivos para hacerlo. En este contexto, en el portafolio de elegido por los agentes ingenuos, los efectos de la interacción entre las diferentes formas de ambigüedad implica el siguiente resultado:

Proposición 2.1: (Portafolio cauteloso) Si los agentes sofisticados e ingenuos participan en todos los mercados, $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$ y $X_I^*(P) \succ \mathbf{0}$, entonces sus portafolios no satisfacen:

$$X_I^*(P) \succeq X_S^*(P).$$

Prueba: ver apéndice 2.B.

La aversión ambigüedad respecto a los parámetros que determinan la distribución de los precios y, por ende, de la riqueza de los agentes ingenuos, significa que este tipo de agentes somete los rendimientos esperados de los activos a pruebas de estrés financiero, por esta razón, participan en los mercados de activos si el rendimiento esperado compensa los riesgos asociados a la interacción de las distintas formas de incertidumbre. Intuitivamente, dada la aversión a la incertidumbre, no puede ocurrir que para todos los mercados las tenencias de activos de los agentes ingenuos sean mayores o iguales a las tenencias de los sofisticados. Esto ocurre porque la existencia de interconexiones en los mercados induce un efecto diversificación, los agentes ingenuos pueden reducir sus tenencias en esos segmentos donde la ambigüedad es mayor sin castigar sus participaciones en otros segmentos del mercado. Un caso especial de este comportamiento emerge cuando se mengua el efecto diversificación y, por tanto, respecto de los agentes sofisticados, los agentes ingenuos exhiben mayores tenencias del activo libre riesgo (efectivo) y menores tenencias en todos los activos riesgosos:

Corolario 2.1: (Portafolio prudential) Si los agentes sofisticados e ingenuos participan en todos los mercados, $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$ y $X_I^*(P) \succ \mathbf{0}$, entonces sus portafolios son tales que $X_S^*(P) \succ X_I^*(P)$ y $w_I^*(P) > w_S^*(P)$, si se satisface la siguiente condición sobre el sesgo de los agentes ingenuos:

$$\alpha - \alpha_{\min} \succ \Gamma^{-1}(\alpha - P) - \Gamma_{\max}^{-1}(\alpha_{\min} - P).$$

La prueba de esta proposición se obtiene de las ecuaciones (2.8') y (2.12'), y calcular las tenencias de efectivo usando la restricción de presupuesto (2.3). Como se señaló, en la práctica el conocimiento preciso de la exposición al riesgo no es importante cuando éste es bajo, pero puede llegar a ser importante cuando el grado de interconexión entre los sectores, asociado a las innovaciones macroeconómicas, oscurece el proceso de evaluación de las pérdidas y del grado de exposición de los activos a las distintas fuentes de riesgo, lo cual induce un comportamiento más cauteloso, es decir, agrava las restricciones de liquidez en los mercados, porque amplifica el efecto extensivo de la ambigüedad idiosincrática, reduciendo, así, la disposición a transar. En esta perspectiva, el mercado de activos puede dividirse en dos segmentos: participación M_1 y no-participación M_2 , con $M = M_1 + M_2$ y

$$P = \begin{pmatrix} P_{M_1} \\ P_{M_2} \end{pmatrix},$$

la distinción entre cada segmento y su tamaño depende de la magnitud del sesgo sobre el valor fundamental, entre menor el precio esperado de los activos en un segmento del mercado (M_2), mayores los incentivos de los agentes ingenuos para no participar en este segmento y, por tanto, mayor su tamaño. Este resultado se sintetiza en la siguiente proposición:

Proposición 2.2: (Portafolio conservador) Si $\beta_{\max} \succ \mathbf{0}$, un mayor grado de ambigüedad en el segmento M_2 , tal que $\alpha_{M_2, \min}$ pasa a $\alpha_{M_2, \min} \preceq P_{M_2}$, entonces, las tenencias de los M_2 activos riesgosos, por parte de los agentes ingenuos, caen a cero en ese segmento $X_{I, M_2}^* = \mathbf{0}$. Entonces, los agentes ingenuos incrementan las tenencias en el activo libre de riesgo y en los activos del segmento M_1 .

La prueba se obtiene al reescribir la ecuación (2.11) para los M_1 activos riesgosos en función de los restantes M_2 , y evaluar las condiciones de holgura complementaria. La intuición detrás de esta proposición es que entre mayor el grado de ambigüedad, en cuanto al rendimiento

de los activos en el segmento M_2 , los cuales son vistos como más riesgosos, mayores los incentivos para que los agentes ingenuos se abstengan de participar en ese segmento del mercado, al hacer esto eliminan el efecto de la ambigüedad estructural en M_2 mercados sobre el portafolio en su conjunto, razón por la cual incrementan las tenencias en el activo libre de riesgo y en los activos del segmento M_1 , vistos como menos riesgosos.

Como señala Pritsker (2013), un aspecto importante de la crisis subprime de 2007-8, más allá del aumento en el riesgo, resultó de la interacción entre un entorno económico más arriesgado y la ambigüedad estructural acumulada, la cual se evidenció en el conocimiento incompleto de las exposiciones, de establecimientos e instrumentos financieros, a diferentes fuentes de riesgo, en general, y al riesgo de la vivienda, en particular. Así, con creencias motivadas por la posibilidad de fenómenos de “cola izquierda”, las precauciones tomadas por los agentes aumentaron, afectando negativamente la disposición a realizar transacciones en los mercados financieros. En esta misma línea, Dimmock, Kouwenberg, Mitchell, y Peijnenburg (2013) miden la aversión ambigüedad utilizando una encuesta representativa de hogares estadounidenses, con preguntas diseñadas con base en las urnas Ellsberg. Estos autores muestran que la aversión ambigüedad se asocia negativamente con la participación en el mercado de valores y con la fracción de la riqueza financiera asignada en renta variable. También encuentran que los individuos con una mayor aversión ambigüedad son más propensos a vender activamente las acciones durante la crisis. En el contexto de la crisis de 2008-09, un aumento de una desviación estándar en la aversión ambigüedad se asocia con un incremento de 3,3 puntos porcentuales en la probabilidad de venta de acciones.

De otro lado, Caballero y Krishnamurthy (2008) argumentan que la aversión ambigüedad puede generar episodios de retorno a la calidad, episodios asociados al arribo noticias que inducen la replanteamiento de los modelos para evaluar el riesgo. Existen tres escenarios en los cuales los agentes ingenuos sustituyen los activos riesgosos por efectivo (*flight to quality*). En primer lugar, los segmentos M_1 y M_2 pueden estar desconectados desde la perspectiva de los agentes ingenuos, es decir, K macro-innovaciones son irrelevantes en el segmento M_2 , en este escenario, la creciente ambigüedad en el segmento M_2 , incrementa las tenencias de efectivo. En segundo lugar, si el segmento M_2 copa el mercado de activo riesgosos, $M_2 = M$, así, los agentes ingenuos no participan en los mercados de activos riesgosos, y aumentan sus tenencias

de efectivo. Finalmente, cuando $\beta_{\max} = \mathbf{0}$ (Easley y O'Hara 2009 y 2013), en este escenario la tenencia de cada activo depende únicamente de la ambigüedad idiosincrática, los mercados están desconectados, por esta razón, el incremento de la ambigüedad idiosincrática en el segmento M_2 induce una huida al activo libre riesgo (efectivo).

2.4. Ambigüedad estructural y precios de equilibrio

La oferta per cápita exógena de cada activo, $\bar{x}_m > 0$, y $\bar{X} \succ \mathbf{0}$ el vector de ofertas. Existe una fracción μ de agentes ingenuos y $1 - \mu$ de sofisticados, así, la condición de equilibrio es:

$$(2.13) \quad \mu X_I^*(P) + (1 - \mu) X_S^*(P) = \bar{X}.$$

Las demandas por activos riesgosos a los precios de equilibrio deben satisfacer la restricción de presupuesto (2.3) dado el nivel de riqueza ω , es decir, $0 \leq w_I \leq \omega$ y $0 \leq w_S \leq \omega$, así la demanda per cápita del activo libre de riesgo en equilibrio es:

$$\bar{w}(P) = \mu w_I + (1 - \mu) w_S = \omega - (\mu P^T X_I^*(P) + (1 - \mu) P^T X_S^*(P)).$$

En equilibrio el vector de precios satisface $0 \leq \bar{w}(P) \leq \omega$. Para caracterizar el vector de precios de equilibrio, se procede evaluando tres casos de referencia para dos casos generales, cuyos resultados principales se presentan en las proposiciones 2.3 y 2.4.

Caso 1: (**Valuación "correcta" de los activos:** $\mu = 0$) $X_S^*(P_S) = \bar{X}$ y $\alpha > P_S$, entonces:

$$P_S = \alpha - \underbrace{\Sigma_{\xi} \bar{X}}_{\text{Riesgo Sectorial}} - \underbrace{\beta \Sigma_{\Psi} \beta^T \bar{X}}_{\text{Riesgo Estructural}}.$$

En este caso el mercado está poblado únicamente por agentes sofisticados, así, P_S representa el precio de mercado asociado a la valuación correcta de los activos (Lintner 1969), es decir, el precio de mercado de cada activo en $t = 0$ es la media de su precio en $t = 1$ descontando el riesgo estructural y sectorial.

Caso 2: (**No participación:** $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{0}$) $0 < \mu < 1$ y $\alpha_{\min} \leq P_S^* < \alpha$, entonces $X_I^*(P_S^*) = \mathbf{0}$, $X_S^*(P_S^*) = \bar{X} \succ \mathbf{0}$, y:

$$P_S^* = P_S - \underbrace{\frac{\mu}{1 - \mu} \Xi \bar{X}}_{\text{Efecto liquidez}}.$$

En este escenario extremo, el efecto de la ambigüedad sobre los parámetros de la distribución inhibe la participación de los agentes ingenuos en todos los mercados, es decir, la incertidumbre knightiana se disemina a lo largo del mercado, razón por la cual las tenencias de activos de los agentes ingenuos se limitan al activo libre riesgo (*flight to quality*), en consecuencia, los precios caen por un efecto liquidez, tal que entre mayor es la proporción de agentes ingenuos que no participan, menor es la liquidez inyectada al sistema y, por ende, menor el precio de cada activo:

$$\frac{\partial P_S^*}{\partial \mu} = -\frac{1}{(1-\mu)^2} \Xi \bar{X} < \mathbf{0}.$$

Caso 3: (**Valuación bajo aversión a la ambigüedad:** $\mu = 1$) $X_I^*(P_I) = \bar{X} \succ \mathbf{0}$ y $\alpha_{\min} \succ P_I$, entonces $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{I}$ y el vector de precios satisface:

$$P_I = \underbrace{\alpha_{\min} - \sum_{\xi}^{\max} \bar{X}}_{\text{Ambigüedad Idiosincrática}} - \underbrace{\beta_{\max} \sum_{\Psi}^{\max} \beta_{\max}^T \bar{X}}_{\text{Ambigüedad Estructural}}.$$

Con este vector de precios la prima de ambigüedad puede definirse como:

$$UP = P_S - P_I = \underbrace{\alpha - \alpha_{\min} + \left[\sum_{\xi}^{\max} - \sum_{\xi} \right] \bar{X}}_{\text{Ambigüedad Idiosincrática}} + \underbrace{\left[\beta_{\max} \sum_{\Psi}^{\max} \beta_{\max}^T - \beta \sum_{\Psi} \beta^T \right] \bar{X}}_{\text{Ambigüedad Estructural}} \succ \mathbf{0}.$$

Con ello, en un escenario de aversión a la ambigüedad, el vector de precios puede escribirse como el vector de precios bajo valuación “correcta” descontando la prima de ambigüedad:

$$P_I = P_S - UP.$$

Si el mercado estuviera poblado únicamente por agentes ingenuos, sobre los precios de los activos existiría un descuento asociado al grado de ambigüedad presente en la definición del escenario probabilístico de planeación, entre mayor sea el sesgo respecto de los agentes sofisticados, más alto será dicho descuento.

Caso 4: (Precios portafolio cauteloso: $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{I}$) $0 < \mu < 1$ y $\alpha \succ \alpha_{\min} \succ P_{SI}$, entonces $X_S^*(P_{SI}) \succ \mathbf{0}$, $X_I^*(P_{SI}) \succ \mathbf{0}$, y el vector de precios:

$$P_{SI} = P_S - \mu \Xi (\mu \Xi + (1-\mu) \Xi_{\max})^{-1} UP.$$

Alternativamente:

$$P_{SI} = P_I + (1-\mu) \Xi_{\max} (\mu \Xi + (1-\mu) \Xi_{\max})^{-1} UP$$

Este sistema de ecuaciones para los precios permite evaluar el rol de la interacción entre los dos tipos de agentes en el mercado. Por ejemplo, considere que el sesgo de los agentes ingenuos en términos de la varianza es tal que: $\Xi_{\max} = \hat{\delta}\Xi$, con el escalar $\hat{\delta} > 1$, entonces $P_{SI} = P_S - \mu(\mu + (1 - \mu)\hat{\delta})^{-1}UP$ y $P_{SI} = P_I + (1 - \mu)\hat{\delta}(\mu + (1 - \mu)\hat{\delta})^{-1}UP$, los escalares que premultiplican a UP son una medida del peso de los agentes ingenuos, relativa a la magnitud del sesgo inducido por la aversión a la ambigüedad. En este ejemplo, si bien, en el mercado, las percepciones de los agentes ingenuos inducen un comportamiento *cauteloso* o *prudencial*, mercado a mercado sobre los precios sólo se descuenta una fracción de la prima de ambigüedad. En otras palabras, aunque la interacción de los agentes en el mercado mengua el efecto de la prima de ambigüedad, los precios no alcanzan el nivel de valuación “correcta”. En este sentido, es posible evaluar el efecto de la interacción de los agentes en el mercado calculando una medida del peso de los agentes ingenuos, relativa a la magnitud conjunta del sesgo sobre la varianza, es decir, calculando la norma de $\mu\Xi(\mu\Xi + (1 - \mu)\Xi_{\max})^{-1}$ y $(1 - \mu)\Xi_{\max}(\mu\Xi + (1 - \mu)\Xi_{\max})^{-1}$.

En general, dado que Ξ_{\max} y Ξ , $\Xi_{\max} \succ \Xi$, son definidas positivas, entonces existen una matriz B no singular, y una matriz diagonal Δ , con $\delta_m > 1$ para $m = 1, \dots, M$, tales que: $\Xi_{\max} = B\Delta B^T$ y $\Xi = BB^T$. Donde Δ es la matriz de eigen-valores de $\Xi_{\max} \Xi^{-1}$, en este sentido, los elementos de Δ , δ_m , son una medida del grado de ambigüedad en los parámetros asociados a la varianza para cada activo, y la distancia entre δ_{\max} y δ_{\min} , asociados a los activos con el máximo y el mínimo sesgo, respectivamente, es una medida conjunta del grado de ambigüedad. Adicionalmente, δ_{\max} es el máximo eigen-valor de $\Xi_{\max} \Xi^{-1}$ y δ_{\min} es el inverso del máximo eigen-valor de $\Xi \Xi_{\max}^{-1}$. En consideración a los argumentos precedentes, una medida del peso de los agentes ingenuos, relativa a la magnitud conjunta del sesgo sobre la varianza, es la norma matricial de $\mu\Xi(\mu\Xi + (1 - \mu)\Xi_{\max})^{-1}$ y $(1 - \mu)\Xi_{\max}(\mu\Xi + (1 - \mu)\Xi_{\max})^{-1}$ inducida por la norma euclídea, la cual se corresponde con los máximos eigen-valores de estas matrices. Así, como resultado de la interacción de los dos tipos agentes en el mercado se tiene:

Proposición 2.3: En el equilibrio de portafolio cauteloso, para la norma matricial $\|\bullet\|_2$, inducida por la norma euclídea en R^M ,²⁰ el vector de precios satisface:

$$\|P_S - P_{SI}\| \leq \rho_1 \|UP\|$$

y

$$\|P_{SI} - P_I\| \leq \rho_2 \|UP\|.$$

Donde $0 < \rho_1, \rho_2 < 1$, son los radios espectrales de las matrices $\mu\Xi(\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max})^{-1}$ y $(1-\mu)\Xi_{\max}(\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max})^{-1}$, respectivamente:

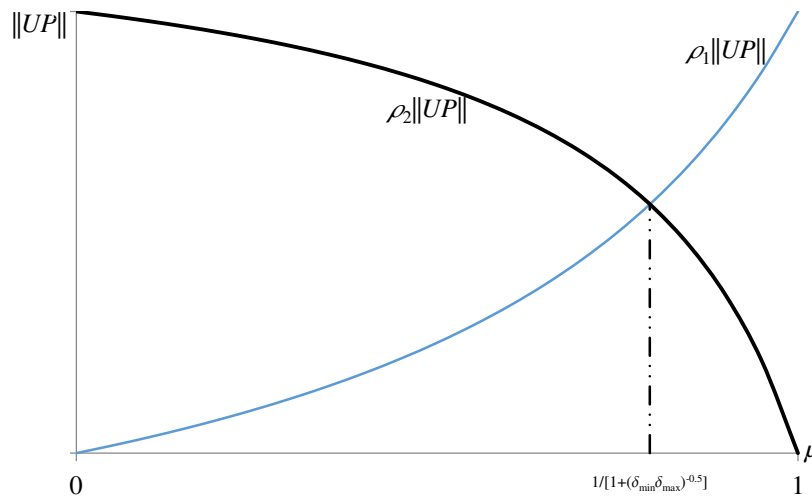
$$\rho_1 = \frac{\mu}{\mu + (1-\mu)\delta_{\min}} \text{ y } \rho_2 = \frac{(1-\mu)\delta_{\max}}{\mu + (1-\mu)\delta_{\max}}.$$

Prueba: ver apéndice 2.B.

En este contexto, ρ_1 y ρ_2 son medida del peso de los agentes ingenuos, relativa a la magnitud conjunta del sesgo sobre la varianza. *Ceteris paribus*, si δ_{\min} disminuye mayor el grado de ambigüedad y, por ende, mayor el peso de los agentes ingenuos (ρ_1), relativo a la magnitud conjunta del sesgo sobre la varianza. De manera análoga, *ceteris paribus*, si δ_{\max} aumenta mayor el grado de ambigüedad y, por tanto, mayor el peso de los agentes ingenuos (ρ_2), relativo a la magnitud conjunta del sesgo sobre la varianza. Esta proposición plantea que en el mercado la interacción entre los dos tipos de agentes mengua el efecto de los comportamientos *cauteloso* y *prudencial*, es decir, reduce el efecto de la prima de ambigüedad, pero no lo elimina. La gráfica 2.3 confirma un resultado intuitivo, entre mayor es la masa de agentes ingenuos, mayores las distorsiones en los precios de los activos riesgosos, en el sentido de que cuando la masa de agentes ingenuos se acerca a la unidad, la cota superior para $\|P_S - P_{SI}\|$ se acerca a $\|UP\|$, y más cerca estarán los precios de aquellos que se corresponden con un equilibrio de valuación bajo aversión a la ambigüedad, $\|P_{SI} - P_I\| \approx 0$. Este resultado tiene implicaciones desde las perspectivas de los oferentes, del mercado y de la eficiencia informacional de los mercados.

²⁰ La norma $\|A\|_2$ se define como la raíz cuadrada del máximo eigen-valor de AA^* , donde A^* es la matriz transpuesta conjugada de A .

Gráfica 2.3: cotas superiores para $\|P_S - P_{St}\|$ y $\|P_{St} - P_I\|$.



Fuente: Cálculos de autor.

Desde la perspectiva de los oferentes, la proposición 2.3 significa que el descuento sobre el precio se reduce al emparejarse aleatoriamente a un agente ingenuo con probabilidad μ , en este sentido, Pritsker (2013) argumenta que el reciente auge de los mercados negociados (brokered markets), en los mercados de crédito interbancario europeos, es una respuesta endógena a la creciente incertidumbre knightiana, ya que la presencia de intermediarios entre compradores y vendedores incrementa la eficiencia del mercado, porque los acuerdos de crédito interbancario se establecen de manera anónima, es decir, el prestamista se asigna aleatoriamente a un prestatario, lo cual incrementa la liquidez y el volumen de transacciones.

Desde la perspectiva del mercado, como sugieren Campbell y Mankiw (1989), el agente representativo, más que ser un agente plenamente racional,²¹ es una combinación lineal entre un agente racional y un agente siguiendo una regla de dedo, resultado sugerido por la ecuación (2.13) y el equilibrio de participación plena. En este contexto, los resultados de Cutler, Poterba, y Summers (1989) implican que el agente representativo puede construirse como una combinación lineal entre un sofisticado, con $\beta = \mathbf{0}$, y uno ingenuo, con $\beta_{\max} > \mathbf{0}$, cuando el peso relativo del último tipo es bajo, $\mu \rightarrow 0$, lo cual implica que las macro-innovaciones, expliquen muy poco de la variabilidad de los precios. De otro lado, como argumentan Klíbanoff, Lamont, y Wizman (1998) la relevancia de los macro-riesgos puede estar relacionada con la fuente de la noticia, en el caso estudiado por estos autores en una semana típica los precios reaccionan

²¹ En su modelo, un agente que responde a la hipótesis del ingreso permanente.

suavemente a las noticias macroeconómicas, mientras que en semanas donde una macro-noticia aparece en la portada del *Times* la elasticidad de los precios a éstas es más alta, algo similar ocurrirá si el anuncio lo hace Ben Bernanke o la calificadora de riesgos Moody's. Estos resultados sugieren que el agente representativo es la combinación lineal entre un sofisticado, con $\beta = \mathbf{0}$, y uno ingenuo, con $\beta_{\max} \succ \mathbf{0}$, cuando μ es la proporción de agentes que considera que una macro-innovación es relevante, condicional a que aparece el portada del *Times*. Entre mayor credibilidad o sobresalencia de la fuente, mayor μ y la relevancia asociada a las innovaciones macroeconómicas y, por tanto, menor el precio de los activos.

Desde la perspectiva de la eficiencia informacional de los mercados, los precios corrientes reflejan el desacuerdo con respecto a los parámetros que delimitan el escenario probabilístico de planeación, en este caso, dicho desacuerdo es inducido por la aversión a la ambigüedad de una masa de los agentes en el mercado. En otras palabras, el presente capítulo se centra en la presencia de sesgos en la información transmitida, los efectos de equilibrio general que inducen la transmisión de información, diluyen estos sesgos sólo de manera parcial, en esta perspectiva, los resultados presentados en el presente capítulo pueden considerarse como un equilibrio informacional *interim*, donde la incorporación de información acerca de las creencias de los agentes es sopesada en el mercado.

En el escenario anterior, el grado de ambigüedad es suficientemente bajo como para que los agentes ingenuos participen en todos los mercados, así, en el mercado, el efecto liquidez inducido por la huida al activo libre riesgo se desvanece como consecuencia la interacción entre los diferentes tipos de agentes. Ahora bien, es posible que el grado de ambigüedad sea tal que el comportamiento conservador inhiba la participación de los agentes ingenuos, en un segmento del mercado. Intuitivamente, puede considerarse al mercado de activos compuesto de dos segmentos $M = M_1 + M_2$, así, Ξ y Ξ_{\max} se escriben como matrices en bloques:

$$\Xi = \begin{pmatrix} \Xi^{1,1} & \Xi^{1,2} \\ \Xi^{2,1} & \Xi^{2,2} \end{pmatrix} \text{ y } \Xi_{\max} = \begin{pmatrix} \Xi_{\max}^{1,1} & \Xi_{\max}^{1,2} \\ \Xi_{\max}^{2,1} & \Xi_{\max}^{2,2} \end{pmatrix}$$

$\Xi^{2,1} = (\Xi^{2,1})^T$ captura la correlación entre los dos segmentos M_1 y M_2 , y $\Xi_{\max}^{2,1} = (\Xi_{\max}^{1,2})^T$ la percepción de esta correlación, por parte de los agentes ingenuos, en un escenario de estrés donde las macro-innovaciones exhiben máxima volatilidad y relevancia. Como se señaló, en el contexto de la proposición 2.2, la distinción entre cada segmento y su tamaño depende de la

magnitud del sesgo sobre el valor fundamental, entre menor el precio esperado de los activos en un segmento del mercado, mayores los incentivos de los agentes ingenuos para no participar en ese segmento y, por tanto, mayor su tamaño. Así, el vector de precios de equilibrio puede escribirse como:

$$P^* = \begin{pmatrix} P_{M_1}^* \\ P_{M_2}^* \end{pmatrix}.$$

Con esta notación, el equilibrio inducido por el comportamiento conservador puede caracterizarse así:

Proposición 2.4: (Precios bajo portafolio conservador) Si $0 < \mu < 1$, entonces el equilibrio es único y para cada segmento del mercado es alguno de los siguientes:

1. **Participativo:** Si para el segmento M_1 se satisface $\alpha_{M_1} \succ \alpha_{M_1, \min} \succ P_{M_1}^*$, entonces para estos para M_1 mercados las tenencias de activos son $X_{S_1}^*(P^*) \succ \mathbf{0}$ y $X_{I_1}^*(P^*) \succ \mathbf{0}$, y el vector de precios satisface:

$$P_{M_1}^* = P_{S_1} - \mu \Xi^{1,1} (\mu \Xi^{1,1} + (1 - \mu) \Xi_{\max}^{1,1})^{-1} [UP_{M_1} - \Xi_{\max}^{1,2} \bar{X}_{M_2}] - \mu \Xi_{\max}^{1,1} (\mu \Xi^{1,1} + (1 - \mu) \Xi_{\max}^{1,1})^{-1} \Xi^{1,2} \bar{X}_{M_2}$$

2. **No participativo:** Si para M_2 activos se satisface $\alpha_{M_2} \succ P_{M_2}^* \succeq \alpha_{M_2, \min}$, entonces para estos para M_2 mercados las tenencias de activos son tales que $X_{S_2}^*(P^*) \succ X_{I_2}^*(P^*) = \mathbf{0}$ y el vector de precios satisface:

$$P_{M_2}^* = P_{S_2} - \mu \Xi^{2,1} (\mu \Xi^{1,1} + (1 - \mu) \Xi_{\max}^{1,1})^{-1} \left[UP_{M_1} - \left(\Xi_{\max}^{1,2} - \frac{\mu}{1 - \mu} \Xi^{1,2} \right) \bar{X}_{M_2} \right] - \frac{\mu}{1 - \mu} \Xi^{2,2} \bar{X}_{M_2}$$

Prueba: ver apéndice 2.B.

Para el segmento M_1 , el vector de precios está dado por el precio de valuación correcta descontando una combinación convexa entre la prima de ambigüedad y el efecto liquidez, este último inducido por la no participación en el segmento M_2 . Los agentes ingenuos no participan en los mercados donde la ambigüedad es alta, generando dos efectos que se retroalimentan. De un lado, al no participar en el segmento M_2 , los agentes ingenuos incrementan la demanda por activos en el segmento M_1 , por esta razón se descuenta, de la prima de ambigüedad, el efecto del segmento M_2 , $[UP_{M_1} - \Xi_{\max}^{1,2} \bar{X}_{M_2}]$. De otro lado, al no participar, las restricciones de liquidez en el segmento M_2 se transmiten hacia el segmento M_1 , efecto capturado una fracción del

término $\Xi^{1,2} \bar{X}_{M_2}$. En ambos canales, la magnitud de las distorsiones en precios está asociado a la percepción que los agentes ingenuos tienen de la relevancia de las macro-innovaciones y de la volatilidad de los choques estructurales e idiosincráticos. Ahora bien, la interconexión entre los mercados también induce efectos del segmento M_1 al M_2 . La prima de ambigüedad que se carga a los precios en el segmento M_1 se trasmite al segmento M_2 , amplificando los efectos inducidos por la prima de liquidez en ese segmento.

Como se señaló, Dimmock, Kouwenberg, Mitchell, y Peijnenburg (2013) proveen evidencia empírica de que la aversión ambigüedad se asocia negativamente con la participación en el mercado de valores y con la fracción de la riqueza financiera asignada en renta variable, y que los individuos con una mayor aversión ambigüedad son más propensos a vender activamente las acciones durante la crisis. En el contexto de la crisis de 2008-09, un aumento de una desviación estándar en la aversión ambigüedad se asocia con un incremento de 3,3 puntos porcentuales en la probabilidad de venta de acciones. Las proposiciones 2.2 y 2.3 se alinean con estos resultados empíricos, y sugieren que la no participación implica efectos cruzados, porque los agentes sofisticados consideran el vector de precios en su conjunto, nótese que el peso relativo de estos efectos depende del grado de interconexión de los segmentos, medido por la matriz $\Xi^{2,1}$, si la relevancia de las macro-innovaciones tiende a cero, $\Xi^{2,1}$ sería una matriz nula, lo cual implica que se anula el canal de transmisión del comportamiento cauteloso del primer al segundo segmento, así como el efecto del comportamiento conservador del segundo al primer segmento. En este sentido, la magnitud de las distorsiones en precios depende de la existencia de agentes aversos a la incertidumbre, mientras que el canal de transmisión de estas percepciones depende del grado de interconexión “real” entre los mercados.

2.5. Conclusiones

Este capítulo presenta un modelo donde la indeterminación de las relaciones que definen el entorno de decisión, induce a la reevaluación de los modelos para evaluar las distintas formas de riesgo, en particular, en contextos donde la información existente, con respecto a elementos idiosincráticos y sobre las interconexiones entre los mercados, dificulta el proceso de evaluación de las pérdidas o ganancias y del grado de exposición a las distintas formas de riesgo. La presencia de estos riesgos “no medibles”, denominada en la literatura incertidumbre knightiana, implica que los agentes en el mercado toman decisiones basados en parámetros de la distribución

de los precios, asociados a los peores estados de naturaleza. Así, con creencias motivadas por la posibilidad de fenómenos de “cola izquierda”, las precauciones tomadas por los agentes aumentan, afectando negativamente la disposición a realizar transacciones en los mercados financieros, en este sentido, se discute las condiciones bajo las cuales los agentes aversos a la ambigüedad invierten menos en un segmento del mercado (*comportamiento cauteloso o prudencial*) o se abstienen de participar en algunos segmentos del mercado (*comportamiento conservador o flight to quality*).

Una vez se plantea una taxonomía del comportamiento de los agentes ingenuos, se evalúa el comportamiento de los precios de los activos, en el equilibrio. En un escenario donde todos los agentes participan, se muestra que al sopesar las creencias de los agentes en el mercado se mengua el efecto de las distintas formas de ambigüedad. Sin embargo, cuando los agentes aversos a la ambigüedad se abstienen de participar en algunos segmentos del mercado, las creencias inducidas por la presencia de colas anchas en la distribución de los precios generan efectos que se retroalimentan entre los segmentos que componen el mercado de activos, lo cual amplifica el efecto de la incertidumbre dependiendo del grado de interconexión que existe entre los mercados. Estos efectos amplificadores sobre los precios constituyen la principal contribución respecto de Easley y O’Hara (2009 y 2010).

Dada la naturaleza estática del modelo desarrollado, una línea de investigación que queda abierta es la manera en que los agentes actualizan sus creencias, a medida que obtienen nueva información en el mercado, es decir, la incorporación del proceso de actualización dinámico y la influencia que éste tiene sobre los precios, la ausencia de este proceso es la principal limitación del análisis planteado. Una ventaja del modelo propuesto es el uso de distribuciones normales para los precios, lo cual sugiere que puede implementarse un proceso browniano para el proceso de actualización. El reto de esta línea emerge al considerar una ampliación constante del conjunto de información, lo cual puede acarrear mayor ambigüedad en la medida en que los agentes evalúan la información nueva con un sesgo preexistente.

3. CONTRATOS DE DEUDA: ANÁLISIS TÉCNICO DEL TIPO DE CAMBIO, SELECCIÓN ADVERSA Y LIQUIDEZ.

3.1. Introducción

En los mercados de liquidez resulta crucial contar con estimaciones puntuales de señales de mercado para evaluar la solvencia de los prestatarios. Así, las decisiones que afectan el nivel de liquidez inyectada en el sistema dependerán de las características relevantes de los datos. En el campo práctico, los agentes no pueden esperar por estimaciones de una señal mejorada con el beneficio de la retrospectiva, porque en ese momento una oportunidad rentable habrá pasado. Por esta razón, existe un espacio para la interpretación de las señales de interés que suelen presentar patrones como ciclos y tendencias. La existencia de analistas técnicos expertos en la evaluación de dichos patrones se explica, parcialmente, por la necesidad de técnicas para la extracción de una señal en tiempo real; mientras que la percepción de estos analistas de que ciertos patrones pueden continuar en el corto plazo muestra que ciertas heurísticas determinan las apuestas de los agentes en los mercados, y definen el proceso de generación, procesamiento y transmisión de determinadas señales como información pública. En el caso de los mercados de crédito, esta información pública en conjunción con la información privada, es incorporada en los contratos de deuda. Desde esta perspectiva, el presente capítulo explora la relación entre información pública y privada en los mercados de crédito.

La literatura existente documenta las ineficiencias en los mercados de crédito asociadas a asimetrías en información, las cuales emanan del conocimiento privado de las características de los activos que avalan los créditos. Dichas asimetrías generan problemas de selección adversa y riesgo moral, problemas que inducen sobrecostos en el crédito y reducen el nivel de liquidez inyectado en la economía, a través del endeudamiento -el denominado efecto del mercado de limones (Akerlof, 1970)-. Gran parte de la literatura incorpora información pública sobre los parámetros que determinan la capacidad de pago de los prestatarios, considerados individualmente. Este texto estudia esta información pública y cómo el proceso de incorporación de señales públicas en los contratos de deuda, afecta el nivel de liquidez y las tasas de interés de los créditos. En particular, plantea que si los activos de una empresa están denominados en moneda extranjera, el tipo de cambio y su tendencia constituyen una señal pública que puede usarse para traducir su valor al momento de ofrecerlos como colateral en un contrato de deuda.

Este capítulo presenta dos contribuciones a la literatura. En primer lugar, muestra que en mercados de crédito afectados por selección adversa, la incorporación de señales públicas generadas por una tendencia desfavorable del tipo cambio amplifica las ineficiencias inducidas por la presencia de información asimétrica. En segundo lugar, describe las características de un programa de crédito directo que implementa un nivel de inversión que mitiga el efecto de selección adversa y elimina el efecto amplificador de dichas señales. En particular, diseña la respuesta del tamaño del programa y de la tasa de interés a las señales generadas por el tipo de cambio.

Siguiendo a Philippon y Skreta (2012), el presente capítulo modela un mercado de crédito donde los contratos de deuda son contingentes en el ingreso de las empresas en busca de liquidez para financiar nuevos proyectos productivos. Como los activos riesgosos ofrecidos como colateral en un contrato de deuda están denominados en moneda extranjera, su valor en libros estipulado en los contratos de deuda, se traduce usando las expectativas sobre el tipo de cambio basadas en las premisas del análisis técnico; al respecto, Jegadeesh y Titman (2001) documentan la relevancia de este tipo de estrategias en los mercados financieros. Ahora bien, en condiciones de estrés financiero, activos de cierta calidad pueden alcanzar un precio de mercado por debajo de su valor en libros, fenómeno denominado riesgo de deterioro (*impairment of assets*); los prestamistas no pueden eliminar este riesgo, porque las características de los activos que definen la solvencia de una empresa son información privada.

En este contexto de información asimétrica, la hipótesis desarrollada aquí consiste en que los prestatarios están dispuestos a incurrir en el costo de mimetizar a otros agentes con una capacidad de pago esperada mayor, por esta razón, la respuesta endógena de los prestamistas es explotar la información pública cargando una prima informacional sobre la tasa de interés. En el margen, esta prima se corresponde con el costo informacional promedio que los prestamistas con una solvencia esperada menor pagarían por mimetizar empresas más solventes. En este caso, las empresas poseen activos denominados en moneda extranjera, con ello el tipo de cambio y su tendencia constituyen una señal pública que sugiere la capacidad de pago de las empresas al momento de repago de los créditos. En consecuencia, la incorporación de información asociada a una tendencia de apreciación del tipo de cambio y traducida en un menor valor en libros, induce un equilibrio caracterizado por una tasa de interés mayor y menores niveles de liquidez inyectada al sistema y, por ende, de inversión.

Esta situación define el espacio para la intervención; así, el gobierno implementa un nivel de inversión que reduce, pero no elimina, las ineficiencias inducidas por selección adversa; con este fin, diseña un programa de crédito directo en donde la información revelada por el mecanismo permite que la tasa de interés sea suficientemente baja, para incrementar el nivel de crédito, pero suficientemente alta para que el mercado financie el segmento de empresas con solvencia promedio superior a las que participan en el programa. El gobierno anuncia el tamaño del programa, creando su propia competencia en el mercado de crédito; una vez los prestatarios revelan información, los prestamistas pueden evaluar la calidad media de las empresas solicitando créditos en el mercado privado versus crédito público. Este mecanismo, genera un costo de estigma por participar en el programa, entre menor sea la proporción de empresas que revelan participar en el programa más alta será la tasa de interés que satisface el equilibrio porque menor será la solvencia media de las empresas solicitando créditos, con ello, el gobierno puede responder a variaciones en la información generada por la tendencia del tipo cambio, ampliando el tamaño del programa para estabilizar las variaciones en la tasa de interés, y así evitar que la inversión se contraiga. En el margen, la respuesta del tamaño del programa es proporcional al costo informacional promedio que las empresas que no participan en el programa están dispuestas a pagar por mimetizar aquellas con activos de mejor calidad. En equilibrio, el gobierno paga las rentas transferidas a los prestamistas, por lo cual, el programa es necesariamente costoso. Sin embargo, los beneficios esperados de los nuevos proyectos de inversión compensan dicho costo, el cual alcanza una cota inferior.

La interacción entre información asimétrica y expectativas cambiarias, recientemente ha cobrado interés por el estancamiento en el volumen mundial de comercio. *The Economist* (2012) llama la atención sobre la desaceleración del volumen del comercio mundial, por ejemplo, durante el segundo trimestre de 2012 la OECD estima que las exportaciones han caído alrededor del 4% en el Reino Unido e India, por su parte en Rusia y Sur África han caído más de 8%. Este fenómeno no parece estar asociado a una desaceleración económica en el mundo, en su lugar, su explicación se encuentra en los problemas de fondeo de nuevos proyectos de inversión en los mercados usuales de liquidez. Los bancos europeos son jugadores importantes en el mercado de liquidez para el comercio global, por ejemplo, bancos franceses y españoles proveen liquidez que financia alrededor del 40% de las operaciones de comercio internacional de América Latina y Asia (*The Economist* 2012).

Gráfica 3.1: Tipo de cambio dólares por euro: Diario, Febrero- Julio 2012



Fuente: European Central Bank; www.ecb.int

El incremento en la incertidumbre sobre la salud de la banca europea, se acompaña de una dificultad creciente para acceder al mercado de dólares necesarios para financiar las operaciones comerciales; este fenómeno afecta la capacidad de la banca para desempeñar su función como intermediario entre unidades superavitarias (prestamistas) y deficitarias (empresas). Este capítulo contribuye a esta discusión, porque el uso de expectativas fundadas en el análisis técnico, en conjunción con el deterioro de los activos de la banca, permite sintetizar este escenario. De un lado, expectativas formadas bajo la premisa de que el tipo de cambio y su tendencia, reflejan las creencias racionales e irracionales de los agentes en el mercado de divisas, así como sus necesidades y disponibilidad de recursos. Esta información es incorporada y sopesada por el mercado y reflejada en tendencias que sólo se modificarán cuando existan cambios en los factores subyacentes de oferta y demanda (Levy 1966). Como muestra la gráfica 3.1, el dólar exhibe una tendencia de apreciación frente al euro entre febrero y julio de 2012, en la medida en que las expectativas cambiarias extrapolan esta tendencia se captura la creencia de que las dificultades para obtener dólares continuarán en el corto plazo.

De otro lado, el deterioro de la calidad de los activos captura la incertidumbre acerca de la situación de las empresas que financian las operaciones de comercio, es decir, sobre la salud de la banca europea. Para junio de 2012, la calificadora de riesgo Moody bajó el rating para los bancos del Reino Unido: Royal Bank of Scotland, Barclays, HSBC y Lloyds; y de otros bancos europeos: Credit Suisse, UBS, BNP Paribas, Credit Agricole, Societe Generale, y Deutsche Bank. Este descenso en los ratings se acompañó del anuncio de que estos y otros bancos

Europeos estaban en una perspectiva negativa, lo cual es señal de advertencia de que su rating puede bajar de nuevo en el futuro (BBC 22 de Junio de 2012).²²

En el marco del modelo aquí planteado, las dificultades de la banca europea para acceder al mercado de liquidez y desempeñar su función de intermediación se corresponden con un escenario de selección adversa, en donde bancos con activos riesgosos requieren liquidez en dólares, pero enfrentan restricciones de liquidez asociadas a las señales sobre la calidad de sus activos. Este proceso se amplifica dado que los agentes apuestan a que las condiciones que afectan la capacidad de pago de los prestatarios continuarán en el corto plazo. Los prestamistas en el mercado mundial pueden explotar la información pública asociada a la tendencia del tipo de cambio, cargando sobrecostos en los contratos de deuda, porque los prestatarios con menor capacidad de pago esperada están dispuestos a transferir rentas a los prestamistas, al mimetizar agentes con mayor solvencia esperada.

Así, este trabajo se estructura de la siguiente manera: La sección 3.2 presenta una revisión a la literatura relacionada. La sección 3.3 evalúa el equilibrio sin intervención del gobierno. La sección 3.4 explora los efectos de las expectativas sobre un programa de crédito directo. La sección 3.5 sintetiza los principales resultados resolviendo el modelo numéricamente. Finalmente, la sección 3.6 presenta conclusiones y las vías en las cuales puede extenderse la discusión planteada.

3.2. Antecedentes en la literatura

Este capítulo se relaciona con la literatura asociada al mercado de crédito en presencia de información asimétrica y al proceso de formación de expectativas cambiarias usando análisis técnico. Existe una creciente literatura que explora el rol de la información asimétrica en la definición de contratos, y el papel del gobierno para corregir las fallas de mercado implicadas por la presencia de selección adversa. La mayoría de los autores ubica el trabajo de Akerlof (1970) “el mercado de los limones” como la obra que inicia la discusión sobre los efectos de selección adversa. En un contexto de información asimétrica, para el caso de los mercados de crédito, el trabajo de Stiglitz y Weiss (1981) establece los lineamientos de modelos en los cuales la selección adversa puede inducir racionamiento de crédito. Adicionalmente, Calomiris y

²² Al explorar en la página web www.bbc.com usando el motor de búsqueda “AAA rating”, puede realizarse un breve seguimiento a las noticias presentando el anuncio de bajar la calificación o la entrada en evaluación para el rating de bancos, empresas y países europeos por parte de calificadoras de riesgo como Moody.

Gorton (1991), y Mishkin (1991) proveen evidencia histórica del rol de la información asimétrica en las crisis bancarias.²³ Asimismo, Myers y Majluf (1984) y Nachman y Noe (1994) establecen las condiciones bajo las cuales la deuda es preferida a otras formas de fondeo de oportunidades de inversión;²⁴ en particular, estos últimos demuestran que un contrato de deuda es el óptimo (único) si y sólo si los flujos de efectivo están clasificados por dominancia estocástica condicional, la cual significa que los mejores tipos exhiben una mayor probabilidad de incrementar su ingreso, condicional a que han alcanzado cierto ingreso.

En general, los trabajos que exploran información asimétrica señalan que ésta genera problemas de selección adversa y riesgo moral. En periodos de tranquilidad, existen instituciones y contratos que permiten reducir los efectos de estas fallas de mercado; sin embargo, estos problemas pueden afectar el nivel de liquidez que se inyecta en el mercado en situaciones de estrés financiero. En consecuencia, la falla de mercado subyacente implica diferentes programas de gobierno que pueden restablecer el mercado de crédito o reducir la pérdida asociada a dicha falla.²⁵ En esta línea de estudio, Mankiw (1986) establece el rol de la política de subsidios a la inversión en la corrección de imperfecciones de mercado asociadas a la selección adversa. Siguiendo el trabajo de Mankiw (1986), Minelli y Modica (2009) concluyen que subsidios sobre la tasa de interés y subsidios a la inversión son medios equivalentes para reestablecer la eficiencia. Aghion, Bolton, y Fries (1999) y Philippon y Schnabl (2009) analizan programas de recapitalización bancaria. En un contexto de sobreendeudamiento, Philippon y Schnabl (2009) analizan este tipo de programa y concluyen que la recapitalización es eficiente, si los beneficios de los créditos de menor riesgo, superan el costo de las transferencias implícitas a los tenedores

²³ Allen y Carletti (2008) y los comentarios a su trabajo, presentado en el marco del simposio de la Federal Reserve of Kansas City: *Maintaining Stability in a Changing Financial System*, presentan una extensa discusión a propósito de los diferentes aspectos de las crisis financieras y los problemas de liquidez asociados a éstas, entre los que destacan los problemas de coordinación entre depositantes, corridas bancarias, (ver Diamond and Dybvig 1983 y Chari 1989) y los problemas de información asimétrica. Allen y Carletti (2008) proveen evidencia de estos fenómenos a la luz de la crisis de 2008; evidencia adicional a favor del rol de la información asimétrica es presentada por Heider, Hoerova y Holthausen (2008), Duffie (2010), y Gorton (2009).

²⁴ DeMarzo y Duffie (1999) demuestran bajo qué circunstancias un contrato de deuda es óptimo. Ver Faure-Grimaud y Gromb (2004) y Aghion, Bolton y Tirole (2004) para el análisis de los problemas asociados al monitoreo de las empresas y sus proyectos de inversión: los tipos de contratos y los problemas de liquidez asociados.

²⁵ Landier y Ueda (2009) proveen una síntesis de las diferentes formas de intervención, sus pros y contras.

de deuda. Aghion, Bolton, y Fries (1999) muestran que la recapitalización condicional a la liquidación de la cartera vencida contribuye a que los bancos sean más prudentes.²⁶

Philippon y Skreta (2012) y Tirole (2012) estudian el diseño óptimo de programas gubernamentales para restaurar el mercado de liquidez en presencia de información asimétrica; el rasgo común de sus modelos es que las opciones de las empresas por fuera del programa son dependientes del mecanismo diseñado por el gobierno, lo cual, para estos autores, es una de las principales falencias de la literatura precedente. En mercados de liquidez afectados por problemas de selección adversa y riesgo moral, Tirole (2012) muestra que el gobierno sobrepaga óptimamente por los activos, limpia el mercado de sus activos más tóxicos a través de una mezcla de buybacks e inyecciones de capital, y deja que las empresas con los activos más fuertes se financien en el mercado. Philippon y Skreta (2012) estudian el diseño de intervenciones para mitigar los efectos de la selección adversa en los mercados de financieros. En particular, estos autores muestran que el diseño de programas de crédito directo, permite implementar un nivel de inversión que mitiga los efectos de la selección adversa, pero no los elimina. En la medida en que participar en un programa del gobierno, acarrea un estigma y las opciones de quienes no participan del programa son mecanismo dependientes; la tasa de interés es suficientemente baja para que el gobierno financie las empresas con activos tóxicos, mientras que las empresas con activos más fuertes son financiadas en el mercado privado. En los dos modelos las intervenciones son necesariamente costosas, en el caso de Tirole, la intervención maximiza el beneficio social, dado el costo sombra de los recursos fiscales; mientras que Philippon y Skreta muestran las condiciones bajo las cuales el costo de la intervención es mínimo.

La literatura precedente analiza el rol de la información asimétrica en términos de su afectación al nivel de liquidez y sus implicaciones para el diseño de programas del gobierno que buscan que la información privada sea revelada. La literatura parte del supuesto de que ciertos parámetros que determinan las distribuciones de probabilidad del valor de los activos colateralizables o de los nuevos proyectos de inversión, son información pública. Siguiendo a Philippon y Skreta (2012), el presente trabajo resalta la relevancia de la información pública y el proceso a través del cual ésta se incorpora en los contratos de deuda. La hipótesis que se desarrolla aquí, consiste en que en un mercado de crédito con información asimétrica, la

²⁶ En un contexto de contagio, Diamond y Rajan (2005) muestran que una recapitalización puede inducir resultados ineficientes por que la demanda de liquidez por parte de gobierno incrementa las presiones sobre el mercado de liquidez y la tasa de interés.

información pública genera rentas informacionales que los prestamistas pueden explotar, dado que los prestatarios están dispuestos a incurrir en el costo de mimetizar a otros agentes más solventes. En este caso, las empresas poseen activos denominados en moneda extranjera, lo cual constituye una señal pública sobre el valor en libros de los activos ofrecidos como colateral en un contrato de deuda. En este sentido, se propone un modelo donde las empresas, usando expectativas cambiarias, traducen el valor en libros que sus activos tendrán al momento del repago de los créditos. La principal contribución del análisis aquí presentado, consiste en evaluar los efectos de la interacción entre expectativas cambiarias y selección adversa, sobre los niveles de crédito y de inversión, lo cual define el espacio para la intervención y permite explorar la microestructura de un programa gubernamental de crédito directo.²⁷

La introducción de expectativas basadas en las creencias de los agentes sobre el comportamiento del tipo de cambio en el corto plazo, sugiere que la gestión de la exposición al riesgo cambiario permite reducir las vulnerabilidades que afectan el valor en libros de una empresa (Papaioannou 2006). Esta idea se sustenta en la evidencia de una correlación positiva entre el tipo de cambio y el valor en libros (Jorion 1990). Aunque para monedas sujetas a arbitraje este efecto podría estar sobreestimado,²⁸ la exploración del comportamiento del tipo de cambio a través del análisis de micro datos sugiere que el arbitraje es limitado y,²⁹ por tanto, que la gestión del riesgo cambiario permite controlar la exposición a la volatilidad del tipo de cambio. Por esta razón, este trabajo utiliza los elementos asociados a la formación de expectativas, en particular, la literatura relacionada con el rol de la heterogeneidad de los agentes al momento de analizar la formación de expectativas cambiarias. La contribución en este campo consiste en plantear el efecto de la heterogeneidad de agentes y sus expectativas sobre el mercado de crédito afectado por información asimétrica.

Jongen, Verschoor, and Wolff (2008) señalan que hay dos vertientes que exploran la existencia de heterogeneidad en las expectativas y/o creencias. La primera vertiente argumenta

²⁷ En un contexto de sobreendeudamiento, Philippon (2010) analiza el diseño de programas para rescatar el sistema financiero en economías abiertas. Su trabajo muestra que los rescates coordinados mejoran la eficiencia mediante el aumento de la inversión global y la reducción de las tasas de interés globales. Sin embargo, los rescates financieros globales no son viables a menos de que exista un alto grado de coordinación, debido a que requieren aplicar impuestos sobre extranjeros y redistribuir el dinero a los bancos nacionales.

²⁸ Dufey y Srinivasulu (1983), aplicando la hipótesis de los mercados eficientes, observan que en un contexto de arbitraje “el riesgo cambiario no existe; incluso si existiera, no necesita ser cubierto; si tuviera que ser cubierto, las empresas no necesitan cubrirlo” (Dufey y Srinivasulu 1983, 54)

²⁹ Fenómeno que motiva gran número trabajos empíricos y teóricos; para una revisión de la literatura ver Jongen, Verschoor, and Wolff (2008).

que la dispersión de las creencias surge de rigideces en el proceso de la transmisión de la información; en este sentido, la heterogeneidad en las creencias de los agentes es causada por un supuesto informativo. La segunda vertiente asume que todos los participantes en el mercado tienen distintas opiniones sobre variables económicas, incluso cuando poseen los mismos conjuntos de información. Este trabajo se mueve en el espacio de esta segunda vertiente. En particular, en la literatura que vincula las variaciones del tipo de cambio en el corto plazo con la presencia de operadores ruidosos (noise traders).

En la literatura, la heterogeneidad en los agentes se modela usando dos tipos de agentes: fundamentalistas definidos como aquellos agentes que forman sus expectativas vinculando las variaciones del tipo cambio con la variación en los fundamentales macroeconómicos; y analistas técnicos (chartists o noise traders) definidos como seguidores de tendencias, es decir, agentes que extrapolan la tendencia del tipo de cambio al momento de formar sus expectativas. La diferencia entre estos dos tipos de agentes es la manera en que incorporan la información pública en sus expectativas, no la información en sí misma. Así, en ausencia de variación en los fundamentales, los fundamentalistas apuestan a que el tipo de cambio retorne a su valor fundamental, mientras que los analistas técnicos apuestan por que la tendencia continúe.³⁰ En este contexto, Frankel y Froot (1986, 1988, 1990), usando encuestas a los participantes en el mercado realizadas por Money Market Services, Inc. y Financial Report, encuentran evidencia de que los métodos propios del análisis técnico son las principales herramientas en la formación de las expectativas cambiarias de corto plazo. Allen y Taylor (1990 y 1992) analizan la influencia de los métodos de tipo técnico en el mercado de divisas de Londres y concluyen que en el de corto plazo el 90% de todos los encuestados utiliza métodos de este tipo cuando forman expectativas. Cuando el horizonte de proyección se extiende de 3 meses hasta los 12 meses, se favorece el uso de métodos de corte fundamentalista.

Bajo la línea de investigación planteada por los trabajos de Frankel y Froot (1986, 1988 y 1990), otros autores exploran la formación de expectativas, en modelos que incorporan la estructura de los mercados de divisas como una fuente potencial de exceso de volatilidad. Usando el modelo de De Long, Shleifer, Summers y Waldman (1990), trabajos como los de Hau (1998), Kilian y Taylor (2001), Jeanne y Rose (2002), Evans y Lyons (2002), Bauer y Herz

³⁰ Si bien los analistas técnicos poseen toda una gama de heurísticas asociadas a los patrones de las series de datos, la literatura relacionada con expectativas cambiarias se centra en esta regla.

(2003), y De Grauwe y Grimaldi (2006), introducen el comportamiento de diferentes tipos de agentes en el mercado, tales como fundamentalistas y analistas técnicos; estos últimos, denominados noise traders, crean volatilidad adicional en el mercado cambiario por su reacción al ruido que ellos mismos crean, proceso que aumenta el riesgo en el mercado de divisas e induce a que los fundamentalistas (arbitrajistas) sigan la tendencia. Así, las expectativas de los agentes pueden parecer racionales en presencia de noise traders, porque las predicciones se autocumplen en el mercado (Jeanne y Rose 2002; Bauer y Herz 2003).

En perspectiva al análisis desarrollado en este texto, la literatura provee evidencia a favor de la hipótesis de que en los mercados financieros y de divisas, los métodos propios del análisis técnico son una herramienta de importancia en la formación de expectativas cambiarias. Por esta razón, este capítulo argumenta que los agentes reaccionan a las señales públicas generadas por la tendencia del tipo cambio e incorporan esta información pública en los contratos de deuda. Con ello, se explora el efecto potencial que este proceso de incorporación de señales públicas tiene los mercados de liquidez afectados por problemas de información asimétrica.

3.3. Equilibrio descentralizado

Este capítulo sigue de cerca el modelo de intervenciones óptimas en presencia de selección adversa de Philippon y Skreta (2012). El aporte principal del análisis aquí presentado consiste en evaluar los efectos de la interacción entre expectativas cambiarias y selección adversa sobre los niveles de liquidez e inversión y la microestructura de un programa gubernamental de crédito directo. En este sentido, esta sección analiza la existencia de un espacio para la intervención del gobierno: la subsección 3.3.1. describe la línea temporal del modelo y la estructura de los contratos de deuda, con ello se definen los riesgos implícitos en los contratos y la capacidad de pago esperada de los prestatarios; la naturaleza de la información incorporada en los contratos de deuda determina los términos de éstos, así, la subsección 3.3.2 presenta el equilibrio sin intervención en un contexto información simétrica; y la subsección 3.3.3 desarrolla el equilibrio sin intervención en un ambiente de información asimétrica, contexto en el cual existen rentas informacionales que puede ser explotadas por las partes en un contrato, con lo cual, la información pública generada por la tendencia del tipo de cambio impacta los niveles de inversión y liquidez, impacto capturado por la ecuación (3.13).

3.3.1. Estructura temporal y contractual.

La línea temporal de este modelo consta de dos periodos. En el primer periodo ($t=1$), las empresas con base en información privada y pública deciden si invierten en un proyecto de inversión y si aceptan o no contratos de endeudamiento. Los agentes observan el tipo de cambio vigente e_1 , forman sus expectativas, y actualizan el valor en libros de los activos. Mientras, en esta sección los contratos de deuda son privados, en la sección 3.4 se introducen los contratos ofrecidos por el gobierno. En el segundo periodo ($t=2$), todos los pagos se realizan.

Las condiciones iniciales del modelo están dadas por el tipo cambio e_0 , la cantidad de efectivo que las firmas poseen $c_0 \geq 0$ (activo libre de riesgo, con tasa libre de riesgo igual a cero). Adicionalmente, las empresas poseen un activo riesgoso y reciben un proyecto de inversión que requiere financiamiento y genera un rendimiento esperado positivo en $t=2$. Formalmente, los proyectos de inversión tienen un costo conocido x que se cubre en $t=1$ y generan un ingreso en $t=2$, el cual es una variable aleatoria $v \in [0, V]$. Se asume que los proyectos de inversión generan un valor presente neto esperado positivo y que las empresas necesitan endeudarse para financiar los proyectos de inversión: $E[v] > x > c_0$. Así, la necesidad de liquidez de una empresa es $l \equiv x - c_0$. De igual forma, se supone que la tasa de descuento es cero y que las empresas son neutrales al riesgo.³¹ Estos supuestos tienen dos implicaciones básicas; en primer lugar, si alguna empresa deja de invertir, ello se traduce automáticamente en una pérdida económica; en segundo lugar, las empresas, en principio, tienen incentivos para firmar un contrato de endeudamiento.³² Las variables v, l, x , y c_0 están medidas en la misma unidad monetaria, por ejemplo, considere bancos que desempeñan la función de intermediarios entre empresas e inversionistas en proyectos de comercio internacional cuyas operaciones se realizan en dólares; en este caso, los bancos poseen dólares en “caja” que pueden usar para esos proyectos de comercio, pero requieren dólares de la banca internacional.

³¹ Considerar que la tasa de descuento es cero, simplifica el cálculo del valor presente neto del proyecto, ya que v se realiza en el segundo periodo, mientras que el flujo de efectivo se estima en el primer periodo, esto implica que el valor presente neto cambiaría con la tasa de descuento pero mantendría el supuesto de que éste es positivo. En otros casos el descuento afecta cada lado de las ecuaciones sin afectar los resultados principales.

³² Ello significa que en el mercado de crédito la condición de participar es equivalente condicional en si invierte o si toma prestado.

Como se señaló anteriormente, este contexto es similar al panorama actual del comercio internacional donde la banca europea provee una parte sustancial de la liquidez que requiere el comercio de Asia y América Latina (The Economist 2012). Estos bancos poseen activos denominados en euros, los cuales pueden transar en el mercado o usar como aval para obtener la liquidez que requieren para los nuevos proyectos de inversión. Como las operaciones se realizan en el mercado mundial, la moneda doméstica es el dólar y la extranjera el euro. En este escenario, existen dos tipos de riesgo: de un lado, el riesgo de deterioro, el cual presiona los precios de los activos colaterizables por debajo de su valor en libros y se encuentra asociado a la creciente incertidumbre sobre la salud de la economía europea; y, de otro lado, el riesgo cambiario asociado a la dificultad para obtener los dólares necesarios en los mercados internacionales de liquidez.

Siguiendo los International Finance Reporting Standards (*IFRS*), los riesgos cambiario y de deterioro son de naturaleza distinta, convención ampliamente usada en los estándares financieros en distintos países. El riesgo cambiario se presenta al momento de “traducir” el valor en libros de los activos a la fecha de la transacción, mientras que el riesgo de deterioro está asociado a un cambio en el valor presente de los flujos de efectivo asociados a dicho activo; es decir, variaciones en la tasa de descuento o en los flujos de efectivo. Para una empresa el riesgo de deterioro consiste en que la calidad de sus activos puede disminuir, si su situación financiera se deteriora con el tiempo debido a la mala gestión, una mayor competencia o una economía débil.

Formalmente, las empresas poseen activos riesgosos denominados en moneda extranjera, cuyo valor en libros en $t = 2$ es A^* ; así, el valor en libros y el hecho de que los activos están denominados en moneda extranjera, constituyen una señal pública acerca del precio de los activos en el siguiente periodo. En este sentido, los agentes deben traducir este valor en libros para incorporar esta información pública en los contratos de deuda. Como los contratos se firman en $t = 1$, el valor en libros en moneda doméstica que los activos tendrán en $t = 2$, se traduce usando las expectativas cambiarias: $A = \varepsilon_2 A^*$, donde A es valor en moneda doméstica y $\varepsilon_2 \equiv E_1[e_2]$ son las expectativas en $t = 1$ sobre el tipo de cambio en el segundo periodo.

A fin de definir el proceso de formación de expectativas, se explora la existencia de heterogeneidad en las expectativas y/o creencias. En este sentido, se asume que todos los participantes en el mercado tienen distintas opiniones sobre variables económicas, incluso cuando poseen los mismos conjuntos de información. Las expectativas se forman con base en la

información disponible para los agentes en el primer periodo y se ajustan según la tendencia del tipo de cambio:

$$(3.1) \quad \varepsilon_2 = e_1 + \eta(e_1 - e_0)$$

Donde $0 \leq \eta \leq 1$ es el parámetro que mide la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo de cambio (Allen y Taylor 1990, 56). Este proceso de formación de expectativas es sugerido por el uso de métodos propios del análisis técnico, los cuales descansan sobre cuatro premisas: 1) El tipo de cambio de mercado es determinado únicamente por la interacción entre oferta y demanda; 2) oferta y demanda son determinados por gran variedad de factores tanto racionales como irracionales, que son ponderados en el mercado automática y continuamente; 3) los precios de los activos se mueven en tendencias durante intervalos de tiempo considerables; y 4) variaciones en la tendencia son causadas por cambios en oferta y demanda (Levy 1966, Allen y Taylor 1990).

Como muestran Frankel y Froot (1986, 1988, 1990), y, Allen y Taylor (1990 y 1992), la influencia del análisis técnico, prima en la formación de expectativas de corto plazo. Ahora bien, cuando el horizonte de proyección se extiende, se favorece el uso de métodos de tipo fundamentalista. Jeanne y Rose (2000), y, Bauer y Herz (2003) proveen evidencia adicional sobre la importancia de este tipo de expectativas para explicar hechos estilizados de la volatilidad del tipo de cambio. Para estos autores η representa una fracción exógena de chartistas y $1 - \eta$ de fundamentalistas (Jeanne y Rose 2000, 14; Bauer y Herz 2003, 24).³³ Si $\eta = 0$ entonces $E_1[e_2] = e_1$, así, en ausencia de variación en los fundamentales el tipo de cambio no debería variar, lo cual captura la presencia de fundamentalistas. Si se agudizan las percepciones acerca de que la tendencia del tipo de cambio continuará en el corto plazo, la proporción de chartistas crecerá, induciendo a que fundamentalistas (actuando como arbitrajistas) racionalmente sigan la tendencia, más que combatirla (Shleifer y Vishny, 1997; De Long, Shleifer, Summers y Waldman, 1990). Así, las expectativas de los agentes pueden parecer racionales en presencia de noise traders, porque las predicciones se autocumplen en el mercado.

³³ Por ejemplo, supongamos que el costo exógeno de entrada para los chartistas es una constante conocida C_c mientras que el beneficio es una variable aleatoria B_c tales que: $\eta = \Pr[B_c \geq C_c]$, en general, esta probabilidad responde a las creencias de los agentes, las cuales pueden ser no bayesianas o no satisfacer la ley de las expectativas iteradas.

El parámetro η permite evaluar el impacto de variaciones en la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo de cambio y cómo ello impacta el mercado de crédito. Una apreciación de la moneda ($e_1 < e_0$) reduce el valor en libras del activo, lo cual mengua la capacidad de pago esperada en el segundo periodo, la magnitud del efecto depende del tamaño de la apreciación y de η . Viceversa, si una depreciación tiene lugar, el valor en libras aumenta y ello mejoraría la capacidad de pago esperada de los agentes.

En un contexto de estrés financiero, el precio de los activos tiende a caer por debajo de su valor en libras, así, las empresas eventualmente pueden vender sus activos en el mercado en $t = 2$ recibiendo un pago aleatorio $a \in [0, A]$, bajo este supuesto, se incorpora el riesgo de deterioro de los activos. Con ello el ingreso total de la empresas en $t = 2$: $y \equiv a + v$, es una variable aleatoria $y \in [0, Y]$, la agregación de los ingresos por la venta de activos riesgosos y los provenientes de los proyectos de inversión en $t = 2$. Donde:

$$(3.2) \quad Y = A + V,$$

en adelante Y es el parámetro de interés que permite recuperar la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia, y como ésta impacta los contratos de deuda y la capacidad de pago de los prestatarios. Bajo estas condiciones, la variable aleatoria y tiene una distribución $f(y|\theta, Y)$ con soporte $[0, Y]$, la cual es una convolución de las distribuciones de a y v . Las empresas conocen privadamente la calidad de sus activos indexada por un tipo $\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta}]$. El tipo condiciona el ingreso total y se encuentra referido a los elementos que sólo la empresa observa; por ejemplo, la composición de su portafolio, la tasa de descuento o los flujos de efectivo asociados al activo, entre otros. Los tipos se distribuyen de acuerdo a la función de distribución acumulada $G(\theta)$ y densidad $g(\theta)$ en $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$. Para hacer la información privada relevante, se supone que en el mercado se observa y , con ello se evita que las partes definan contratos sobre a o v separadamente.³⁴

Así, el efecto de las expectativas es capturado por el parámetro Y y el deterioro es capturado por θ . Con estos parámetros, la caracterización de los riesgos se hace explícita en términos de la función de distribución bajo los siguientes supuestos:

³⁴ Este supuesto simplifica la estructura del modelo, los resultados se sostienen permitiendo información asimétrica sobre los proyectos de inversión, es decir, permitiendo algún grado de correlación entre el valor de mercado de los activos y los rendimientos de los proyectos de inversión.

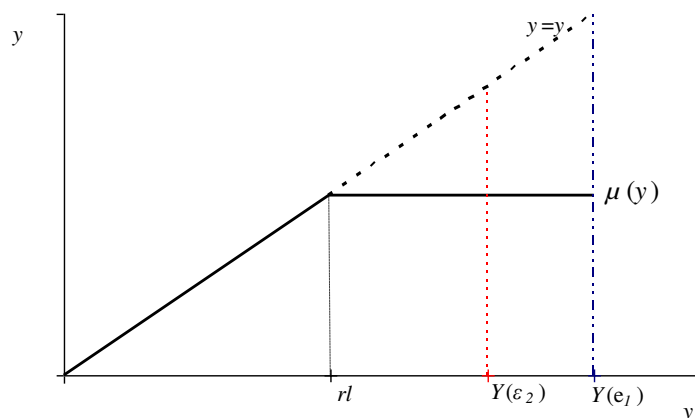
Dominancia estocástica de primer orden en Y: (DEP) $F(y|\theta, Y) \leq F(y|\theta, Y')$ para $Y > Y'$ y $\forall y, \theta$.

Hazard rate decreciente en θ (HRD): $h(\theta) = \frac{f(y|\theta, Y)}{1 - F(y|\theta, Y)}$ es decreciente en $\theta \forall y, Y$.

El supuesto de *DEP* no indica que los ingresos probables sean más altos bajo una u otra distribución. Al incorporar la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia ($\eta > 0$), este supuesto indica que para cualquier realización del ingreso \hat{y} la probabilidad de obtener al menos ese nivel ingreso, es menor cuando se observa una apreciación del tipo de cambio ($e_1 < e_0$): $\Pr(y \geq \hat{y}|Y) \geq \Pr(y \geq \hat{y}|Y')$. Esto significa que variaciones en la percepción de la tendencia cambiaria, afectan la capacidad de pago esperada de todos los tipos. Nótese que $h(\theta)$ representa la frecuencia con la que un tipo θ alcanza un mayor nivel de ingreso, condicional a que ya alcanzó el nivel de ingreso y ; en este sentido, θ indexa la calidad de los activos. Así, bajo el supuesto de *HRD* se induce un orden natural de los tipos en $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$, en la medida en que la frecuencia de eventos de ingresos superiores a y , condicional a que ya se alcanzó ese nivel, es mayor para θ alto, $h(\theta') > h(\theta) \forall \theta > \theta'$ (Nachman y Noe 1994).

Con estos ingredientes, en el mercado crédito un contrato es la dupla: $\{l, \mu(y)\}$. Donde l es monto prestado y $\mu(y) = \min\{y, rl\}$ es el plan de repago, con r la tasa de interés bruta. Nótese que $\mu(y)$ es una función no decreciente y cóncava en el ingreso total.

Gráfica 3.2: Contrato de deuda



Fuente: Cálculos del autor.

La gráfica 3.2 muestra el efecto de la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo de cambio sobre los contratos de deuda. Al observar una apreciación ($e_1 < e_0$), esta gráfica permite comparar un escenario donde $\eta = 0$ y $E_1[e_2] = e_1$, con uno donde los agentes son sensibles a la tendencia cambiaria $\eta > 0$. Si en $t = 1$ el tipo de cambio se aprecia, agentes más sensibles a la tendencia cambiaria esperan que el espectro de pago de las empresas se contraiga, efecto reseñado en la gráfica 3.2 por la reducción en el área asociada al excedente del prestatario. El efecto señalado mantiene la tasa de interés inalterada; ahora bien, para construir un retrato completo, debe evaluarse la tasa de interés, la cual está definida por la capacidad de pago esperada de los agentes.

La función de repago esperado es:

$$(3.3) \quad \rho(rl, \theta, Y) = \int_0^Y \min\{y, rl\} f(y|\theta, Y) dy,$$

la cual es una función no decreciente en Y , rl y θ . Intuitivamente, una apreciación reduce el valor en libros estipulado en los contratos; si el dólar se aprecia, los activos denominados en euros exhiben un menor valor en el mercado mundial. Así, la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia, induce a que una apreciación se traduzca en una reducción del valor del posible colateral de los créditos, menguando el repago esperado. Formalmente, para ver que el repago esperado es no decreciente en Y ($\rho_Y \geq 0$),³⁵ considérese $Y > Y'$ y la diferencia en el repago esperado asociado a cada uno:

$$\rho(rl, \theta, Y) - \rho(rl, \theta, Y') = \int_0^\infty \mu'(y)[F(y|\theta, Y') - F(y|\theta, Y)] dy \geq 0.$$

Esta desigualdad es no negativa por *DEP* y dado que μ es una función no decreciente en Y .³⁶ Con ello, $\rho_Y \geq 0$.

En los contratos de deuda, un incremento en la tasa de interés afecta a los prestatarios que han alcanzado al menos el nivel de ingreso rl . Así, al incrementar el umbral de repago:

$$\rho_{rl} = 1 - F(rl|\theta, Y) \geq 0,$$

³⁵ Para simplificar la notación $(\partial\rho/\partial z) = \rho_z$ y $(\partial^2\rho/\partial w\partial z) = \rho_{w,z}$. Así, ρ_{rl} representa la derivada con respecto a la variable compuesta rl .

³⁶ $\mu'(y)$ representa el cambio en el repago.

se obtiene una medida del costo marginal para el prestatario, de un incremento en el monto de intereses al nivel de ingreso rl , el cual se corresponde con la probabilidad de que un tipo θ obtenga al menos el nivel de ingreso rl .

Bajo el supuesto *HRD*, la frecuencia con la que un tipo está arriba del umbral es mayor para tipos más altos, ello significa que estos tipos pueden cubrir un repago más alto. Como el umbral puede ser definido en cualquier nivel, la probabilidad de tener un flujo de efectivo más alto $1 - F(y|\theta, Y)$ es una medida del costo marginal de incrementar el repago al nivel del flujo de efectivo y . Con base en este análisis, podemos calcular el costo marginal relativo, para el prestatario, de incrementar el repago al nivel de ingreso y al tipo θ vis-à-vis θ' (Nachman y Noe 1994):

$$(3.4) \quad \gamma^{\theta, \theta'}(y) = \frac{1 - F(y|\theta', Y)}{1 - F(y|\theta, Y)} \quad \forall y, Y, \theta > \theta'.$$

En otras palabras, para un prestatario con activos de calidad indexada por θ' , $\gamma^{\theta, \theta'}(y)$ representa el costo marginal de mimetizar una empresa con activos de mejor calidad θ . El supuesto *HRD* permite escribir contratos de deuda tales que el costo marginal de mimetizar es decreciente en y , $\partial \gamma^{\theta, \theta'} / \partial y \leq 0$.³⁷ Usando esta última condición, el apéndice demuestra que $F(y|\theta', Y) \geq F(y|\theta, Y)$, la idea de esta prueba es que $\partial \gamma^{\theta, \theta'} / \partial y \leq 0$ no indica que los ingresos probables sean más altos bajo la distribución condicionada en θ o θ' , en su lugar, este resultado indica que para cualquier realización del ingreso y la probabilidad de obtener al menos ese nivel ingreso es menor para un tipo θ' .

Con ello, surgen tres resultados de interés: *i*) $\gamma^{\theta, \theta'}(y) \leq 1$; para las empresas con activos más tóxicos, este costo es más bajo y menor la unidad, mientras que para los tipos más similares a θ , este costo es más alto y cercano a la unidad. Por esta razón, los tipos $\theta' < \theta$ óptimamente buscan mimetizar θ . Así, el orden inducido por *HRD* es tal que los tipos más bajos prefieran repagos más altos, es decir, mimetizar tipos de mejor calidad.³⁸ *ii*) el repago esperado es una función no decreciente en θ , considere:

³⁷ $\partial \gamma^{\theta, \theta'} / \partial y = \gamma^{\theta, \theta'}(h(\theta) - h(\theta')) \leq 0$

³⁸ Usando este tipo de argumento, Nachman y Noe (1994) muestran que bajo el supuesto de *HRD* los contratos de deuda son óptimos para las empresas, en el sentido en que un contrato de deuda induce un equilibrio Nash-Bayes.

$$\rho(r_l, \theta, Y) - \rho(r_l, \theta', Y) = \int_0^\infty \mu'(y) [F(y|\theta', Y) - F(y|\theta, Y)] dy \geq 0.$$

De donde: $\rho_\theta \geq 0$. *iii*) Nótese que los supuestos *DEP* y *HRD* garantizan que los riesgos capturados por los parámetros Y y θ sean comparables, en cuanto a dominancia estocástica de primer orden y el efecto sobre la capacidad de pago esperada. En este sentido, los agentes en el mercado de crédito, usan información pública y privada para separar los riesgos en los contratos de deuda.

En síntesis, esta subsección muestra que la función de repago esperado es no decreciente en la media del ingreso total, el umbral de repago y el índice de calidad de los activos. Si bien estos tres resultados son intuitivos, el tercero requiere de la observación de que el índice de calidad es tal que define, implícitamente, un orden sobre la calidad de los activos y en el margen el costo de endeudamiento es menor para las empresas de solvencia relativamente más baja. Con estos elementos, puede determinarse el rol diferencial de cada tipo de información, para lo cual se exploran dos contextos: información simétrica, donde toda la información es pública, versus información asimétrica donde θ es información privada y la tendencia del tipo de cambio es información pública. En lo que resta de esta sección, ambos casos se estudian en un entorno descentralizado, mientras que en la sección 3.4 se introduce el entorno centralizado.

3.3.2. Equilibrio descentralizado: Información simétrica

En un contexto de información simétrica, la tasa justa de interés r_θ^* se define por la condición de beneficio esperado cero:

$$(3.5) \quad \rho(\theta, r_\theta^*, l, Y) - l = 0.$$

Esta ecuación mide las rentas informacionales que los prestatarios transfieren a los prestamistas, $IR \equiv \rho(r_l, \theta, Y) - l$, en un contexto de información simétrica, ningún agente puede explotar la información pública incorporada en los contratos, en consecuencia, las rentas informacionales son constantes e iguales a cero bajo r_θ^* . Los prestamistas asignan un contrato tipo especificado: la tasa de interés que cada empresa paga se corresponde con la calidad de sus activos $\{r_\theta^*\}_{\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta}]}$, y se firman un continuo de contratos $\{l, \mu(y)\}_{\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta}]}$. Cada contrato es tal que las empresas que poseen activos de mejor calidad, reciben una tasa de interés más baja. Esto ocurre porque los agentes no pueden explotar cambios en la información acerca de la calidad de los activos, la

variación en las rentas informacionales para cualquier tipo es cero; derivando (3.5) con respecto a θ se tiene:

$$(3.6) \quad \frac{\partial r_{\theta}^*}{\partial \theta} = -\frac{\rho_{\theta}}{l\rho_{rl}} \leq 0,$$

esta ecuación captura el efecto de sustitución entre la calidad del colateral y tasa de interés; así, entre menor la tasa de interés mayor es la calidad que se exige del colateral, entendida como una mayor frecuencia de ingresos por encima de cierto nivel.

Análogamente, cambios en la información pública, generada por la tendencia del tipo de cambio e incorporada en las expectativas cambiarias, no pueden ser explotados por los agentes. Así, si se observa una apreciación ($e_1 < e_0$), derivando (3.5) con respecto a η :

$$(3.7) \quad \frac{\partial r_{\theta}^*}{\partial \eta} = -(e_1 - e_0)A^* \left(\frac{\rho_Y}{l\rho_{rl}} \right) \Big|_{(r_{\theta}^*, \theta, Y)} \geq 0 \quad \forall \theta,$$

esta ecuación captura, nuevamente, un efecto de sustitución entre la tasa de interés y el valor del colateral. Así, un incremento en la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo de cambio, el cual reduce el valor del colateral, implica que para todos los tipos, la tasa de interés será más alta. Siguiendo las premisas del análisis técnico, el tipo de cambio de mercado y su tendencia reflejan las creencias de los diferentes agentes en el mercado, así como sus necesidades y disponibilidad de recursos. En la medida en que los agentes otorgan un mayor peso a la tendencia de apreciación, se captura la creencia de que los factores afectando la capacidad de pago perdurarán en el corto plazo, lo cual se refleja en un mayor costo del endeudamiento. En este caso, la posibilidad de que las empresas posean activos denominados en las dos monedas es implícitamente capturada por el hecho de que la composición del portafolio es información privada. En otras palabras, el efecto diferencial en la calidad de los activos generado por distintas composiciones del portafolio de las empresas es capturado por θ .

Las empresas toman la decisión de invertir ($i=1$) y pedir prestado, si el beneficio esperado de los proyectos de inversión compensa el costo esperado del endeudamiento:

$$(3.8) \quad E[v] - x \geq \rho(r_l, \theta, Y) - l.$$

Todas las empresas invierten porque las rentas informacionales son nulas bajo r_{θ}^* y el valor presente neto esperado es positivo. En un contexto donde la información es pública, las rentas informacionales que los prestatarios transfieren a los prestamistas no cambian, de allí que los

ajustes en las expectativas cambiarias y en la calidad de los activos, se reflejen en la tasa de interés, sin afectar el nivel de liquidez que se inyecta en el sistema y, por ende, sin alterar el nivel de inversión.

En conclusión, con información simétrica ninguna de las partes puede explotar la incorporación de nueva información pública, lo cual conlleva a un ajuste en los contratos que se corresponde con la capacidad pago de las empresas, pero no incrementa las rentas informacionales que los prestatarios transfieren a los prestamistas, y, por tanto, no reduce el nivel de inversión.

3.3.3. Equilibrio descentralizado: Información asimétrica

En un contexto de información asimétrica, los prestamistas desconocen la calidad de los activos, por lo tanto, existe un contrato de deuda para todas las empresas a la tasa de interés r_D que satisface la condición de beneficio esperado cero, definida con respecto a las rentas informacionales promedio que las empresas solicitando créditos transfieren a los prestamistas:

$$(3.9) \quad \int_{\theta}^{\hat{\theta}} [\rho(r_D l, \theta, Y) - l] \frac{g(\theta)}{G(\hat{\theta})} d\theta = 0.$$

Donde $G(\hat{\theta})$ es la proporción de empresas con activos de calidad inferior a $\hat{\theta}$, es decir, representa las creencias bayesianas de los prestamistas acerca de la calidad de los activos,³⁹ formadas usando la información revelada en el mercado al aceptar un contrato diseñado para $\hat{\theta}$.

El conjunto de tipos invirtiendo es $[\underline{\theta}, \hat{\theta}]$, el último tipo invirtiendo $\hat{\theta}$ es tal que los beneficios esperados de invertir compensan las rentas informacionales que éste transfiere a los prestamistas:

$$(3.10) \quad E[v] - x = \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y) - l.$$

Por (3.10), (3.8) y $\rho_{\theta} > 0$, la fracción $G(\hat{\theta})$ de las empresas invierte: las empresas con activos de calidad $\theta < \hat{\theta}$ mimetizan $\hat{\theta}$ e invierten a la tasa r_D . Dado que el repago esperado es creciente en rl , $IR \leq 0$ si $r_{\theta}^* \geq r_D$ e $IR > 0$ si $r_{\theta}^* < r_D$. Para el tipo marginal $r_{\theta}^* < r_{\theta}^* < r_D$, $\theta \in (\hat{\theta}, \bar{\theta}]$, las empresas con activos de mejor calidad no invierten por que enfrentan una tasa de interés

³⁹ Usando la condición (3.8) y el hecho de que el repago esperado es no decreciente en θ se tiene:

$$P(i = 1 | \theta \leq \hat{\theta}) = 1 \text{ y } P(i = 1) = P(\theta \leq \hat{\theta}) = G(\hat{\theta}). \text{ Por tanto, } G(\theta | 1) = \frac{P(i = 1 | \theta \leq \hat{\theta}) G(\theta)}{P(i = 1)} = \frac{G(\theta)}{G(\hat{\theta})}.$$

demasiado alta respecto de las rentas informacionales que están dispuestas a transferir a los prestamistas. En otras palabras, las empresas siempre invierten si reciben un “subsidio” sobre la tasa interés. Por el contrario, si la tasa de interés es demasiado alta con respecto a la tasa justa de interés, las empresas invierten sólo si el beneficio esperado de invertir compensa los costos del endeudamiento. Así, el tipo marginal $\hat{\theta}$ establece los equilibrios que permiten separar el conjunto de tipos en dos, los que invierten $[\underline{\theta}, \hat{\theta}]$ y los que no invierten $(\hat{\theta}, \bar{\theta}]$. Con la pérdida económica asociada a la proporción de empresas que no invierten $1 - G(\hat{\theta})$.

Al igual que en el caso de información simétrica, el único equilibrio que no genera pérdidas económicas está dado por $\hat{\theta} = \bar{\theta}$ que satisface (3.9) y (3.10) (Philippon y Skreta 2012). En el caso de información simétrica, las rentas informacionales son nulas y el nivel de inversión no cambia, aunque la tasa de interés aumente, ésta ajusta los costos del crédito a la información pública que se incorpora. Sin embargo, en el contexto de información asimétrica, en los equilibrios definidos por (3.9) y (3.10) un cambio en el peso que los agentes otorgan a la tendencia del tipo de cambio (η) afecta el tipo marginal, porque la interacción entre selección adversa y expectativas cambiarias implica cambios en las rentas informacionales transferidas de los prestatarios a los prestamistas. Para analizar esta situación, considérese que en el equilibrio las rentas informacionales se mantienen constantes, así, la incorporación de información pública, cambios en η , implicaría una variación en la tasa de interés de equilibrio r_D dada por:

$$(3.11) \quad \left. \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right|_{(r_D, \theta, Y)} \equiv -(e_1 - e_0) A^* \left(\frac{\rho_Y}{l \rho_{rl}} \right) \Big|_{(r_D, \theta, Y)} \quad \text{con } IR = \bar{IR} \text{ y } \theta \in [\underline{\theta}, \hat{\theta}].$$

Intuitivamente, en analogía con el caso de información simétrica, donde las rentas informacionales son nulas, se asume que existe un nivel constante \bar{IR} .⁴⁰ Oleadas de agentes siguiendo sus percepciones de que la tendencia continuará en el corto plazo afectan la capacidad de pago de las empresas, pero ello no implicaría variaciones en las rentas informacionales si la tasa de interés se ajusta según (3.11), es decir, si los prestamistas no pueden explotar la información pública. Si, por el contrario, los agentes pueden explotarla, la variación en la prima informacional cargada sobre la tasa de interés y pagada por los agentes al mimetizar $\hat{\theta}$ está dada

⁴⁰ $0 < \bar{IR} < E[v] - x$.

por: $[\partial r_D / \partial \eta - \partial r_D^* / \partial \eta]_{(r_D l, \theta, Y)}$, donde $\partial r_D / \partial \eta$ representa la variación observada en equilibrio con información asimétrica.

Con ello, la reacción del tipo marginal a una mayor sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia se obtiene derivando (3.10):⁴¹

$$(3.12) \quad \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{[1 - F(r_D l | \hat{\theta}, Y)] l}{\rho_{\hat{\theta}}} \left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right]_{(r_D l, \hat{\theta}, Y)},$$

considerando el caso de una apreciación observada ($e_1 < e_0$), la variación en el tipo marginal con respecto a η es proporcional a la variación en la prima informacional, lo cual captura la interacción entre información asimétrica y expectativas cambiarias. El inversionista marginal $\hat{\theta}$ invierte si al incorporar un cambio en el peso de la tendencia, la tasa de interés es tal que ninguna de las partes puede explotar la información asociada a las expectativas cambiarias, esto es $\partial r_D / \partial \eta = \partial r_D^* / \partial \eta$. Si $\partial r_D / \partial \eta > \partial r_D^* / \partial \eta$ los prestamistas explotan la información pública asociada a la tendencia del tipo de cambio incrementado las primas informacionales que los prestatarios deben transferir, lo cual induce a que el tipo marginal $\hat{\theta}$ salga del mercado de crédito y en el equilibrio el nuevo tipo marginal es $\hat{\theta}' < \hat{\theta}$. Fishman y Parker (2012) encuentran resultados similares variando el grado de sofisticación de los agentes en el mercado de crédito.

La prima informacional existe porque en el equilibrio la variación en la tasa de interés está determinada por la calidad media de los activos. En un contexto de información asimétrica, empresas que poseen activos de baja calidad están dispuestas a transferir rentas a los prestamistas para obtener la liquidez que requieren en el mercado. Para los tipos $\theta < \hat{\theta}$, $\gamma^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l)$ expresa el costo marginal de mimetizar $\hat{\theta}$ y, bajo HRD, es una función no creciente en el tipo. En el equilibrio una se vez se definen $r_D l$ y $\hat{\theta}$, para las empresas con activos más tóxicos, este costo es más bajo y menor la unidad, mientras que para los tipos más similares a $\hat{\theta}$, este costo es más alto y cercano a la unidad. Por esta razón, los tipos $\theta < \hat{\theta}$ óptimamente mimetizan $\hat{\theta}$. Con ello, considerando $e_1 < e_0$, es decir, en presencia de ajustes cambiarios que acarrear el pago de una prima informacional, el costo informacional marginal de mimetizar $\hat{\theta}$ puede definirse como:

⁴¹ El apéndice 3 muestra los procedimientos para obtener esta expresión.

$$CM^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l, \theta, Y) \equiv \gamma^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l) \left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right] \Big|_{(r_D l, \theta, Y)} \quad \theta \in [\underline{\theta}, \hat{\theta}).$$

Esta expresión captura el costo marginal relativo, para el prestatario, de incrementar el repago en $[\partial r_D / \partial \eta - \partial r_D^* / \partial \eta]_{(r_D l, \theta, Y)}$ al tipo $\hat{\theta}$ vis-à-vis $\theta \in [\underline{\theta}, \hat{\theta})$. Bajo *HRD*, los tipos con activos de calidad inferior a $\hat{\theta}$ amortiguan el efecto de la variación en la prima informacional, porque $\gamma^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l) < 1$, en otras términos, los tipos mimetizando $\hat{\theta}$ sólo incurren en una fracción de la variación en la prima informacional.

La tasa de interés se define por la condición de beneficios cero, por lo tanto, la calidad promedio de los activos determina el nivel de la tasa de interés y la respuesta de la tasa de interés a cambios en η , así de (3.9) se tiene:⁴²

$$(3.13) \quad \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{[1 - F(r_D l | \hat{\theta}, Y)] l}{IR(\hat{\theta}) g(\hat{\theta})} \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} CM^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l, \theta, Y) g(\theta) d\theta.$$

Esta expresión muestra que, en equilibrio, la reducción en el tipo marginal es proporcional al costo informacional promedio que, en el margen, los tipos $\theta < \hat{\theta}$ pagan por mimetizar $\hat{\theta}$. En un contexto de apreciación $e_1 < e_0$, como $g(\theta) \geq 0$, la condición suficiente para que (3.13) sea no positiva es que $CM^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l, \theta, Y) \geq 0 \quad \forall \theta \in [\underline{\theta}, \hat{\theta})$, ello implicaría una reducción en la fracción de firmas invirtiendo: $g(\hat{\theta}) [\partial \hat{\theta} / \partial \eta]$. Intuitivamente, los tipos más bajos mimetizando $\hat{\theta}$ están dispuestos a pagar un sobrecosto del endeudamiento, lo cual permite a los prestamistas explotar la información pública incrementando la prima informacional cargada a la tasa de interés e induce a que el tipo marginal invirtiendo sea más bajo.

En síntesis, la incorporación de información pública generada por la tendencia del tipo de cambio exacerba los problemas asociados a la selección adversa creando o ampliando el espacio para la intervención. En otros términos, una mayor sensibilidad de los agentes a la información pública, evidenciada en una profundización de sus percepciones de que la tendencia cambiaria continuará en el corto plazo, afecta la capacidad de pago esperada de las empresas, como las empresas mimetizando activos de mejor calidad están dispuestas a pagar una prima informacional, cargada a la tasa de interés, la liquidez que se inyecta a la economía cae menguando el nivel de inversión.

⁴² El apéndice 3 muestra los procedimientos para obtener esta expresión.

Con estos resultados puede explicarse la desaceleración del volumen del comercio mundial reseñada por The Economist (2012), como los bancos europeos son jugadores importantes en el mercado de liquidez para el comercio global, el incremento en la incertidumbre sobre la salud de la banca europea, es decir, un creciente riesgo de deterioro e información asimétrica sobre la calidad de los activos que estos bancos poseen, implica una contracción en la capacidad de estos bancos para desempeñar su función de intermediación en las operaciones de comercio. Este fenómeno se acompaña de una dificultad creciente para acceder al mercado de dólares, así en la medida en que los agentes apuestan a que las dificultades para obtener dólares, con los activos existentes, continuarán en el corto plazo, el costo del endeudamiento aumenta, reduciendo aún más el nivel de inversión como lo muestra la ecuación (3.13).

3.4. Intervención: Crédito directo

Esta sección explora las características de un programa de crédito directo, que permite al gobierno implementar su objetivo de inversión, usando como instrumento la tasa de interés. Como se señaló, las decisiones de invertir y tomar prestado revelan información privada, la cual determina la tasa de interés y un umbral abajo del cual todos los tipos invierten. Estas características del mercado de crédito se explotan en el mecanismo diseñado por el gobierno, quien al fijar un nivel de inversión objetivo, como se muestra en la subsección 3.4.1, permite que la tasa de interés se ajuste a las características de la información revelada y garantiza que todos los agentes invirtiendo tengan incentivos para participar en el programa (racionalidad individual); el gobierno amplía el beneficio social, incrementando la demanda por crédito, así, para satisfacer la demanda por crédito asociada al objetivo del gobierno, éste anuncia el tamaño del programa, creando así su propia competencia, de esta manera, como se argumenta en la subsección 3.4.2, el gobierno puede explotar las restricciones de compatibilidad de incentivos y minimizar las rentas informacionales transferidas a los prestamistas, es decir, minimizar el costo del programa. Esto ocurre porque las opciones de las empresas que no participan en el programa dependen del mecanismo diseñado, así al permitir participación aleatoria, es posible capturar los efectos distorsionantes que afectan a todos los tipos invirtiendo. Con estos ingredientes la subsección 3.4.3 analiza el mecanismo en términos de la incorporación de información asociada a las señales generadas por la tendencia del tipo de cambio, en este caso, el gobierno reacciona a

dicha información estabilizando la variación de la tasa de interés (ecuación 3.17) mediante ajustes en el tamaño del programa (ecuación 3.18).

3.4.1. Racionalidad individual: invertir y tomar prestado

En esta subsección, el gobierno fija, exógenamente, un objetivo para la fracción de empresas que invierten y diseña un programa que implementa dicha fracción. Así, a través de la condición de racionalidad individual, se define el conjunto de tipos invirtiendo, y se muestra que el conjunto de tipos que participan del programa es un subconjunto de éste.

El gobierno ofrece un programa de crédito $\rho_{\theta^T} = \{l, \mu_g(y)\}$, es decir, un contrato diseñado para el tipo θ^T fijado exógenamente, $\theta^T > \hat{\theta}_D$, con la tasa de interés asociada r^T , donde $\hat{\theta}_D$ es el tipo marginal más alto entre los equilibrios sin intervención a la tasa r_D , l es monto prestado y el plan de repago $\mu_g(y) = \min\{y, r^T l\}$, los cuales satisfacen:

$$(3.14) \quad E[v] - x = \rho(r^T l, \theta^T, Y) - l$$

Esta ecuación es análoga a la ecuación (3.10) y permite inducir a que la fracción $G(\theta^T)$ de las empresas invierta. Si una firma de tipo θ elige un contrato diseñado para θ^T e invierte su pago esperado es:

$$V(\theta, \theta^T, 1) = \int_0^Y [y - \min\{y, r^T l\}] f(y|\theta, Y) dy$$

Para las empresas mimetizando θ^T que no invierten el pago esperado es:

$$V(\theta, \theta^T, 0) = E[a|\theta, Y] + c_0 + l - \int_0^Y \min\{y, r^T l\} f(y|\theta, Y) dy$$

usando el hecho de que los proyectos tienen un valor presente positivo y la definición de l , se tiene $V(\theta, \theta^T, 1) - V(\theta, \theta^T, 0) = E[v] - x > 0$. Esto significa que para las empresas tipo $\theta < \theta^T$ es óptimo mimetizar θ^T e invertir. Note que esto ocurre incluso si hay nuevas señales generadas por la tendencia del tipo de cambio. Como muestran Philippon y Skreta (2012), este resultado depende del orden impuesto por *HRD*, el cual garantiza que las diferencias negativas entre el plan de repago en el programa del gobierno y el privado son compensadas en promedio por las diferencias positivas, con ello la *single crossing property* se satisface y es posible diseñar un mecanismo de crédito que satisfaga las condiciones de compatibilidad de incentivos y racionalidad individual.

Si las firmas no participan en el programa, éstas deben decidir si invertir usando crédito privado o no invertir, así su pago esperado es:

$$\tilde{V}(\theta, r^T, i) = E[a|\theta, Y] + \max\{c_0, E[v] - \rho(\theta, r^T l, Y)\} \quad i \in \{0, 1\}$$

Las empresas que no participan en el programa, toman un crédito en el mercado privado si y sólo si el flujo de efectivo esperado de invertir descontando el costo del crédito supera el flujo de efectivo en el periodo inicial ($E[v] - \rho(\theta, r^T l, Y) \geq c_0$). Así, el pago esperado de las firmas que toman créditos privados e invierten es $\tilde{V}(\theta, r^T, 1) = E[y|\theta, Y] - \rho(\theta, r^T l_0, Y)$, por (3.14), (3.8) y $\rho_\theta \geq 0$ estas empresas son del tipo tal que $\theta \leq \theta^T$. Empresas con tipo $\theta > \theta^T$ no invierten y no toman créditos, entonces esas empresas reciben el pago esperado de la venta de sus activos riesgosos más el efectivo que poseen en el periodo inicial $\tilde{V}(\theta, r^T, 0) = E[a|\theta, Y] + c_0$.

Las firmas deben elegir si invierten ($i=1$) usando recursos del gobierno (ϕ) o de prestamistas privados (O), dado su tipo privadamente conocido, esto es $i: \Theta \times \{\phi \cup O\} \rightarrow \{0, 1\}$. La decisión de participar es observada en el mercado, y con base en esta información las firmas reciben una oferta $\{l, \mu(y)\}$. Sea $\Theta_\phi \equiv \Theta_{\phi,1} \cup \Theta_{\phi,0}$ el conjunto de tipos que participan donde $\Theta_{\phi,1}$ y $\Theta_{\phi,0}$, son aquellas empresas que participan e invierten y no invierten, respectivamente. Análogamente, para las no participantes $\Theta_o,1$ y $\Theta_o,0$, tales que $\Theta_o \equiv \Theta_o,1 \cup \Theta_o,0$.

Con esta notación y el análisis precedente los resultados de esta subsección se resumen en:

- i) El conjunto de tipo que no invierten y no acceden al crédito es $\Theta_{o,0} = (\theta^T, \bar{\theta}]$ con la pérdida asociada a la proporción de empresas $1 - G(\theta^T)$ que no invierten;
- ii) Las empresas que no invierten no participan del programa: $\Theta_{\phi,0} = \phi$;
- iii) El conjunto de tipos que participan del programa está contenido en el conjunto de tipos que invierte: $\Theta_\phi = \Theta_{\phi,1} \subset [\underline{\theta}, \theta^T]$.

3.4.2. Compatibilidad de incentivos: participar en el programa y revelar información

Como todos los tipos en el intervalo $[\underline{\theta} - \theta^T]$ invierten y tienen incentivos para entrar al mercado de crédito, el gobierno permite la participación aleatoria en el programa; en otras palabras, el programa es de libre competencia, rasgo característico de las intervenciones gubernamentales

como las ventanillas de descuento (Tirole 2012). Usando la información revelada por la decisión de acceder al mercado de crédito, esta subsección argumenta que existe un umbral de participación en el programa del gobierno, definido endógenamente por la condición de beneficios cero de los prestamistas. Intuitivamente, el umbral define el tamaño del programa del programa, es decir, determina la disponibilidad de fondos que el gobierno anuncia, con estos fondos compite con los privados. Como resultado de esta competencia, se alcanza una tasa de interés lo suficientemente baja como para incrementar el nivel de inversión, pero lo suficientemente alta para que un segmento del crédito se satisfaga por el mercado, dejando al gobierno con el segmento de empresas con solvencia promedio más baja.

Como señalan Rochet y Stole (2002) al permitir participación aleatoria en el programa, es posible incorporar opciones fuera del programa que son dependientes del mecanismo diseñado, ello implica que existen efectos distorsionantes que afectan tanto al tipo marginal (el “mejor” tipo θ^T) como a los tipos con activos de menor calidad. Sea $p(\theta) \in [0,1]$ la probabilidad de que un tipo $\theta \in [\underline{\theta} - \theta^T]$ participe en el programa, entonces la tasa de interés r^T determina la calidad media de las empresas invirtiendo dentro programa a través de la condición de beneficio cero para el mercado privado:

$$(3.15) \quad \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} \frac{[\rho(\theta, r^T l, Y) - l](1 - p(\theta))g(\theta)}{G(\theta^T) - \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} p(s)g(s)ds} d\theta = 0.$$

Esta ecuación es análoga a (3.9), al garantizar la condición de beneficios cero se activa la competencia entre los privados reduciendo las rentas que estos pueden explotar y, por tanto, el gobierno minimiza la magnitud de las rentas que transfiere a las firmas (Philippon y Skreta 2012, 15). El gobierno diseña un programa de tamaño $\int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} p(s)g(s)ds$ que induce a que la fracción $G(\theta^T)$ de las empresas invierta, para ello toma los activos en promedio más tóxicos como aval y deja los de mejor calidad para que el mercado los financie. En este sentido, r^T es lo suficientemente baja como para incrementar el nivel de inversión, pero lo suficientemente alta para que un segmento del crédito se satisfaga por el mercado. Para ver este resultado, nótese que las creencias bayesianas de los prestamistas privados, acerca de la calidad de las empresas solicitando préstamos se incorporan en (3.15) a través del término $G(\theta^T) - \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} p(s)g(s)ds$, esto

es la proporción de empresas que mimetizan θ^T pero poseen activos que garantizan una solvencia promedio superior a las empresas que participan en el programa. El inverso de este término en (3.15) captura el costo de estigma de participar en el programa del gobierno, porque los prestatarios revelan información en el mercado al no participar en el programa y tomar créditos de prestamistas privados, lo cual estabiliza el tamaño del programa.⁴³

En un modelo de equilibrio general, después de minimizar el costo del programa, se encuentra el nivel óptimo de inversión asociado a θ^T . En su lugar, siguiendo a Philippon y Skreta (2012) el modelo aquí planteado caracteriza una intervención que alcanza un costo esperado mínimo:

$$\Psi^*(r^T) = \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} [l - \rho(\theta, r^T l, Y)] g(\theta) d\theta,$$

el cual implementa cualquier nivel de inversión asociado a θ^T . Este resultado es independiente $p(\theta)$ porque para todas las realizaciones del ingreso, no existen diferencias entre los repagos dentro o fuera del programa, por lo tanto, el costo esperado del programa se corresponde con las rentas informacionales que los agentes reciben al mimetizar θ^T . Si existieran diferencias entre los planes de repago público versus privado, los prestatarios tomarían el más conveniente, si el gobierno ofreciera planes más atractivos, los agentes fluirían al programa del gobierno reduciendo, las rentas informacionales que los prestamistas privados pueden explotar, lo cual revertiría el proceso.⁴⁴

Sin pérdida de generalidad, puede suponerse que el tipo marginal actúa sin ayuda del gobierno; dado que θ^T invierte a la tasa r^T determinada por (3.14), explícitamente no acarrea el costo de estigma, y posee los activos de mejor calidad en el conjunto de las empresas invirtiendo. Lo anterior implica que existe un umbral de participación $\theta^p < \theta^T$, tal que:

⁴³ Esta noción de estigma es limitada, dado que no existen rondas adicionales de renegociación de los créditos existentes o de solicitud de nuevos créditos. Para ver las implicaciones del costo de estigma en un contexto intertemporal donde los prestatarios son países o empresas ver Bulow y Rogoff (1989), Peristiani (1998), Corbett y Mitchell (2000), Mitchell (2001), y Arregui (2010).

⁴⁴ Con esta definición del costo del programa y siguiendo el argumento de Tirole (2012) sobre la existencia de un costo sombra exógeno (λ) para los recursos del gobierno, el beneficio del programa puede escribirse como

$\pi^*(r^T) \equiv \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} (E[v] - x) g(\theta) d\theta - \lambda \Psi^*(r^T)$. Aunque a fin de garantizar que el programa no induce pérdidas sociales

existe una cota estimable para este costo sombra $\lambda \leq \left\{ \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} (E[v] - x) g(\theta) d\theta \right\} / \Psi^*(r^T)$, sería necesario determinar cómo se mide λ , para establecer si la cota se satisface y el gobierno interviene. Esta discusión se deja abierta en este capítulo, resta anotar que si el costo sombra es menor o igual a uno el gobierno siempre interviene.

$$(3.16) p(\theta) \in [0,1] \text{ para } [\underline{\theta}, \theta^p], p(\theta^p) \neq 0 \text{ y } p(\theta) = 0_{\theta > \theta^p},$$

este umbral se define endógenamente por la ecuación (3.15), es decir, por el costo de estigma que acarrea revelar información al participar en el programa, por lo tanto, toda muestra en el intervalo $(\theta^p, \theta^T]$ satisface la condición de beneficios cero en el mercado privado, ello significa que las empresas en este intervalo están dispuestas a transferir las rentas informacionales a los prestamistas, tales que el monto prestado es igual al repago esperado para las empresas con activos de calidad promedio superior a aquellas dentro del programa. Adicionalmente, θ^p implica que el gobierno se queda con los activos más tóxicos como aval y, por tanto, el programa es costoso. Como todas las empresas que participan invierten, la condición de compatibilidad de incentivos puede escribirse de la siguiente forma:

$$(CI) \text{ para } \theta \in \Theta_{\varphi,1}, V(\theta, \theta, 1) \geq \max \{V(\theta, \theta', 0), \check{V}(\theta, r^T)\}, \text{ para } \theta' \in [\underline{\theta}, \theta^p].$$

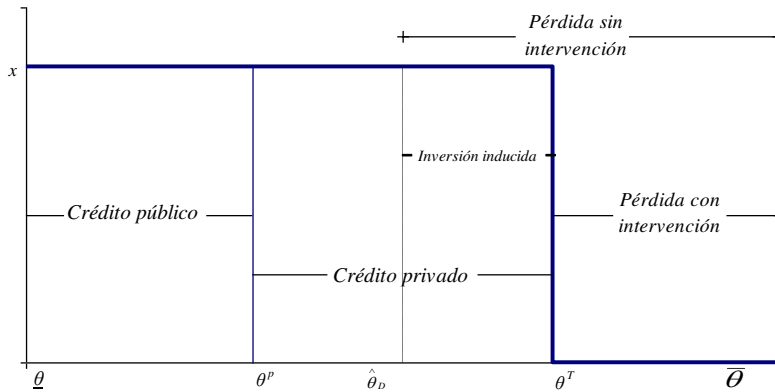
A diferencia del modelo de Philippon y Skreta (2012), al introducir estos rasgos se explotan las condiciones de compatibilidad de incentivos, en términos de la incorporación de información pública, dado que el umbral de participación responde endógenamente al proceso de muestreo que determina la calidad media de las empresas y a la información incorporada en las creencias de los prestamistas.

A fin de ejemplificar los argumentos anteriores, considérese que la probabilidad de participación es cero a partir de cierto umbral θ^p y $p(\theta) = 1_{\theta \leq \theta^p}$. Cada empresa en el intervalo $[\underline{\theta}, \theta^T]$ invierte un monto x y el umbral de participación se determina endógenamente con la condición de beneficios cero (3.15), la cual se satisface para cualquier submuestra aleatoria en el intervalo de las empresas que acceden al crédito privado: $\Theta_{\varphi,1} = (\theta^p, \theta^T]$. Así, los prestamistas forman creencias acerca de la calidad de los activos de las empresas solicitando créditos tomando muestras aleatorias para cualquier θ^p , e imputan un costo de estigma de participar en el programa, lo cual estabiliza su crecimiento.

Como se muestra en la gráfica 3.3, el gobierno induce un incremento en el nivel de inversión al fijar $\theta^T > \hat{\theta}_D$, con participación aleatoria el umbral θ^p responde endógenamente a condición de beneficio cero en el mercado privado, así: $\Theta_{\varphi,1} = [\underline{\theta}, \theta^p]$. A través de las ecuaciones (3.14) y (3.15) el gobierno garantiza que se satisfacen las condiciones de compatibilidad de incentivos y racionalidad individual. Al permitir participación aleatoria en el programa, e

incorporar opciones fuera de éste que son dependientes del mecanismo diseñado, es posible capturar efectos distorsionantes que afectan tanto al tipo θ^T como a los tipos con activos de menor calidad; con ello, el gobierno define su umbral de inversión, en otras palabras, el estigma que acarrea tomar créditos del gobierno le permite diseñar endógenamente un programa de tamaño $G(\theta^p)$. El gobierno mitiga la pérdida económica asociada a la selección adversa, pero no la elimina, toda vez que la proporción de empresas $1 - G(\theta^T)$ no invierten.

Gráfica 3.3: Efectos del programa: $p(\theta) = 1_{\theta \leq \theta^p}$



Fuente: Cálculos del autor.

3.4.3. Ajuste del mecanismo a señales del tipo de cambio

La ecuación (3.13) muestra que empresas con activos de cierta calidad pueden salir del mercado de crédito, porque su capacidad de pago puede verse afectada como resultado de la incorporación de información, asociada a las señales generadas por la tendencia del tipo de cambio. En el caso de una apreciación ($e_1 < e_0$), la capacidad de pago esperada se reduce, los prestamistas pueden explotar la información pública al incorporar la señales captadas por las expectativas cambiarias, es decir, cargan una prima informacional sobre la tasa de interés que pagan las empresas mimetizando activos de mejor calidad, reduciendo así la liquidez que se inyecta a la economía y menguando la inversión. En este contexto, el espacio para la intervención del gobierno se amplía, con θ^T exógeno un programa de crédito directo incrementa los beneficios que la economía recibe por un mayor nivel de inversión, para ello r^T y θ^p responden endógenamente a los choques en el sistema. En particular, responden a la información generada por la tendencia del tipo de cambio.

Si $e_1 < e_0$, de (3.14) el efecto en la tasa de interés de un incremento en η está dado por:

$$(3.17) \quad \frac{\partial r^T}{\partial \eta} = -(e_1 - e_0) A^* \frac{\rho_Y}{l \rho_{rl}} \Big|_{(r^T, l, \theta^T, Y)} = \frac{\partial r_T^*}{\partial \eta} \Big|_{(r^T, l, \theta^T, Y)} > 0$$

Esta ecuación, análoga a (3.7) y (3.11), indica que el gobierno reacciona a una mayor sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia cambiaria, permitiendo que la tasa de interés aumente en proporción a la pérdida de capacidad de pago, implicada por las percepciones de que esta tendencia continuará en el corto plazo. Este resultado se desprende del análisis de las ecuaciones (3.12) y (3.13), ya que al fijar θ^T el gobierno fija la prima informacional que la empresa con activos de ésta calidad transfiere a los prestamistas, mitigando así el efecto distorsionante que sobre la tasa de interés tiene la incorporación de la información generada por la tendencia del tipo cambio. Al permitir participación aleatoria en el programa, el gobierno anula el efecto amplificador de la prima informacional que las empresas con activos de calidad inferior están dispuestos a pagar al mimetizar θ^T , porque existen efectos distorsionantes que afectan tanto al tipo marginal θ^T como a los tipos con activos de menor calidad, efectos que bajo (3.16) se transmiten al umbral de participación, es decir, al tamaño del programa. Así, la participación en el programa absorbe el efecto de la interacción entre expectativas cambiarias y selección adversa.

Para evaluar la respuesta del umbral de participación definido por (3.15) y (3.16), se derivando (3.15) con respecto a η :⁴⁵

$$(3.18) \quad \frac{\partial \theta^p}{\partial \eta} = \frac{[1 - F(r^T | \theta^T, Y)] l}{IR(\theta^p) p(\theta^p) g(\theta^p)} \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} (1 - p(\theta)) CM^{\theta, \theta^T}(r_D, l, \theta, Y) g(\theta) d\theta.$$

Esta expresión análoga a (3.13), pero con el signo contrario, muestra que la variación en el umbral de participación es proporcional al costo informacional promedio de mimetizar θ^T pagado, en el margen, por las empresas que invierten pero no participan del programa. Las empresas que no participaban en el programa ahora tienen incentivos para participar, porque en respuesta a la incorporación de información asociada a la tendencia del tipo cambio el gobierno estabiliza la variación en la prima informacional. Para tal fin, incrementa la proporción de empresas que participan en el programa, es decir, incrementa los fondos del programa en:

⁴⁵ El apéndice 3 muestra los procedimientos para obtener esta expresión.

$g(\theta^p)[\partial\theta^p/\partial\eta]$.⁴⁶ Con ello, el mercado financia las empresas con activos de calidad mejor calidad y el gobierno financia las operaciones de inversión de las empresas con activos más tóxicos. Para todas las empresas, la capacidad de pago es castigada por las expectativas de que la apreciación continúe en el corto plazo, pero esta presión cambiaria sobre la tasa de interés se alivia por la intervención del gobierno. Al participar en el programa los agentes revelan información, así, para cualquier umbral de participación los prestamistas forman creencias sobre la calidad media de las empresas tomando muestras aleatorias e imputan un costo de estigma, lo cual estabiliza el crecimiento del programa.

Las intervenciones del gobierno son necesariamente costosas; toda vez que θ^T es exógena, el gobierno implícitamente resuelve el trade-off entre beneficios y costos, a favor de los beneficios de mantener el nivel de inversión y reducir la pérdida asociada a la selección adversa y al riesgo cambiario. Recordemos que bajo la ecuación (3.14) todos los tipos $\theta \leq \theta^T$ invierten, así, al fijar $\theta^T > \hat{\theta}_D$, el gobierno incrementa el beneficio social a razón de los beneficios netos generados por los nuevos proyectos de inversión, de otro lado la interacción entre crédito privado y público reduce las rentas informacionales que se pueden explotar en el mercado (ecuación 3.15), minimizando así el tamaño de las rentas que transfiere a las firmas (Philippon y Skreta 2012, 15).

3.5. Una versión numérica.

Esta sección presenta una versión numérica del modelo, y sintetiza los resultados presentándolos de forma gráfica, lo cual permite desarrollar el modelo intuitivamente. Este tipo de análisis numérico es común en diseño de mecanismos, la novedad de esta sección reside en el uso de análisis numérico para evaluar contextos donde las opciones para los agentes fuera del programa, son mecanismo dependientes. Adicionalmente, una solución numérica permite evaluar las integrales dobles presentes en el análisis, las cuales para distribuciones “sencillas” no tienen una forma cerrada. A lo largo de esta sección se asume que la función de densidad del ingreso condicional en θ y Y tiene la siguiente forma:

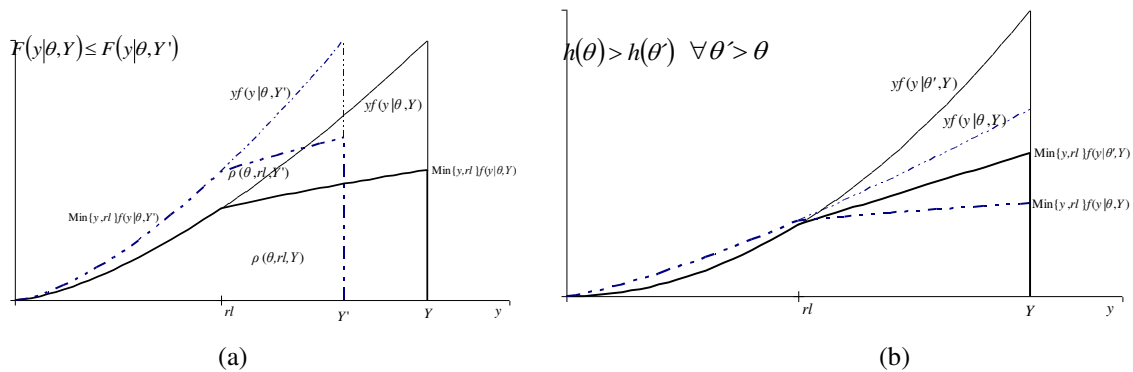
$$(3.19) \quad f(y|\theta, Y) = \frac{1+\theta}{Y^{1+\theta}} y^\theta,$$

⁴⁶ Ver Amato y Song (2003) para discutir los efectos de la información pública versus privada en la política monetaria.

donde $\theta \sim U[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$, la cual satisface *DEP* y *HRD*.⁴⁷

La gráfica 3.4 presenta las diferencias entre el efecto del riesgo cambiario y el deterioro de la calidad de los activos, en términos del repago esperado. Nótese que al multiplicar las funciones por la densidad en (3.19) las áreas bajo las curvas son valores esperados. En un contexto de apreciación $e_1 < e_0$, esta gráfica compara una situación donde los agentes son sensibles a la información generada por la tendencia ($\eta > 0; Y'$) con una donde en ausencia de variación en los fundamentales el tipo de cambio no debería variar ($\eta = 0; Y$). Bajo *DEP* el riesgo cambiario es capturado, en el panel a, por la pérdida de capacidad de pago, representada por el área bajo la curva $\text{Min}\{y, rl\}f(y|\theta, Y)$ en el intervalo $[Y', Y]$ descontando el área entre las curvas $\text{Min}\{y, rl\}f(y|\theta, Y')$ y $\text{Min}\{y, rl\}f(y|\theta, Y)$ en el intervalo $[0, Y']$. El riesgo de deterioro es la pérdida de capacidad de pago representada en el panel b por el área entre las curvas $\text{Min}\{y, rl\}f(y|\theta', Y)$ y $\text{Min}\{y, rl\}f(y|\theta, Y)$ en el intervalo $[0, Y]$. Si bien los supuestos *DEP* y *HRD* implican que el repago esperado es una función no decreciente en Y y θ , no necesariamente se tiene lo contrario.

Gráfica 3.4: Repago esperado implicaciones *DEP* y *HRD*



Fuente: Cálculos del autor.

Suponiendo una tendencia de apreciación $e_1 < e_0$, la gráfica 3.5 compara una situación donde los agentes son sensibles a la información generada por la tendencia ($\eta > 0$) con una donde en ausencia de variación en los fundamentales, el tipo de cambio no debería variar ($\eta = 0$)

⁴⁷ $h(\theta) = \frac{(1+\theta)y^\theta}{Y^{1+\theta} - y^{1+\theta}}$ derivando: $\frac{\partial h}{\partial \theta} = -y^\theta Y^{1+\theta} \frac{\ln(Y/y)^{1+\theta} + (y/Y)^{1+\theta} - 1}{(Y^{1+\theta} - y^{1+\theta})^2} < 0$, dado que $(e^{(y/Y)^{1+\theta}} / (y/Y)^{1+\theta}) > e$. Note que $y < Y$, $\min e^z / z = e$ en R_+ , y argmin es $z = 1$.

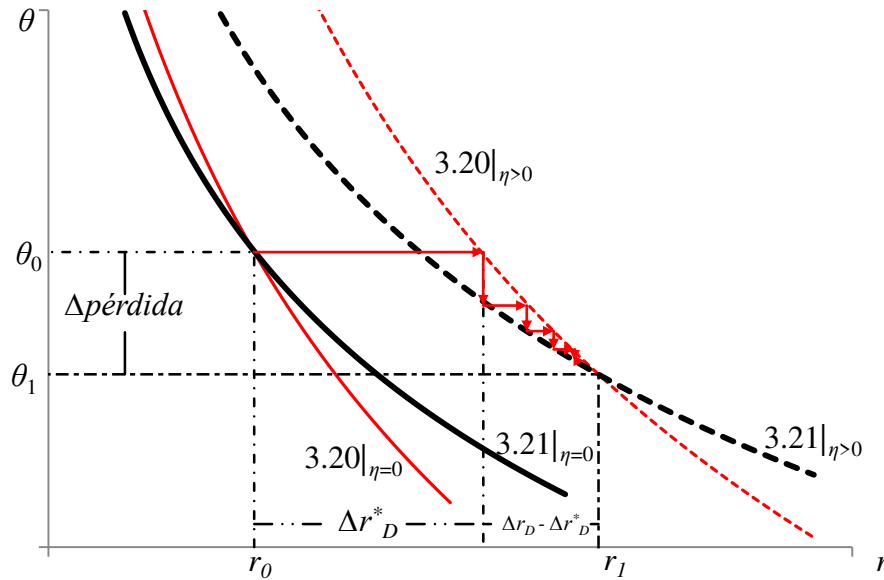
y muestra las distintas combinaciones de (r, θ) que satisfacen las condiciones (3.9) y (3.10) las cuales bajo (3.19) son:

$$(3.20) \quad l = r_D l + \frac{Y}{(\hat{\theta} - \theta)} \left\{ E_i \left(-[2 + \hat{\theta}] \ln \left[\frac{Y}{r_D l} \right] \right) - E_i \left(-[2 + \theta] \ln \left[\frac{Y}{r_D l} \right] \right) \right\},^{48} \text{ (Beneficio cero)}$$

$$(3.21) \quad E[v] - x = \left(1 - \frac{1}{(2 + \hat{\theta})} \left(\frac{r_D l}{Y} \right)^{1 + \hat{\theta}} \right) r_D l - l. \text{ (Condición de inversión)}$$

La gráfica 3.5 presenta un ejercicio de estática comparativa que ilustra los resultados de las ecuaciones (3.12) y (3.13). En el equilibrio asociado al par (r_0, θ_0) , los agentes no son sensibles a la información generada por la tendencia del tipo cambio ($\eta = 0$) y tiene lugar un pérdida de eficiencia inducida por el selección adversa medida por la fracción $1 - G(\theta_0)$ de empresas que no invierten a la tasa r_0 .

Gráfica 3.5: Sensibilidad del equilibrio sin intervención al ajuste cambiario



Fuente: Cálculos de autor; $\theta \in [0, 1]$, ecuaciones (3.20) y (3.21).

Una vez se permite que los agentes reaccionen a la información generada por la tendencia cambiaria ($\eta > 0$), se captura el efecto de una señal pública que erosiona el valor del colateral.

⁴⁸ $E_i(x) = -\int_{-x}^{\infty} \frac{e^{-t}}{t} dt$ es la función integral exponencial.

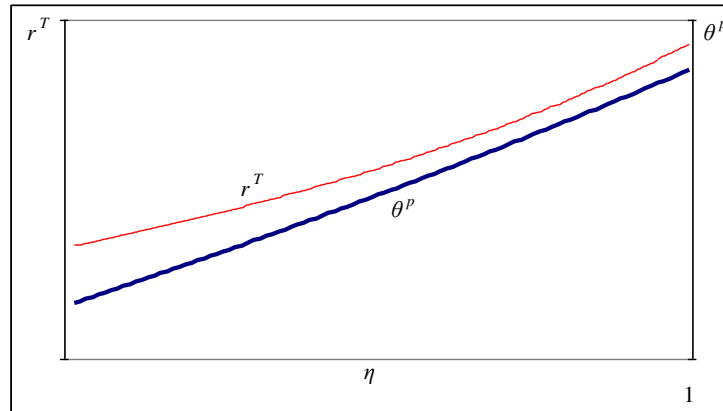
Como en el caso de información simétrica, si la tasa de interés se incrementará en Δr_D^* la inversión no caería, es decir, si los agentes no pudiesen explotar la información pública generada por una apreciación, la tasa de interés variaría acorde con la pérdida de capacidad de pago, implicada por las percepciones de que la tendencia del tipo cambio se sostendrá en el corto plazo. Sin embargo, al revelar información en el mercado, los prestamistas saben que un incremento de Δr_D^* en la tasa de interés está asociado a tipos de menor calidad, quienes al mimetizar agentes con mejores activos están dispuestos a pagar una prima informacional sobre la tasa de interés $(\Delta r_D - \Delta r_D^*)$, en el equilibrio este fenómeno induce a que el tipo marginal invirtiendo caiga en proporción al costo informacional promedio que, en el margen, los agentes con activos relativamente más tóxicos pagan por mimetizar a aquellos con activos de mejor calidad (ver ecuación 3.11). Esta historia es representada por las flechas en la gráfica 3.5.

En el corto plazo, como resultado de la interacción entre información asimétrica y expectativas cambiarias, oleadas de agentes siguiendo sus percepciones de que la tendencia continuará afectan la capacidad de pago de las empresas. Los prestamistas pueden explotar la información pública, porque las empresas mimetizando activos de mejor calidad, están dispuestas a pagar una prima informacional cargada sobre la tasa de interés, lo cual reduce la liquidez que se inyecta a la economía y mengua los niveles de inversión, efecto medido por un incremento en la fracción de empresas que no invierten en $G(\theta_0) - G(\theta_1)$. Como un resultado, la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo de cambio, exagera el efecto asociado a selección adversa y amplifica el espacio para la intervención.

Con estos resultados, puede explicarse la desaceleración del volumen del comercio mundial reseñada por The Economist (2012), ya que su explicación se encuentra en los problemas de fondeo de nuevos proyectos de inversión en los mercados usuales de liquidez. Los bancos europeos son jugadores importantes en el mercado de liquidez, al desempeñar su rol de intermediarios entre unidades superavitarias y deficitarias en el comercio global. En el contexto reseñado por The economist, una creciente incertidumbre sobre la salud de la banca europea interactúa con la dificultad acceder al mercado de dólares. En los términos de este capítulo, el riesgo de deterioro de los activos interactúa con las percepciones de los agentes acerca de que las dificultades para obtener dólares con los activos existentes continuarán en el corto plazo. Esta

interacción implica un incremento en los costos del endeudamiento, reduciendo aún más el nivel de inversión e incrementando la presión sobre la tasa de interés como lo muestra la gráfica 3.5.

Gráfica 3.6: Ajustes en la tasa de interés y el umbral de participación: $p(\theta) = 1_{\theta \leq \theta^p}$

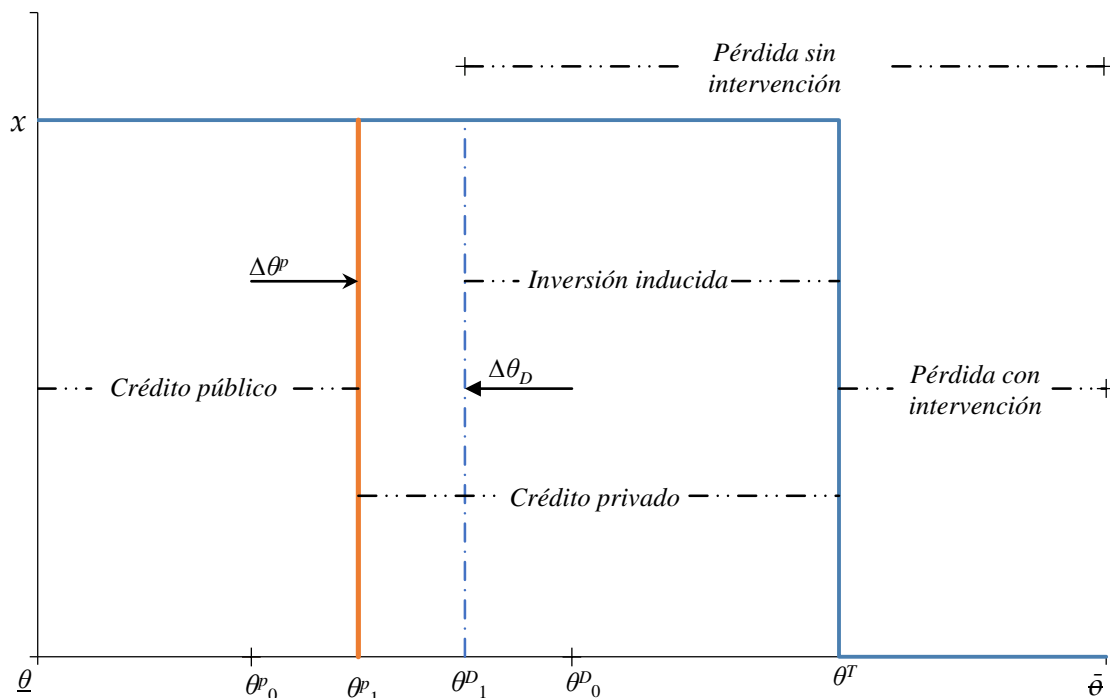


Fuente: Cálculos del autor; ecuaciones (3.17), (3.18) y (3.19)

En términos de las repuestas de política, la gráfica 3.5 muestra que si la tasa de interés varía acorde con Δr_D^* , se evita que la inversión se contraiga por efecto de la sensibilidad de los agentes a las señales públicas generadas por la tendencia cambiaria. De otro lado, esta gráfica muestra que la sobre-reacción de la tasa de interés está asociada a la mimetización de empresas con activos de menor calidad, efecto que en términos del diseño del programa debe anularse. En la subsección 3.4.3 se argumentó que existe un umbral de participación en el programa del gobierno, el cual se define endógenamente por el costo de estigma que acarrea revelar información al participar en el programa. Como muestran las gráficas 3.6 y 3.7 al incorporar la sensibilidad de los agentes a la tendencia cambiaria, el gobierno reacciona incrementando el tamaño del programa, es decir, incrementando las rentas que transfiere a los prestatarios. La fracción de empresas financiadas por el gobierno se incrementa en $G(\theta_1^p) - G(\theta_0^p)$, estas empresas sustituyen crédito privado por público, lo cual garantiza que la tasa de interés se ajusta a las variaciones en la capacidad de pago de los agentes (gráfica 3.6) y elimina la prima informacional pagada por el tipo θ^T . Ahora bien, al participar en el programa, los agentes revelan información, para cualquier umbral de participación los prestamistas forman creencias sobre la calidad media de las empresas, tomando muestras aleatorias e imputan un costo de

estigma, lo cual estabiliza el crecimiento del programa, y hace que la proporción de empresas $G(\theta^T) - G(\theta_1^p)$ se financie en el mercado.

Gráfica 3.7: Sensibilidad del programa al ajuste cambiario: $p(\theta) = 1_{\theta \leq \theta^p}$



Fuente: Cálculos del autor. Ecuaciones (3.13) y (3.18)

En síntesis, la gráfica 3.7 muestra que el gobierno mitiga la pérdida económica asociada a la selección adversa, pero no la elimina, toda vez que la proporción de empresas $1 - G(\theta^T)$ no invierten. Al incorporar la sensibilidad de los agentes a la información generada por la tendencia del tipo, la inversión en el equilibrio sin intervención se contraería; sin embargo, el gobierno evita este efecto amplificador incrementando el crédito público y permitiendo que la tasa de interés se ajuste a los cambios en el valor del colateral.

Al asumir que la distribución condicional del ingreso total tiene la forma definida en la ecuación (3.19), se obtiene un sistema de ecuaciones que incluye la función integral exponencial, la cual puede computarse usando mathematica 8 sin recurrir a un algoritmo específico; de otro lado, la solución del sistema definido por las ecuaciones (3.20) y (3.21) puede implementarse a través de un algoritmo de valor medio. En el caso del análisis numérico de la intervención del gobierno, como el umbral de éste es definido exógenamente, la tasa de interés se calcula usando

la ecuación (3.14) y el umbral de participación usando la ecuación (3.15). La complejidad del análisis numérico varía acorde a la función de distribución que se asume; en algunos casos, se requieren algoritmos de integración para computar las integrales y a su vez para resolver el sistema ecuaciones que determinan las condiciones de equilibrio.⁴⁹

3.6. Conclusiones

En este capítulo se exploró la interacción entre las expectativas cambiarias y selección adversa. En el modelo planteado, dicha interacción emana de la capacidad de los prestamistas para explotar la incorporación de información pública en los contratos de deuda, en particular, empresas que poseen activos de calidad inferior, al mimetizar otras con activos de mejor calidad, transfieren rentas informacionales a los prestamistas, quienes al incorporar información pública asociada a la tendencia del tipo de cambio, pueden cargar una prima informacional sobre la tasa de interés, lo cual reduce la liquidez inyectada al sistema, y, por ende, la inversión. El gobierno puede menguar dichos efectos, aunque no elimina los efectos de selección adversa, a través de un programa de crédito directo, en el cual se estabilizan las variaciones de la tasa de interés, permitiendo la respuesta endógena del umbral de participación en el programa. La naturaleza del programa de crédito directo es tal que éste genera un equilibrio donde todas las empresas que poseen activos con una calidad por debajo de cierto umbral, invierten, dado que la tasa de interés que fija el gobierno es lo suficientemente baja, pero lo suficientemente alta para que no todas las empresas entren al programa.

A diferencia del modelo de Philippon y Skreta (2012), este capítulo analizó un contexto donde los agentes forman expectativas cambiarias extrapolando la tendencia y existe información asimétrica sobre la calidad de los activos que poseen las empresas, contexto en el cual el gobierno enfrenta el trade-off entre el costo de la intervención y el objetivo de inversión θ^T . En la medida en que éste incrementa el nivel de inversión, el beneficio social aumenta a razón del beneficio neto de los nuevos proyectos de inversión; sin embargo, en un contexto de información asimétrica, existen rentas informacionales que son pagadas por el gobierno con

⁴⁹ Por ejemplo al usar la distribución condicional $f(y|\theta) = e^{-\frac{y}{\theta}} / \theta \left(1 - e^{-\frac{y}{\theta}}\right)$, los comandos de integración predeterminados del paquete mathematica 8 no permiten definir el sistema de ecuaciones de equilibrio análogo a las ecuaciones (3.20) y (3.21), en este caso es necesario desarrollar el algoritmo para resolver las integrales y luego el sistema de ecuaciones generado.

recursos provenientes de los contribuyentes. En este capítulo, la intervención alcanza un costo mínimo porque el gobierno compite en el mercado de crédito reduciendo las rentas informacionales que debe pagar a los privados. De otro lado, al incorporar información desfavorable generada por la tendencia del tipo cambio el costo del programa crece, en consecuencia las opciones del gobierno son permitir que θ^T varíe, lo cual implica el costo asociado a la pérdida de inversión, o, controlar el peso que los agentes le otorgan a la tendencia, como sugieren Bauer y Herz (2003) y Jeanne y Rose (2000), ello puede lograrse incrementando las barreras a la entrada de los chartistas. La literatura también sugiere que la política puede dirigirse a cambiar las creencias de los agentes apostando a que la tendencia continúe a fin de desincentivar su entrada. De lo anterior se deduce que el diseño de un mecanismo de crédito directo debe acompañarse del control a la entrada de los chartistas, con lo cual se reducen los posibles efectos que el riesgo cambiario tiene sobre la tasa de interés y el costo de un programa de crédito directo.

En ese sentido, una limitación del modelo planteado es que la entrada de chartistas es exógena. Una posible extensión al modelo aquí presentado, consiste en endogenizar la entrada de chartistas incluyendo su interacción con fundamentalistas en el mercado de bonos. Las diferencias entre estos agentes provienen de la manera en que incorporan la información pública en sus expectativas, el volumen de sus transacciones y sus reglas de decisión. De esta manera, en el mercado de bonos el equilibrio dependerá del peso relativo de cada tipo de agente, y de sus percepciones acerca del rol de la tendencia o de los fundamentales en la determinación de la prima cambiaria. En un esquema de equilibrio general, la tasa de interés a la que se pacta el crédito afecta dicha prima, la pregunta que emerge es cuál es el canal de transmisión de dicho impacto y cómo éste afecta el diseño de política y la entrada de cada tipo de agente.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, Philippe, Patrick Bolton, and Steven Fries.** 1999. "Optimal Design of Bank Bailouts: The Case of Transition Economies." *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 155(1): 51–70.
- Aghion, Philippe, Patrick Bolton, and Jean Tirole.** 2004. "Exit Options in Corporate Finance: Liquidity versus Incentives." *Review of Finance* 8(3): 327–53.
- Akerlof, George A.** 1970. "The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism." *Quarterly Journal of Economics* 84(3): 488–500.
- Allen, Franklin, and Carletti Elena.** 2008. "The Role of Liquidity in Financial Crises." Paper presented at Federal Reserve of Kansas City Economic Policy Symposium: Maintaining Stability in a Changing Financial System, Jackson Hole, WY.
- Allen, Hellen and Mark P. Taylor.** 1990. "Charts, noise and fundamentals in the London foreign exchange market." *Economic Journal* 100 (supplement): 49–59.
- _____. 1992. "The use of technical analysis in the foreign exchange market." *Journal of International Money and Finance* 11(3): 304–314.
- Amato, Jeffery, and Hyun Song Shin.** 2003. "Public and private information in monetary policy models." BIS Working Papers No 138.
- Arregui, Nicolas.** 2010. "Signaling Concerns, Discount Window Borrowing and Competing Liquidity Facilities." MIT Working Paper 5785.
- Aspara, Jaakko.** 2010. "The Spill-Over of Product Evaluations to Stock Investment Decisions: An Experiment with Finnish Individual Investors." Aalto University School of Economics Working paper May 2010
- Barberis, Nicholas.** 2013. "The Psychology of Tail Events: Progress and Challenges." *American Economic Review*, 103(3): 611–616
- Barberis, Nicholas, and Richar Thaler.** 2003. "A Survey of Behavioral Finance." en **Constantinides, Stulz, and Harris.** *Handbook of the Economics of Finance*, Amsterdam: HO.
- Bauer, Christian and Bernhard Herz.** 2003. "Noise Traders and the Volatility of Exchange Rates". *BBC News.* 2008. "FSA introduces short-selling ban." September 19. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7624012.stm>
- Beber, Alessandro and Marco Pagano.** 2013. "Short-Selling Bans Around the World: Evidence from the 2007–09 Crisis." *The Journal of Finance*, LXVIII (1): 343-381
- Black, Fischer.** 1986. "Noise." *The Journal of Finance*, 41(3): 529-543.
- Bloomberg Businessweek.** 2007. "Hedge Fund Fees: The Pressure Builds," May 14. http://www.businessweek.com/magazine/content/07_20/b4034053.htm.
- Brandt, Kaare and Michael Syskind Pedersen.** 2012. *The Matrix Cookbook*. <http://matrixcookbook.com>.
- Bray, Margaret.** 1981. "Futures Trading, Rational Expectations, and the Efficient Markets Hypothesis." *Econometrica*, 49(3): 575-596.
- Bris, Arturo, William Goetzmann, and Ning Zhu.** 2007. "Efficiency and the Bear: Short Sales and Markets around the World." *Journal of Finance* 62: 1029-1079.
- Brunnermeier, Markus, and Lasse H. Pedersen.** 2009. "Market Liquidity and Funding Liquidity." *Review of Financial Studies*, 22(6): 2201–38.
- Bulow, Jeremy, and Kenneth Rogoff.** 1989. "Sovereign Debt: Is to Forgive to Forget?" *The American Economic Review* 79(1): 43-50
- Caballero, Ricardo, and Arvind Krishnamurthy.** 2008. "Collective Risk Management in a Flight to Quality Episode." *The Journal of Finance*, 63(5): 2195-2230.
- Caballero, Ricardo, and Alp Simsek.** 2010. "Fire Sales in a Model of Complexity." MIT Department of Economics Working Paper 09-17.

- Calomiris, Charles W., and Gary Gorton.** 1991. "The Origins of Banking Panics: Models, Facts, and Bank Regulation." NBER.
- Campbell, John, and Albert S. Kyle.** 1993. "Smart Money, noise Trading and Stock Price Behaviour." *Review of Economic Studies*, 60 (1): 1-34.
- Campbell, John, and Gregory Mankiw.** 1989. "Consumption, Income and Interest Rates: Reinterpreting the Time Series Evidence." En NBER Macroeconomics Annual 1989, Volume 4. (p. 185 - 246). Editors: Olivier Jean Blanchard and Stanley Fischer, Cambridge, US: The MIT Press.
- Chari, V. V.** 1989. "Banking without Deposit Insurance or Bank Panics: Lessons from a Model of the U.S. National Banking System." *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 13(3): 3–19.
- Chuang, Huang-Ming, and Henry Lo.** 2009. "The Study of Limited Arbitrage in Financial Markets of Taiwan." *International Research Journal of Finance and Economics*, 31: 164-179.
- Collins, Martin, and Adele Ferguson.** 2008. "Australia's Broking Sector is Crunching." *The Australian*, October 2. <http://www.theaustralian.com.au/stockbrokers-feeling-the-squeeze/story-fna7dq6e-1111117638688>.
- Congdon, William, Jeffrey Kling, and Sendhil Mullainathan.** 2011. *Policy and Choice: Public Finance through the Lens of Behavioral Economics*. Washington D.C., US: Brookings Institution Press.
- Corbett, Jenny, and Janet Mitchell.** 2000. "Banking Crises and Bank Rescues: The Effect of Reputation." *Journal of Money, Credit, and Banking* 32(3): 474–512.
- Coval, Joshua, and Erik Stafford.** 2007. "Asset Fire Sales (and Purchases) in Equity Markets." *Journal of Financial Economics*, 86(2): 479–512.
- Cutler, David, James Poterba, and Laurence Summers.** 1989. "What Moves Stock Prices?: Moves in Stock Prices Reflect Something other than News about Fundamental Values." *The journal of Portfolio Management*, 15(3): 4-12.
- D'Avolio, Gene.** 2002. "The Market for Borrowing Stock." *Journal of Financial Economics*, 66: 271–306.
- De Grauwe, Paul, and Marianna Grimaldi.** 2006. *The Exchange Rate in a Behavioral Finance Framework*. New Jersey, US: Princeton University Press.
- De Long, Bradford, Andrei Shleifer, Lawrence H. Summers, and Robert J. Waldmann.** 1991. "The Survival of noise traders in Financial Markets." *The Journal of Business*, 64(1):1-19.
- De Long, J. Bradford, Andrei Shleifer, Lawrence Summers, and Robert Waldmann.** 1990. "Noise Trader Risk in Financial Markets". *Journal of Political Economy* 98(4): 703–738.
- DeMarzo, Peter, and Darrell Duffie.** 1999. "A Liquidity-Based Model of Security Design." *Econometrica* 67(1): 65–99.
- Depkie, Craig, Giao Nguyen, and Salil Sarkar, S.** (2006). "Agency costs, executive compensation, bonding and monitoring: A stochastic frontier approach." Paper presented at annual meeting of American Economic Association (AEA), Boston, MA.
- Diamond, Douglas W., and Philip H. Dybvig.** 1983. "Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity." *Journal of Political Economy* 91(3): 401–19.
- Diamond, Douglas W., and Raghuram G. Rajan.** 2005. "Liquidity Shortages and Banking Crises." *Journal of Finance* 60(2): 615–47.
- Dimmock, Stephen, Roy Kouwenberg, Olivia Mitchell, y Kim Peijnenburg.** 2013. "Ambiguity Aversion and Household Portfolio Choice: Empirical Evidence." *Netspar Discussion Papers DP09/2012-035*: 1-42.
- Dong, Lou.** 2011. "A Flow-Based Explanation for Return Predictability." http://personal.lse.ac.uk/loud/flows_20111230.pdf
- Dow, James, and Sergio da Costa.** 1992. "Uncertainty Aversion, Risk Aversion, and the Optimal Choice of Portfolio." *Econometrica*, 60(1): 197-204
- Dufey, Gunter and S. L. Srinivasulu.** 1983. "The Case for Corporate Management of Foreign Exchange Risk" *Financial Management* 12(4): 54-62
- Duffie, Darrell.** 2010. "The Failure Mechanics of Dealer Banks." *Journal of Economic Perspectives* 24(1): 51–72.

- Easley, David, and Maureen O'Hara.** 2009. "Ambiguity and Nonparticipation: The Role of Regulation." *The Review of Financial Studies*, 22(5): 1817-1843.
- _____. 2010. "Microstructure and Ambiguity." *The Journal of Finance*, 65(5): 1817-1846.
- Edwards, Franklin R.** 1999. "Hedge Funds and the Collapse of Long-Term Capital Management." *Journal of Economic Perspectives*, 13(2): 189-210.
- Ellul, Andrew, Chotibhak Jotikasthira, and Christian Lundblad.** 2010. "Regulatory Pressure and Fire Sales in the Corporate Bond Market." <http://www2.lse.ac.uk/fmg/documents/events/conferences/2010/contagion/ellul.pdf>.
- Engle, Robert, Takatoshi Ito, and Wen-Ling Lin.** 1990. "Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic Intra-Daily Volatility in the Foreign Exchange Market." *Econometrica*, 58(3): 525-542.
- Epstein, Larry, and Martin Schneider.** 2007. "Learning under Ambiguity." *Review of Economic Studies*, 74(4): 1275-303.
- Epstein, Larry, and Tan Wang.** 1994. "Intertemporal Asset Pricing under Knightian Uncertainty." *Econometrica*, 62: 283-322.
- Evans, Martin, and Richard Lyons.** 2002. "Order Flow and Exchange Rate Dynamics." *Journal of Political Economy* 110(1): 170-180.
- Expansión.** 2008. "La CNMV también estrecha el cerco en las apuestas bajistas." September 22. <http://www.expansion.com/2008/09/22/inversion/1167625.html>.
- Fama, Eugene.** 1970. "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work." *The Journal of Finance*, 25(2):383-417.
- Farhi, Emmanuel, and Jean Tirole.** 2012. "Collective Moral Hazard, Maturity Mismatch and Systemic Bailouts." *American Economic Review* 2012, 102(1): 60-93.
- Faure-Grimaud, Antoine, and Denis Gromb.** 2004. "Public Trading and Private Incentives." *Review of Financial Studies* 17(4): 985-1014.
- Fishman, Michael J., and Jonathan A. Parker.** 2012. "Valuation, Adverse Selection, and Market Collapses." NBER Working Paper 18358.
- Fleming, Michael, and Jose Lopez.** 1999. "Heat Waves, Meteor Showers, and Trading Volume: An Analysis of Volatility Spillovers in the U.S. Treasury Market." *Federal Reserve Bank of New York Staff Report*, 82.
- Frankel, J.A. and Froot K.A.** 1986. "Understanding the US dollar in the eighties: the expectations of chartists and fundamentalists." *Economic Record* 62 (supplement): 24-38.
- _____. 1988. "Chartists, fundamentalists and the demand for dollars." *NBER Reprint* 1655:73-126.
- _____. 1990. "Chartists, fundamentalists, and trading in the foreign exchange market." *American Economic Review* 80(2): 181-185.
- Gennaioli, Nicola and, Andrei Shleifer, Robert Vishny.** 2012. "Neglected risks, financial innovation, and financial fragility." *Journal of Financial Economics*, 104: 452-468.
- Ghirardato, Paolo, Fabio Maccheroni, and Massimo Marinaccia.** 2004. "Differentiating ambiguity and ambiguity attitude." *Journal of Economic Theory*, 118 (2): 133-173.
- Gilboa, Itzhak, David, Schmeidler.** 1989. "Maxmin Expected Utility with Non-unique Prior." *Journal of Mathematical Economics*, 18 (2): 141-153.
- Goyal, Ashima.** 2006. "Exchange Rate Regimes: Middling Through." *Global Economic Review: Perspectives on East Asian Economies and Industries* 35:2, 153-175.
- Gorton, Gary.** 2009. "Information, Liquidity, and the (Ongoing) Panic of 2007." NBER Working Paper 14649.
- Gorton, Gary, and Lixin Huang.** 2002. "Liquidity, Efficiency, and Bank Bailouts." NBER Working Paper 9158.
- Greenwood, Robin, and David Thesmar.** 2011. "Stock Price Fragility." *Journal of Finance Economics*, article in press.

- Gromb, Denis, and Dimitri Vayanos.** 2002. "Equilibrium and Welfare in Markets with Financially Constrained arbitrageurs." *Journal of Financial Economics*, 66(2-3): 361-407.
- Grossman, Sanford.** 1989. *The Informational Role of Prices*. Cambridge, US: The MIT Press.
- Guidolin, Massimo, and Francesca Rinaldi.** 2010. "Ambiguity in Asset Pricing and Portfolio Choice: A Review of the Literature." *Research Division Federal Reserve Bank of St. Louis*, Working Paper 2010-028A.
- Guttsman, Janeth.** 2011. "WRAPUP 7-Europe curbs short-selling as credit markets swoon." *Reuters*, August 11. <http://www.reuters.com/article/2011/08/12/europe-banks-idUSLDE77A05U20110812>.
- Hasanhodzic, Jasmina and Andrew W. Lo.** 2009. *The Heretics of Finance: conversations with Leading Practitioners of Technical Analysis*. New York, US: Bloomberg Press
- Hau, Harald.** 1998. "Competitive Entry and Endogenous Risk in the Foreign Exchange Market." *Review of Financial Studies* 11: 757-788.
- Heider, Florian, Marie Hoerova, and Cornelia Holthausen.** 2008. "Liquidity Hoarding and Interbank Market Spreads: The Role of Counterparty Risk." European Central Bank, Working Paper 1126.
- Horn, Roger, and Charles R. Johnson.** 1999. *Matrix Analysis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hunter, William, George G. Kaufman, and Michael Pomerleano.** 2003. *Asset Price Bubbles: The Implications for Monetary, Regulatory, and International Policies*. Cambridge, US: The MIT Press.
- Jeanne, O., and A. Rose.** 2002. "Noise Trading and Exchange Rate Regimes." *Quarterly Journal of Economics* 117(2): 537-569.
- Jegadeesh, Narasimhan, and Sheridan Titman.** 2001. "Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations." *The Journal of Finance* 56(2): 699-720
- Jongen, Ron, Willem F.C. Verschoor, and Christian C.P. Wolff.** 2008. "Foreign Exchange Rate Expectations: Survey and Synthesis." *Journal of Economic Surveys* Vol. 22(1): 140-165.
- Jorion, Philippe.** 1990. "The Exchange-Rate Exposure of U.S. Multinationals" *The Journal of Business* 63(3): 331-345.
- Jotikasthira, Chotibhak, Christian Lundblad and Tarun Ramadorai.** 2009. "Asset Fire Sales and Purchases and the International Transmission of Financial Shocks." Centre for Economic Policy and Research Working Paper DP7595.
- Kilian, Lutz, and Mark Taylor.** 2001. "Why is it so Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates?" Gerald R. Ford School of Public Policy Working Paper r 464.
- Kirschbaum, Erik, and Sara Marsh.** 2010. "Germany to permanently ban some short selling: BaFin." *Reuters*, May 28. <http://www.reuters.com/article/2010/05/28/us-germany-bafin-shortselling-idUSTRE64R2PF20100528>
- Klibanoff, Peter, Owen Lamont, and Thierry A. Wizman.** 1998. "Investor Reaction to Salient News in Closed-End Country Funds." *The Journal of Finance*, 53(2): 673-699.
- Klibanoff, Peter, Massimo Marinacci, and Sujoy Mukerji.** 2005. "A Smooth Model of Decision Making under Ambiguity." *Econometrica*, 73(6): 1849-1892.
- Knight, Frank.** 1921. *Risk, Uncertainty and Profit*. New York, US: Sentry Press.
- Lamont, Owen and Richard H. Thaler.** 2003. "Can the Market Add and Subtract? Mispricing in Tech Stock Carve-outs." *Journal of Political Economy*, 111 (2): 227-268.
- Landier, Augustin and Kenichi Ueda.** 2009. "The Economics of Bank Restructuring: Understanding the Options." International Monetary Fund, Staff Position Note 09/12: 1-39.
- Levy, Robert.** 1966. "Conceptual Foundations of Technical Analysis." *Financial Analysts Journal* 22(4): 83-89.
- Lintner, John.** 1969. "The Aggregation of Investor's Diverse Judgments and Preferences in Purely Competitive Security Markets." *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 4(4): 347-400.
- Lowenstein, Roger.** 2001. *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*. New York, US: Random House Trade Paperbacks.

- Magnus, Jan, and Heinz Neudecker.** 2007. *Matrix Differential Calculus with Applications in Statistics and Econometrics*. New York, US: John Wiley & Sons.
- Mankiw, Gregory.** 1986. "The allocation of credit and Financial Collapse." *Quarterly Journal of Economics* 101: 455–470.
- Mas-Collel, Andreu, Michael D. Whiston, and Jerry R. Green.** 1995. *Microeconomic Theory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Minelli, Enrico, and Salvatore Modica.** 2009. "Credit Market Failures and Policy." *Journal of Public Economic Theory* 11(3): 363–82.
- Mitchell, Janett.** 2001. "Bad Debt and the Cleaning of Banks' Balance Sheets: An Application to Transition Economies." *Journal of Financial Intermediation* 10(1): 1–27.
- Mitchell, Mark, Lasse H. Pedersen, and Todd Pulvino.** 2007. "Slow Moving Capital." *American Economic Review*, 97(2): 215–20.
- Mitchell, Mark, and Todd Pulvino.** 2010. "Arbitrage Crashes and the Speed of Capital." <http://ssrn.com/abstract=1628261>.
- Mishkin, Frederic S.** 1991. "Asymmetric Information and Financial Crises: A Historical Perspective." In *Financial Markets and Financial Crises*, NBER
- Myers, Stewart C., and Nicholas S. Majluf.** 1984. "Corporate Financing and Investment Decisions When Firms Have Information that Investors Do Not Have." Working Paper No. 1396.
- Nachman, David C., and Thomas H. Noe.** 1994. "Optimal Design of Securities under Asymmetric Information." *Review of Financial Studies* 7(1): 1–44.
- Paiella, Monica.** 2007. "The forgone Gains of Incomplete Portfolios." *Review of Financial Studies*, 20:1623-1646.
- Papaioannou, Michael.** 2006. "Exchange Rate Risk Measurement and Management: Issues and Approaches for Firms." *South-Eastern Europe Journal of Economics* 2: 129–146.
- Peristiani, Stavros.** 1998. "The Growing Reluctance to Borrow at the Discount Window: An Empirical Investigation." *Review of Economics and Statistics* 80(4): 611–20.
- Philippon, Thomas.** 2010. "Debt Overhang and Recapitalization in Closed and Open Economies." *IMF Economic Review* 58(1): 157-178.
- Philippon, Thomas, and Vasiliki Skreta.** 2012. "Optimal Interventions in Markets with Adverse Selection." *American Economic Review* 102 (1): 1–28.
- Philippon, Thomas, and Philipp Schnabl.** 2009. "Efficient Recapitalization." National Bureau of Economic Research Working Paper 14929.
- Pritsker, Matthew.** 2013. "Knightian Uncertainty and Interbank Lending." *Journal of Financial Intermediation*, 22(1): 85-105.
- Pritsker, Matthew.** 2012. "Knightian Uncertainty and Interbank Lending." *Federal Reserve Bank of Boston*, working paper RPA 12-4.
- Rochet, Jean-Charles, and Lars Stole.** 2002. "Nonlinear Pricing with Random Participation." *Review of Economic Studies* 69: 277–311.
- Rötheli, Tobias.** 2010. "Causes of the financial crisis: Risk misperception, policy mistakes, and banks' bounded rationality." *The Journal of Socio-Economics*, 39: 119–126.
- Routledgea, Bryan, and Stanley Zin.** 2009. "Model Uncertainty and Liquidity." *Review of Economic Dynamics*, 12: 543–566.
- Shiller, Robert.** 2005. *Irrational Exuberance*. New York, US: Broadway Books.
- _____. 2008. "Financial Markets: Lecture 14 Transcript." <http://oyc.yale.edu/economics/econ-252-08>.
- Shleifer, Andrei.** 2000. *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Shleifer, Andrei, and Lawrence H. Summers.** 1990. "The noise trader Approach to Finance." *Journal of Economic Perspectives*, 4(2): 19–33.
- Shleifer, Andrei, and Robert Vishny.** 2011. "Fire Sales in Finance and Macroeconomics." *Journal of Economic Perspectives*, 25(1): 29–48.

- _____. 1997. "The Limits of Arbitrage." *Journal of Finance*, 52(1): 35–55.
- _____. 1992. "Liquidation Values and Debt Capacity: A Market Equilibrium Approach." *Journal of Finance*, 47(4): 1343–1366.
- _____. 1990. "Equilibrium short horizons of investors and firms." *American Economic Review Papers and Proceedings*, 80: 148-153.
- Stein, Jeremy.** 2009. "Presidential Address: Sophisticated investors and Market Efficiency." *The Journal of Finance*, 54(4): 1517-1548.
- Stiglitz, Joseph, and Andrew Weiss.** 1981. "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information." *American Economic Review* 71(3): 393–410.
- The Economist.** 2012. "International trade: Boxed in Global trade has turned down sharply this year. The outlook is pretty bleak, too." September 8. <http://www.economist.com/node/21562221>.
- Tirole, Jean.** 2012. "Overcoming Adverse Selection: How Public Intervention Can Restore Market Functioning." *American Economic Review* 102 (1): 29–59.
- Tsang, Michael.** 2008. "Short Sellers Under Fire in U.S., U.K. After AIG Fall (Update3)." *Bloomberg*, September 19. <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aTHLqfgpnFYw&refer=home>.
- Webb, Robert.** 1994. *Macroeconomic Information and Financial Trading*. Cambridge, US: Blacwell.
- Webb, Robert, and David G. Smith.** 1994. "The Effect of Market Opening and Closing on the Volatility of Eurodollar Futures Prices." *Journal of Futures Markets*, 14(1): 51-78.
- Wildi, Marc.** 2008. *Real-Time Signal Extraction: Beyond Maximum Likelihood Principles*. New York, US: Springer.
- Wurgler, Jeffrey, and Ekaterina Zhuravskaya.** 2002. "Does arbitrage flatten demand curves for stocks?" *Journal of Business*, 75: 583–608.

APÉNDICES

Apéndice 1

Obteniendo (1.13)

Derivando (1.12) con respecto a S se tiene:

$$\frac{\partial p_2}{\partial S} = -1 + F_1 G'(U) \frac{\partial U}{\partial S}$$

Dado $U = 1 + \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \frac{D_1}{F_1}$:

$$\frac{\partial U}{\partial S} = \left[\frac{\partial p_2}{\partial S} D_1 - \left(p_1 - p_2 \frac{V - S_1}{p_1} \right) \frac{\partial D_1}{\partial S} \right] \frac{1}{p_1 F_1}$$

y $\frac{\partial D_1}{\partial S} = \frac{\partial p_1}{\partial S}$, entonces:

$$\frac{\partial p_2}{\partial S} = -1 + \frac{G'(U)}{p_1} \left[\frac{\partial p_2}{\partial S} D_1 - \left(p_1 - p_2 \frac{V - S_1}{p_1} \right) \frac{\partial D_1}{\partial S} \right]$$

Finalmente:

$$\frac{\partial p_2}{\partial S} = \frac{-p_1}{p_1 - D_1 G'(U)} - \frac{\left(p_1 - p_2 \frac{V - S_1}{p_1} \right) G'(U) \frac{\partial D_1}{\partial S}}{p_1 - D_1 G'(U)} \quad \square$$

Obteniendo (1.16)

De (1.6): $(1 - q) \left[\frac{V}{p_1} - 1 \right] G'(R) = q \left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right] G'(U)$

Derivando ambos lados de esta expresión con respecto a S :

$$-(1 - q) \frac{V}{p_1^2} \frac{\partial p_1}{\partial S} G'(R) + (1 - q) \left[\frac{V}{p_1} - 1 \right] G''(R) \frac{\partial R}{\partial S} = q \left(\frac{V}{p_1^2} \frac{\partial p_1}{\partial S} - \frac{V}{p_2^2} \frac{\partial p_2}{\partial S} \right) G'(U) + q \left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right] G''(U) \frac{\partial U}{\partial S}$$

Usando la definición de ρ, ψ y $\frac{\partial D_1}{\partial S} = \frac{\partial p_1}{\partial S}$:

$$(1 - q) \left\{ -\frac{V}{p_1^2} \frac{\partial D_1}{\partial S} - \left[\frac{V}{p_1} - 1 \right] \psi(R) \frac{\partial R}{\partial S} \right\} \rho = q \left(\frac{V}{p_1^2} \frac{\partial D_1}{\partial S} - \frac{V}{p_2^2} \frac{\partial p_2}{\partial S} \right) - q \left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right] \psi(U) \frac{\partial U}{\partial S}$$

Usando $q^*(D_1) = q$

$$\left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right] \left\{ -\frac{V}{p_1^2} \frac{\partial D_1}{\partial S} - \left[\frac{V}{p_1} - 1 \right] \psi(R) \frac{\partial R}{\partial S} \right\} = \left[\frac{V}{p_1} - 1 \right] \left\{ \left(\frac{V}{p_1^2} \frac{\partial D_1}{\partial S} - \frac{V}{p_2^2} \frac{\partial p_2}{\partial S} \right) - \left[\frac{V}{p_2} - \frac{V}{p_1} \right] \psi(U) \frac{\partial U}{\partial S} \right\}$$

Factorizando V y multiplicando por $p_1^2 p_2$:

$$(p_1 - p_2) \left\{ -\frac{V}{p_1} \frac{\partial D_1}{\partial S} - (V - p_1) \psi(R) \frac{\partial R}{\partial S} \right\} = (V - p_1) \left\{ \left(\frac{p_2}{p_1} \frac{\partial D_1}{\partial S} - \frac{p_1}{p_2} \frac{\partial p_2}{\partial S} \right) - (p_1 - p_2) \psi(U) \frac{\partial U}{\partial S} \right\}$$

Reagrupando:

$$\frac{(V - p_2)}{(V - p_1)} \frac{\partial D_1}{\partial S} = (p_1 - p_2) \left[-\psi(R) \frac{\partial R}{\partial S} + \psi(U) \frac{\partial U}{\partial S} \right] + \frac{p_1}{p_2} \frac{\partial p_2}{\partial S}$$

Usando las derivadas parciales de U y R con respecto a S :

$$\frac{(V - p_2)}{(V - p_1)} \frac{\partial D_1}{\partial S} = (p_1 - p_2) \left[-\frac{\psi(R)}{F_1 p_1} \left(V - p_1 - \frac{D_1}{p_1} V \right) \frac{\partial D_1}{\partial S} + \left[\frac{\partial p_2}{\partial S} D_1 - \left(p_1 - p_2 \frac{V - S_1}{p_1} \right) \frac{\partial D_1}{\partial S} \right] \frac{\psi(U)}{p_1 F_1} \right] + \frac{p_1}{p_2} \frac{\partial p_2}{\partial S}$$

Usando B y reagrupando:

$$\left[\frac{(V - p_2)}{(V - p_1)} + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(R)}{F_1} \left(V - p_1 - \frac{D_1}{p_1} V \right) + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(U)}{F_1} B \right] p_2 \frac{\partial D_1}{\partial S} = \left[p_1 + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{p_2 \psi(U)}{F_1} D_1 \right] \frac{\partial p_2}{\partial S}$$

Usando 1.13:

$$\left\{ \left[\frac{(V - p_2)}{(V - p_1)} + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(R)}{F_1} \left(V - p_1 - \frac{D_1}{p_1} V \right) \right] \frac{p_2}{p_1} (p_1 - D_1 G'(U)) + \left(G'(U) + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(U)}{F_1} p_2 \right) B \right\} \frac{\partial D_1}{\partial S} = - \left[p_1 + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{p_2 \psi(U)}{F_1} D_1 \right]$$

Finalmente:

$$\frac{\partial D_1}{\partial S} = - \frac{p_1 + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{p_2 \psi(U)}{F_1} D_1}{\left[\frac{(V - p_2)}{(V - p_1)} + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(R)}{F_1} \left(V - p_1 - \frac{D_1}{p_1} V \right) \right] \frac{p_2}{p_1} (p_1 - D_1 G'(U)) + \left(G'(U) + \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \frac{\psi(U)}{F_1} p_2 \right) B}$$

Obteniendo (1.19) y (1.20):

De (1.12), y (1.17):

$$p_2 = V - S + F_1 \left(1 - a \frac{D_1}{F_1} \left(1 - \frac{p_2}{p_1} \right) \right)$$

Reordenando y usando (1.11):

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V - S + F_1 - a D_1}{V - S_1 + D_1 - a D_1} \quad (\text{A.1.1})$$

En el equilibrio interior $q = q^*$; usando (A.1.1), reordenando y usando extremos y medios:

$$q = \frac{(V - p_1)(V - S + F_1 - aD_1)}{V(V - S_1 + D_1 - aD_1) - (V - S + F_1 - aD_1)p_1}$$

Reordenando, y usando $p_1 = V - S_1 + D_1$:

$$-(1-q)aD_1^2 + \{V + (1-q)(F_1 - S) + a(1-q)S_1\}D_1 - q(F_1 - S)V - [V + (1-q)(F_1 - S)]S_1 = 0$$

De donde:

$$D_1^{1,2} = \frac{V + (1-q)[F_1 - S] + (1-q)aS_1 \pm \sqrt{\{V + (1-q)[F_1 - S] + (1-q)aS_1\}^2 - 4(1-q)a[V + (1-q)(F_1 - S)]S_1 + q(F_1 - S)V}}{2(1-q)a}$$

Simplificando el término del radical:

$$D_1^{1,2} = \frac{V + (1-q)[F_1 - S] + (1-q)aS_1 \pm \sqrt{\{V + (1-q)[F_1 - S] - (1-q)aS_1\}^2 + 4(1-q)a(S - F_1)qV}}{2(1-q)a} \quad \square$$

Apéndice 2.A

Propiedades de Ξ :

Sea $\Xi \equiv \beta \Sigma_{\psi} \beta^T + \Sigma_{\xi}$, donde $\beta \succeq \mathbf{0}$ es una matriz $M \times K$, Σ_{ξ} y Σ_{ψ} son matrices diagonales y definidas positivas, de tamaño $M \times M$ y $K \times K$, respectivamente. Así, matriz Ξ puede escribirse de la siguiente manera:

$$\Xi = \begin{pmatrix} \sigma_1 + \sum_{k=1}^K \nu_k \beta_{1,k}^2 & \sum_{k=1}^K \nu_k \beta_{1,k} \beta_{2,k} & \dots & \sum_{k=1}^K \nu_k \beta_{1,k} \beta_{M,k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \sum_{k=1}^K \nu_k \beta_{2,k} \beta_{M,k} \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \sigma_M + \sum_{k=1}^K \nu_k \beta_{M,k}^2 \end{pmatrix}.$$

Todos los elementos de la diagonal principal son estrictamente positivos. Como $\beta \succeq \mathbf{0}$ los elementos sobre la diagonal principal son mayores o iguales a cero. Si $\beta_m = \mathbf{0}_{1 \times K}$, la m -ésima fila de la matriz Ξ tiene elementos nulos con excepción del elemento m,m . Por tanto, Ξ es una matriz no negativa.

$\Xi \equiv \beta \Sigma_{\psi} \beta^T + \Sigma_{\xi}$ es una matriz simétrica:

$$\Xi^T = (\beta \Sigma_{\psi} \beta^T + \Sigma_{\xi})^T = (\beta \Sigma_{\psi} \beta^T)^T + (\Sigma_{\xi})^T = \beta \Sigma_{\psi} \beta^T + \Sigma_{\xi} = \Xi.$$

Ξ es una matriz definida positiva:

$$Y^T \Xi Y = Y^T (\beta \Sigma_{\psi} \beta^T + \Sigma_{\xi}) Y = Y^T \beta \Sigma_{\psi} \beta^T Y + Y^T \Sigma_{\xi} Y, \quad \forall Y \neq \mathbf{0}$$

Como Σ_{ξ} y Σ_{ψ} son definidas positivas: $\forall Y \neq \mathbf{0}$ se tiene $Y^T \beta \Sigma_{\psi} \beta^T Y \geq 0$, y $Y^T \Sigma_{\xi} Y > 0$, por tanto:

$$Y^T \Xi Y > 0, \quad \forall Y \neq \mathbf{0} \quad Q.E.D.$$

Ξ y Ξ_{\max} satisfacen las mismas propiedades. \square

Las matrices Ξ_{\max} y Ξ definidas positivas, por tanto, existen una matriz no singular B y una matriz definida positiva $\Delta = dg(\delta_1, \dots, \delta_M)$ (Magnus y Neudecker 2007, Teorema 1.23) tales que:

$$\Xi = B B^T \text{ y } \Xi_{\max} = B \Delta B^T.$$

Como $\Xi_{\max} \succ \Xi$, entonces $\delta_m > 1$, para $m = 1, \dots, M$.

Note $\Xi_{\max} \Xi^{-1} = B\Delta B^{-1}$, como Δ es una matriz diagonal, su matriz de eigen-valores es Δ , entonces, la matriz de eigen-valores de $\Xi_{\max} \Xi^{-1}$ es Δ .

Función de utilidad esperada:

Como: $\tilde{\omega} \sim N(\omega + (\alpha - P)^T X, X^T \Xi X)$

La utilidad esperada en $t = 1$:

$$U_s(\tilde{\omega}) = - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-\tilde{\omega}} e^{-\frac{[\tilde{\omega} - \omega - (\alpha - P)^T X]^2}{2X^T \Xi X}}}{\sqrt{2\pi X^T \Xi X}} d\tilde{\omega}$$

Simplificando y reordenando:

$$U_s(\tilde{\omega}) = -e^{-[\omega + (\alpha - P)^T X - \frac{1}{2}X^T \Xi X]} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-\frac{[\tilde{\omega} - \omega - (\alpha - P)^T X + X^T \Xi X]^2}{2X^T \Xi X}}}{\sqrt{2\pi X^T \Xi X}} d\tilde{\omega}$$

La variable $\tilde{\omega} - X^T \Xi X \sim N(\omega + (\alpha - P)^T X - X^T \Xi X, X^T \Xi X)$, entonces:

$$U_s(\tilde{\omega}) = -e^{-[\omega + (\alpha - P)^T X - \frac{1}{2}X^T \Xi X]}$$

Finalmente, $U_s(\tilde{\omega})$ es una transformación monótona creciente de la expresión:

$$\ln(-U_s(\tilde{\omega})) = \omega + (\alpha - P)^T X - \frac{1}{2} X^T \Xi X$$

Vector de Precios:

En este aparte se construye el vector de precios que permite satisfacer el caso general, es decir, a través de cual pueden obtenerse los precios de los diferentes casos estudiados. Usando la condición de equilibrio (2.13), el portafolio óptimo de los agentes sofisticados (2.8) e ingenuos (2.12):

$$\mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} \mathbf{I}_E^+ (\alpha_{\min} - P) + (1 - \mu) \Xi^{-1} (\alpha - P) = \bar{X}$$

Reordenando y sumando y restando $\mu \bar{X}$, y agrupando por la izquierda:

$$[\mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} \mathbf{I}_E^+ + (1 - \mu) \Xi^{-1}] P = \mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} (\mathbf{I}_E^+ \alpha_{\min} - (\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-) \bar{X}) + (1 - \mu) \Xi^{-1} (\alpha - \Xi \bar{X})$$

Sumando y restando $\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \bar{X}$, y usando la definición de P_I y P_S :

$$[\mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} \mathbf{I}_E^+ + (1 - \mu) \Xi^{-1}] P = \mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} (\mathbf{I}_E^+ P_I - (\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^- - \mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max}) \bar{X}) + (1 - \mu) \Xi^{-1} P_S$$

Sumando y restando $\mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} \mathbf{I}_E^+ P_S$, reagrupando, multiplicando por la izquierda por $[\mu(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)^{-1} \mathbf{I}_E^+ + (1-\mu)\Xi^{-1}]^{-1}$ y usando propiedades de la inversa:

$$P = P_S - \mu \Xi [\mu \mathbf{I}_E^+ \Xi + (1-\mu)(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)]^{-1} [\mathbf{I}_E^+ (P_S - P_I) + (\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^- - \mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max}) \bar{X}]$$

Finalmente usando $\mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^- = \mathbf{I}$ y UP :

$$P = P_S - \mu \Xi [\mu \mathbf{I}_E^+ \Xi + (1-\mu)(\mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^+ + \mathbf{I}_E^-)]^{-1} [\mathbf{I}_E^+ UP + (\mathbf{I}_E^- - \mathbf{I}_E^+ \Xi_{\max} \mathbf{I}_E^-) \bar{X}] \quad (2.A.1)$$

Apéndice 2.B

Proposición 2.1:

(*Portafolio cauteloso*) Si los agentes sofisticados e ingenuos participan en todos los mercados, $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$ y $X_I^*(P) \succ \mathbf{0}$, entonces sus portafolios no satisfacen $X_I^*(P) \succeq X_S^*(P)$.

Recordemos que los tipos de agentes participan en los M mercados, entonces $\alpha \succ \alpha_{\min} \succ P$ y las matrices Ξ y Ξ_{\max} definidas positivas, satisfacen $\Xi_{\max} \succ \Xi$, y los portafolios $X_S^*(P) \succ \mathbf{0}$ y $X_I^*(P) \succ \mathbf{0}$, satisfacen las condiciones de primer orden. $\Xi X_S^*(P) = (\alpha - P)$ y $\Xi_{\max} X_I^*(P) = (\alpha_{\min} - P)$.

Prueba:

Supongamos que $X_I^*(P) \succeq X_S^*(P)$, entonces:

$$\Xi_{\max} X_I^*(P) \succ \Xi X_S^*(P).$$

Por las condiciones de primer orden:

$$\alpha_{\min} - P \succ \alpha - P \rightarrow \leftarrow$$

De manera análoga se configura una contradicción para $\Xi_{\max} \succ \Xi$. \square

Proposición 2.3:

En el equilibrio de portafolio cauteloso, para la norma matricial $\|\bullet\|_2$, inducida por la norma euclídea en R^M , el vector de precios satisface:

$$\|P_S - P_{SI}\| \leq \rho_1 \|UP\|$$

y

$$\|P_{SI} - P_I\| \leq \rho_2 \|UP\|.$$

Donde $0 < \rho_1, \rho_2 < 1$, son los radios espectrales de las matrices $\mu\Xi(\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max})^{-1}$ y $(1-\mu)\Xi_{\max}(\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max})^{-1}$, respectivamente:

$$\rho_1 = \frac{\mu}{\mu + (1-\mu)\delta_{\min}} \text{ y } \rho_2 = \frac{(1-\mu)\delta_{\max}}{\mu + (1-\mu)\delta_{\max}}.$$

Para la prueba de esta proposición sabemos que los agentes ingenuos participan en los M mercados, $\mathbf{I}_E^+ = \mathbf{I}$ y \mathbf{I}_E^- es la matriz nula, así de (2.A.1):

$$P_{SI} = P_S - \mu\Xi[\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max}]^{-1}UP$$

De donde:

$$P_S - P_{SI} = \mu\Xi[\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max}]^{-1}UP, \text{ y}$$

$$P_{SI} - P_I = (1-\mu)\Xi_{\max}[\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max}]^{-1}UP$$

Prueba:

Las matrices Ξ_{\max} y Ξ definidas positivas, por tanto, existen una matriz no singular B y una matriz definida positiva $\Delta = dg(\delta_1, \dots, \delta_M)$, $\delta_m > 1$ para $m = 1, \dots, M$, tales que:

$$\Xi = BB^T \text{ y } \Xi_{\max} = B\Delta B^T.$$

Entonces:

$$C \equiv \mu\Xi[\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max}]^{-1} = B\mu[\mu\mathbf{I} + (1-\mu)\Delta]^{-1}B^{-1}$$

Así, la matriz de eigen-valores de C es $\mu[\mu\mathbf{I} + (1-\mu)\Delta]^{-1}$, es decir, todos los eigen-valores de C son positivos y, por tanto, C es definida positiva, con radio espectral:

$$\rho_1 \equiv \rho(C) = \frac{\mu}{\mu + (1-\mu)\delta_{\min}}.$$

De manera análoga:

$$D = (1-\mu)\Xi_{\max}[\mu\Xi + (1-\mu)\Xi_{\max}]^{-1} = B(1-\mu)[\mu\Delta^{-1} + (1-\mu)\mathbf{I}]^{-1}B^{-1}$$

Así, la matriz de eigen-valores de D es $(1-\mu)[\mu\Delta^{-1} + (1-\mu)\mathbf{I}]^{-1}$, es decir, todos los eigen-valores de D son positivos y, por tanto, D es una matriz definida positiva, con radio espectral:

$$\rho_2 \equiv \rho(D) = \frac{(1-\mu)\delta_{\max}}{\mu + (1-\mu)\delta_{\max}}.$$

La norma $\|A\|_2$ se define como la raíz cuadrada del máximo eigen-valor de AA^* , donde A^* es la matriz transpuesta conjugada de A . Adicionalmente, $\|A\|_2 = \rho(A)$ cuando A es definida positiva. La proposición se sigue del hecho de que $\|A\|_2$ es la norma inducida por la norma euclidea en R^M y, por tanto, debe satisfacer la propiedad submultiplicativa de la norma. \square

Vector de precios proposición 2.4:

Para simplificar la notación. $\Xi^{1,1} = A, \Xi^{2,1} = B, \Xi^{2,2} = D, \Xi_{\max}^{1,1} = E$, y $\Xi_{\max}^{2,1} = F$, de esta manera:

$$\Xi = \begin{pmatrix} A & B^T \\ B & D \end{pmatrix} \text{ y } \Xi_{\max} = \begin{pmatrix} E & F^T \\ F & G \end{pmatrix}.$$

Puede escribirse el sistema de tal forma que para los agentes ingenuos participan en los primeros M_1 mercados, y no participan en los siguientes M_2 primeros, entonces de (2.A.1):

$$P^* - P_S = \mu \begin{pmatrix} A & B^T \\ B & D \end{pmatrix} \left[\mu \begin{pmatrix} A & B^T \\ 0_{M_2 \times M_1} & 0_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} + (1-\mu) \begin{pmatrix} E & 0_{M_1 \times M_2} \\ 0_{M_2 \times M_1} & 0_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} + (1-\mu) \begin{pmatrix} 0_{M_1 \times M_1} & 0_{M_1 \times M_2} \\ 0_{M_2 \times M_1} & \mathbf{I}_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} \right]^{-1} \left[\begin{pmatrix} 0_{M_1 \times M_1} & F^T \\ 0_{M_2 \times M_1} & 0_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0_{M_1 \times M_1} & 0_{M_1 \times M_2} \\ 0_{M_2 \times M_1} & \mathbf{I}_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} \right] \bar{X} - \begin{pmatrix} UP_{M_1} \\ 0_{M_2 \times 1} \end{pmatrix}$$

Usando propiedades de la inversa matrices en bloque:

$$P^* - P_S = \mu \begin{pmatrix} A & B^T \\ B & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (\mu A + (1-\mu)E)^{-1} & -\mu(1-\mu)^{-1}(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}B^T \\ 0_{M_2 \times M_1} & (1-\mu)^{-1}\mathbf{I}_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} \left[\begin{pmatrix} 0_{M_1 \times M_1} & F^T \\ 0_{M_2 \times M_1} & -\mathbf{I}_{M_2 \times M_2} \end{pmatrix} \bar{X} - \begin{pmatrix} UP_{M_1} \\ 0_{M_2 \times 1} \end{pmatrix} \right]$$

Multiplicando los bloques:

$$P^* - P_S = \frac{\mu}{1-\mu} \begin{pmatrix} 0_{M_1 \times M_1} & A(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}[\mu B + (1-\mu)F]^T - B^T \\ 0_{M_2 \times M_1} & B(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}[\mu B + (1-\mu)F]^T - D \end{pmatrix} \bar{X} - \mu \begin{pmatrix} A(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}UP_{M_1} \\ B(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}UP_{M_1} \end{pmatrix}$$

Usando $\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{X}_{M_1} \\ \bar{X}_{M_2} \end{pmatrix}$ y agrupando:

$$P^* = P_S - \frac{\mu}{1-\mu} \begin{pmatrix} A(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}[(1-\mu)UP_{M_1} - (\mu B + (1-\mu)F)^T \bar{X}_{M_2}] + B^T \bar{X}_{M_2} \\ B(\mu A + (1-\mu)E)^{-1}[(1-\mu)UP_{M_1} - (\mu B + (1-\mu)F)^T \bar{X}_{M_2}] + D \bar{X}_{M_2} \end{pmatrix}$$

Finalmente:

$$P^* = P_S - \frac{\mu}{1-\mu} \begin{pmatrix} \Xi^{1,1}(\mu \Xi^{1,1} + (1-\mu)\Xi_{\max}^{1,1})^{-1}[(1-\mu)UP_{M_1} - (\mu \Xi^{2,1} + (1-\mu)\Xi_{\max}^{2,1})^T \bar{X}_{M_2}] + \Xi^{1,2} \bar{X}_{M_2} \\ \Xi^{2,1}(\mu \Xi^{1,1} + (1-\mu)\Xi_{\max}^{1,1})^{-1}[(1-\mu)UP_{M_1} - (\mu \Xi^{2,1} + (1-\mu)\Xi_{\max}^{2,1})^T \bar{X}_{M_2}] + \Xi^{2,2} \bar{X}_{M_2} \end{pmatrix}$$

Apéndice 3.

Dominancia estocástica (Nachman y Noe 1994): Sean $y \in [0, Y]$ y $x \geq 0$ tal que $x + y \in [0, Y]$. Entonces:

$$\gamma^{\theta, \theta'}(y + x) - \gamma^{\theta, \theta'}(y) = \frac{1 - F(y + x | \theta', Y)}{1 - F(y + x | \theta, Y)} - \frac{1 - F(y | \theta', Y)}{1 - F(y | \theta, Y)} \leq 0,$$

con $\theta > \theta'$. De donde:

$$[1 - F(y + x | \theta', Y)][1 - F(y | \theta, Y)] - [1 - F(y | \theta', Y)][1 - F(y + x | \theta, Y)] \leq 0$$

Reordenando:

$$[1 - F(y | \theta', Y)][F(y + x | \theta, Y) - F(y | \theta, Y)] - [F(y + x | \theta', Y) - F(y | \theta', Y)][1 - F(y | \theta, Y)] \leq 0.$$

La probabilidad condicional el ingreso de un tipo θ sea menor o igual que $x + y$ dado que el ingreso es mayor a y es: $F(x | \theta, Y, y) = (F(y + x | \theta, Y) - F(y | \theta, Y)) / (1 - F(y | \theta, Y))$. De donde:

$$F(x | \theta, Y, y) - F(x | \theta', Y, y) \leq 0$$

Por tanto, se satisface la condición de dominancia estocástica condicional:

$$F(x | \theta', Y, y) \geq F(x | \theta, Y, y).$$

Como $F(x | \theta, Y, 0) = F(x | \theta, Y)$ se satisface la condición de dominancia estocástica de primer orden:

$$F(y | \theta', Y) \geq F(y | \theta, Y).$$

Obteniendo (3.12) Derivando ambos lados de (3.10) con respecto a η se tiene:

$$0 = \frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r_D l}{\partial \eta} + \frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial \theta} \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} + \frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^*$$

$$\text{Despejando: } \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{\left[\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r_D l}{\partial \eta} + \frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right]}{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial \theta}}$$

$$\text{Reordenando: } \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial r l}}{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial \theta}} \left[\frac{\partial r_D l}{\partial \eta} + \frac{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial Y}}{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial r l}} (e_1 - e_0) A^* \right]$$

Usando (3.11) se tiene:
$$\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{l \frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial r l}}{\frac{\partial \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y)}{\partial \theta}} \left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right] \Bigg|_{(r_D l, \hat{\theta}, Y)}$$

Usando la notación compacta:
$$\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{[1 - F(r_D l | \hat{\theta}, Y)] l \left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right]}{\rho_{\hat{\theta}}} \Bigg|_{(r_D l, \hat{\theta}, Y)} \quad (3.12)$$

Obteniendo (3.13). De (3.10) se tiene:
$$l G(\hat{\theta}) = \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} \rho(r_D l, \theta, Y) g(\theta) d\theta.$$

Derivando ambos lados con respecto a η :

$$l g(\hat{\theta}) \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = \rho(r_D l, \hat{\theta}, Y) g(\hat{\theta}) \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} + \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} \left\{ \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r_D}{\partial \eta} l + \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right\} g(\theta) d\theta$$

Reordenando:

$$- [\rho(r_D l, \hat{\theta}, Y) - l] g(\hat{\theta}) \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} \left\{ \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r_D}{\partial \eta} l + \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right\} g(\theta) d\theta$$

Por la definición de IR :

$$- IR(\hat{\theta}) g(\hat{\theta}) \frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} \left\{ \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r_D}{\partial \eta} l + \frac{\partial \rho(r_D l, \theta, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right\} g(\theta) d\theta$$

Usando $\rho_{r_l} = 1 - F(r l | \theta, Y)$ y 11:

$$\left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right] \Bigg|_{(r_D l, \hat{\theta}, Y)} = \frac{\rho_{\hat{\theta}}}{IR(\hat{\theta}) g(\hat{\theta})} \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} \frac{1 - F(r_D l | \theta, Y)}{1 - F(r_D l | \hat{\theta}, Y)} \left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right] \Bigg|_{(r_D l, \theta, Y)} g(\theta) d\theta$$

Usando (3.4) y la definición de $CM^{\theta, \hat{\theta}}$:

$$\left[\frac{\partial r_D}{\partial \eta} - \frac{\partial r_D^*}{\partial \eta} \right] \Bigg|_{(r_D l, \hat{\theta}, Y)} = \frac{\rho_{\hat{\theta}}}{IR(\hat{\theta}) g(\hat{\theta})} \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} CM(r_D l, \theta, Y) g(\theta) d\theta$$

Finalmente usando (3.12):

$$\frac{\partial \hat{\theta}}{\partial \eta} = - \frac{[1 - F(r_D l | \hat{\theta}, Y)] l \int_{\underline{\theta}}^{\hat{\theta}} CM^{\theta, \hat{\theta}}(r_D l, \theta, Y) g(\theta) d\theta}{IR(\hat{\theta}) g(\hat{\theta})} \quad (3.13)$$

Obteniendo (3.18) Usando (3.15):

$$\left[G(\theta^T) - \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} p(s) g(s) ds \right] l = \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} \rho(\theta, r^T l, Y) (1 - p(\theta)) g(\theta) d\theta,$$

Como $p(\theta) = 0_{\theta > \theta^p} : \left[G(\theta^T) - \int_{\underline{\theta}}^{\theta^p} p(s)g(s)ds \right] l = \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} \rho(\theta, r^T l, Y) (1 - p(\theta)) g(\theta) d\theta$

Diferenciando ambos lados de la ecuación con respecto a η :

$$-p(\theta^p)g(\theta^p)\frac{\partial \theta^p}{\partial \eta} l = -\rho(\theta^p, r^T l, Y) p(\theta^p) g(\theta^p) \frac{\partial \theta^p}{\partial \eta} + \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} \left\{ \frac{\partial \rho(r^T l, \theta, Y)}{\partial r l} \frac{\partial r^T}{\partial \eta} l + \frac{\partial \rho(r^T l, \theta, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right\} (1 - p(\theta)) g(\theta) d\theta$$

Usando $\rho_{r l} = 1 - F(r l | \theta, Y)$ y reordenando:

$$\frac{\partial \theta^p}{\partial \eta} = \frac{1 - F(r^T l | \theta^T, Y)}{[\rho(\theta^p, r^T l, Y) - l] p(\theta^p) g(\theta^p)} \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} \frac{1 - F(r^T l | \theta, Y)}{1 - F(r^T l | \theta^T, Y)} \left\{ \frac{\partial r^T}{\partial \eta} + \frac{\partial \rho(r^T l, \theta, Y)}{\partial Y} (e_1 - e_0) A^* \right\} [1 - p(\theta)] g(\theta) d\theta$$

Finalmente, usando (3.11) la definición de IR y CM^{θ, θ^T} :

$$\frac{\partial \theta^p}{\partial \eta} = \frac{[1 - F(r^T l | \theta^T, Y)] l}{IR(\theta^p) p(\theta^p) g(\theta^p)} \int_{\underline{\theta}}^{\theta^T} (1 - p(\theta)) CM^{\theta, \theta^T}(r_D l, \theta, Y) g(\theta) d\theta \quad (3.18)$$