



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

DESCRIPCIÓN DE UN MERCADO  
EXPERIMENTAL DESDE EL ENFOQUE DE  
SISTEMAS COMPLEJOS: ADAPTACIÓN Y  
APRENDIZAJE DE AGENTES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

FÍSICO

P R E S E N T A

CHRISTIAN GERMÁN VERA ALCARAZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. CHRISTOPHER RHODES STEPHENS STEVENS

ASESOR

M. en C. JOSÉ LUIS GORDILLO RUIZ

2009





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente      Dr. Pedro Eduardo Miramontes Vidal  
Secretario      Dr. Humberto Carrillo Calvet  
Tutor            Dr. Christopher Rhodes Stephens Stevens  
1<sup>er</sup>. Suplente    Dr. Henri Waelbroeck  
2<sup>do</sup>. Suplente    Dr. Pablo Padilla Longoria

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Ciudad Universitaria, México D. F., Agosto de 2009

DIRECTOR DE TESIS:

DR. CHRISTOPHER RHODES STEPHENS STEVENS

ASESOR:

M. en C. JOSÉ LUIS GORDILLO RUIZ

---

## Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno  
Vera  
Alcaraz  
Christian Germán  
55 38 81 47 79  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Física  
402116873
2. Datos del tutor  
Dr  
Christopher Rhodes  
Stephens  
Stevens
3. Datos del sinodal 1  
Dr  
Pedro Eduardo  
Miramontes  
Vidal
4. Datos del sinodal 2  
Dr  
Humberto  
Carrillo  
Calvet
5. Datos del sinodal 3  
Dr  
Henri  
Waelbroeck
6. Datos del sinodal 4  
Dr  
Pablo  
Padilla  
Longoria
7. Datos del trabajo escrito  
Descripción de un Mercado Experimental desde el enfoque  
de Sistemas Complejos: Adaptación y Aprendizaje de agentes  
144 p  
2009

---

---

# Dedicatoria

---

*Para mi familia...*

*Un inversor necesita hacer muy  
pocas cosas bien si evita grandes errores.  
No es necesario hacer cosas extraordinarias  
para conseguir resultados extraordinarios.*

*Warren Buffett*

---

---

# Agradecimientos

---

*Esta tesis representa un parteaguas entre una etapa muy enriquecedora y el camino que el tiempo obliga. En toda la experiencia universitaria y la conclusión de este trabajo, han habido personas que merecen reconocimiento porque sin su valiosa aportación no hubiera sido posible esta tesis y también hay quienes las merecen por haber plasmado su huella en mi camino.*

*A mi director el Dr. Christopher Stephens, por todo este tiempo que hemos trabajado, del mismo modo que a mi asesor el M. en C. José Luis Gordillo, quienes han compartido conmigo sus invaluable conocimientos.*

*A mis padres, Germán y Evangelina, que desde que era pequeño me han guiado y acompañado en los momentos en que más los he necesi-*

---

*tado. Por su incondicionalidad de padres y principalmente por su amor que no espera nada a cambio. Les agradezco su apoyo, su guía y su confianza en la realización de mis sueños. Soy afortunado por contar con su comprensión y ejemplo de entereza. Esta tesis es suya.*

*A mi sobrina Sophie, que como un ángel inunda de felicidad su alrededor y a mis sobrinas que esperamos con ansia su nacimiento.*

*A mi hermana, por todos los años de regaños, consejos y pláticas.*

*A Marco, que me ha apoyado en varios aspectos, los cuales me han permitido tener una perspectiva más clara en seguir avanzando hacia mi objetivo.*

*A mis pocos, pero buenos amigos y amigas con quienes he pasado buenos momentos.*

---

---

# Índice general

---

## Capítulo

<b>1.</b>	Introducción	1
1.1.	Econofísica: una alternativa para el análisis de los Mercados Financieros.	2
1.2.	La Bolsa de Valores . . . . .	3
1.3.	Intermediarios . . . . .	6
1.4.	Dinámica en el Mercado . . . . .	7
1.5.	Objetivos de la Tesis . . . . .	10
<b>2.</b>	La Complejidad: un nuevo Enfoque a los Mercados Financieros	12
2.1.	Fenomenología de los Sistemas Complejos . . . . .	12
2.2.	¿Los Mercados Financieros son Complejos? . . . . .	14
2.3.	La Emergencia de los Mercados simples . . . . .	16
2.4.	Estrategias “inteligentes” de los grupos de agentes . . . . .	21
2.4.1.	Medida de la Ineficiencia de Mercados . . . . .	24



2.5. Caracterización Fenotípica . . . . .	25
<b>3. Mercado Experimental</b>	<b>29</b>
3.1. Descripción del Mercado Experimental de Estudio . . . . .	30
3.2. Análisis de Resultados en el Mercado Experimental: Minería de Datos	31
<b>4. Resultados en el Mercado Experimental: Primera Mitad</b>	<b>36</b>
4.1. Estructura del Mercado Con Dinero . . . . .	36
4.2. Ineficiencia en el Mercado . . . . .	36
4.3. Análisis del Mercado . . . . .	40
4.3.1. Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes . . . . .	40
4.3.2. Matriz de Porcentaje en Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Tipo 1 de Representación. . . . .	43
4.3.3. Matrices de Porcentaje en Transacciones con Ganancias, Pérdidas y Nulas en el Tipo 2 de Representación . . . . .	48
4.3.4. Perfiles de Operación en los Grupos de Agentes . . . . .	51
4.3.5. Comportamiento de los Grupos 1 y 12 en las Emisoras CDU, FDP y PDS . . . . .	61
4.4. <i>SCORE</i> de los Agentes y Predicciones para la Segunda Mitad . . . . .	68
<b>5. Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad</b>	<b>73</b>
5.1. Ineficiencia . . . . .	73
5.2. Resultados de <i>SCORE</i> para la Segunda Mitad . . . . .	75
5.3. Análisis del Mercado . . . . .	77
5.3.1. Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes . . . . .	77

5.3.2. Matriz de Porcentaje en Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Tipo 1 de Representación . . . . .	82
5.3.3. Matriz de Transacciones con Ganancias, Transacciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Tipo 2 de Representación	90
5.3.4. Perfilando los Comportamientos de los Grupos de Agentes . . .	99
5.3.5. Comportamiento del Grupo 1 en la Emisora ROF . . . . .	103
<b>6. Comparación de Resultados entre el Mercado con Dinero y Mercado sin Dinero</b>	<b>105</b>
6.1. Primera mitad . . . . .	105
6.1.1. Ineficiencia . . . . .	107
6.2. Segunda mitad . . . . .	119
6.2.1. Ineficiencia . . . . .	119
<b>7. Resumen de Resultados en el Mercado Experimental</b>	<b>132</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>137</b>
 <b>Apéndice</b>	
<b>A. Desarrollo del <i>Score</i></b>	<b>140</b>
A.1. Formación de Estrategias: Análisis Bayesiano . . . . .	140
 <b>Bibliografía</b>	 <b>143</b>

# Capítulo 1

---

---

## Introducción

---

La economía estudia las relaciones sociales que tienen que ver con procesos de intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios. Su objeto de estudio es parte de la actividad humana, por lo que abarca una gran campo de fenómenos sociales en donde uno de ellos son los mercados financieros, el cual ha sido de vital importancia para las naciones. En ellos, se llevan a cabo compra-venta de títulos, con reglas fijas de operación habiendo competencia de los inversionistas a través de la ley de oferta y demanda. Pero ¿por qué se han desarrollado nuevas metodologías para analizar a los mercados financieros o en general, a los aspectos económicos?<sup>1</sup>

Las finanzas se han convertido en un tema tan común como el estado del tiempo. Las exageradas subidas de ciertos valores en el mercado, el estado de las bolsas del mundo, sus fluctuaciones, las bruscas caídas de los mercados, son observadas con igual de atención que otros fenómenos de la naturaleza.[Mansilla]

En este sentido, los físicos ven en los mercados financieros comportamientos que se asemejan al de los gases ideales; así, se busca dar una explicación adaptando teorías y métodos a los patrones complejos observados en los sistemas financieros.

Es por eso que este “tipo de especialistas”, ha optado por incorporar cada vez más técnicas innovadoras a sus métodos de trabajo. Con ello, nace la econofísica<sup>2</sup> el cual es un novedoso campo de investigación desarrollada por físicos que surge para

---

<sup>1</sup> Entre otros estudios se han realizado modelos basados en agentes que permiten la construcción de mercados financieros artificiales y mercados experimentales en los que se intenta emular procesos que se dan en la realidad. En el capítulo 2 se profundizará más sobre éste tema.

<sup>2</sup> El primero quién usó por primera vez este término fué H. E. Stanley, profesor de la Univerisidad de Boston, para designar el trabajo de los físicos en el área de las finanzas.

entender y resolver problemas en la economía que involucra aspectos estocásticos y de dinámica no lineal. Asimismo, con el uso de modelos matemáticos en el mundo económico, se ha ayudado a su análisis reduciéndolo a proporciones manejables con el fin de determinar con mayor claridad las interrelaciones entre sus diferentes componentes.

El desarrollo de esta disciplina no ha sido fácil debido a la complejidad por la cantidad de datos arrojados en las cotizaciones diarias que han sido influenciadas por la introducción de los sistemas electrónicos, conduciendo a una mayor liquidez y por tanto, a una mayor cantidad de operaciones realizadas en el mercado.

En este primer capítulo se expondrá una vista más cercana de la econofísica, al igual que la percepción e importancia de un mercado financiero, los intermediarios participantes y los objetivos principales de este trabajo.

## 1.1 Econofísica: una alternativa para el análisis de los Mercados Financieros.

Durante los últimos años varios fenómenos relativos a la economía han atraído la atención de personas especializadas en campos como la física estadística y de los sistemas complejos, porque algunas ideas de la mecánica estadística (ver [Ingber]) e incluso la teoría cuántica (ver [Baaquie] y [Schanden]), en la descripción de grandes conglomerados de partículas, parecen ser aplicables a temas vinculados con la economía.

Así, se trata de establecer la relación con los fenómenos de los precios de los mercados y el estudio de la volatilidad, tratando de aplicar sus teorías a las bolsas y mercado de futuros. El impacto de los físicos en las finanzas se ha hecho notar desde hace décadas, un ejemplo lo fue una de las fórmulas desarrolladas por Fisher Black y el economista, Myron Scholes, que han sido más ampliamente usadas en el mundo de las finanzas (Black-Scholes). En la actualidad han aparecido con regularidad artículos sobre finanzas y economía en revistas de física teórica.<sup>3</sup>

Con base en lo anterior, en la última década el mundo financiero ha empezado a incorporar físicos, convirtiéndose en *quants*<sup>4</sup>. Las instituciones financieras se han dado cuenta de la sólida formación matemática y la habilidad computacional para el diseño de nuevos y sofisticados productos financieros, y desarrollos de técnicas

---

<sup>3</sup> Physica A, EPJ B, Int. Journal. Phys B, Phys, Rev. Lett. E.

<sup>4</sup> Término simplificado de *Quantitative Analyst* (*Analistas Cuantitativos*).

de análisis de grandes masas de datos. El éxito obtenido en esta área ha llevado a algunos de ellos a fundar sus propias empresas, ofreciendo servicios en el área de las finanzas.

No sólo el acercamiento de los físicos en la economía ha sido laboral, sino existe otro conjunto de motivaciones de carácter científico, en los que se han desarrollado nuevos métodos para analizar campos ajenos a los intereses tradicionales, como lo es la relatividad o la teoría cuántica, esto ha puesto en pie al estudio de los sistemas complejos.

En este contexto, se puede decir que los mercados financieros exhiben varias propiedades que caracterizan a los sistemas complejos, es decir, existe un gran número de agentes, cada uno con su propia dinámica que responde al entorno en el que se mueve, el cuál a su vez está determinado por la “suma” de los comportamientos de los agentes que conforman al sistema. A pesar de que las reglas que rigen las interacciones entre agentes pueden ser simples, están sujetos a los cambios repentinos, no sólo de los precios de los activos, sino también al flujo de información económica y social que se da en cada instante.

## 1.2 La Bolsa de Valores

Antes de comenzar con un entendimiento más cercano al mercado experimental de estudio, es necesario entender a que nos referimos con estos sistemas, en este caso, sólo se hará un enfoque al sistema accionario, al precio de mercado de las acciones y los volúmenes de operación.

En economía, todo funciona según el principio de la oferta y la demanda entre oferentes y demandantes,<sup>5</sup> básicamente un mercado financiero se compone de un mercado bursátil o mercado de capitales a largo plazo,<sup>6</sup> las cuales, son necesarias para que regulen el comportamiento de las partes involucradas en las operaciones que se realizan y brinden las facilidades necesarias para que sus miembros ejecuten compras y ventas de activos financieros como lo son las acciones<sup>7</sup> emitidas por empresas o sociedades listadas en la Bolsa, certificados bursátiles, títulos, entre otros.

Asimismo para que estas operaciones se puedan llevar a cabo, se crean dos mercados: el **mercado primario** y el **mercado secundario**. En el primero las empresas

---

<sup>5</sup> Oferentes, son quienes venden y Demandantes quienes compran.

<sup>6</sup> Las Bolsas de Valores de cada País, conocidas en inglés como Stock Exchange.

<sup>7</sup> Una acción es un título de propiedad que representa una fracción del capital de una empresa, y por lo tanto es una forma para obtener recursos y financiamiento.

pueden lograr la financiación mediante la emisión de acciones, pero también ofrece la posibilidad de obtener crédito a través de la emisión de obligaciones y otros títulos. De esta forma, en el mercado primario se comercializan títulos (valores) de primera emisión que son ofertados por las empresas con la finalidad de obtener recursos frescos, ya sea para la constitución de nuevas empresas o para inyectar nuevo capital a las empresas en marcha.

No obstante, en el segundo mercado se ejecutan las transferencias de títulos y valores que han sido previamente colocadas en el mercado primario dando liquidez, seguridad, rentabilidad a los inversionistas y permitiéndoles revertir sus decisiones de compra y venta. En otras palabras es donde los inversores intercambian los títulos previamente emitidos. Por tanto, el mercado secundario proporciona liquidez a las inversiones, pero sin afectar directamente a la financiación de las mismas.

Dentro del mercado secundario, existen otros dos tipos de mercados dependiendo del modo en que se ejecuten las transacciones, las cuales se componen de un mercado al contado, en donde se realiza la compra-venta de acciones a un precio establecido, es decir, que los títulos financieros (acciones) son pagados y obtenidos inmediatamente por la persona que los suscribe en ese mercado durante la sesión de remates,<sup>8</sup> y de un mercado a término, en donde los títulos financieros son negociados a un precio que es fijado para liquidación en un plazo determinado, aquí se encuentra el vendedor a término el cuál vende hoy un título que espera volver a comprar a término a un precio inferior y así obtener un beneficio, y el comprador a término el cuál compra hoy un título que espera revender a término a un precio o una cotización superior y así obtener riqueza.

La formación de las cotizaciones en la Bolsa respecto a las acciones, depende más de la confianza de los inversores quienes financian a una empresa y de los beneficios que ésta parece capaz de crear, lo que influencia su cotización. Con esto, entre mayor sea su demanda, el precio de las acciones sube y por lo tanto, por capitalización el valor de las acciones aumenta.

Con esto vemos que la emisión de acciones en la Bolsa, permite a las empresas financiarse. Paralelamente al sistema bancario, la Bolsa constituye uno de los circuitos de financiamiento de la economía del Estado, donde anteriormente un Estado debía pedir prestado en los bancos para pagar sus inversiones (las inversiones públicas), después, las deudas que estas inversiones suponen (la deuda pública), los intereses de esta deuda, los intereses de los intereses, etc. Por lo tanto existía una dependencia de los Estados y las empresas respecto a los bancos.

---

<sup>8</sup> La sesión de remates es el horario en donde la bolsa se encuentra activa.

Así, mientras que las empresas buscan capitales para desarrollar proyectos de inversión y que el Estado debe financiar el déficit presupuestario mediante el recurso del préstamo, otros agentes como los bancos, aseguradoras, fondos comunes, que gestionan un ahorro colectivo están a la búsqueda de inversiones remuneradoras.

De este modo, la Bolsa permite a estos dos tipos de inversionistas encontrarse; es decir, aquellos que tienen necesidades de financiación siendo las empresas o Estados, que encuentran capitales directamente a partir de aquellos que tienen capacidad de financiación (fondos de pensión, fondos comunes, etc.). En este sentido, la Bolsa permite el paso de una economía de endeudamiento<sup>9</sup> a una economía de mercado financiero lo que hace que fomente el ahorro y la inversión, dando fortaleza al mercado de capitales e impulsando el desarrollo económico y social de los países.

Si bien hemos visto, que el papel de la Bolsa ha sido de gran utilidad, tanto para las empresas como para el Estado y personas en general, existen factores los cuales pueden determinar una alza y baja en el precio de las acciones, esto es, un mercado puede aumentar o bajar por razones psicológicas y por tanto subjetivas, un operador influyente en los mercados financieros, actúa de una cierta manera, lo que significa que algo va a pasar en ese sentido y todo el mundo le sigue, por lo que el mercado, el conjunto de los agentes económicos, evoluciona como el operador lo quería, por razones psicológicas y por lo tanto no fundadas en la economía real.

Con esto, no se puede determinar con seguridad como será el comportamiento del precio de la acción durante un periodo de tiempo determinado, si bien, es sencillo escribir las normas y reglas generales que rigen a un mecanismo de comercio, es menos evidente la forma en que se determina el comportamiento de equilibrio en los precios, ésta dificultad es que los mercados están influenciados por innumerables factores, tales como la aversión al riesgo, información privada, la riqueza y las limitaciones de todos los que afectan la compra y venta en los que figuran el comportamiento de los operadores y creadores de mercado. Tal vez, comprender las distintas maneras en que el comportamiento y conocimiento de los *traders* influyen en los precios y volúmenes, pueda ayudar a los inversores a filtrar qué información es relevante y cuál no. Así, conocer la microestructura del mercado<sup>10</sup> permite sacar a la luz ese conocimiento oculto bajo los precios, un conocimiento crucial para tomar mejores decisiones.

---

<sup>9</sup> La financiación es indirecta, ya que los agentes no se encuentran directamente en el mercado sino que pasan por un intermediario Bursátil, lo cuál, lo veremos más a detalle en la siguiente sección

<sup>10</sup> La microestructura de mercado examina las formas en que los procesos de intercambio afectan los precios de los activos, así como el comportamiento de traders e inversores.

### 1.3 Intermediarios

Como se ha visto, las Bolsas de valores, son organizaciones privadas que brindan las facilidades necesarias para que sus miembros,<sup>11</sup> de acuerdo a las órdenes de ejecución de los clientes; es decir, los inversionistas, realicen operaciones de compra y venta de valores. La razón económica y práctica que fundamenta este tipo de organización radica en la imposibilidad de permitir que las personas negocien directamente, debido a la especialización que se requiere, así como el cumplimiento de normas mínimas para reducir el riesgo en el mercado. Con esto, las operaciones realizadas en la Bolsa son ejecutadas por agentes corredores de bolsa y operan bajo la persona de Casas de Bolsa. La evolución de los Mercados ha provocado una evolución paralela de tales intermediarios, y la aparición de nuevas figuras dentro de la que se ha dado en llamar industria de valores.

A los intermediarios se les denomina *brokers*, *dealers* y *market-makers*, los primeros son personas o sociedades que actúan como intermediarios entre un comprador y un vendedor en transacciones de valores, comprando o vendiendo al precio que resulte satisfactorio para ambas partes, cargando con ello una comisión y no tomando ninguna posición propia durante la negociación ni siquiera con carácter temporal; mientras que para los segundos, corresponden a las personas o sociedades que actúan como principal en una transacción de valores actuando por cuenta y riesgo propio, tomando posiciones ya sea de vendedor o comprador, y tiene en consecuencia en cada momento un inventario o cartera de valores. Ello conlleva un elemento de riesgo de cartera que es lo que distingue fundamentalmente al *broker* del *dealer*.

Hace algunos años era más difícil en los mercados de valores hablar de figuras puras, pero a la vez surgió una nueva figura o mejor dicho, una nueva modalidad operatoria, los creadores de mercado o *market maker* (promotor de liquidez, fundamental en mercados como el Nasdaq), que no sólo mantiene un inventario o cartera propia de valores, sino que además, cotizan continuamente en el mercado precios de oferta y demanda es decir, su función se extiende a todas las operaciones en acciones y busca esencialmente promover la liquidez de los títulos de las empresas que listan sus acciones en la Bolsa. El *market maker* se encarga de proveer liquidez al mercado de títulos de un emisor de acciones, a través del ingreso de ofertas de compra y venta de títulos en los sistemas de negociación, procurando que la acción mantenga cotizaciones continuas durante el día y que se facilite una rápida ejecución de las órdenes de compra y venta. De esta forma, se asegura la existencia de un mercado en que demandantes y oferentes pueden en todo momento comprar y vender acciones a precio de mercado. lo que lo diferencia de los *brokers* y *dealers*.

---

<sup>11</sup> Los miembros pueden ser Casas de Bolsa, Sociedades de Inversión o grupos Financieros.



## 1.4 Dinámica en el Mercado

Una gran ventaja que se busca al tratar de determinar el comportamiento de los precios de las acciones y el de los agentes que intervienen, además de la ventaja competitiva, es el de conocer también la dinámica del mercado. Si bien, el precio de las acciones resulta ser un buen indicador, entonces el problema es hallar cuáles son las variables que alteran a los precios.

En los mercados financieros, el intercambio de acciones se lleva a cabo por la colocación de posturas por parte de compradores y vendedores, formándose con ello, una jerarquía de acuerdo a la mejor postura. De esta forma, existen mejores posturas de compra y venta. Para el caso de la compra, la mejor postura es aquella en la que el precio es el más elevado de entre todas las posturas listadas en el libro,<sup>12</sup> y a partir de ésta, se forman las siguientes posturas en forma descendente. Para el caso de la venta es lo contrario, la mejor postura es aquella con el precio más barato y a partir de esta se forman el resto de posturas en forma ascendente (Figura 1.1).

TELEFÓNICA			
COMPRA		VENTA	
TÍTULOS	PRECIO	PRECIO	TÍTULOS
1.000	12,98	13,00	200
2.000	12,97	13,01	1.000
9.000	12,96	13,03	8.000
5.000	12,95	13,05	12.000
2.000	12,94	13,06	3.000

Figura 1.1: Formación de las órdenes de compra-venta de acciones.

Así, el mercado ofrece una gran flexibilidad para realizar compras y ventas en la Bolsa. Por ello, a la hora de comprar o vender acciones, hay determinados tipos de órdenes. En este sentido, existen situaciones en donde se presenta gran volatilidad del mercado: los precios pueden experimentar fluctuaciones tan grandes y repentinas que en contadas ocasiones los inversionistas optan por situar lo que se conoce

<sup>12</sup> El libro (o libro de órdenes), es una lista en la que los clientes colocan sus órdenes y se van formando de acuerdo a reglas como pueden ser, “el primero en tiempo” (es decir, el primero que coloca la postura) o por el precio al cual se está dispuesto pactar la operación.

como órdenes a precio de mercado (*market orders*), en donde se asegura la ejecución inmediata en el libro ya sea una orden de compra o de venta. Esta orden es de las más usadas cuando un inversor desea tomar o liquidar una posición en el mercado lo más rápido posible, ya que no se asegura el precio al que se realizará, en otras palabras, no se tiene control sobre el precio al que se efectúa la orden el cual se irá ejecutando con las mejores posiciones que existan en la contraparte y si en la mejor posición no hay suficientes títulos para completar la orden, el resto de títulos se ejecutará contra la siguiente posición y así sucesivamente;<sup>13</sup> con ello, lo que se hace es “barrer al mercado”, hasta completar el número de títulos de la orden. Así, se asegura el cumplimiento de la orden en su totalidad, siempre que haya suficientes títulos disponibles en las posiciones contrarias.

Un ejemplo de orden a mercado es el siguiente: viendo la Figura 1.1, si se ejecuta una orden de compra de 10,000 acciones a mercado para una emisora, podría pasar que los primeras 200 acciones se hicieran a un precio de \$13.00 pesos, las segundas 1,000 a un precio de \$13.01 pesos, las terceras 8,000 a un precio de \$13.03 y las últimas 800 a un precio de \$13.05. pesos. Con esto, se tendrán las posiciones necesarias hasta completar la compra de 10,000 acciones.

Sin embargo, en las órdenes por lo mejor lo que se hace es “atacar” a la mejor posición que haya en el libro al momento de llegar la orden al mercado. Por lo tanto, es seguro que se van a comprar o vender acciones, pero no que vaya a ejecutarse la orden en su integridad. Si en la mejor posición, hay suficientes acciones para que se ejecute su orden entera, se hará entera a ese cambio. Por lo contrario, si no hay suficientes acciones en la mejor posición para ejecutar toda la orden, ésta se hallará parcialmente ejecutada y las acciones restantes se quedarán en posición de compra al precio de ejecución, por lo tanto, si se acaba efectuando la orden será toda a un mismo cambio. Básicamente, con este tipo de orden no se tiene control sobre el precio al que se ejecutará, mas bien, éste precio dependerá de cuál sea la mejor posición contraria en el libro al momento de llegar la orden al mercado.

Por ejemplo, regresando a la Figura 1.1, si se emplea una orden de compra como orden de mercado de 10,000 acciones TELEFÓNICA. La orden toma el precio de la mejor posición de venta en esos momentos, el cuál sería de 200 acciones a la venta a \$13.00 pesos. La orden quedaría ejecutada parcialmente porque no hay suficientes

---

<sup>13</sup> El precio de ejecución dependerá de las posiciones opuestas en el mercado. Si la orden es de compra, se ejecutará contra la mejor o mejores ordenes de venta que haya en ese momento en el mercado, las de precio más bajo, hasta que se completen todos los títulos que queremos comprar. Por el contrario, si la orden es de venta, se ejecutará contra la mejor o mejores posturas de compra que haya en ese momento en el libro de órdenes del mercado, es decir, las de precio más alto hasta que se completen todos los títulos que queremos vender.

títulos para ejecutarla en su totalidad; es decir, quedarían pendientes 9,800 títulos y estarían pendientes de ejecutar limitadas a \$13.00 pesos en dado caso que no se pueda realizar la orden totalmente durante la misma sesión.

No obstante, en las denominadas órdenes límite (*limit orders*), sencillamente lo que se hace es fijar un precio en el libro ya sea máximo (en compras) o mínimo en (ventas) al que quiere que se efectúe la operación. Con esto, no se asegura que la orden se ejecute parcial o totalmente, puesto que si se introduce a un precio, y no exista la contraparte entonces no se ejecutará. Por ejemplo: si se introduce una orden de venta de 10,000 acciones a \$12.97 pesos, la orden se realizará en 1,000 acciones a \$12.98 pesos, 2,000 acciones a \$12.97 pesos y las 7,000 restantes estarán pendientes de ejecución limitadas a \$12.97 pesos, por lo que la orden quedará puesta en el mercado a la espera que alguien esté dispuesto a comprar a ese precio. Es por ello, que esta orden consta de dos variables: “precio” y “duración”.

Por otro lado, tampoco se tiene la seguridad de que la orden se ejecute a un único cambio. Es decir, si se compra un valor, en donde la mejor posición de venta son 500 acciones a \$24.10 pesos e introducimos una orden de compra de 500 acciones a \$24.40 pesos, asegurando la compra. Pero, si antes de que la orden llegue al mercado otro operador mete una orden de compra de 300 títulos (por lo mejor), entonces quedarán sólo 200 títulos a \$24.10 pesos y los otros 300 se ejecutarán contra la siguiente posición o posiciones que tenga hasta un precio máximo de \$24.40 pesos. Con esto, entonces se podrían ejecutar 300 acciones a \$24.12 pesos. Así, la orden se habrá llevado a cabo en dos operaciones: 200 títulos a \$24.10 pesos y 300 títulos a \$24.12 pesos.

En las órdenes, el “spread” (diferencia de precio entre la compra y la venta) es fundamental ya que si éste es alto tienden a ser menos bursátiles debido al escepticismo o aversión por parte de los inversionistas, de esta manera afecta a la liquidez de la acción; en otras palabras, es poca o baja la disposición de los inversionistas para comprar o vender (la acción) y por tanto, es difícil realizar una operación. Por el contrario si el “spread” es bajo, entonces los inversionistas corren menor riesgo y hay mayor facilidad de intercambiar activos, por lo que la liquidez aumenta.

Asimismo, observamos que en las órdenes de mercado hay una seguridad de ejecución inmediata; sin embargo, el precio de ejecución es incierto al momento de dar la orden, mientras que para las órdenes límites hay una certeza en el precio ya sea para compra o venta; en cambio, existe la posibilidad de que no se ejecute en su totalidad. Con esto, las órdenes surgen como alternativas según el riesgo que se desee asumir, la rentabilidad que se pretenda obtener y la liquidez que uno requiera.

Si bien, los ejemplos han ayudado a comprender un poco sobre la dinámica del

mercado, y en específico, a los riesgos a los que se está sujeto, cabe mencionar que las reglas en el mercado son fijas y bastante simples. Por otro lado, también hay otros factores que afectan directamente el precio de las acciones. La información a la que los agentes están sujetos resulta de gran importancia, pues con ella son capaces de aprovecharse ante sus competidores.

Sin embargo, la información es en sí misma todo un conjunto de hechos que han ocurrido y ocurrirán en un momento. Esto implica que es necesario identificar cuál es la información verdaderamente relevante para darse idea sobre los movimientos de los precios de las acciones; en otras palabras, ver si realmente esta información se ve reflejada en el precio.

## 1.5 Objetivos de la Tesis

Este trabajo parte de la hipótesis de considerar a los mercados financieros como sistemas complejos, esto es, a partir del comportamiento de los agentes que interactúan en un mercado financiero experimental, desarrollado en las elecciones parlamentarias del estado alemán de Brandenburgo, entre mediados de Agosto y Septiembre del año 2004. En este mercado participaron 163 agentes los cuales tienen libertad de operar en 6 emisoras. El propósito de este trabajo, será descubrir e identificar por medio de la minería de datos información relevante sobre el mercado, que nos conduzca a definir los estilos propios con que han operado los agentes y en general grupos de agentes con los cuales se pueden formar estrategias que los conducen a obtener en promedio mayores ganancias que pérdidas, con lo que se puede construir una estrategia ganadora.

Para ello, se dividirá en dos periodos la duración total del mercado. El primer periodo servirá para obtener perfiles únicos de los agentes para distinguirlos entre aquellos ganadores y perdedores; con el uso de modelos matemáticos se medirán numéricamente estos estilos para poder así tratar de predecir su comportamiento durante el segundo periodo. En el segundo periodo se demostrará, si en efecto los resultados y predicciones arrojados en el primero se satisfacen, de lo contrario, se inferirá en cuestiones de aprendizaje y adaptación de los agentes participantes.

Por otra parte, la ineficiencia como hecho empírico, ayudará a inferir sobre las estrategias de los agentes y/o estilos que empleen grupos de estos para hallar las diferencias entre ganadores y perdedores. Tomando en cuenta que en el mercado experimental de estudio, no se tiene acceso al nivel de información con el cual contaba cada uno de los agentes, además de la estrategia propia que cada uno de ellos empleaba.

Asimismo, se compararán datos con el mercado experimental sin dinero; es decir, (dinero virtual) en donde el único activo que corre riesgo son las acciones que pagan dividendos. Este análisis servirá para observar si al emplear dinero real, mejora la exactitud de predicción en los mercados.

## Capítulo 2

---

---

# La Complejidad: un nuevo Enfoque a los Mercados Financieros

---

A través del tiempo se ha dado una revolución en el estudio de los sistemas económicos y financieros, nuevos enfoques pluridisciplinarios han establecido puentes entre las estructuras y herramientas propias de otros campos, como la formalización matemática de la economía de Walras (equilibrio general de la competencia perfecta) y Pareto (distribución de la riqueza), quienes utilizaron y propagaron los métodos de la física en la ciencia económica. Sin embargo investigadores economistas clásicos, como Alfred Marshall señalaron que la ciencia más próxima a la economía no es la física, sino la biología en donde radica la verdadera base del economista. Para Menger, sin embargo, es la psicología la hermana de la economía. Con todo esto, han sido varias las disciplinas vistas como espejo económico como la ecología y la teoría de redes; así, debemos considerar las críticas sobre el peligro de una introducción excesiva del antropomorfismo en las ciencias.[Roji]

### 2.1 Fenomenología de los Sistemas Complejos

En la última década se ha producido, en prácticamente todos los campos científicos, una importante transformación conceptual y metodológica ligada al estudio de los llamados fenómenos no lineales, cuyo análisis se engloba dentro de las llamadas ciencias de la complejidad o de los sistemas complejos. Con ello, han habido diferentes interpretaciones de lo que representa el término complejidad dependiendo de la perspectiva de donde se parta. Como lo menciona [Roji], se pueden distinguir tres grupos de interpretaciones: la algorítmica (Kolmogorov), e “informacional” (Shannon), la definida por la nueva disciplina de la econofísica y la estructural u organizada. Para que tenga un valor apreciable, el contenido de información no debe ser ni demasiado

bajo ni alto; es decir, el sistema no debe ser ni demasiado ordenado ni desordenado.

Una reseña más profunda de sistema complejo, enfocado específicamente a los sistemas económicos, la menciona [Brian Arthur], definiendo seis características que han presentado incógnitas significativas a la economía tradicional.

1. *Interacción dispersa.* Lo que sucede en una economía está determinado por una interacción muy dispersa, posiblemente heterogénea, entre agentes que actúan en paralelo. La acción de un determinado agente depende de las acciones anticipadas de un número limitado de otros agentes.
2. *Ausencia de controlador global.* Ninguna entidad global controla las interacciones. En su lugar, los controles son provistos mediante mecanismos de competición y coordinación entre agentes. Las acciones económicas son tuteladas por instituciones legales, roles asignados y otras asociaciones. No existe un competidor universal, es decir, un solo agente que puede explotar todas las oportunidades en una economía.
3. *Organización jerárquica cruzada.* La economía tiene muchos niveles de organización e interacción. Las unidades en niveles como comportamientos, acciones, estrategias, ó productos típicamente sirven como "bloques de construcción" para construir unidades en el siguiente nivel superior. La organización en general es más que jerárquica, con muchas interacciones cruzadas (asociaciones, canales de comunicación) a través de los distintos niveles.
4. *Adaptación continua.* Los comportamientos, acciones, estrategias y productos son revisados continuamente a como los agentes individuales acumulan experiencia. Es decir, el sistema se adapta constantemente.
5. *Nichos perpetuos de novedad.* Estos son creados constantemente por mercados nuevos, nuevas tecnologías, nuevos comportamientos y nuevas instituciones. El mismo acto de llenar un nicho puede crear nuevos nichos. El resultado es una innovación perpetua y constante.
6. *Dinámicas fuera de equilibrio.* Puesto que los nuevos nichos, potenciales y posibilidades son continuamente creados, la economía opera lejos de un punto óptimo de equilibrio.

Otra descripción sobre el comportamiento complejo la da [Johnson], en donde se caracterizan los siguientes rasgos.

1. *Retroalimentación.* La naturaleza de la retroalimentación puede variar con el tiempo y también puede cambiar en magnitud e importancia. Puede operar a niveles tanto macroscópicos como microscópicos, o en ambos.
2. *No estacionarios.* La estadística asociada a la dinámica global del sistema no puede asumirse como estacionaria. Por ello no es inmediato asumir que la dinámica del sistema puede ser hallada en el pasado del sistema.
3. *Muchos agentes interactuantes.* El sistema está compuesto por muchos participantes que responden de distintas formas a su entorno.
4. *Adaptación y evolución.* La población de agentes evoluciona con el paso del tiempo a través de sus interacciones mutuas así como sus interacciones con el medio ambiente.
5. *Sistemas abiertos.* El sistema se halla acoplado al medio ambiente y por ello es difícil distinguir las influencias exógenas de las endógenas.

Por otro lado, [Anderson] describe a los sistemas complejos como entidades que surgen de la emergencia, es decir, que a partir de las acciones individuales y las interacciones entre los agentes, emergen propiedades o estructuras a nivel de sistema. Éste es uno de los rasgos más distintivos de los sistemas complejos, y hace que el comportamiento de un sistema complejo no se pueda estudiar analizando el comportamiento individual de sus componentes separadamente.

Con esto visto, podemos ver que no hay una clara definición de sistema complejo, sin embargo, Brian Arthur, Jhonson y Anderson muestran rasgos y características que no son excluyentes, sino que se reconocen unas con otras.

## 2.2 ¿Los Mercados Financieros son Complejos?

A través de los años la investigación de los mercados financieros vistos como sistemas complejos han representado un gran objeto de estudio en términos teóricos; la continua observación que se lleva a cabo hace que se disponga de abundantes datos que permiten describir estadísticamente el comportamiento del mercado y basar los modelos en este conocimiento, es decir; son sistemas en los que las reglas se encuentran perfectamente delimitadas y la cantidad de participantes puede ser analizada con detalle.

Con ello, un mercado financiero posee todas las características que definen a un sistema complejo:



1. *Se compone de agentes que juegan diversos papeles.* Inversores, reguladores, *market-makers*, etc.
2. *Los agentes son heterogéneos.* Se diferencian en el papel que juegan, en la información que disponen, en su perfil de riesgo, en los modelos que utilizan, en las estrategias que aplican, etc.
3. *Dinámica y adaptación.* Los agentes evalúan sus acciones mediante las ganancias y las pérdidas obtenidas entre otras características, y a partir de estos resultados adaptan sus estrategias.
4. *Emergencia.* A partir de las compras y ventas efectuadas por los diferentes agentes, emergen las variables globales del mercado, como el precio o la volatilidad.

Los modelos clásicos de los mercados financieros se basaban en el análisis matemático inductivo de las propiedades del sistema, el cuál era un procedimiento factible, gracias a las hipótesis simplificadoras que se asumían sobre los mercados.

En este caso, existía una aproximación con agentes homogéneos (como si se tratase de una partícula de gas, representando así un sistema simple), en donde se empleaban métodos de la mecánica estadística, generalmente aplicados a problemas de la física de sistemas de gran escala y utilizada en los mercados financieros; es decir, proporcionaban una media genérica y típica estadística de propiedades que representan descripciones compactas de los sistemas complejos. Sin embargo, una gran cantidad de modelos desarrollados para este tipo de aproximación difería al tratar de cuantificarlos a la realidad social y económica a través de formalismos estadísticos. (ver [Roji])

Así, cuando se estudia un mercado reconociendo explícitamente su complejidad, es necesario recurrir a la simulación como herramienta para analizar el sistema. Una forma es con agentes heterogéneos en donde se emplean modelos de simulación basados en los agentes, es decir, se experimenta con diferentes tipos de agentes en un entorno artificial a través de la generación de modelos computacionales. Esta aproximación parte de la economía experimental, ayudándose de herramientas desarrolladas en cómputo.

En general, los modelos basados en agentes aplicados a los mercados financieros consisten de modelos dinámicos generados por computadora, en donde los agentes poseen diferentes estados y normas de conducta interactuando en un proceso iterativo. Se basan en el supuesto de que los sistemas económicos de mercado descentralizados son sistemas complejos en evolución. La finalidad consiste en entender la dinámica

de los mercados financieros cambiando parámetros de la simulación, y ver si se pueden producir las observables principales de éstos como pueden ser colas largas en la distribución del precio. Los modelos basados en agentes, poseen las ventajas de facilidad para modelar el nivel de racionalidad de éstos, así como de poder observar la dinámica histórica del proceso en estudio y de relacionar las interacciones y redes sociales en el espacio físico.

Algunos trabajos recientes sobre modelos que se basan en agentes, aseguran que no es posible hacer una completa adecuación del comportamiento real entre los agentes económicos y los agentes artificiales o experimentales que emplean modelos específicos. Esto sugiere que es necesario generar modelos más efectivos en los que se haga mayor énfasis al proceso de interacción de estrategias, con el propósito de hacer que los agentes evolucionen; es decir, que surja el aprendizaje con el cual mejoren su habilidad para afinar las capacidades de decisión, tal y como ocurre en el mundo real.

Con esto en mente, el objetivo de los mercados financieros experimentales (que consta de seres humanos) o artificiales (basados en agentes), es el de desarrollar modelos con los cuales sea posible describir las interacciones entre los agentes, aunque no se produzcan predicciones cuantitativas precisas. A pesar de ello, lo importante es que las variables empleadas sean clave en dicho proceso dinámico y que, al variar al menos una de las variables, se pueda conjeturar sobre la validez de alguna de las diferentes hipótesis, como lo son la de mercados eficientes, burbujas especulativas, etc.

## 2.3 La Emergencia de los Mercados simples

La teoría sobre los mercados financieros surgió a la par de otras teorías económicas. Fue entonces que a inicios del siglo XX, Louis Bachelier modeló el movimiento browniano,<sup>1</sup> en su tesis doctoral “Théorie de la Spéculation” (La Teoría de la Especulación) en la que realizó un avance sustancial en la comprensión del movimiento del precio de los activos.

En este trabajo, Bachelier sentó las bases las cuales perduran aún en la literatura sobre los mercados financieros, e introdujo el concepto de proceso estocástico.<sup>2</sup> Específicamente Bachelier postula que “en cualquier momento dado, el mercado no cree ni en el incremento ni en la caída de los precios”. Esta teoría no se vió sustancialmente modificada hasta que M. F. Osborne mejoró las aportaciones de Bachelier al

---

<sup>1</sup> Movimiento aleatorio que se observa en algunas partículas microscópicas que se hallan en un medio fluido.

<sup>2</sup> Es un concepto matemático que sirve para caracterizar y estudiar todo tipo de fenómenos aleatorios (estocásticos) que evolucionan, generalmente, con el tiempo.

modelar los mercados como procesos estrictamente brownianos, es decir, al especificar una familia de caminatas aleatorias menos amplia que las de Bachelier. También aparece el trabajo de B. B. Mandelbrot, en el que propone una distribución alternativa a la normal para las diferencias de precios en los mercados.

Posteriormente, en el año de 1965, E. Fama formalizó todas las observaciones anteriores, dando su versión de la HME (Hipótesis de Mercado Eficiente). Fama planteó básicamente que la información no puede ser usada para obtener ganancias en los mercados, lo cual significa que estos se comportan como un “juego justo”. [Mansilla]

Así, la teoría ortodoxa sugiere que no hay forma de ganarle al mercado, ya que el mercado es perfecto, por lo que los costos y beneficios asociados a un valor están todos incorporados en su precio, y sólo la información imprevista puede ocasionar cambios en los precios y beneficios inesperados. Por ello, el único modo de superar el comportamiento del mercado, es obtener la información antes que el resto de los agentes. Lo que aquí realmente sería importante es que las reacciones de los agentes sean lo suficientemente aleatorias para que no sea posible obtener una ganancia que supere al mercado. Con esto, es posible que el mercado se comporte de forma irracional durante un período de tiempo.

Para entender la importancia y relativa utilidad de la HME bastaría con visualizar su estructura lógica, la cual consta de dos partes. En primer término, se tiene un modelo de formación de los precios que es en esencia una hipótesis de cómo las acciones de los agentes del mercado se agregan para definir un precio. En segundo lugar, la HME requiere de un modelo de procesamiento de información, el cual explique cómo los agentes del mercado reaccionan ante distintos tipos de información. [Pardo Guerra]

Ahora bien, en términos de información, que finalmente es transmitida al precio de una acción tras un proceso de distintas ofertas y demandas se desprenden tres niveles.

- ★ *Eficiencia débil*. En este tipo, no se es posible hallar estrategias de inversión que se basen en los precios históricos de las acciones u otros datos financieros, con el propósito de obtener rendimientos que superen el mercado.
- ★ *Eficiencia semifuerte*. Los precios de los activos se ajustan instantáneamente a toda información que se hace pública y no puede lograrse un rendimiento superior al del mercado utilizando tal información.
- ★ *Eficiencia fuerte*. En esta, el precio de los activos refleja toda la infor-

mación, tanto pública como privada, y nadie puede obtener un rendimiento superior al mercado.

Es evidente que cuanto mayor fuerza tenga la HME, más se reducirán las oportunidades de especulación con éxito. La competencia entre los inversores bien informados hace que el precio de los títulos refleje su valor teórico.

Supongamos que se estuviera intentando calcular lo que vale realmente la acción de *Hersheys*. Para ello, se realizaría un análisis fundamental, es decir, estudiar los datos subyacentes que determinan los beneficios futuros de la empresa. Entre estos datos se incluirían factores como el cambio en los gustos del público mexicano y el precio del azúcar. También se compararían los beneficios esperados de la acción de *Hersheys* con la rentabilidad esperada de otros activos financieros, como los bonos. Según una de las teorías sobre la cotización de los activos, el valor al que se llegaría después de un cuidadoso análisis como el que se ha explicado sería el mismo que la cotización al que las acciones de *Hersheys* se están vendiendo en el mercado. ¿Por qué? Porque toda la información pública de la que se dispone y que se incluye en el análisis fundamental ya está contemplada en la cotización de mercado de la acción. Cualquier diferencia entre la cotización de mercado y el valor que resulte del análisis fundamental indicaría una oportunidad de beneficio para los inversores hábiles, que venderían las acciones de *Hersheys* si estuvieran sobrevaloradas y las comprarían si estuvieran por debajo de su cotización razonable; por tanto, la hipótesis de mercado eficiente mantiene este punto de vista.

Esto significa que las cotizaciones de los activos siempre incorporan toda la información pública disponible. Una implicación de esta hipótesis es que, en todo momento, las cotizaciones de mercado son precios razonables: reflejan toda la información disponible en dicho momento. Así que en ningún caso una acción está sobrevalorada o por debajo de su cotización razonable. Esta hipótesis también implica que las cotizaciones de las acciones y de otros activos sólo deberían variar como respuesta a la publicación de nueva información. Como la nueva información es por definición impredecible (pues si fuera predecible, no sería nueva información), las fluctuaciones en las cotizaciones de las acciones sigue un patrón que como ya lo vimos se llama *paseo aleatorio* y que describe las fluctuaciones en el tiempo de una variable impredecible.

Desde su presentación, las tres variantes de la HME han sido estudiadas ampliamente. De hecho, se encuentran entre las teorías económicas más ampliamente documentadas desde el punto de vista empírico, llevándose con ello, una cantidad enorme de métodos estadísticos para corroborar que, en efecto, se cumplen. Con esto, han habido muchos críticos y seguidores entre los que se cuenta a M. Jensen (1978), que dice que la hipótesis de los mercados eficientes es el hecho mejor establecido en

toda la ciencia social.

Sin embargo, como lo manifiesta E. Fama, “la eficiencia de mercado no es demostrable, debe ser probada junto con algún modelo de equilibrio, un modelo de formación de precios.” y que lo único que se puede probar, es si la información se refleja propiamente en los precios en el sentido de que un modelo define el significado correcto de “lo propio”. [Fama]

Entonces con todo esto, el mercado sería eficiente cuando la competencia entre los distintos participantes que intervienen en el mismo, guiados por este principio, conduce a una situación de equilibrio, en la que el precio de mercado de cualquier título constituye una buena estimación de su precio teórico. Dicho de otra forma, los precios de los títulos que se negocian en los mercados financieros eficientes, reflejan toda la información disponible y ajustan total y rápidamente la nueva información, en donde dicha información es gratuita. Si todos los títulos están perfectamente valorados, los inversores obtendrán un rendimiento sobre su inversión que será el apropiado para el nivel de riesgo asumido, sin importar cuáles sean los títulos adquiridos, es decir, en un mercado eficiente todos los títulos estarán perfectamente valorados, por lo que no existirán títulos sobre o subvalorados, con lo que el valor actual neto de la inversión será nulo. Esto implica que si el mercado es eficiente, el tiempo, el dinero y el esfuerzo gastados en el análisis del valor teórico de los títulos serán inútiles.

Ahora bien, si en un mercado eficiente, se produjese una disparidad entre el precio de mercado de un título y su valor teórico, ésta sería aprovechada por los especuladores que actuarían en consecuencia para beneficiarse de dicha “ineficiencia temporal”. Por ejemplo, si el título estuviese subvalorado dichos especuladores lo adquirirían, con objeto de obtener una rápida ganancia de capital, lo que crearía una presión de la demanda sobre dicho título que impulsaría su precio hacia arriba hasta situarlo en su valor teórico. Si por el contrario, el título estuviese sobrevalorado esos mismos especuladores lo venderían con lo que el precio del mismo descendería, debido a la presión de la oferta, hasta situarse en su valor teórico. Con ello, sólo los especuladores más astutos sacarían un beneficio de las ineficiencias temporales, el resto de los participantes creará realmente encontrarse en un mercado eficiente.

De igual forma, si el mercado es eficiente, las múltiples estimaciones del valor de un activo financiero deberán oscilar en sentido aleatorio alrededor de su verdadero valor teórico. Por lo tanto, todos los inversores tienen las mismas probabilidades de ganar o perder (la mayor rentabilidad que algunos inversores puedan obtener sobre el resto, será producto del azar). Este tipo de mercado debe ser forzosamente competitivo, puesto que es la única manera de que toda la información que afecte al valor teórico de los títulos, se refleje inmediatamente en sus precios.

Con ello, en definitiva alguien podría pensar que, si fuese capaz de predecir cuándo va a producirse una nueva información y cómo afectaría a los precios de los títulos, entonces estaría en ventaja con respecto a los demás competidores; sin embargo, la nueva información no se puede predecir antes de que se produzca, porque si así fuese la predicción, formaría parte de la información actual. Por lo tanto, las alteraciones en los precios reflejarán precisamente lo impredecible, ello hace, que la serie de cambios en los precios sea de tipo aleatorio, más concretamente se dice que siguen un recorrido aleatorio<sup>3</sup>

La razón de que los cambios en los precios sean aleatorios, se debe a que los participantes en el mercado financiero son racionales<sup>4</sup> y se mueven en un ambiente de competencia. Así que si los precios se determinan racionalmente, sólo la nueva información producirá alteraciones en los mismos y el recorrido aleatorio será el resultado natural de los precios que reflejen siempre todo el conocimiento disponible actualmente por el mercado financiero en su totalidad.

La hipótesis de los mercados eficientes es útil para comprender cómo funcionan los mercados financieros. Sin embargo, la mayoría de los especialistas de mercados bursátiles y un buen número de economistas consideran que simplifica en exceso la realidad. En su opinión los inversores no actúan de forma tan racional. Muchos de los inversores o profesionales del sector, tienen sus dudas con respecto a la hipótesis de los mercados eficientes. En su opinión los mercados se comportan a menudo de manera irracional y, por tanto, es posible que el inversor “inteligente” utilice la técnica del *market timing*, es decir, aprovechar las “ineficiencias” del mercado y comprar acciones cuando coticen por debajo de su precio razonable y vender acciones cuando coticen por encima.

De este modo, para este trabajo la ineficiencia como hecho empírico, ayudará a inferir sobre las estrategias de los agentes y estilos que emplean grupos de estos para hallar las diferencias entre ganadores y perdedores. Recordando que en el mercado experimental de estudio, no se tiene acceso al nivel de información con el cual con-

---

<sup>3</sup> En realidad, los precios de los activos se comportan como una submartingala, lo que significa que las variaciones en los mismos suelen ser positivas debido a una compensación del valor temporal del dinero y el riesgo sistemático. Además, los rendimientos esperados pueden cambiar a lo largo del tiempo conforme lo hagan los factores de riesgo. Un “recorrido aleatorio” es más restrictivo en el sentido de que los rendimientos de los títulos deben ser independientes y estar idénticamente distribuidos. En este contexto, el uso de “recorrido aleatorio” se refiere a que las variaciones en los precios de los activos son impredecibles.[Aragones y Mascareñas]

<sup>4</sup> No se debe confundir aleatoriedad en las variaciones de los precios con irracionalidad en el valor de los precios, precisamente la primera surge de la racionalidad de los participantes en el mercado financiero.

taba cada uno de los agentes, además de la estrategia propia que cada uno de ellos empleaba.

## 2.4 Estrategias “inteligentes” de los grupos de agentes

Un camino alternativo a las causas detrás de la evolución de los precios, así como de la información usada por los agentes para “ganarle al mercado” es la de descubrir cómo se generan las ganancias y cómo reaccionan los agentes en conjunto a partir de este tipo de eventos, con lo cual se puedan definir *estrategias* de operación.

Con esto, tendremos en cuenta que aquellos grupos de agentes que obtengan mayores ganancias, será porque emplean una estrategia óptima que así se los permita o en su caso, sus ganancias habrán sido producto de no más que *suerte*. Con ello, la estrategia quedará caracterizada como la compra-venta realizada en un periodo de tiempo para un determinado agente. Análogo a ello, la estrategia puede tener entre sus elementos aquellas “operaciones” en las que el agente no interactuó, es decir, que estuvo como “observador” ante el intercambio de los activos entre otros dos agentes externos a él. Con este conjunto de operaciones, se puede pensar que en algún momento de dicho período, el agente habrá obtenido una riqueza (ganancia o pérdida)  $\omega_i^*(t)$ .

Consideremos entonces un conjunto de agentes  $N$ , en donde cada uno de los agentes que lo integra tiene una riqueza  $\omega_i^*(t)$  al tiempo  $t$ ; esto es, con el propósito de tener agentes representativos, que de alguna manera representan no más que promedios sobre grupos de agente que comparten una estrategia en común.

Así, tomando un grupo  $j$  formado a partir de los  $N$  agentes en un mercado, su riqueza estará caracterizada por dos parámetros. La primera de ellas representa la riqueza promedio del grupo de agentes dada por

$$W_j^*(t) = \frac{1}{N_j} \sum_{\omega_i \in j} \omega_i^*(t) \quad (2.1)$$

donde  $N_j$  es el número de agentes del grupo  $j$ , y la suma es sobre los agentes del mismo grupo. La segunda función, está descrita por la varianza de las riquezas del grupo de agentes. Si ésta es grande, entonces las riquezas son bastante variadas; de lo contrario, sus riquezas son parecidas. De este modo, la varianza de la riqueza está determinada por

$$\sigma_j^{*2}(t) = \frac{1}{N_j(N_j - 1)} \sum_{\omega_i \in j} (\omega_i^*(t) - W_j^*(t))^2 \quad (2.2)$$

De las ecuaciones (2.1) y (2.2), se pueden realizar las siguientes observaciones. La primera es que los agentes que pertenecen a un grupo determinado no pueden ser



parte de otro, de lo contrario, no tendría caso definir estas funciones representativas de grupo. De este modo, la división de agentes en grupos es una forma de particionar a los participantes en el mercado. Así, la división de grupos de agentes estará sujeta en este caso a la riqueza de los agentes y para que haya consistencia, los grupos de agentes restringidos a esta característica no deberán cambiar sus agentes conforme pase el tiempo con el propósito de identificar la estrategia en común del grupo.

De igual forma, es necesario emplear un marco de referencia con el cual se pueda comparar el comportamiento de los agentes independientemente del mercado experimental, pues en ocasiones resulta difícil trabajar con las  $W_j^*(t)$  ya que representan cantidades brutas. Con ello, el marco de referencia utilizado es el de *Buy & Hold* (comprar y retener, B&H) en el cual se comparan las ganancias brutas del agente que obtuvo durante un período de tiempo, a través del intercambio de acciones, contra las ganancias que obtuvo sin necesidad de operar. Permitiendo así trabajar en un ambiente donde contrastan las ganancias obtenidas por operaciones propias de los agentes (*trading gains*) y las ganancias obtenidas de acuerdo a los movimientos del mercado (*market gains*). Con ello, se parte de la idea de que la riqueza de los agentes está determinada por dos componentes, tanto por el número de acciones que posea al tiempo  $t$ , así como del precio de las mismas, lo cual implica que en ocasiones es mejor no intercambiar acciones y dejar que el mercado siga a favor, en vez de realizar operaciones que puedan marcar pérdidas significantes.

De este modo, si un agente comienza en el tiempo  $t$  con  $n_i(t)$  acciones con un precio  $p(t)$ , entonces las ganancias relativas al B&H,  $e_{ij}(t, t')$ , sobre el período  $[t, t']$ , están dadas por

$$e_{ij}(t, t') = \Delta_T - \Delta_{\text{B\&H}}, \quad (2.3)$$

donde

$$\Delta_T = [p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)],$$

y

$$\Delta_{\text{B\&H}} = n_i(t)[p(t') - p(t)].$$

La ecuación (2.3) determina las ganancias entre  $t$  y  $t'$ . El primero de sus términos,  $\Delta_T$  tiene dos componentes: el primero definido por  $p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)$  representa las ganancias (o pérdidas) de operar acciones, mientras que el segundo término,  $p(t)[n_i(t') - n_i(t)]$  representa la cantidad que equivale al monto pagado por las acciones intercambiadas. Del mismo modo, este segundo término (B&H) determina las ganancias que se obtienen en un mercado sin intercambio de acciones por el puro efecto de cambios en el precio: si este sube ( $p(t') - p(t) > 0$ ), entonces se reportarán ganancias; de lo contrario, ( $p(t') - p(t) < 0$ ), se tendrán pérdidas. La diferencia de ambos términos representa la ganancia neta de haber operado en comparación de no



haber hecho nada.

Desarrollando en término para  $\Delta_T$ , se obtiene

$$\begin{aligned}\Delta_T &= [p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)] \\ &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t) - p(t)n_i(t') + p(t)n_i(t) \\ &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t').\end{aligned}\tag{2.4}$$

Sustituyendo (2.4) en (2.3) y el término asociado a  $\Delta_{B\&H}$ ,  $e_{ij}(t, t')$  toma la forma

$$\begin{aligned}e_{ij}(t, t') &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t') - p(t')n_i(t) + p(t)n_i(t) \\ &= p(t')[n_i(t') - n_i(t)] + p(t)[n_i(t) - n_i(t')] \\ &= p(t')[n_i(t') - n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)] \\ &= [p(t') - p(t)][n_i(t') - n_i(t)],\end{aligned}\tag{2.5}$$

definiendo

$$\Delta p(t, t') = [p(t') - p(t)]$$

y

$$\Delta n_i(t, t') = [n_i(t') - n_i(t)],$$

la expresión final para  $e_{ij}(t, t')$  es

$$e_{ij}(t, t') = \Delta p(t, t')\Delta n_i(t, t').\tag{2.6}$$

donde  $\Delta n_i(t, t')$  es el cambio en el portafolio debido a la transacción y  $\Delta p(t, t')$  es el cambio en el precio de la emisora entre el momento de la transacción y  $t$ .

Resulta entonces conveniente ver a  $e_{ij}(t, t')$  como una medida del éxito de la estrategia usada por el agente  $i$  perteneciente al grupo  $j$  durante el intervalo de tiempo  $(t, t')$ , con lo cual es posible estudiar la ineficiencia del sistema.

Existen otras medidas relativas al éxito de un grupo de agentes, parecidas a (2.6) y (2.3). La primera se define como la ganancia en exceso de una agente  $i$  en el período  $(t, t')$ , que está dada por

$$E_{ij}(t, t') = \sum_{k=t'+1}^{k=t} e_{ij}(k, k-1),\tag{2.7}$$

la cual corresponde a la suma de las ganancias netas de todos los intervalos de tiempo que van de  $t$  a  $t'$ . La segunda medida, se trata sobre las ganancias excesivas que caracterizan a un grupo de agentes particular  $j$ , que se define como

$$E_j(t, t') = \frac{1}{N_j} \sum_i E_{ij}(t, t').\tag{2.8}$$

Nuevamente, se puede calcular la varianza de las ganancias excesivas en función del tiempo como

$$\sigma_j^2(t) = \frac{1}{N_j(N_j - 1)} \sum_i (E_{ij}(t) - E_j(t))^2. \quad (2.9)$$

### 2.4.1 Medida de la Ineficiencia de Mercados

Una vez teniendo los grupos definidos y teniendo en cuenta la evolución de los agentes representativos, se puede proseguir a la descripción de la ineficiencia. Para ello se emplea una prueba *t*-Student la cual permite decidir si dos variables aleatorias normales y con distinta varianza tienen medidas diferentes y que se utiliza como una razón entre ruido y señal. De este modo, si se tienen dos grupos distintos de agentes, *i* y *j*, la ineficiencia entre ellos se define como

$$I_{ij}(t, t') = \frac{(E_i(t, t') - E_j(t, t'))}{\left(\frac{\sigma_i^2(t, t')}{N_i} + \frac{\sigma_j^2(t, t')}{N_j}\right)^{\frac{1}{2}}}, \quad (2.10)$$

donde  $E_i(t, t')$  y  $E_j(t, t')$  representan las ganancias excesivas del grupo *i* y *j* en el período  $(t, t')$ , respectivamente.

Debido que en el mercado existe un número finito de grupos de agentes, se puede pensar que para decidir si el mercado es ineficiente o no, basta con dar el valor de la ineficiencia entre todos los pares de grupos. Sin embargo, una manera más funcional que permite determinar si el mercado es globalmente ineficiente o no. Para esto se construye una matriz del sistema, la cuál está formada por todos los grupos de agentes posibles. Así, la *Matriz de Ineficiencia* para un mercado *m* con *K* grupos de agentes tiene la forma

$$\mathbf{I}^m = \begin{pmatrix} 0 & I_{1,2}(t, t') & \cdots & I_{1,K}(t, t') \\ -I_{1,2}(t, t') & \ddots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & \ddots & I_{K-1,K}(t, t') \\ -I_{1,K}(t, t') & \cdots & -I_{K-1,K}(t, t') & 0 \end{pmatrix} \quad (2.11)$$

Resulta claro que la ecuación (2.10) es antisimétrica, entonces la matriz descrita en la ecuación (2.11) compartirá esta propiedad. Con esto, produce que el cuadrado de la matriz genere una matriz simétrica, cuya traza estará caracterizada por los cuadrados de cada una de las  $I_{ij}(t, t')$ 's de la matriz original.

Como cada elemento de la matriz  $\mathbf{I}^m$  es de carácter se puede definir una cota que delimita lo eficiente de lo ineficiente. Para ello, solo basta normalizar la traza del

cuadrado de la matriz de ineficiencia, estableciendo así la *ineficiencia del mercado* en el período  $(t, t')$  como

$$\mathcal{I}^m(t, t') = \frac{1}{K'} \left( \frac{1}{2} \text{Tr} (-(\mathbf{I}^m)^2) \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.12)$$

donde  $K' = K(K - 1)/2$ , que es el factor de normalización.

Una vez definidas estas variables, pasaremos al análisis del mercado experimental en estudio, en donde se obtendrá la gráfica de ineficiencia la cuál nos servirá como indicador para determinar que tan ganador ó perdedor son un grupo de agentes dados. Paralelo a ello, se analizará por medio de la minería de datos la “información” que reside de manera implícita dentro de las operaciones que realizarán los grupos de agentes durante periodos de tiempo determinados.

## 2.5 Caracterización Fenotípica

En el capítulo siguiente se hablará sobre el mercado experimental de estudio, pero es necesario hacer referencia a agentes en donde podemos imaginar que tienen “genotipo” y “fenotipo”, el genotipo en este sentido, corresponde a la estrategia comercial del agente que queda caracterizado por la correspondencia entre el conjunto de información del agente y el conjunto real de compras y ventas. Queda claro que en el mundo real este genotipo está oculto, por lo que en lugar de tratar de inferir en el genotipo se plantea tratar de ver como el fenotipo<sup>5</sup> de la estrategia se manifiesta en el mercado. Por fenotipo nos referimos a un conjunto de características o variables fenotípicas que son observables. Si pensamos en las transacciones y cotizaciones en las que un agente participa, tiene a su disposición el tipo de orden o transacción que realizará así como el tamaño de la orden o transacción. De esta forma, tienen grados de libertad para el precio, volumen, tiempo etc.

Con esto se pueden construir una gran cantidad de características de tal forma que una vez obtenidas las variables fenotípicas vamos a determinar con precisión cuanta predictibilidad está presente, las cuales se centran en las preguntas de ¿Quién? ¿Qué? ¿Dónde? y tales como: ¿Qué estilo está usando el agente para obtener mayores ganancias?. En general, se pueden vislumbrar los perfiles a los que son miembros de una clase determinada.

De esta manera, podemos inferir sobre las variables ya que por medio de estas funciones matemáticas lo que se hace es dejar que los datos “hablen por sí mismos” en

---

<sup>5</sup> Mas adelante se listarán las variables fenotípicas obtenidas

este contexto, no necesariamente se postula un modelo, sino que mas bien se acumula una estimación probabilística de la relación entre las variables a partir de los datos.

De esta forma, para el caso de la predicción de la clase o de perfiles de miembros, se utilizarán dos funciones útiles que pueden utilizarse para determinar la importancia de una característica o rasgo son  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  que se describen por los siguientes modelos matemáticos:

$$\varepsilon(C|X_i) = \frac{N_{X_i}(P(C|X_i) - P(C))}{(N_{X_i}P(C)(1 - P(C)))^{1/2}} \quad (2.13)$$

y

$$\varepsilon' = \frac{(\langle x_i \rangle_C - \langle x_i \rangle_{\bar{C}})}{\left(\frac{\sigma_{i_C}^2}{n_C} + \frac{\sigma_{i_{\bar{C}}}^2}{n_{\bar{C}}}\right)^{1/2}} \quad (2.14)$$

en donde para la función  $\varepsilon$  existe un conjunto de datos dado  $\mathcal{R}$ , que depende en  $P(C|X_i)$ , la probabilidad de que una observación asociada con la variable característica  $X_i$  en este caso las variables fenotipicas, esté en la Clase  $C$ . Los datos asociados con los registros descritos por  $X_i$  son un subconjunto,  $\mathcal{R}_{X_i}$ , de  $\mathcal{R}$ , que consiste de  $N_{X_i}$  observaciones. Esto también depende en  $P(C)$ , que es la probabilidad correspondiente para una muestra tomada al azar de tamaño  $N_{X_i}$  tomada de toda  $\mathcal{R}$ .

Es decir, una forma de entender más facilmente, es que sea  $X_i$  la variable número de contrapartes (parte contraria en una operación de compra-venta) y la Clase  $C$  el *Sharpe Ratio* (medida del exceso de rendimiento por unidad de riesgo de una inversión) y supongamos además que se trata de obtener  $\varepsilon$  para los agentes del grupo “más ganador” formado por 14 agentes, de entre los cuales, sólo 7 de ellos están rankeados dentro de los primeras posiciones de la variable en cuestión (en este caso, el Top 14<sup>6</sup> mejor rankeado en número de contrapartes). Así,  $N_{X_i}$  es 14,  $P(C|X_i)$  es 7/14 y  $P(C)$  es 14/163 (puesto que la probabilidad de encontrar este grupo de agentes particular para esta Clase y esta variable es de 14 entre los 163 agentes que forman el mercado), de tal modo que al aplicar la ecuación (2.13), el resultado es  $\varepsilon = 5.52$ , esto nos muestra que la variable número de contrapartes para este grupo en particular es altamente predictiva y dá señal sobre el comportamiento del grupo. De esta forma, si aplicamos la función a cada una de las variables y por supuesto en cada uno de los 2 periodos en que se divide el mercado experimental va a mostrar un estilo de operar en su conjunto de cada uno de los grupos, tomando en cuenta que serán únicamente los del top14 mejor rankeados para cada una de las variables analizadas.

---

<sup>6</sup> El Top 14 es debido a que se desea encontrar las primeras 14 posiciones mejor rankeadas ya que se tiene un grupo de 14 agentes.

Así,  $\varepsilon$  va a medir la confiabilidad estadística de los resultados de una serie de observaciones, siendo diferentes a aquellas que podrían ser obtenidas de una distribución al azar. Es decir, los agentes no están distribuidos al azar, sino que están ranqueados mediante un punto de referencia el cual es *Sharpe Ratio*. Con ello, mientras mas alto sea el valor de  $\varepsilon$ , mayor es el grado de confianza que uno puede rechazar la hipótesis nula de que  $X$  no es predictivo de la clase de miembros. De esta forma, los valores de  $\varepsilon \geq 2$  indican que el valor correspondiente de la característica, ó la combinación de características, son predecibles como miembros de la clase.

Para  $\varepsilon'$ ,  $\langle x_i \rangle_C$  es el promedio de la variable  $x_i$  de la Clase  $C$  y  $\langle x_i \rangle_{\bar{C}}$  es el promedio del complemento de la Clase  $C$ , o cualquier otra Clase  $C'$ .  $\sigma_{i_C}^2$  y  $\sigma_{i_{\bar{C}}}^2$  son las correspondientes varianzas,  $n_C$  y  $n_{\bar{C}}$  son el número de observaciones en  $C$  y su complemento, u otra Clase. Naturalmente, para darle sentido a la diferencia de los promedios, es necesario que la variable  $x_i$  sea métrica, es decir, que tenga una noción de qué es “grande” o “pequeño”. Con variables métricas, se puede pensar que una variable es discriminante.

Básicamente lo que hace la función  $\varepsilon'$ , es el de determinar qué variables métricas son predecibles para los miembros de la clase. Si  $(\langle x_i \rangle_C - \langle x_i \rangle_{\bar{C}})$  es significativamente diferente de cero y positivo, entonces varios valores de  $x_i$  son predecibles como miembros de la Clase, pero si es significativamente negativo, entonces pocos valores son predecibles.

De igual forma, en el primero de ellos se identificará como  $\varepsilon(C|X_i)$ , se aplicará sobre los rankings de las variables  $X_i$  que cada uno de los agentes obtenga según el clasificador *Sharpe Ratio*, (Clase)  $C$ . El segundo de ellos, se aplicará sobre los valores de cada una de las variables.

Estos modelos van a sustentar el hecho de cual es el estilo de operar que en promedio emplean por grupos, así como inferir cuales fueron las variables caracterizables predecibles que llevaron al primer grupo a ser el más ganador y al último como el más perdedor. Con  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , se puede determinar cuáles son las variables importantes para perfilar y predecir, es decir, aquellas variables con valores estadísticamente significativos de  $\varepsilon'$  y aquellas variables con valores estadísticamente significativos de  $\varepsilon$ .

En este contexto, con la comprensión de la dinámica del mercado y las herramientas anteriormente definidas, se puede entonces a comenzar a caracterizar fenotípicamente las estrategias que diferencian a los grupos entre los mas ganadores y los más perdedores. Con esto, básicamente la primera mitad servirá como un conjunto de identificación de las variables fenotípicas, las cuales caracterizan a los estilos de los grupos de agentes, de tal forma que una vez perfilados, los datos de la segunda mitad

servirán para observar si los grupos de agentes conservan la misma estrategia, o en su caso cambian debido a las condiciones del mercado mismo, o bien, por cuestiones de adaptación o aprendizaje.

Así, una vez ya obtenidas las variables asociadas a los grupos de agentes, para identificar estilos en común bajo el clasificador de *Sharpe Ratio* y de igual forma, caracterizadas las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  en donde se han identificado fenotípicamente las variables de los estilos de operar en los grupos de agentes, se finaliza con un análisis formal de estos resultados, en la cual se pueden incorporar nuevas “creencias” dados datos o resultados anteriores. Se trata entonces del análisis *Bayesiano* el cual es un tipo de inferencia estadística en la que las evidencias u observaciones se emplean para actualizar o inferir la probabilidad de que una hipótesis sea cierta.

De este modo, cuando se aplique el análisis *Bayesiano*, servirá para observar cómo la nueva información dada a partir de los resultados que arrojen cada uno de los agentes, en cada uno de los periodos, afectan su estilo de operar, en otras palabras, lo que se observará serán las propiedades que se deben “satisfacer” para considerar a un grupo o agente como ganador. De esta forma, complementará lo que las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  describen. Su desarrollo se muestra en el Apéndice A.

$$score = S(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^N \ln \left[ \frac{P(X_i|C)}{P(X_i|\bar{C})} \right]. \quad (2.15)$$

Esto va a confirmar que cada uno de los grupos de agentes tiene un estilo en común; es decir, si en la primera mitad, el grupo considerado como el “más ganador” donde en la mayoría de las variables ha obtenido los mejores resultados y por lo tanto, altos los valores en *Score* se supondrá que en la segunda mitad, continuará teniendo ganancias similares. Sin embargo, si el valor del *score* disminuye para los resultados de la segunda mitad, se habrá de inferir que el estilo y en su caso, la estrategia empleada en la segunda mitad ya no es la misma que la empleada en la primera mitad, y se dará paso a investigar el por qué se han dado tales cambios.

## Capítulo 3

---

---

### Mercado Experimental

---

La microestructura de mercado analiza, entre otros aspectos, el impacto que la estructura de mercado o conjunto de reglas que gobiernan el funcionamiento de éste, tiene sobre el comportamiento de los inversores y los costes que estos inversores sufren a la hora de realizar transacciones.

Los estudios teóricos han permitido responder en gran medida a estas cuestiones. Sin embargo, el análisis teórico no puede captar en su plenitud la complejidad de los mercados reales, que están poblados por un gran número de agentes heterogéneos, que interactúan entre ellos repetidamente y que aprenden y evolucionan con el paso del tiempo. El origen de estas heterogeneidades pueden ser muy diversas, tales como, los agentes pueden diferir en cuanto a su grado de racionalidad, aversión al riesgo, preferencias, dotación económica o informativa. En tales condiciones, los modelos se vuelven intratables y ni siquiera la existencia de equilibrio puede garantizarse. Por otra parte, los trabajos empíricos explotan el vasto caudal de información generado diariamente en los mercados reales. El alcance de sus resultados, sin embargo, está limitado por la imposibilidad por parte del investigador de controlar las condiciones en que dichos resultados se han obtenido.

Es por eso, como lo menciona [Chan], una alternativa a este enfoque teórico es una forma experimental, en el que los individuos se colocan en una configuración controlada del mercado. Con ello, variando la estructura del mercado se puede aprender mucho sobre el comportamiento real de los agentes económicos en un ambiente competitivo simple y como los mercados realizan su función de modo eficiente.

Así, los mercados experimentales han contribuido a resolver estas deficiencias,

permitiendo, por una parte, mayor realismo que los modelos teóricos, puesto que en los experimentos se emplean agentes humanos y, por otra parte, un alto grado de control sobre las condiciones del experimento inexistente en los estudios empíricos.

Sin embargo, aunque la estructura del mercado y el medio económico son controlados por el experimentador, los comportamientos y la habilidad de procesamiento de información de los agentes no pueden ser controlados con lo cual sufren limitaciones importantes como el impacto de la aversión al riesgo, la motivación, las expectativas, ni el comportamiento de aprendizaje general de los agentes son controlables.[Chan].

### 3.1 Descripción del Mercado Experimental de Estudio

En este trabajo en particular, basados de la idea de las Bolsas Políticas se emplea un mercado experimental que sigue las líneas propuestas por [Benink], [Pardo Guerra] y [Stephens, Gordillo y Hauser] sobre medidas de ineficiencia y el uso de la minería de datos para inquirir sobre las estrategias de grupos de agentes. A su vez, el mercado experimental se realizó entre mediados de Agosto y mediados de Septiembre de 2004, para las elecciones parlamentarias del estado alemán de Brandenburgo, en el que participaron 163 agentes con la libertad de operar en 6 emisoras, las cuales corresponden a los partidos políticos que contendieron.<sup>1</sup> Hay dinero real invertido, por lo que un punto importante sobre la moneda con la cual se ha de considerar el precio de las acciones, así como las ganancias ó pérdidas que registren los agentes es que no está definida alguna en particular. Aunque si bien, el mercado experimental fué realizado en Alemania, por ende debería ser el euro, sin embargo, basta decir que la moneda del mercado está dada en *unidades monetarias (UM)* con el propósito de que el lector ajuste su propia moneda para tener una mejor comprensión del análisis. Asimismo se compararán datos con el mercado sin dinero (dinero virtual) en donde el único activo que corre riesgo son las acciones que pagan dividendos, ésto, para observar si mejora la exactitud de la predicción.

Similar a los mercados de valores, el mercado experimental se divide en mercado primario y secundario. Como sabemos, en los mercados de capitales, las acciones son primeramente ofertadas cuando una empresa desea incrementar su capital. Una vez que se publican, son adquiridas por los inversores y son operadas en el mercado secundario. En el mercado experimental empleado, no se puede seguir este concepto, ya que el número de contratos necesarios para garantizar liquidez aumenta continuamente al mismo tiempo que mas agentes se incorporan al mercado. Para regular el

---

<sup>1</sup> Estos partidos políticos fueron CDU (Christlich Demokratische Union Deutschlands), FDP (Freie Demokratische Partei), PDS (Partei des Demokratischen Sozialismus), SPD (Sozialdemokratische Partei Deutschlands).



número de contratos necesitados en el mercado, es necesario hacer uso de el hecho de que la suma de los valores intrínsecos de todos los contratos deberá ser de 100 en todo momento, ya que representan, por definición, el 100 por ciento de la votación total. Por lo tanto, los agentes pueden comprar y vender carteras base (lotes o una parte de cada contrato) por un precio de 100 en todo momento.

Esta característica asegura la liquidez en el mercado secundario, y permite a los agentes sacar provecho de las oportunidades de arbitraje. Por lo tanto, en cualquier transacción en el mercado primario no afecta a la exposición del agente, por lo que la liquidación del portafolio de un precio base será 100. Dicho esto, podemos omitir las transacciones del mercado primario y limitar el análisis a las transacciones del mercado secundario.

Este mercado secundario está diseñado como un mercado de doble subasta continua, el cuál permite a los participantes negociar contratos a precios determinados por la oferta y la demanda. Las ventas en corto no son permitidas, es decir, el agente puede vender una acción, solamente si es poseedor de esta. El libro de órdenes de mercado, está parcialmente abierto, en donde los agentes tienen acceso a las tres mejores posturas de compra y de venta para cada emisora. Con este diseño, los agentes conocen la oferta que se extiende entre los precios de compra y venta, así como el número de contratos ofertados en los precios. Las órdenes parcialmente ejecutadas son permitidas, así como las múltiples órdenes, los plazos y cancelaciones.

### 3.2 Análisis de Resultados en el Mercado Experimental: Minería de Datos

Como vimos en la sección anterior, se mostró a grandes rasgos la operatividad de los agentes en el mercado. De este modo, es necesario descubrir la información relevante sobre el mercado que conduzca a definir los estilos propios con que han operado los agentes y en general los grupos de agentes, con los cuales se puedan formar estrategias que permitan obtener mayores ganancias y menores pérdidas, y se pueda construir una estrategia ganadora. Aunque se cuenta con la base de datos de todas las transacciones realizadas en el mercado experimental, no se tiene al alcance información alguna que muestre explícitamente la estrategia con que cada uno de los agentes ha operado, con lo cual, para obtener esta información es vital el uso de alguna herramienta que nos permita identificar *fenotípicamente* las estrategias entre agentes y grupos de ellos.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Esta información a la cual no se tiene alcance es precisamente la información “oculta” que se encuentra dentro de la base de datos del mercado experimental y es de suma importancia para definir los modos de operación de los agentes. En este contexto, *fenotípicamente* se refiere a identificar todas aquellas variables que caracterizan la particular forma de operar de los agentes y/o grupos

Para resolver esto, se hace uso de una técnica llamada Minería de Datos, la cual permite manejar grandes bases de datos y en particular, hallar e interpretar la información “oculta”. Asimismo, es posible encontrar relaciones de los datos permitiendo la creación de modelos; es decir, representaciones abstractas de la realidad.

Kovalerchuk y Vityaev [Kovalerchuk y Vityaev] citan a Friedman, quien ha colectado varias de las definiciones acerca de la Minería de Datos:

- ★ *La Minería de datos* es el proceso no trivial de identificar y validar patrones comprensibles en los datos que son potencialmente útiles.
- ★ *La Minería de datos* es el proceso de extracción previamente desconocida, comprensión y utilización de información de grandes bases de datos con el propósito de hacerle uso crucial en decisiones de negocios.
- ★ *La Minería de datos* es el conjunto de métodos usados en el proceso de descubrimiento del conocimiento para distinguir relaciones y patrones previamente desconocidas dentro de los datos.
- ★ *La Minería de datos* es un proceso de decisión de soporte que se busca en grandes bases para obtener información desconocida y patrones inesperados.

Con esto, para inferir en que los agentes del mercado tienen estilos particulares de operación y de que algunos pueden ser considerados como inteligentes, es decir, que generen grandes ganancias, hay que manejar la minería de datos en dos periodos de tiempo para la modelación; esto es, el primero para crear el modelo y el segundo para probarlo de tal forma que los resultados mostrarán que no sólo se tienen estilos que caracterizan a los agentes ganadores, sino que además pueden variar en el tiempo de acuerdo a las condiciones de mercado. De esta forma, si se manejara el estudio en el periodo total en que se realizaron las transacciones del mercado, los resultados podrían llegar a considerarse “limitados” puesto que no arrojarían “a gran detalle” los estilos de los agentes.

Así mismo, la actividad de este mercado experimental fué de un mes, en donde se dividió en dos periodos de tiempo, llamados la primera mitad y segunda mitad, en donde el propósito es el de caracterizar a los agentes y en general a aquellos grupos de agentes en la primera mitad que posean un estilo de estrategia ganadora y ver si en efecto, este estilo los conduce a mantenerse como ganadores en la segunda mitad. La selección de los periodos se ha tomado de forma arbitraria en donde la primera mitad

---

de agentes.

transcurre entre el 15 de Agosto y el 3 de Septiembre de 2004, mientras que para la segunda mitad corresponde al periodo del 4 de Septiembre al 19 de Septiembre de 2004.

Como ya lo vimos, aplicaremos la minería de datos a todos los agentes del mercado, en cada uno de los periodos definidos. Con esto, las variables mas significativas consideradas para este análisis se enumeran a continuación.

1. Número de transacciones.
2. Número de compras.
3. Porcentaje de compras del total de transacciones.
4. Número de ventas.
5. Porcentaje de ventas del total de transacciones.
6. Número de cambios de signo, definidos como los cambios que hay de compra a venta y viceversa.
7.  $D$ , definida como la tasa de cambios de signo respecto del total de transacciones realizadas.
8. Número de contrapartes totales.
9. Volumen total operado durante el período.
10. Volatilidad del volumen operado.
11. Volumen promedio por transacción.
12. Ganancia total relativa obtenida.
13. Volatilidad de la ganancia.
14. Ganancia promedio por operación.
15. *Sharpe Ratio*.
16. Porcentaje de buenas decisiones sobre las transacciones realizadas en compras y en ventas.
17. Transacciones totales con ganancia, con pérdidas y nulas.

En cada una de las variables descritas, se considerará el ranking, el cuál describirá el lugar que ocupa cada uno de los agentes dentro del mercado, según sea la variable en cuestión.

A su vez, se analizarán variables sobre el comportamiento de los agentes ante los precios en cada una de las emisoras, éstas, podrán ser medidas a partir de dos funciones básicas:  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$ . Ambas toman dos formas:

1.  $\Delta P_1(t)$  esto es la diferencia de precio entre la última transacción realizada por un agente y la siguiente transacción que hubo en el mercado, siendo este mismo agente el que haya participado o no. A esta función se le asocia  $\Delta T_1(t)$  que es la diferencia de tiempo entre ambas transacciones antes mencionadas.
2.  $\Delta P_2(t)$  significa la diferencia de precio entre las transacciones que ha realizado cada uno de los agentes. A esta función se le asocia  $\Delta T_2(t)$  que es también la diferencia de tiempo entre las transacciones.

Sobre estas funciones se tomarán promedios y volatilidades para cada agente, en las emisoras en cuestión.

Al momento de hablar sobre grupos de agentes, se hace referencia a agentes que en común poseen un estilo de estrategia que los perfila como ganadores o perdedores según sea el caso. En este contexto, resulta conveniente tratar a grupos de agentes para comprobar que en efecto todos aquellos agentes ganadores poseen un estilo generalizado, así como todos aquellos agentes perdedores poseen también un estilo en común. Esto permite caracterizar a las variables fenotípicas que definen a cada tipo de grupo existente, de tal modo que una vez que por grupo se haya definido globalmente una estrategia en común para sus agentes, será más fácil ahora analizar por separado cada uno de los agentes que componen los grupos.

Sin embargo, esta forma de separar por grupos de agentes el mercado debe tener un sentido lógico; es decir, para definir los estilos de estrategia, qué deben cumplir los grupos de agentes en cada uno de los periodos y aún más importante, qué define o clasifica a los agentes por grupos. La respuesta para ambas cuestiones es simple. En el primer caso, los grupos que se definan en la primera mitad deben cumplir que para la segunda mitad permanezcan los mismos agentes que forman cada uno de los grupos; de este modo, se puede hablar de estilos que por grupo cambian en el tiempo según las condiciones del mercado y por cuestiones de *adaptación* o *aprendizaje* que los agentes van adquiriendo a través del tiempo. La segunda cuestión va a depender del propósito que se requiera satisfacer. Bien se pueden emplear distintos clasificadores que divida los grupos de agentes, ya sea por el número de transacciones que ejecutan ya sea compras o ventas, o quizá de acuerdo a que tan volátil sea el volumen

operado. Para este trabajo se empleará el *Sharpe Ratio*

$$S(X) = \frac{R(X) - R_f}{\sigma(X)}$$

donde  $R(X)$  es el rendimiento promedio sobre una inversión  $X$ ,  $R_f$  es la tasa interés libre de riesgo y  $\sigma(X)$  es la volatilidad del rendimiento. En este contexto, el Sharpe ratio es utilizado para mostrar hasta qué punto las ganancias de una inversión, compensa al inversionista ó agente por asumir riesgo en su inversión.

Sin embargo, cuando nos referimos a ganancia, ésta depende desde que perspectiva se vea: la primera de ellas es que la ganancia se debe a cambios del precio a favor producidos por el mercado, la segunda al cambio relativo del portafolio inicial mientras que para la tercera se debe a aquellas obtenidas por transacciones. De esta forma, para el trabajo en estudio se restringirá a aquellas ganancias obtenidas por las transacciones y los siguientes movimientos del precio de la emisora; esto es, a la diferencia de precio entre la transacción realizada por el agente y la siguiente ejecutada en el mercado (para la misma emisora), multiplicada por el cambio en el portafolio del agente, tal y como lo muestra la ecuación (2.6).

En cambio, *Sharpe Ratio* es una medida de las ganancias “excesivas” por unidad de riesgo en un activo de inversión o estrategia de operación, la cuál es usada para caracterizar hasta qué punto las ganancias sobre un activo o inversión compensan al inversionista por asumir riesgo en su inversión.

Con esto, *Sharpe Ratio* va a clasificar a los grupos de agentes según sus ganancias que posean. De igual forma, cada una de las variables asociadas a los agentes estarán sujetas al parámetro *Sharpe Ratio*, en donde a partir de este momento se le conocerá como la clase  $C$ . De esta manera, la clasificación por grupos suponen que los agentes pertenecientes a un mismo grupo “comparten” un estilo y por lo tanto, aunque no necesariamente comparten una estrategia. Así, una vez contado con el resultado de *Sharpe Ratio*, se aplicará un ranking de éste para cada uno de los agentes, el cual va a definir por completo a los grupos.

# Capítulo 4

---

---

## Resultados en el Mercado Experimental: Primera Mitad

---

### 4.1 Estructura del Mercado Con Dinero

Una vez obtenidas las variables por el método de la minería de datos durante la primera mitad de transacciones, se ha registrado que de los 163 agentes participantes, 42 de ellos han decidido no hacer operaciones en este primer período, por lo que los 121 agentes restantes efectúan operaciones entre ellos. De esta forma, se toma la decisión de dividir a los grupos de agentes de la siguiente manera:

1. 10 grupos con 14 agentes cada uno de ellos.
2. 1 grupo con 12 agentes.
3. 1 grupo con 11 agentes.

### 4.2 Ineficiencia en el Mercado

Una vez mostrados los grupos en el Cuadro 4.1 en esta primera mitad, expondremos la gráfica de ineficiencia entre el grupo 1 y el resto de los agentes, que se muestra en la Figura 4.1. Esto se lleva a cabo empleando la ecuación de Ineficiencia.<sup>1</sup>

Lo que se interpreta de esta gráfica, es que al parecer los agentes del grupo 1 tienen una estrategia que debe permitirles seguir obteniendo ganancias durante el segundo periodo.

---

<sup>1</sup> Esto no necesariamente quiere decir que es el grupo de agentes que obtienen mayores ganancias, ya que el clasificador *Sharpe Ratio* se basa en la ganancia total sobre la volatilidad.

Cuadro 4.1: Ranking en *sharpe ratio* para cada uno de los agentes durante la primera mitad.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio
1	xxxxxx	1	5	Zoroaster	51	9	Maxine	113
	heinzkerry	2		wolfgang	51		Hannemann	114
	Dampflok95	3		tradedude	51		talpa	115
	profschlau	4		teuteberg	51		mcbgonagall	116
	fischmob	5		sternfeld	51		nimer	117
	felixs	6		skeptiker	51		leone62	118
	henning	7		sinatra	51		Adrian	119
	gruener	8		shoehne	51		durin2602	120
	Wiego	9		schoetz	51		mammut	121
	Traurig	10		sassolungo	51		libuda	122
	wiesel	11		sachbea	51		delCorte	123
	hoppelhase	12		Quartier	51		Boersomat	124
	PDSLOS	13		online04	51		Selektor	125
	Tob11	14		metridia	51		oberdada	126
2	zigzag	15	6	marie	51	10	hennersch	127
	ulmer	16		leone04	51		wahler	128
	kai1705	17		kueberta	51		tomlauffer	129
	ohnesorge	18		kreuzau	51		imexport	130
	Maxwell	19		jneters	51		SwingVoter	131
	uwesiegert	20		jeffcostel	51		sbonne	132
	poclain	21		Inselkind4	51		horex	133
	jussi79	22		Ingmar	51		clearview	134
	angelika	23		ichgewinn	51		Silrem	135
	Freudoll	24		Ghuoargh	51		philipp	136
	Familie	25		gernot	51		TShirt	137
	manuberl	26		Fussel	51		Sempf	138
	hamann	27		eumel72	51		Peterk	139
	weirdtom	28		dussel	51		Cristobal	140
3	mittchell	29	7	Drucker	51	11	werupp	141
	AquiiHH	30		Devils	51		matula47	142
	ruemuebau	31		Crasher	51		druidej	143
	Carlos	32		Brian	51		august	144
	whizzkid	33		birkenfeld	51		dondirkos	145
	lebowski	34		BillyLU34	51		Andromeda	146
	reinhold	35		berlin41	51		greenspan	147
	Zeeck79	36		badzocker	51		JoergS	148
	salzi09	37		arnowas	51		sprungbaer	149
	Samurai	38		Armin139	51		martinvh	150
	morten	39		andrekaun	51		paule	151
	Krickel	40		adschi	51		dk1313	152
	z0id2k	41		0908va	51			
	fuersti	42		00zero	51			
4	ntzerserbe	43	8	juergenb	99	12	stoviak	153
	Lupulus	44		terra	100		pgemt	154
	pletscha	45		LEMOR	101		Micha	155
	fortuna95	46		Moreno	102		Gerphil	156
	arina78	47		FREIEHEIDE	103		StoiberFan	157
	jester	48		wahlrike	104		brueckner	158
	pusztajoe	49		marcbln	105		raileo	159
	Hanreich	50		baldurtipp	106		stoaieip	160
	gk000	51		gekko	107		Wetterman	161
	hilsk	51		Paleiko	108		kmartini	162
	jkahrs	51		mc0050	109		jrohde	163
	lowiegand	51		briutt	110			
	ppicasso73	51		jschoeder	111			
	robertius	51		pegasus	112			

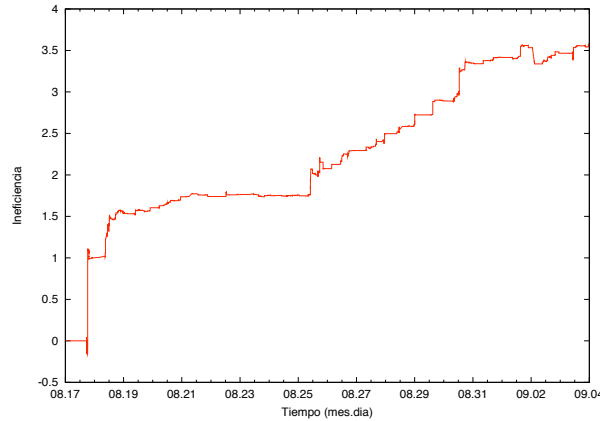


Figura 4.1: Ineficiencia del grupo 1 vs resto de agentes en la primera mitad.

De esta manera, a medida que el mercado sigue en curso y consecuentemente el número de operaciones aumenta, se comienza a ver una tendencia que indica que el grupo 1 de agentes realiza una estrategia que lo ha mantenido como el grupo más ganador en términos de *Sharpe Ratio*, teniendo en cuenta solamente a los grupos de agentes que han participado en el mercado. Con esto, observamos que es claro que a partir del día 17 de Agosto el grupo 1 obtiene ganancias contra el resto de los grupos.

De esta forma como ya se dijo, estos grupos no fueron seleccionados de forma aleatoria, sino que están determinados por un punto de referencia como lo es el *Sharpe Ratio*, en este contexto representa de forma explícita la distinción entre el grupo que obtuvo mayores ganancias debido al riesgo que asumieron y el resto de los agentes. Si los grupos de agentes no fueran seleccionados por el parámetro *Sharpe Ratio*, tal vez se hubiera mostrado una menor ineficiencia.

Sin embargo, observando la ineficiencia de la Figura 4.2 del grupo más ganador y el grupo más perdedor, podemos ver que el sesgo es claramente notorio para la gráfica. Así, resulta evidente que el grupo 1 en el mercado está empleando una estrategia que los está llevando a tener una gran cantidad de ganancias, mientras que el grupo más perdedor está llevando un estilo que no le permite generar ganancias lo cual es de provecho para el grupo 1.

Paralelo a ello, se muestra la matriz de Ineficiencia en el arreglo 4.1 para esta primera mitad. Se puede ver en parte que el grupo 1 tiene ineficiencias contra cada



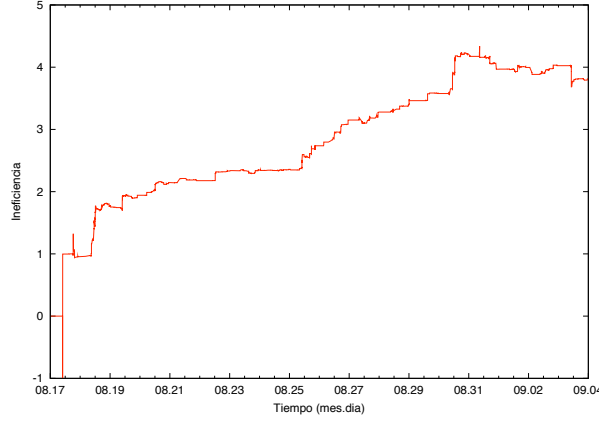


Figura 4.2: Gráfica de ineficiencia del grupo 1 y 12.

uno de los grupos, principalmente con los grupos 8, 9, 10, 11 y 12. Esto muestra que el grupo 1 mediante la estrategia empleada ha generado la mayor cantidad de ganancias respecto al resto de los grupos participantes. Por supuesto, la ineficiencia está dada por el signo negativo que antecede a la cantidad, esto no es más que la muestra de que los grupos están perdiendo.

En este contexto, lo que veremos a continuación es como los grupos de agentes están ganando con respecto a los otros grupos de agentes. Como ya lo dijimos, se van a encontrar las variables fenotípicas que son las que perfilan al grupo 1 obtenga las ganancias respecto a los demás grupos de agentes, ratificando lo mostrado por las gráficas de ineficiencia.

$$\mathbf{I}^m(t) = \begin{pmatrix} 0 & 2.32 & 3.08 & 3.18 & 3.28 & 3.28 & 3.28 & 3.68 & 3.80 & 3.80 & 3.80 & 3.80 \\ -2.32 & 0 & 2.56 & 2.98 & 3.44 & 3.44 & 3.44 & 3.99 & 4.47 & 4.72 & 4.74 & 2.89 \\ -3.08 & -2.56 & 0 & 0.85 & 2.19 & 2.19 & 2.19 & 2.76 & 3.47 & 3.98 & 3.76 & 2.34 \\ -3.18 & -2.98 & -0.85 & 0 & 2.30 & 2.30 & 2.30 & 2.54 & 3.27 & 3.84 & 3.60 & 2.27 \\ -3.28 & -3.44 & -2.19 & -2.30 & 0 & 0 & 0 & 2.08 & 2.85 & 3.43 & 3.28 & 2.18 \\ -3.28 & -3.44 & -2.19 & -2.30 & 0 & 0 & 0 & 2.08 & 2.85 & 3.43 & 3.28 & 2.18 \\ -3.28 & -3.44 & -2.19 & -2.30 & 0 & 0 & 0 & 2.08 & 2.85 & 3.43 & 3.28 & 2.18 \\ -3.68 & -3.99 & -2.76 & -2.54 & -2.08 & -2.08 & -2.08 & 0 & 0.38 & 0.29 & 1.31 & 1.73 \\ -3.80 & -4.47 & -3.47 & -3.27 & -2.85 & -2.85 & -2.85 & -0.38 & 0 & -0.13 & 1.02 & 1.63 \\ -3.80 & -4.72 & -3.98 & -3.84 & -3.43 & -3.43 & -3.43 & -0.29 & 0.13 & 0 & 1.20 & 1.67 \\ -4.09 & -4.74 & -3.76 & -3.60 & -3.28 & -3.28 & -3.28 & -1.31 & -1.02 & -1.20 & 0 & 1.29 \\ -3.80 & -2.89 & -2.34 & -2.27 & -2.18 & -2.18 & -2.18 & -1.73 & -1.63 & -1.67 & -1.29 & 0 \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

## 4.3 Análisis del Mercado

### 4.3.1 Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes

Una vez vista la matriz de ineficiencia, veremos el comportamiento de los grupos de agentes entre las ganancias y las pérdidas que tuvieron entre sí. Tomando en cuenta que los grupos 5, 6 y 7 no participaron en este primer periodo, descartaremos su análisis hasta llegar a la segunda mitad. La Figura 4.3 muestra la distribución de las ganancias de cada uno de los grupos participantes durante este primer periodo. Podemos observar que el grupo 1 es el que ha obtenido mayores ganancias, sin embargo observamos que se encuentran distribuidas de manera más uniforme.

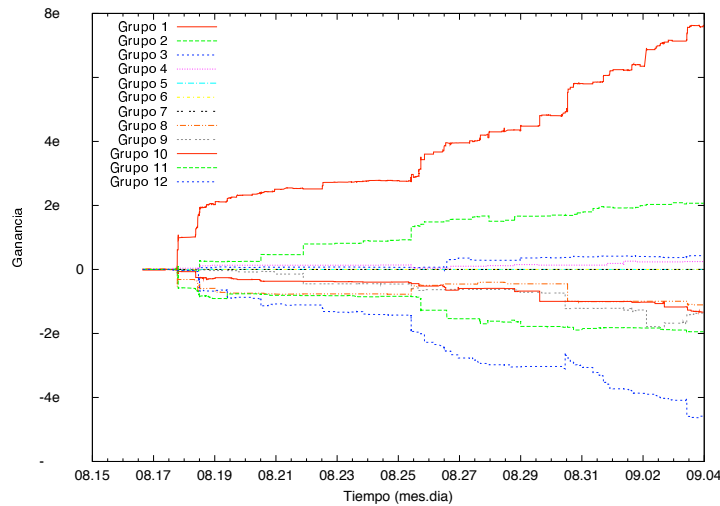


Figura 4.3: Distribución de ganancias de cada grupo durante la primera mitad.

Se muestran las ganancias y las pérdidas que han tenido los grupos entre sí en el Cuadro 4.2, cuyos datos forman una matriz antisimétrica con elementos en la diagonal cero (por definición, ya que un grupo no puede tener ganancias y pérdidas en contra de sí mismo) es decir, los valores negativos representan pérdidas y la suma de los elementos de cada renglón representa la ganancia para cada grupo renglón.

Así, podemos apreciar que el grupo 1 obtiene sus mayores ganancias con el grupo 12 lo cual en términos de porcentaje representa el 27.94 %, sin embargo, las ganancias obtenidas por este grupo, se encuentran distribuidas de manera uniforme entre

Cuadro 4.2: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la primera mitad.

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	0	-2,263	144,841	43,198	1,695,612	1,163,549	1,038,620	1,408,616	2,129,743
2	2,263	0	35,661	-42282	-170,761	241,526	28,964	314,487	1,654,927
3	-144,841	-35,661	0	7,	75,055	130,706	69,801	278,590	66,731
4	-43,198	42,282	-7	0	4,000	55,882	11,500	76,394	98,476
8	-1,695,612	170,761	-75,055	-4,000	0	-41,048	30,903	98,984	407,335
9	-1,163,549	-241,526	-130,706	-55,882	41,048	0	245,829	-32,173	-63,416
10	-1,038,620	-28,964	-69,801	-11,500	-30,903	-245,829	0	8,822	82,984
11	-1,408,616	-314,487	-278,590	-76,394	-98,984	32,173	-8,822	0	207,173
12	-2,129,743	-1,654,927	-66,731	-98,476	-407,335	63,416	-82,984	-207,173	0

los grupos 8, 9, 10 y 11 los cuales también son grupos perdedores representando en conjunto un 69.62%. De esta manera como lo vemos en la Figura 4.3 se muestran las ganancias de los grupos de agentes participantes durante esta primera mitad en donde predominantemente es el grupo 1 el cual obtiene las mayores ganancias.

El grupo 2 ha obtenido un número grande de ganancias, pero menores que las del grupo 1, sin embargo obtuvo ganancia con otros grupos ganadores como lo son el 1 y el 3 e incluso pérdidas con el grupo 4 y el 8, que es un grupo perdedor. De igual forma, su mayor ganancia la obtuvo con el grupo 12 representando el 80.15% del total. El grupo 3 si bien, es un grupo ganador, tiene a su vez menores ganancias. Obtuvo pérdidas con el grupo 1 y 2 representando un 40.99%, a su vez su mayor ganancia la obtuvo del grupo 11 con un 63.26% a diferencia de los dos grupos anteriores en los cuales sus mayores ganancias las obtuvieron del grupo 12. De igual forma, el grupo 4 aminora las ganancias y solo obtiene pérdida con el grupo 1 y 3 representando un 17.61% del total.

Por su parte, el grupo 8 es un grupo perdedor, teniendo las mayores pérdidas con el grupo 1, aunque obtuvo algunas ganancias con el grupo 2 el cual es un grupo ganador y demás grupos perdedores como el 10, 11 y 12 las cuales no fueron lo suficiente para contrarrestar las grandes pérdidas.

El grupo 9 también ha perdido, la mayor pérdida la obtuvo con el grupo 1 representando un 83.09% del total; sin embargo, también obtuvo pequeñas ganancias contra el grupo 8 y 10 y al igual que el grupo 8, no fueron suficientes para revertir la pérdidas.

Los grupos 10 y 11 son también grupos perdedores. El grupo 10 por lo general ha perdido contra todos los grupos, pues el porcentaje neto de pérdidas es de 93.12%,

obteniendo sólo una pequeña ganancia con los grupos 11 y el 12. Del mismo modo, el grupo 11 ha perdido con la mayoría de los grupos, siguiendo con esa misma tendencia y obteniendo una pérdida neta de 87.71 % y solo una pequeña ganancias con los grupos 9 y 12.

De igual forma, el grupo 12 sólo obtuvo ganancia con el grupo 9, esto es, ha perdido con los grupos restantes obteniendo una pérdida neta en términos porcentuales de 98.62 %, las que en su mayoría fueron con el grupo 1 y 2 representando un 82.56 % del total de pérdidas.

De este modo observamos que todos los grupos obtuvieron pérdidas, sin embargo el grupo 1 es el que ha sacado mayor ventaja respecto a las ganancias obtenidas, ya que está obteniendo en general ganancia sobre todos los grupos, esto es 97.56 % las obtuvo con los grupos perdedores 8, 9, 10, 11 y 12 y sólo el 2.47 % con los grupos 3 y 4. En este contexto, se podría comenzar a pensar en que el grupo 1 está llevando a cabo una estrategia que le está permitiendo obtener grandes ganancias; como se ha mencionado anteriormente, esto viene a constatar lo mostrado en la gráfica de ineficiencia de la Figura 4.1 y de igual forma en la gráfica de ganancias en la Figura 4.3. Básicamente lo que vemos aquí es que hay varios grupos perdedores, pero en específico el grupo 12 es gran perdedor, esto podría ser simplemente porque no tienen conocimiento del mercado o, están colocando malas posturas tanto en compra como en venta -o bien- simplemente es mala suerte.

Una forma de determinar como el grupo 1 está obteniendo las ganancias o caracterizar que estrategia es la que está empleando en general con el resto de los grupos de agentes, es haciendo úso de las características o variables fenotípicas, como está mencionado en el Capítulo 2, las cuales pueden ser transacciones, volumen, etc. Para ello se mostrarán matrices similares a las del Cuadro 4.2 en donde veremos el comportamiento de cada uno de los grupos de agentes.

Lo que podemos observar en el Cuadro 4.3, es que los grupos que realizan el mayor número de transacciones son el 1 y el 12, al igual que el mayor número de compras y ventas realizadas en el mercado. Paralelo a ello, el volumen operado para cada uno de estos grupos supera en gran cantidad al resto de los grupos.

Una vez visto esto, pasaremos al estudio de las distribuciones de las transacciones y volúmenes entre los grupos participantes para esta primera mitad. De esta manera, hay dos tipos de representarlos. Una de ellas, es una matriz en donde la suma del grupo-renglón  $i$  representa el 100 % de la variable ó característica en cuestión, es decir, que el porcentaje mostrado en el par  $ij$  (grupo-renglón  $i$  vs. grupo-columna  $j$ ) es la correspondiente contribución al 100 %. El segundo tipo es aquel en donde el

Cuadro 4.3: **Transacciones y Volumen operado por cada grupo durante el primer periodo.**

Grupo	Total de Transacciones	Total de Compras	Total de Ventas	Volumen Total (acciones)
1	2,423	910	1,513	1,461,411
2	600	442	158	413,141
3	526	310	216	204,972
4	63	129	29	51,997
8	294	160	134	183,797
9	334	234	100	312,373
10	369	216	153	185,350
11	590	345	245	387,904
12	1,317	607	710	961,661

porcentaje representado por el conjunto  $ij$  ya no depende de la suma (grupo-renglón  $i$ , sino depende intrínsecamente del valor con que el grupo-renglón  $i$  “ha realizado” contra el grupo-columna  $j$ .

#### 4.3.2 Matriz de Porcentaje en Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Tipo 1 de Representación.

A continuación analizaremos las matrices de porcentajes en el total de transacciones, volumen, transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas que los grupos han hecho entre sí, en los cuadros 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8, y que se encuentran presentados en el Tipo 1 antes mencionado.

Cuadro 4.4: **Porcentaje de transacciones que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
<b>1</b>	31.20	8.87	8.71	0.66	4.46	4.79	6.69	11.72	22.91
<b>2</b>	35.83	9.00	8.00	1.00	5.17	5.00	4.17	7.83	24.00
<b>3</b>	40.11	9.13	6.84	0.57	4.75	5.70	6.46	5.89	20.53
<b>4</b>	25.40	9.52	4.76	6.35	7.94	7.94	9.52	9.52	19.05
<b>8</b>	36.73	10.54	8.50	1.70	3.40	3.40	6.12	9.52	20.07
<b>9</b>	34.73	8.98	8.98	1.50	2.99	3.59	6.29	8.98	23.95
<b>10</b>	43.90	6.78	9.21	1.63	4.88	5.69	2.71	10.84	14.36
<b>11</b>	48.14	7.97	5.25	1.02	4.75	5.08	6.78	4.41	16.61
<b>12</b>	42.14	10.93	8.20	0.91	4.48	6.07	4.02	7.44	15.79

Para el caso de la matriz de porcentaje en transacciones visto en el cuadro 4.4, podemos observar que el grupo contra el que operan los agentes del grupo 1 es con ellos mismos con un 31.20%. Sin embargo, esto no resulta de suma importancia, ya que como veremos más adelante y como se ha visto en la matriz de ganancias, por definición, no puede haber ganancias, ni pérdidas netas entre los agentes que pertenecen a un mismo grupo, ya que unas contrarrestan a las otras. No obstante, igualmente es interesante porque crean un efecto de liquidez en el mercado, con lo que el resto de los grupos de agentes realizan un mayor número de operaciones con los agentes del grupo 1.

De igual forma, se observa que el segundo grupo contra quienes operan es contra el grupo 12, teniendo un porcentaje de 22.91% de transacciones hechas contra ese grupo, lo cual ratifica lo visto en el cuadro 4.2. No obstante, otro grupo con el que también han realizado operaciones considerables es contra el grupo 11 con un 11.72%.

En este contexto, hay una cierta correspondencia por parte de los grupos 3, 8, 9, 10 y 11, ya que tienen similares porcentajes de transacciones realizadas contra el grupo 1 y contra el grupo 12. En este contexto, por parte del grupo 12 el cual es el más perdedor, observamos que los grupos contra los que ha realizado mayor número de operaciones es contra el grupo 1 representando un 42.14% justificando así la tendencia existente entre estos dos grupos en comparación de las transacciones realizadas con el resto de los grupos. Esto no significa que éste porcentaje de transacciones hallan sido exitosas en general para cada uno de los grupos, sino que dentro de este porcentaje aún están implícitas las transacciones que fueron perdedoras y nulas.

Por su parte el grupo 2, quien ha sido el segundo grupo más ganador, tiene un número mayor de transacciones realizadas con el grupo 1 y seguido por transacciones con el grupo 12. Sin embargo las mayores ganancias obtenidas por el grupo 2 han sido contra el grupo 12; no obstante, estos porcentajes muestran que para las transacciones realizadas contra el grupo 1 fueron lo suficientemente viables para obtener una mínima ganancia. Esto da a lugar que el grupo 2, el cual también es ganador, tiene un conocimiento pleno del mercado ya que fue capaz de obtener cierta ganancia contra el grupo 1.

Ahora bien, siguiendo con el mismo análisis del grupo 1, no significa que entre más transacciones tenga un grupo contra otro implica necesariamente mayores ganancias o mayores pérdidas. Mirando nuevamente al grupo 1 observamos que ejecutó el 4.46% en porcentaje de transacciones con el grupo 8, mientras que con el grupo 10 fue de 6.69%. Sin embargo, las ganancias que obtuvo con el grupo 8 fueron mas sobresalientes que las respectivas con el grupo 10 (ver Cuadro 4.2), esto da a

decir que en estos casos, las ganancias obtenidas del grupo 1 son transacciones en las que factores como el volumen y el precio son importantes.

Como ya lo vimos, los grupos 3, 4, 8, 9, 10 y 11 tienen un mayor número de transacciones con el grupo 1 y levemente inferior número de operaciones con el grupo 12. Así, los porcentajes contra el grupo 1 representan pérdidas para los grupos mencionados y ganancias contra el grupo 12, excepto el grupo 9, el cual obtuvo pérdida.

En este contexto, los grupos 1 y 12 son los que tienen un mayor número de transacciones realizadas en el mercado, ambos operan mayoritariamente; sin embargo, aunque el grupo 1 obtiene sus mayores ganancias con el grupo 12, este obtiene en pocas transacciones ganancias sobresalientes con el resto de los grupos.

**Cuadro 4.5: Porcentaje de volumen que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	25.08	9.15	6.41	0.85	5.08	7.39	6.47	12.12	27.46
<b>2</b>	32.38	11.22	3.87	0.56	2.89	7.58	3.47	9.39	28.64
<b>3</b>	45.68	7.80	2.10	0.24	7.13	4.27	4.60	8.82	19.37
<b>4</b>	23.75	4.45	0.96	1.73	0.86	41.38	2.79	7.48	16.59
<b>8</b>	40.41	6.49	7.95	0.24	3.93	3.51	2.95	12.82	21.70
<b>9</b>	34.57	10.03	2.80	6.89	2.07	5.00	4.63	4.38	29.63
<b>10</b>	51.00	7.73	5.08	0.78	2.92	7.81	0.79	9.55	14.33
<b>11</b>	45.65	10.00	4.66	1.00	6.07	3.52	4.56	2.81	21.72
<b>12</b>	41.73	12.30	4.13	0.90	4.15	9.62	2.76	8.76	15.65

Aunado a ello, tomando en cuenta los porcentajes del volumen operado en el Cuadro 4.5, vemos que al igual que la matriz de porcentaje en transacciones, es el grupo 1 quien opera el mayor número de volumen con el grupo 12 representando un 27.46% del total del volumen operado por parte del grupo 1. No obstante, el volumen del grupo 2 se distribuyó mayoritariamente contra los grupos 1 y 12, obteniendo ganancia con estos dos; sin embargo, fue contra el 12 con el que obtuvo mayores ganancias. Aunque fueron porcentajes similares de volumen, los precios hicieron un papel importante para estas ganancias, como es el caso del grupo 2 que operó cuando los precios eran favorables contra el grupo 1 y 12.

Por su parte, el grupo 3 destinó un mayor porcentaje de volumen contra el grupo 1 en donde ha resultado perdedor, seguido del grupo 12 en el cual obtuvo ganancias.

Un menor porcentaje de volumen lo realizó con el grupo 11 del que igualmente ha obtenido ganancias. Por su parte, el grupo 4 operó mayormente en términos de porcentaje de volumen contra el grupo 9 con un 41.38 %, el cual sirvió para contrarrestar las pérdidas obtenidas contra el grupo 1 en donde destinó un 23.75 % del porcentaje de las acciones. Para los grupos 8, 9, 10, 11 y 12 tienden a operar mayoritariamente con el grupo 1 respecto al porcentaje de volumen, de igual forma seguidos por volumen operado contra el grupo 12.

De esta manera, al igual que las matrices de transacciones, las distribuciones de volumen continúan con las mismas tendencias, el grupo 1 sigue operando el mayor número de acciones con el grupo 12, de igual forma el resto de los grupos intercambian el mayor porcentaje de volumen contra estos dos grupos.

Ya visto esto veremos las matrices en porcentajes de transacciones con ganancias, porcentajes de transacciones con pérdidas al igual que los porcentajes de transacciones nulas. En el Cuadro 4.6, vemos que el grupo 1 obtuvo un porcentaje significativo de transacciones con ganancias con el grupo 12, no obstante el porcentaje de transacciones con ganancias estuvo distribuido de forma más homogénea entre el resto de los grupos de agentes. Por parte del grupo 2 obtuvo un porcentaje similar de transacciones con ganancias con los grupos 1 y 12. De igual forma el grupo 9 obtiene un mayor porcentaje con el grupo 12 y 1. De esta forma, también el grupo 12 obtiene sus ganancias a partir de transacciones con el grupo 1 y con el resto de los grupos tiene una distribución más homogénea. Por su parte el grupo 3 obtiene el mayor porcentaje de transacciones con ganancias con el grupo 1 al igual que los grupos 8, 10 y 11.

**Cuadro 4.6: Porcentaje de transacciones con ganancias que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	26.29	8.69	9.27	0.59	4.11	5.63	7.98	11.74	25.70
2	29.74	9.48	9.05	0.86	4.31	2.16	3.45	7.76	33.19
3	40.12	5.39	7.78	0.60	4.19	8.38	6.59	4.79	22.16
4	24.14	13.79	0.00	6.90	10.34	6.90	3.45	17.24	17.24
8	36.36	7.95	10.23	1.14	4.55	2.27	6.82	11.36	19.32
9	23.73	10.17	6.78	2.54	2.54	4.24	10.17	5.08	34.75
10	45.54	7.14	8.04	0.89	6.25	1.79	2.68	15.18	12.50
11	43.41	6.04	6.59	0.55	2.20	6.59	9.34	4.95	20.33
12	40.19	8.72	9.69	1.21	5.08	4.84	4.84	9.20	16.22



Ahora bien, respecto a las transacciones con pérdidas mostradas en el Cuadro 4.7 podemos ver que al igual que en el Cuadro 4.6, el grupo 1 obtiene sus mayores transacciones con pérdidas entre ellos mismos, sin embargo como ya se ha mencionado, por definición no puede haber ganancias ni pérdidas netas entre los agentes pertenecientes a un mismo grupo, ya que unas van a contrarrestar a las otras. De igual forma, obtiene un 22.96 % de transacciones con pérdidas con el grupo 12. Sin embargo los grupos 2, 3, 8, 9, 10 y 11 tienen también un mayor porcentaje de transacciones con pérdidas contra el grupo 1, seguidas también en porcentaje contra el grupo 12. Por su parte, el grupo 4 tiene un porcentaje igual de pérdidas con el grupo 1 y 12 representado con un 23.81 %. Aunado a ello, vemos que el grupo 12 obtuvo también un alto porcentaje de transacciones con pérdidas con el grupo 1 representado con un 42.61 % y un 14.98 % con el grupo 2. Con esto, vemos que solamente aumentó un 2.42 % en porcentaje de transacciones con pérdidas respecto al porcentaje de ganancias obtenidas contra el grupo 1. Esto claro, no es equivalente en el contexto de que por grupo no se tiene la misma cantidad de transacciones con ganancias ó con pérdidas, pero si nos dá un panorama superficial sobre el actuar de ambos grupos.

**Cuadro 4.7: Porcentaje de transacciones con pérdidas que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	30.98	9.54	9.27	0.97	4.43	3.87	7.05	10.93	22.96
2	40.44	12.02	4.92	2.19	3.83	6.56	4.37	6.01	19.67
3	41.36	10.99	6.81	0.00	4.71	4.19	4.71	6.28	20.94
4	23.81	9.52	4.76	9.52	4.76	14.29	4.76	4.76	23.81
8	37.23	10.64	7.45	3.19	4.26	3.19	7.45	4.26	22.34
9	43.64	4.55	12.73	1.82	1.82	4.55	1.82	10.91	18.18
10	46.58	5.48	7.53	0.68	4.11	8.22	2.05	11.64	13.70
11	47.39	8.53	3.79	2.37	4.74	2.84	8.06	4.27	18.01
12	42.61	14.98	7.20	0.97	3.31	7.98	2.72	7.20	13.04

De acuerdo a las transacciones nulas,<sup>2</sup> podemos ver en el Cuadro 4.8 que el grupo 1 obtiene consigo mismo un porcentaje alto de transacciones nulas representado con un 36.32 %. De igual forma, también obtiene un porcentaje alto de transacciones nulas contra el grupo 12 representado con un 20.05 %, mientras que el grupo 4 tiene los mismos porcentajes de transacciones nulas contra los grupos 1 y 10. Por su parte,

<sup>2</sup> Las transacciones nulas son aquellas en las que el precio de la emisora sobre la cual se realizó la transacción, es el mismo. Es decir, entre dos transacciones consecutivas efectuadas sobre la misma emisora, el precio de ejecución es el mismo, por lo que la ecuación (2.6) tiene un factor igual a cero y por tanto no hay ganancia ni pérdida.

el grupo 2 obtiene de manera similar un porcentaje de 38.92 % de transacciones nulas contra el grupo 1 y un 19.76 % contra el grupo 12. En cuanto a los grupos 3, 8, 9, 10 y 11 tienen un mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 1 siguiendo en porcentaje contra el grupo 12. Igualmente, el grupo 12 obtiene un alto porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 1 representado con un 43.59 %.

**Cuadro 4.8: Porcentaje de transacciones nulas que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	36.32	8.49	7.67	0.47	4.83	4.72	5.07	12.38	20.05
2	38.92	5.41	9.73	0.00	7.57	7.03	4.86	9.73	16.76
3	34.81	11.39	6.33	1.27	5.70	5.06	8.86	6.96	19.62
4	30.77	0.00	15.38	0.00	7.69	0.00	30.77	0.00	15.38
8	36.61	12.50	8.04	0.89	1.79	4.46	4.46	12.50	18.75
9	37.74	12.26	7.55	0.00	4.72	1.89	6.60	11.32	17.92
10	38.74	8.11	12.61	3.60	4.50	6.31	3.60	5.41	17.12
11	53.30	9.14	5.58	0.00	7.11	6.09	3.05	4.06	11.68
12	43.59	7.95	7.95	0.51	5.38	4.87	4.87	5.90	18.97

Así, vemos que las matrices de transacciones y de volumen en el tipo 1, las matrices para transacciones con ganancias, con pérdidas y nulas continúan con la misma perspectiva. La mayoría de los grupos tienen una cantidad porcentual en cada una de estas matrices con los grupos 1 y 12, lo cual era de esperarse ya que estos mismos grupos son los que han realizado la mayor cantidad de transacciones.

Con esto, se ha visto la cuestión de observar si las ganancias obtenidas entre los grupos fueron producto de transacciones en las que el precio pudo haber resultado favorable ya sea de compra o venta. Esto significa que es necesario revisar como han sido las distribuciones de transacciones que cada uno de los grupos han ejecutado entre sí, para observar si la dinámica del mercado indica que las ganancias y pérdidas de los grupos han sido productos de una mínima cantidad de transacciones del total que cada uno de ellos ha ejecutado.

### 4.3.3 Matrices de Porcentaje en Transacciones con Ganancias, Pérdidas y Nulas en el Tipo 2 de Representación

A continuación se mostrarán en los Cuadros 4.9, 4.10 y 4.11 las matrices correspondientes al porcentaje de transacciones con ganancias, porcentajes de transacciones

con pérdidas y porcentajes de transacciones nulas, recordando que estas matrices están representadas en el tipo 2.

Aunado a ello, lo que se puede apreciar es que los porcentajes de las ganancias se contrarrestan con los correspondientes porcentajes de pérdidas, ya que como lo hemos mencionado anteriormente, ambos porcentajes son los mismos para cada uno de los grupos consigo mismo, lo que significa que el total de transacciones que realiza cada grupo consigo mismo, (ganancias-pérdidas) se anulan entre si.

**Cuadro 4.9: Porcentaje de transacciones con ganancias que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	29.63	34.42	37.44	31.25	32.41	41.38	41.98	35.21	39.46
<b>2</b>	32.09	40.74	43.75	33.33	32.26	16.67	32.00	38.30	53.47
<b>3</b>	31.75	18.75	36.11	33.33	28.00	46.67	32.35	25.81	34.26
<b>4</b>	43.75	66.67	0.00	50.00	60.00	40.00	16.67	83.33	41.67
<b>8</b>	29.63	22.58	36.00	20.00	40.00	20.00	33.33	35.71	28.81
<b>9</b>	24.14	40.00	26.67	60.00	30.00	41.67	57.14	20.00	51.25
<b>10</b>	31.48	32.00	26.47	16.67	38.89	9.52	30.00	42.50	26.42
<b>11</b>	27.82	23.40	38.71	16.67	14.29	40.00	42.50	34.62	37.76
<b>12</b>	29.91	25.00	37.04	41.67	35.59	25.00	37.74	38.78	32.21

Veamos ahora el análisis de los grupos, en donde encontramos que ha sido mucho mayor el porcentaje de ganancias obtenidas del grupo 1 de parte del grupo 12 representando un 39.46 % dejando solo el 29.91 % de transacciones con pérdidas y un 30.63 % de transacciones nulas. Sin embargo, el grupo 1 también obtiene porcentajes altos en transacciones con ganancias con el resto de los grupos es decir, en promedio obtiene un 40 % de transacciones ganadoras. Por el contrario, en promedio el 30 % de sus transacciones resultan ser perdedoras al igual que el mismo porcentaje para las transacciones nulas. Así, vemos que las transacciones ganadoras resultan ser mayor en número sin embargo, las transacciones perdedoras resultan con poca pérdida, lo que ocasiona que contrarreste mínimamente la ganancia neta producida por el grupo 1. En cierta forma, esto refuerza la hipótesis de que son transacciones con precio a favor las que generan las ganancias. Con esto podríamos suponer que el grupo 1 empleó una estrategia tipo *Market Timing* o bien, podría ser producto de mera suerte.

Del mismo modo, esto nos conduce a inferir que en realidad son pocas las transacciones que generan las ganancias del grupo 1 con el resto de los grupos y en forma

Cuadro 4.10: Porcentaje de transacciones con pérdidas que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	29.63	32.09	31.75	43.75	29.63	24.14	31.48	27.82	29.91
2	34.42	40.74	18.75	66.67	22.58	40.00	32.00	23.40	25.00
3	37.44	43.75	36.11	0.00	36.00	26.67	26.47	38.71	37.04
4	31.25	33.33	33.33	50.00	20.00	60.00	16.67	16.67	41.67
8	32.41	32.26	28.00	60.00	40.00	30.00	38.89	14.29	35.59
9	41.38	16.67	46.67	40.00	20.00	41.67	9.52	40.00	25.00
10	41.98	32.00	32.35	16.67	33.33	57.14	30.00	42.50	37.74
11	35.21	38.30	25.81	83.33	35.71	20.00	42.50	34.62	38.78
12	39.46	53.47	34.26	41.67	28.81	51.25	26.42	37.76	32.21

Cuadro 4.11: Porcentaje de transacciones nulas que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	40.74	33.49	30.81	25.00	37.96	34.48	26.54	36.97	30.63
2	33.49	18.52	37.50	0.00	45.16	43.33	36.00	38.30	21.53
3	26.07	37.50	27.78	66.67	36.00	26.67	41.18	35.48	28.70
4	25.00	0.00	66.67	0.00	20.00	0.00	66.67	0.00	16.67
8	37.96	45.16	36.00	20.00	20.00	50.00	27.78	50.00	35.59
9	34.48	43.33	26.67	0.00	50.00	16.67	33.33	40.00	23.75
10	26.54	36.00	41.18	66.67	27.78	33.33	40.00	15.00	35.85
11	36.97	38.30	35.48	0.00	50.00	40.00	15.00	30.77	23.47
12	30.63	21.53	28.70	16.67	35.59	23.75	35.85	23.47	35.58

particular contra el grupo 12, ya que con ese grupo obtiene el mayor porcentaje de sus ganancias. De esta manera, existe una gran heterogeneidad respecto a las transacciones del grupo 1, en el sentido de que sus ganancias no se distribuyen de manera uniforme en cada una de las operaciones realizadas, sino que a partir de pocas transacciones son capaces de obtener grandes ganancias. Ahora bien, el grupo 1 también obtiene grandes ganancias con los grupos 8, 9, 10 y 11 lo que, posiblemente sea producto de la estrategia anteriormente mencionada.

Para tener una vista más cercana de la heterogeneidad, veamos las gráficas de

la Figura 4.4 en donde se observará la heterogeneidad de las transacciones con ganancia, pérdida y nulas de los grupos 1 (Figura 4.4a), 2 (Figura 4.4b), 3 (Figura 4.4c), 4 (Figura 4.4d), 8 (Figura 4.4e), 9 (Figura 4.4f), 10 (Figura 4.4g), 11 (Figura 4.4h) y 12 (Figura 4.4i), que se obtuvieron a partir del ranking en ganancias que se adquirió en cada transacción o bien, conjunto de estas cuando el grupo en cuestión participó en el mercado.

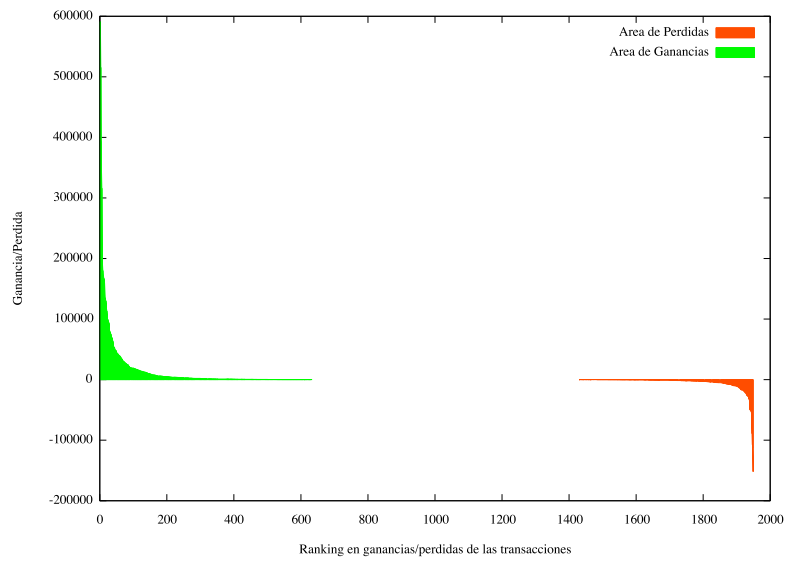
En esta Figura, lo que observamos son las transacciones realizadas por cada grupo contra el resto de los grupos. Igualmente en la Figura 4.4a observamos la dependencia en su mayoría de los grupos 8, 9, 10 y 11 con el grupo 1 de quienes obtuvo en un 2.30% de transacciones el 90% de sus ganancias tal y como se puede ver en el Cuadro 4.2, pero de forma particular con el grupo 12 en donde se puede observar un área de pérdidas muy grande a comparación de su área de ganancias. La medida de la heterogeneidad depende directamente de las transacciones realizadas por cada uno de los grupos, así como las ganancias, pérdidas o nulas obtenidas en cada una de ellas. Esto se puede observar con mayor detalle en las transacciones hechas por parte del grupo 4, en donde a pesar de que las ganancias son resultado de un número similar de transacciones con pérdidas y estas a su vez, de una cantidad similar de transacciones nulas, la mayor parte de las ganancias y pérdidas se ven reflejadas en pocas transacciones.

Por otra parte, en el caso de los grupos 1 y 12 no se puede descartar que estén empleando una estrategia de tipo *Market Maker*, ya que ambos grupos son los que ejecutan la mayor cantidad de transacciones en el mercado y así, hasta cierto punto proporcionan liquidez. De esta manera la liquidez que proporcionan resulta ser un efecto secundario y no directamente del modo en cada uno de ellos opera.

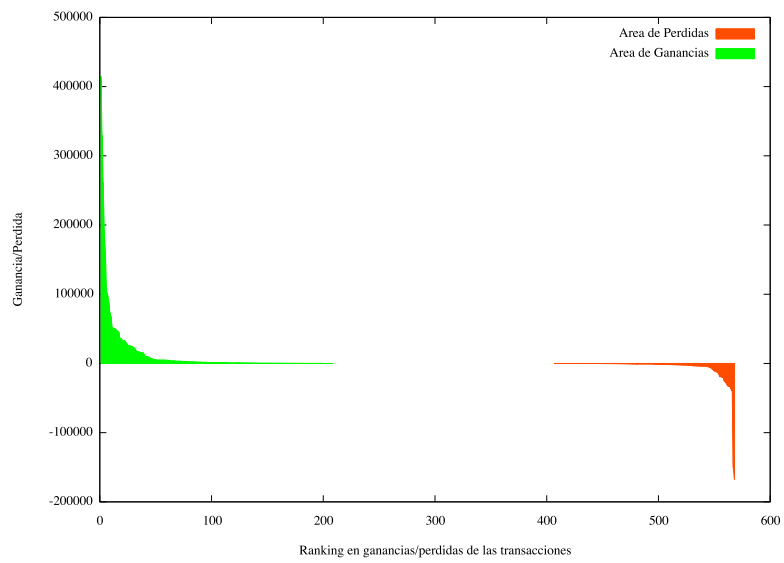
De igual forma, no siempre se va a satisfacer una transacción ya sea una postura de compra o venta en el mercado, a pesar de que se tenga muy bien estructurada la estrategia para operar. Esto es porque para que una estrategia sea buena o adecuada, las condiciones del mercado tendrían que ser las propicias y que tengan las medidas suficientes para el intercambio de activos en precio, volumen y contrapartes en las que se pueda obtener beneficios.

#### 4.3.4 Perfiles de Operación en los Grupos de Agentes

Con las matrices mostradas se ha visto de forma general el comportamiento para cada uno de los grupos que participaron en esta primera mitad, pero en forma particular la del grupo 1, el cual ha obtenido mayores ganancias en promedio que el resto de los grupos. De esta forma, lo siguiente es adentrarse aun más en la estrategia en

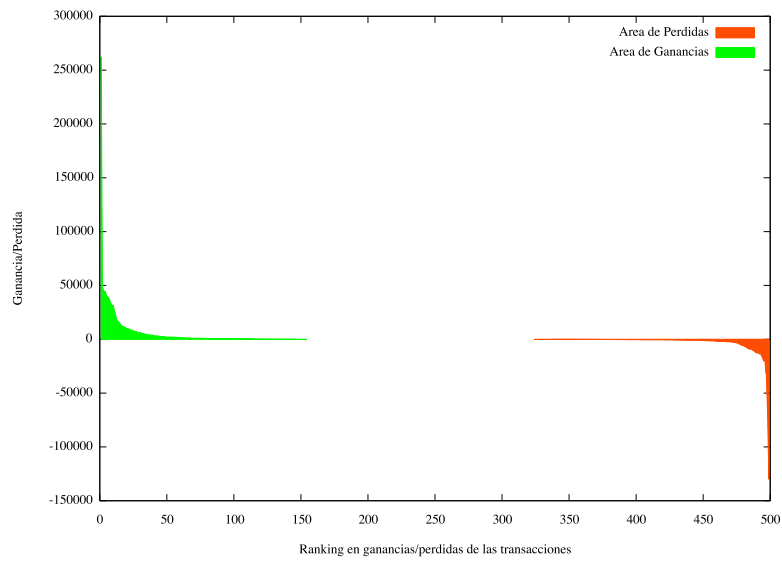


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

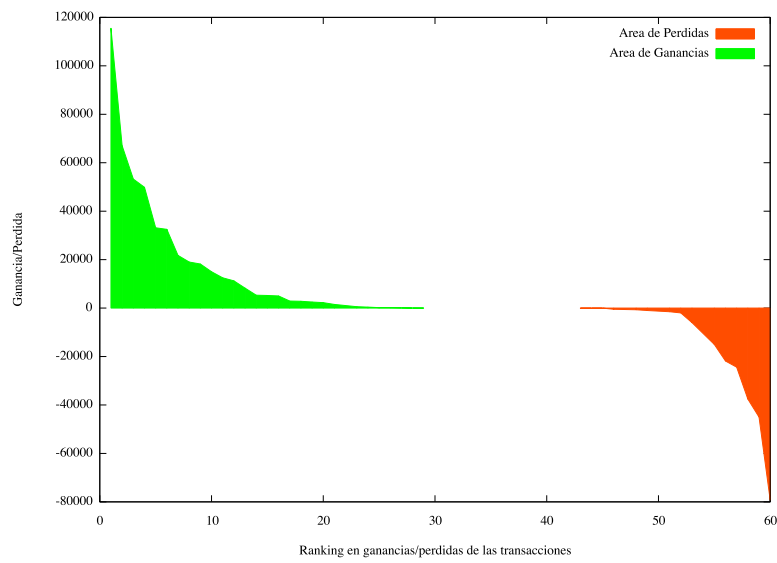


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 2.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas/nulas.

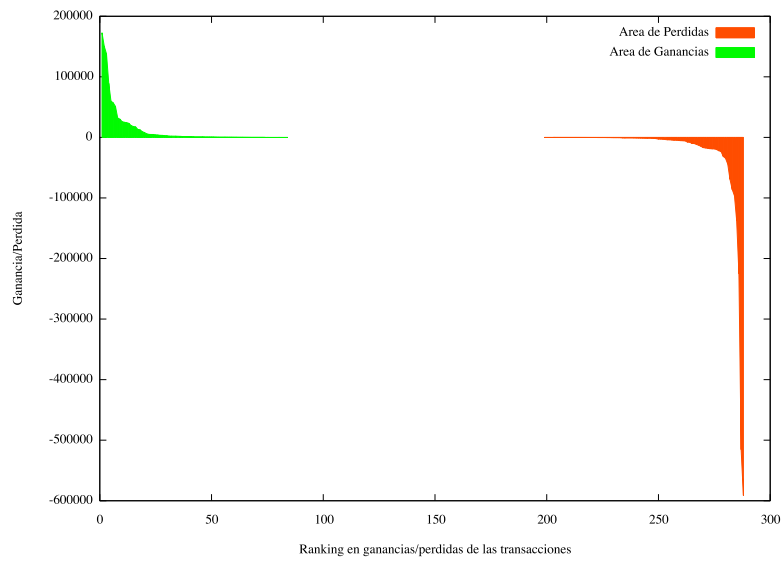


(c) Heterogeneidad de transacciones del grupo 3.

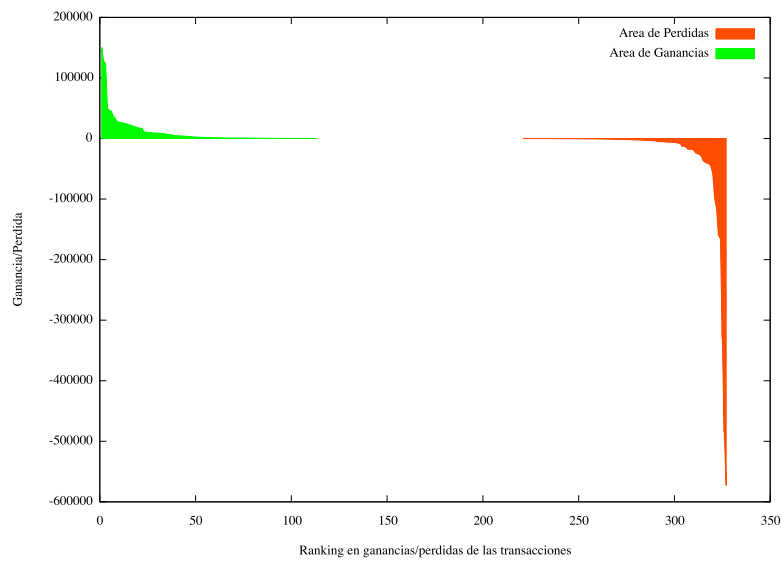


(d) Heterogeneidad de transacciones del grupo 4.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas/nulas.



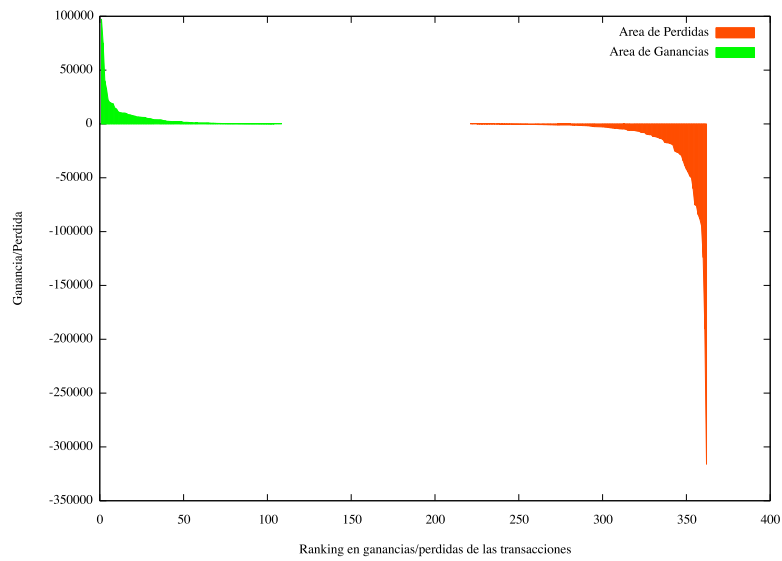
(e) Heterogeneidad de transacciones del grupo 8.



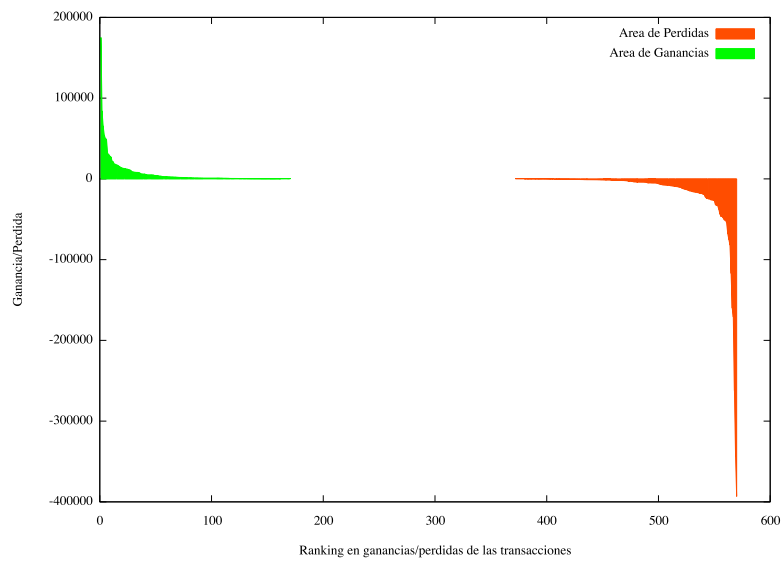
(f) Heterogeneidad de transacciones del grupo 9.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas/nulas.



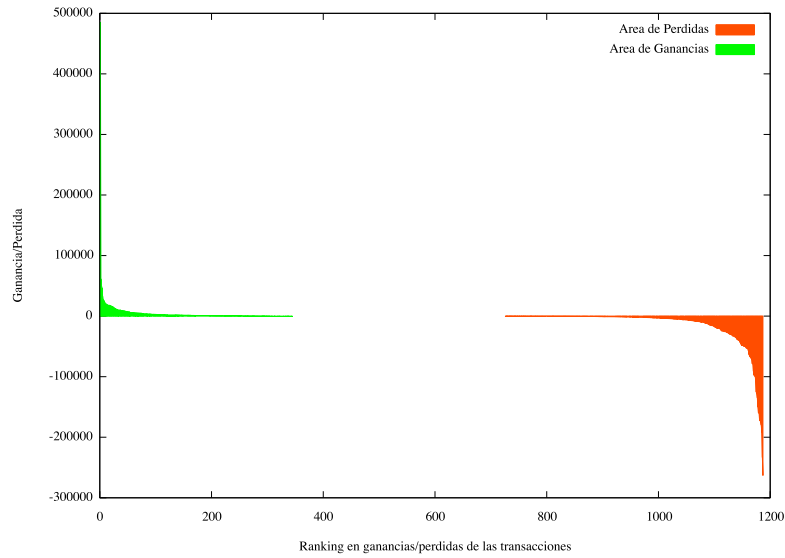


(g) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.



(h) Heterogeneidad de transacciones del grupo 11.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas/nulas.



(i) Heterogeneidad de transacciones del grupo 12.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas/nulas.

el sentido de un perfil fenotípico, que de señales, es decir, acumular una estimación probabilística de la relación entre las variables a partir de los datos que identifiquen a este grupo como el mas ganador y en este caso, que lo diferencien del resto de los grupos. Para este análisis utilizaremos las ecuaciones (2.13) y (2.14) mostradas en el capítulo 2.

Ahora bien, los datos mostrados en  $\varepsilon(C|\mathbf{X})$  del Cuadro 4.12 se puede observar que en efecto, hay una fuerte correspondencia entre la manera de operar del grupo 1 y 12, tal y como se ha mostrado en cuadros anteriores. Esta relación no solo existe en una sola característica, sino que se repite con otras variables tales como No. de Transacciones, No. de Compras, No. de ventas, No. de Contrapartes y Volumen Total, siendo éstos valores los máximos dentro de  $\varepsilon$ . De igual forma en el caso de la variable Volatilidad del volumen, aunque no representan valores altos, el valor de  $\varepsilon$  es positivo para estos dos grupos.

Sin embargo, vemos que son el grupo 2 y 9 los que tienden a fluctuar con mayor frecuencia los volúmenes ejecutados en sus transacciones. Mientras que para el resto de los grupos tienden a operar con volúmenes menos volátiles. Asimismo, son los grupos 3, 8 y 9 quienes realizan el mayor número de cambios de signo de la variable D en cuestión relativas a sus transacciones totales, pues son los que representan los máximos valores de  $\varepsilon$ ; esto es, que en promedio los agentes pertenecientes a estos

grupos al parecer ejecutan un estilo de operación tipo *Market Maker*, sin embargo, la señal no es fuerte.

Por su parte la variable Volumen Promedio por Operación, son los grupos 2 y 9 quienes en promedio ejecutan un volumen similar en las operaciones que realizan.

Cuadro 4.12: Valores de  $\varepsilon$  por grupo.

Grupo 1	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
1	6.4836	5.5298	5.5298	-1.1469	5.5298	5.5298	0.7607	0.7607
2	-1.1469	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-0.1931	-1.1469	2.6684	2.6684
3	-1.1469	-0.1931	-0.1931	1.7145	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-0.1931
4	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1931	0.7607
8	-1.1469	-1.1469	-1.1469	1.7145	-1.1469	-1.1469	-0.1931	0.7607
9	-1.1469	-1.1469	-1.1469	1.7145	-1.1469	-0.1931	1.7145	1.7145
10	-1.1469	-1.1469	-1.1469	0.7607	-1.1469	-1.1469	-0.1931	-1.1469
11	0.1288	1.2342	0.1288	1.2342	1.2342	0.1288	-0.9765	-0.9765
12	5.1173	2.7135	5.1173	-0.8922	3.9154	5.1173	0.3097	-0.8922

Del mismo modo, veamos el análisis correspondiente entre las relaciones que hay entre el grupo 1 y el resto de los grupos participantes. Esto, se aprecia en el cuadro 4.13.

Cuadro 4.13: Valores de  $\varepsilon'$  por grupo.

Grupo 1 vs. Grupo:	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
2	3.7241	3.0565	3.6560	1.0350	3.6465	3.6781	-0.4937	-0.4252
3	3.8171	3.8905	3.4374	-0.4908	3.7673	4.5008	1.2081	1.4688
4	4.9488	6.5713	4.0454	3.6173	6.3893	5.0979	0.0778	0.4298
8	4.3617	5.2755	3.6977	0.1449	4.9738	4.5465	1.5979	-0.0016
9	4.3534	4.7835	3.8376	-0.4633	4.7884	3.8725	0.2542	0.1328
10	4.4069	5.0540	3.6769	-0.9318	4.5669	4.5978	1.8303	1.7397
11	3.4069	2.9799	3.2574	-1.2108	3.2501	3.3391	1.5462	1.1445
12	1.2457	0.4953	1.4510	-1.0244	0.9155	0.5152	0.6722	0.7363

Lo que podemos observar es que en las variables No. de Transacciones, No. de Compras, No. de Ventas, No. de Contrapartes, y Volumen Total, son las que dan señal para diferenciar al grupo 1 de los grupos 2, 3, 4, 8, 9, 10 y 11, no siendo así para el grupo 12. Esto es, las señales no son muy fuertes para que diferencien al grupo

1 del grupo 12. Ahora bien, respecto a la variable D, hay señal de que el grupo 1 se pueda diferenciar del grupo 4, lo cual quiere decir que es este grupo es el que permanece con mayor frecuencia en la misma postura.

Ahora bien, en la variable Volatilidad del Volumen no se observa una señal fuerte que pueda diferenciar al grupo 1 del resto de los grupos sucediendo lo mismo para la variable Volumen Promedio por Operación.

Con esto, hemos observado que hay una relación conjunta entre el grupo 1 y el 12, acentuando lo visto anteriormente en las matrices mostradas. Así, la relación es tan estrecha entre los grupos 1 y 12 que no ha sido posible diferenciar con las características analizadas, excepto con las variables No. de Transacciones y No. de ventas que si bien, no muestra una señal fuerte, si indica una pequeña diferencia respecto al grupo 1. Aunado a ello, vimos que en por lo menos 5 variables hay señales fuertes para caracterizar al grupo 1 y el 12 en la variable  $\varepsilon$ ; sin embargo, con la función  $\varepsilon'$  se sigue conservando la señal. De esta manera lo que se puede inferir para estos dos grupos es que emplean una estrategia similar; sin embargo, la ventaja que tiene el grupo 1 sobre el grupo 12 son en aquellas transacciones en las que la estrategia *Market Timing*,<sup>3</sup> resulta provechosa para el grupo 1. Aunque si bien las ganancias del grupo 1 se obtienen en pocas transacciones para este periodo, el resto de las transacciones ganadoras congregan ganancias superiores a las del resto de los grupos ganadores, por lo que entre mayor número de transacciones realice el grupo 1, mayores serán sus ganancias.

Los grupos 1 y 12 son los que generan el mayor número de transacciones en el mercado y con ellos, el resto de los grupos realizan la mayor cantidad de transacciones posibles al igual que el volumen operado. Sin embargo, muchas de estas operaciones provocan sus pérdidas, o sus transacciones nulas; aún más, esto conduce a pensar que el grupo 1 que genera un gran cantidad de transacciones en el mercado, ha sido un grupo inteligente puesto que ha identificado las malas posturas que se forman en el libro de órdenes y por lo tanto puede generar una gran cantidad de ganancias a partir de ellas.

Este proceso de identificación conduce a que los agentes del grupo 1 deben esperar a que aparezcan estas malas posturas. En este sentido, lo que hacen los agentes del grupo 1 es operar a precios de mercado, si bien, en algunas transacciones van a generar pérdidas, estos saben que en algún momento llegará una mala postura con lo que podrán modificar el precio de sus posturas aprovechandose de eso y de esta forma obtener las ganancias. De igual modo, el cambio de postura del grupo 1 puede

---

<sup>3</sup> *Market Timing* es una estrategia de inversión que consiste en entrar y salir del mercado accionario en forma constante, comprando y vendiendo activos obteniendo beneficios en las subidas y bajadas de las cotizaciones de estos. Para una mayor revisión de la literatura consultar [Anderson].

ser dado por la mala postura que se llegue a formar; es decir, si los agentes del grupo 1 están comprando y la mala postura existente también es una mala compra, entonces estos deberán cambiarse a la postura de venta y continuar así hasta que llegue la mala postura de compra. En este curso de compra-venta, los agentes del grupo 1 operan con la mayor cantidad de contrapartes a volúmenes particulares esperando tal vez a tomar alguna mala postura que alguno de los agentes de los grupos restantes llegue a colocar. De esta manera, se explica el por qué gran parte de sus acciones y transacciones que realizan los grupos 2, 3, 4, 8, 9, 10 y 11 son contra los grupos 1 y 12. Con ello, observamos que las malas posturas fueron colocadas por los grupos perdedores, aunque en su mayoría por parte del grupo 12 es decir, no se dieron cuenta del tipo de posturas que colocaban, al menos no en precio.

Con esto en mente, la estrategia *Market Timing* empleada por el grupo 1 ha generado grandes ganancias a partir de pocas transacciones. A continuación, veremos algunas de esas operaciones en el Cuadro 4.14.

En total, son 39 transacciones representando un 1.60 % del total hechas por este grupo, de la misma manera el volumen representa un 6.94 % y la ganancia representa el 67.22 % del total. Lo que podemos observar son las contrapartes que resultaron con pérdidas en las transacciones, en donde como ya se había visto en el Cuadro 4.2 sobresalen las de los grupos 8, 9, 10, 11 y 12 en donde observando el porcentaje de ganancias contra cada grupo se tiene que para el grupo 8 representa el 90.63 %, para el grupo 9 el 74.65 %, para el grupo 10 el 34.63 %, por su parte el grupo 11 representado con 80.75 %, por último el grupo 12 representado con un 60.54 %.

Esto implica que el resto de las ganancias estuvieron distribuidas en transacciones con poca ganancia en donde las variaciones del precio de las emisoras no fueron tan fuertes como para generar las ganancias mostradas anteriormente, pero si para generar ganancia a largo plazo acumuladas en el portafolio del grupo 1.

Hay que hacer notar que sobre las emisoras que se está obteniendo grandes ganancias fueron principalmente CDU, FDP y PDS, dejando a las restantes con menos ganancias. Para entender un poco más esto, se muestran en el Cuadro 4.15 algunas propiedades de las emisoras para este primer periodo.

De esta forma lo que podemos ver, es que en términos absolutos<sup>4</sup> las emisoras CDU y PDS son las mas volátiles de entre las 6 que cotizan, en donde el grupo 1 obtiene la mayoría de sus ganancias con un menor volumen operado; sin embargo, para

---

<sup>4</sup> Están dadas en términos absolutos, ya que la volatilidad presentada no depende de alguno de los precios, como el inicial, final o promedio, sino del conjunto de datos que representan precisamente la evolución del precio para cada una de las emisoras.

Cuadro 4.14: Transacciones de algunos agentes del grupo 1 con estrategia tipo *Market Timing*.

Agente	Fecha de la Transacción (día-mes-hora)	Volumen (acciones)	Ganancia (\$)	Postura	Contraparte - Grupo	Emisora
xxxxxx	08-17-18:23	500	99,500	venta	durin2602 - 9	CDU
	08-17-18:36	1245	515,430	compra	jschoeder - 8	CDU
	08-17-19:16	1149	343,551	venta	werupp - 11	CDU
	08-17-19:19	1000	117,000	venta	werupp - 11	ROF
	08-18-08:49	1500	27,000	venta	sprungbaer - 11	PDS
	08-18-10:38	1500	225,000	venta	LEMOR - 8	CDU
	08-18-11:48	1000	25,000	compra	martinvh - 11	SPD
	08-19-00:26	2206	86,034	venta	FREIEHEIDE - 8	ROF
	08-19-09:19	750	23,250	compra	gekko - 8	ROF
	08-19-10:02	1355	20,325	venta	jrohde - 12	FDP
	08-19-13:25	500	14,500	compra	Cristobal - 10	CDU
	08-19-17:09	1400	36,400	venta	libuda - 9	PDS
	08-22-12:53	1000	91,000	compra	kmartini - 12	PDS
	08-25-10:06	407	21,978	compra	jrhode - 12	FDP
	08-25-17:19	326	14,344	compra	JoergS - 11	PDS
	08-25-20:33	1564	172,040	compra	kmartini - 12	SPD
	08-27-16:26	427	46,523	venta	august - 11	CDU
08-30-13:12	1500	52,500	venta	stoiaaip - 12	GRUEN	
PDSLOS	09-02-19:47	855	39,330	compra	brueckner - 12	PDS
	09-03-10:34	608	29,184	compra	sbonne - 10	PDS
	09-03-10:49	1999	95,952	venta	wahlrike - 8	PDS
	09-03-10:55	1949	76,011	compra	sbonne - 10	PDS
heinzkerry	08-26-03:36	549	68,625	venta	kmartini - 12	PDS
	08-29-00:02	3000	171,000	venta	martinvh - 11	CDU
	08-29-14:56	3591	316,008	compra	Cristobal - 10	SPD
	08-30-13:13	3000	54,000	venta	stoviak - 12	PDS
	09-03-12:29	636	38,796	venta	pgemt - 12	CDU
profschlau	08-25-10:22	1000	160,000	venta	durin2602 - 9	PDS
	08-25-17:42	2069	393,110	compra	paule - 11	CDU
felixs	08-25-10:03	6000	126,000	compra	jrohde - 12	FDP
	08-30-11:00	982	29,460	compra	jrohde - 12	GRUEN
	08-30-12:45	6094	591,118	venta	briutt - 8	ROF
	08-31-16:55	10000	180,000	compra	jrohde - 12	FDP
	08-31-16:58	1000	18,000	venta	jrohde - 12	FDP
	08-31-22:07	5000	135,000	compra	jrrohde - 12	FDP
	09-02-02:41	19093	572,790	compra	Maxine - 9	FDP
	09-02-11:03	1810	34,390	compra	jrohde - 12	FDP
	09-03-10:20	3000	48,000	venta	jrohde - 12	FDP
	09-03-10:21	10000	160,000	compra	jrohde - 12	FDP

Cuadro 4.15: **Propiedades de las emisoras en la primera mitad.**

Emisora	Total de Transacciones	Total de Volumen	Precio Promedio	Volatilidad del Precio	Precio Máximo	Precio Mínimo	Precio Inicial	Precio Final
CDU	436	198,359	2,611.85	137.830	3,249	2,300	2,900	2,380
FDP	652	575,334	479.01	47.508	597	402	500	450
GRUEN	521	317,205	551.47	21.283	615	485	600	562
PDS	541	310,468	2,847.44	100.372	3,200	2,681	2,820	2,951
ROF	573	407,734	843.95	85.088	1,097	600	600	901
SPD	535	272,203	2,631.54	97.144	3,000	2,430	3,000	2,580

la emisora FDP, la cual no es tan volátil, también se obtiene una ganancia considerable, esto implica que los agentes del grupo 1 tienen bien diversificado su portafolio. En otras palabras suponemos que operan en emisoras volátiles para así obtener mayores ganancias –o bien pérdidas– y del mismo modo en emisoras no tan volátiles para poder aprovecharse más de las malas posturas del resto de los grupos de agentes con ello, se reduce el nivel de riesgo.

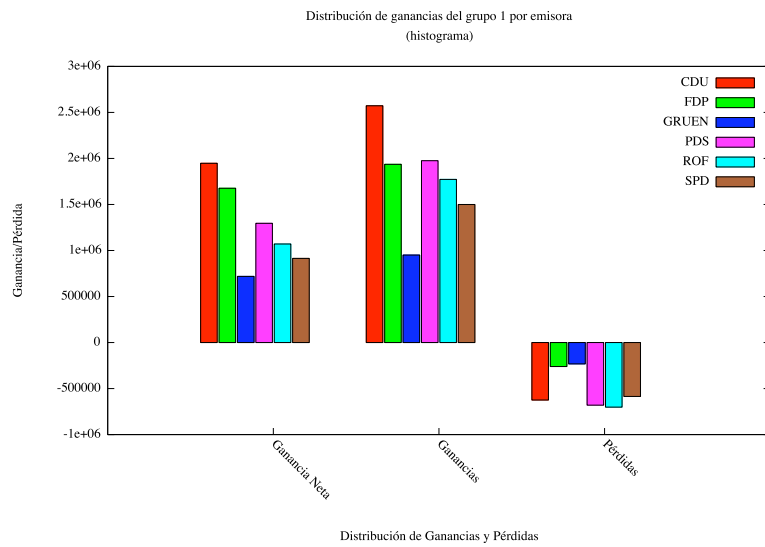
En los histogramas de las Figuras 4.5, se muestra la distribución de ganancias de los grupos 1, 12, 8, 9, 10 y 11 en cada una de las emisoras en las que participaron. Podemos observar que el grupo 1 obtuvo sus mayores ganancias en las emisoras CDU, en donde generó gran parte de ellas contra los grupos 8 y 11 respectivamente, en FDP las generó principalmente de los grupos 9 y 12, mientras que una menor proporción de ganancia la obtuvo en la emisora PDS, en general contra los grupos perdedores.

Del mismo modo, veremos cómo ha sido el comportamiento del grupo 1 y en particular con el grupo 12 en las emisoras CDU, FDP y PDS, con la ayuda de las funciones  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$  descritas anteriormente.

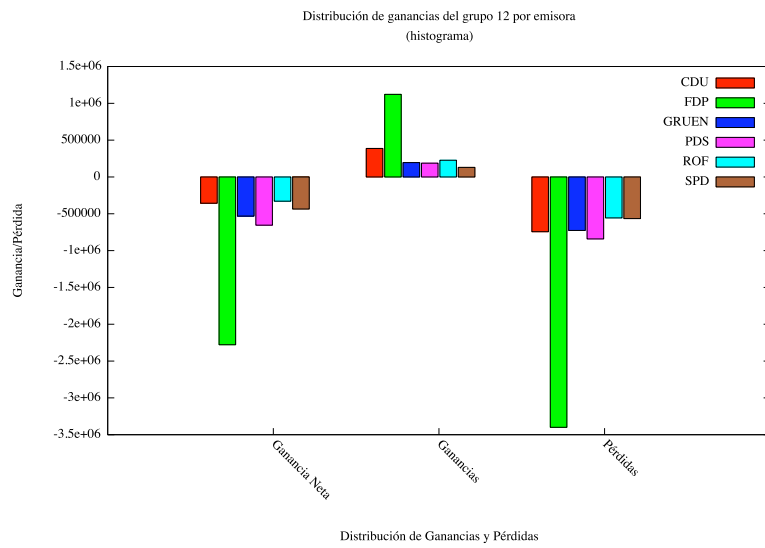
#### 4.3.5 Comportamiento de los Grupos 1 y 12 en las Emisoras CDU, FDP y PDS

##### Emisora CDU

Observando el comportamiento durante esta primera mitad de la emisora CDU, podemos ver que su precio inicialmente estuvo a la alza, sin embargo conforme avanzaba el tiempo su precio disminuía, se mantiene constante y más adelante se puede ver que su precio fue a la baja.



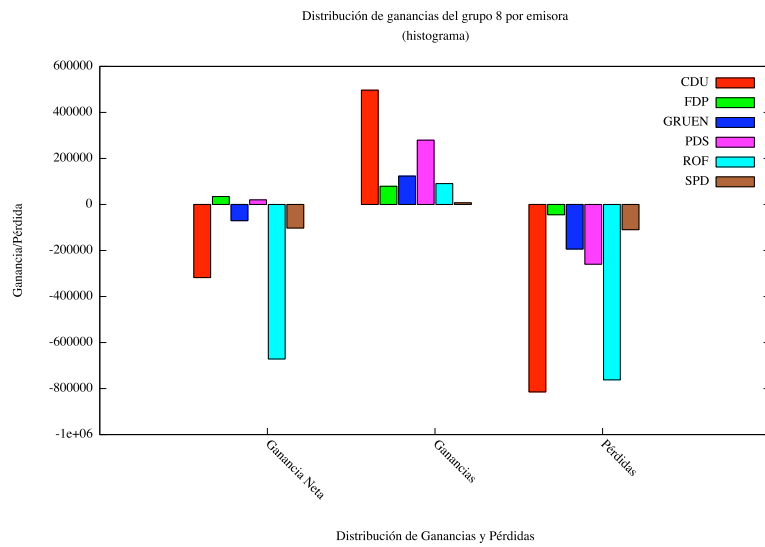
(a) Distribución de ganancia neta del grupo 1.



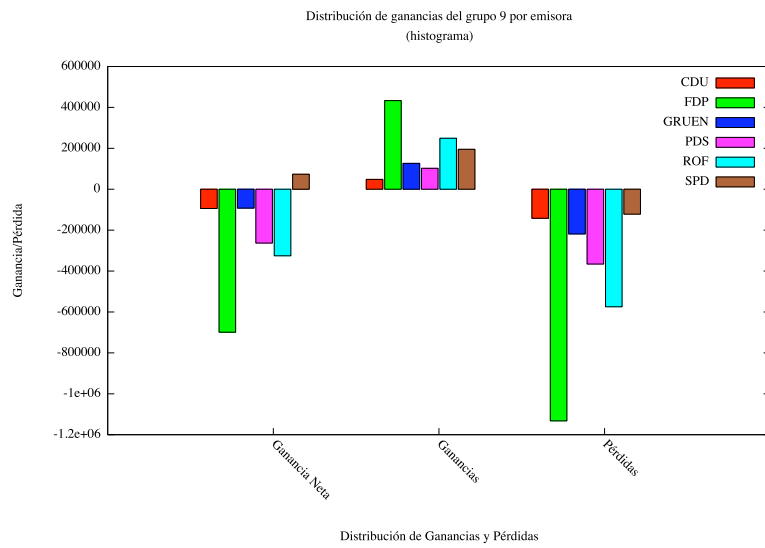
(b) Distribución de ganancia neta del grupo 12.

Figura 4.5: Distribución de ganancias y pérdidas en cada emisora para los grupos 1 y 12.



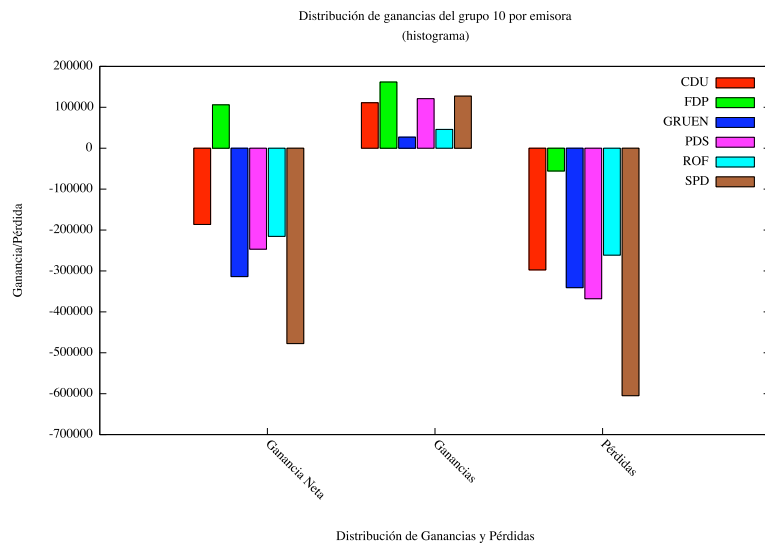


(c) Distribución de ganancia neta del grupo 8.

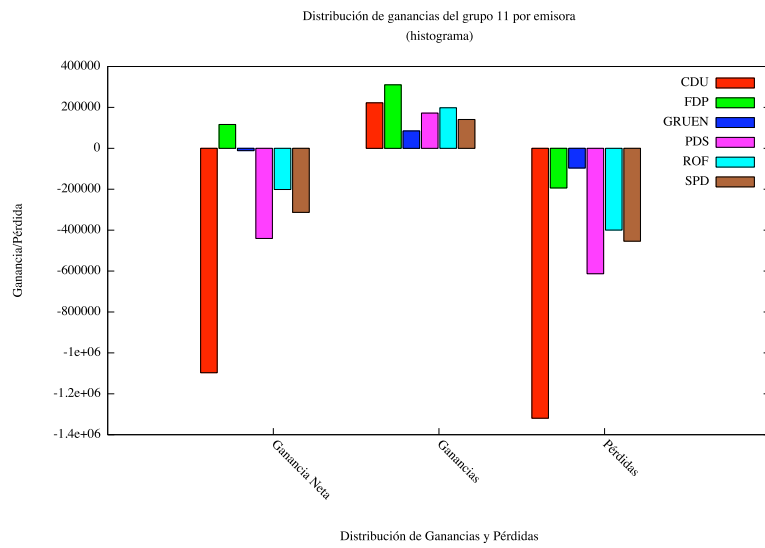


(d) Distribución de ganancia neta 9.

Figura 4.5: Distribución de ganancias y pérdidas en cada emisora para los grupos 8 y 9.



(e) Distribución de ganancia neta del grupo 10.



(f) Distribución de ganancia neta del grupo 11.

Figura 4.5: Distribución de ganancias y pérdidas en cada emisora para los grupos 10 y 11.

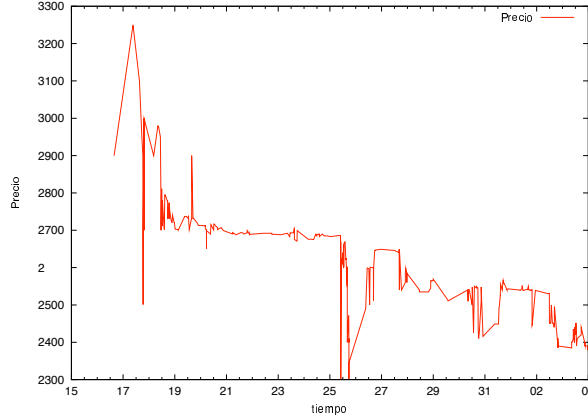


Figura 4.6: Evolución del precio de la emisora CDU durante la primera mitad.

De esta manera los resultados en  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  (Cuadro 4.16), muestran que en promedio los precios para esta emisora disminuían, es decir, después de una operación realizada por agentes pertenecientes al grupo 1, los precios para esta emisora bajaban y en general se realizaban tales movimientos cada cincuenta y siete minutos. Sin embargo, en el caso del grupo 12, se observan cambios pequeños aparentes en el precio una vez que ejecutaban transacciones; del mismo modo que el periodo de tiempo en el que realizaban sus movimientos eran en promedio cincuenta minutos.

Aunado a esto, no hay señal sobre si los agentes aprovechaban las oportunidades de cambios en el precio, para eso, observaremos los resultados de  $\Delta P_2$ , en donde el promedio para compras observamos que el grupo 1 compraba cada vez que el precio era bajo lo cual le permitía obtener ganancias, asimismo para el caso de las ventas, las realizaba cuando el precio de la emisora era alto, ahora bien, observando los resultados para el grupo 12 vemos exactamente lo contrario, en promedio compra cuando el precio es alto y vende cuando el precio es bajo.

Por lo visto anteriormente, podemos observar que el grupo 1 ha tomado buenas decisiones en el sentido de que compra cuando el precio era bajo y vende a un precio más alto lo cual es lo apropiado para obtener ganancias. Esta distribución no la sigue propiamente el grupo 12 ya que por medio de su comportamiento que sigue, va obteniendo un mayor número de pérdidas comprando a precios altos a pesar de que el precio va disminuyendo y vendiendo de igual forma cada vez que el precio baja.

Cuadro 4.16: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora CDU.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	-6.01	0:57	-28.36	08:20	8.10	09:43
12	0.05	0:50	8.78	04:57	-18.91	12:53

### Emisora FDP

Para los resultados en la emisora FDP se observan cambios bruscos en sus precios.

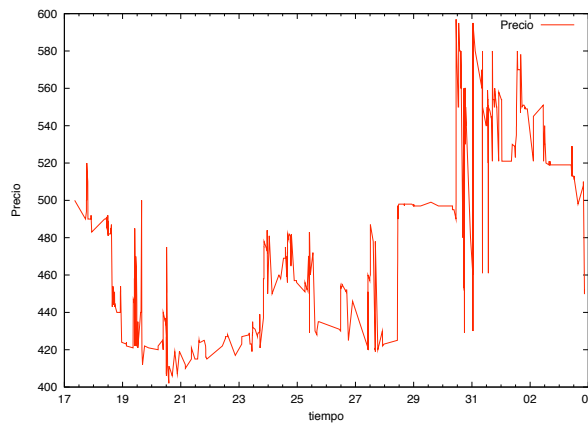


Figura 4.7: Evolución del precio de la emisora FDP durante la primera mitad.

Los resultados en  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  mostrados en el Cuadro 4.17 muestran que en promedio los movimientos posteriores en precio de la emisora aumentaban para el grupo 1 y disminuían para el grupo 12 y tales movimientos estaban solamente desfasados en promedio por solo 1 minuto.

De igual forma para los resultados en  $\Delta P_2$  en compras para el grupo 1 muestra que se hacían en promedio a un precio bajo, pero en términos del precio promedio para esta emisora, es en términos prácticos mínimo. Por el otro lado, en las ventas se vendía cuando el precio era alto. El grupo 12 por lo general compraba en promedio

Cuadro 4.17: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora FDP.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	1.81	0:54	-8.36	06:36	4.85	09:21
12	-4.10	0:53	4.95	01:56	-5.55	13:39

cada vez que el precio era alto y vendía cuando el precio de la emisora era bajo.

Paralelo a esto, podemos ver que se encuentra una señal esto es, que el grupo 1 se aprovecha de las malas posturas por parte de los agentes del grupo 12 en donde se obtienen las ganancias en compras para el grupo 1.

### Emisora PDS

En la gráfica de la emisora PDS podemos observar que tiene un comportamiento regular, aunque conforme avanza el tiempo el precio de la emisora tiende a subir y finalmente se estabiliza.

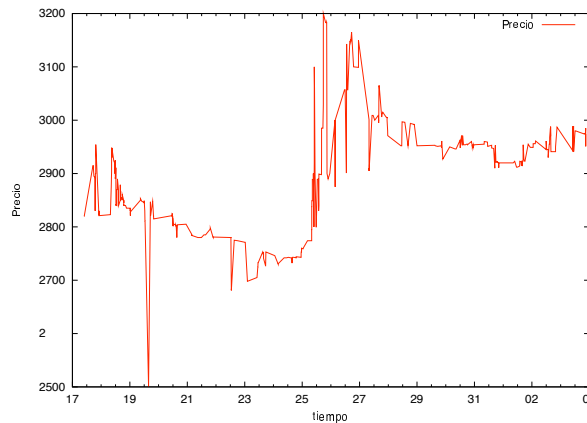


Figura 4.8: Evolución del precio de la emisora PDS durante la primera mitad.

Al igual que las dos emisoras anteriormente analizadas, tampoco hay una señal definida que muestren los valores  $\Delta P_1$  para estos dos grupos. En ambos grupos, los

Cuadro 4.18: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora PDS.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	-1.01	0:43	-8.25	06:10	8.63	08:05
12	-6.76	0:53	-3.49	20:34	10.36	11:59

siguientes movimientos de mercado muestran que el precio de la emisora bajaba, sobre todo en transacciones del grupo 12.

Observando los resultados para la función  $\Delta P_2$  aunque para el grupo 1 que compra cada vez que el precio es bajo y vende cada vez que el precio es alto, igualmente muestra que ha dado resultados al igual que en las dos emisoras anteriores; sin embargo, para el grupo 12 ahora sucede lo contrario a las otras dos emisoras, ya que compra cada vez que el precio es bajo y vende cuando el precio es alto.

#### 4.4 *SCORE* de los Agentes y Predicciones para la Segunda Mitad

Una vez que ya vimos los resultados para este primer periodo, analizaremos de este modo realmente que tanto influyen las caracterizaciones anteriormente vistas es decir, verificar si son buenas ó en dado caso malas para que conduzcan al éxito. Para esto, emplearemos la ecuación (A.11) descrita en el *Apéndice A*, en donde cada una de las caracterizaciones es un elemento vector característico. Así, se tomarán en cuenta las 8 caracterizaciones mostradas en los cuadros de  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  para ratificar lo observado en ellas.

De esta manera, la clase  $C$  seguirá siendo el *Sharpe Ratio*, mientras que las caracterizaciones  $X_i$  serán las siguientes

1.  $X_1$  - Ranking en número de transacciones.
2.  $X_2$  - Ranking en número de compras.
3.  $X_3$  - Ranking en número de ventas.
4.  $X_4$  - Ranking en D.
5.  $X_5$  - Ranking en número de contrapartes.

6.  $X_6$  - Ranking en volumen total operado.
7.  $X_7$  - Ranking en volatilidad del volumen operado.
8.  $X_8$  - Ranking en volumen promedio por operación.

En el Cuadro 4.19 se muestra el Ranking en *score* que cada uno de los agentes obtuvo en esta primera mitad. Igualmente dado que los grupos 5, 6 y 7 no participaron en este primer periodo sus rankings mantendrán un valor constante.

Haciendo especial énfasis en los agentes del grupo 1 debido a que su estrategia es la óptima, en el sentido de que han generado la mayor cantidad de ganancias, para los agentes rankeados dentro del Top 14 en *score* observamos que las principales características que mayor contribución tuvieron son  $X_1$ , correspondiente al número de transacciones al igual que  $X_6$  que corresponde al Ranking en Volumen Total Operado. Paralelo a ello, otras caracterizaciones tales como  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_7$ ,  $X_8$  han contribuido con la misma frecuencia al *score* pero menores a  $X_1$  y  $X_6$ .

Aunado a ello, lo que podemos identificar en los resultados del Cuadro 4.19 es que dentro del grupo 1 hay una probabilidad del 4.9% de que existan solo 8 agentes que pertenecen al Top 14 en *score*, mientras que 1 está dentro del grupo 11 y 5 restantes se encuentran en el grupo 12. Esto era de esperarse, puesto que los comportamientos de los grupos 1 y 12 no se pudieron diferenciar tal y como lo muestran los resultados del Cuadro 4.13.

Paralelo a ello, podemos ver que los agentes mejor rankeados del Top 14 en *score* son los más representativos de su respectivo grupo, dicho de otra forma, al comportamiento general del grupo 1 es debido a los agentes como *xxxxxx*, *heinzkerry*, *fischmob*, *henning*, *gruener*, *profschlau* y *Dampflok95*, mientras que para los agentes del grupo 12 se encuentran *jrohde*, *kmartini*, *pgemt*, *StoiberFan* y *raileo*. De igual forma en ambos grupos hay agentes que pertenecen al segundo Top 14 de *score* es decir, aquellos que están rankeados en los puestos 12 a 22, que aunque no pertenezcan al Top 14, contribuyen al comportamiento promedio de sus respectivos grupos, tal es el caso de *felixs* y *PDSLOS* para el grupo 1.

Se muestra la gráfica de ineficiencia en *score* en la Figura 4.9, en donde se encuentran los agentes que pertenecen al Top 14 en esta primera mitad. Observamos que la ineficiencia por parte de estos agentes contra el resto es pequeña, debido a que hay 5 agentes en el grupo 12 (más perdedor) y uno más se encuentra en el grupo 11, esto, debido a que los agentes de los grupos 1 y 12 no pudieron discriminar en sus

Cuadro 4.19: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la primera mitad.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	xxxxxx	1	5	Zoroaster	102	9	Maxine	36
	heinzkerry	6		wolfgang	102		Hannemann	92
	Dampflok95	4		tradedude	102		talpa	163
	profschlau	3		teuteberg	102		mcgonagall	78
	fischmob	7		sternfeld	102		nimer	68
	felixs	23		skeptiker	102		leone62	55
	henning	8		sinatra	102		Adrian	41
	gruener	13		shoehne	102		durin2602	83
	Wiego	18		schoetz	102		mammut	102
	Traurig	19		sassolungo	102		libuda	61
	wiesel	12		sachbea	102		delCorte	50
	hoppelhase	47		Quartier	102		Boersomat	29
	PDSLOS	17		online04	102		Selektor	81
	Tob11	86		metridia	102		oberdada	153
	2	zigzag		69	6		marie	102
ulmer		21	leone04	102		waeher	69	
kai1705		59	kueberta	102		tomlaufer	73	
ohnesorge		52	kreuzau	102		imexport	102	
Maxwell		45	jnpeters	102		SwingVoter	46	
uwesiegert		160	jeffcostel	102		sbonne	66	
poclain		39	Inselkind4	102		horex	38	
jussi79		67	Ingmar	102		clearview	92	
angelika		44	ichgewinn	102		Silrem	97	
Freudoll		15	Ghuoargh	102		philipp	83	
Familie		49	gernot	102		TShirt	88	
manuberl		83	Fussel	102		Sempf	58	
hamann		88	eumel72	102		Peterk	60	
weirdtom		35	dussel	102		Cristobal	52	
3		mittchell	97	7		Drucker	102	11
	AquiiHH	24	Devils		102	matula47	153	
	ruemuebau	43	Crasher		102	druidej	61	
	Carlos	57	Brian		102	august	16	
	whizzkid	99	birkenfeld		102	dondirkos	88	
	lebowskie	40	BillyLU34		102	Andromeda	48	
	reinhold	51	berlin41		102	greenspan	102	
	Zeeck79	22	badzocker		102	JoergS	28	
	salzi09	88	arnowas		102	sprungbaer	30	
	Samurai	20	Armin139		102	martinvh	41	
	morten	78	andrekaun		102	paule	2	
	Krickel	92	adschi		102	dk1313	61	
	z0id2k	55	0908va		102			
	fuersti	161	00zero		102			
	4	ntzerserbe	69		8	juergenb	87	
Lupulus		65	terra	153		pgemt	8	
pletscha		92	LEMOR	99		Micha	25	
fortuna95		93	Moreno	153		Gerphil	34	
arina78		102	FREIEHEIDE	32		StoiberFan	14	
jester		73	wahlnike	73		brueckner	37	
pusztajoe		153	marcbln	102		raileo	11	
Hanreich		72	baldurtipp	73		stoiaaip	33	
gk000		102	gekko	27		Wetterman	26	
hilsk		154	Paleiko	54		kmartini	10	
jkahrs		102	mc0050	61		jrohde	5	
lowiegand		102	briutt	73				
ppicasso73		102	jschoeder	31				
robertius		161	pegasus	153				



comportamientos.

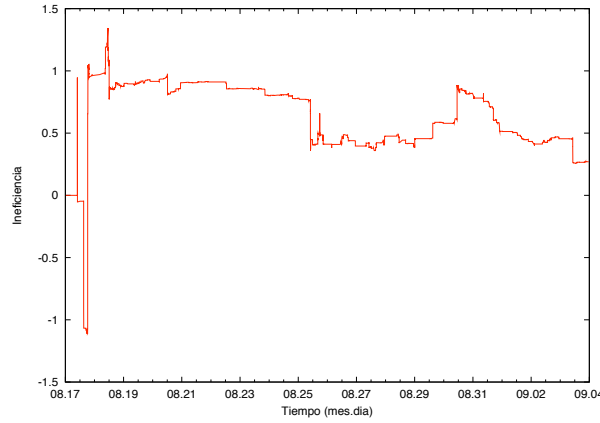


Figura 4.9: Ineficiencia clasificando a los grupos por *score* para la primera mitad.

No obstante lo que se puede esperar para la segunda mitad, es que los agentes más representativos del grupo 1 continúen obteniendo mayores beneficios respecto al resto de los agentes, es decir, siempre y cuando empleen la misma estrategia o en su defecto que la mejoren. Mientras que para los agentes representativos del grupo 12 y demás grupos perdedores en esta primera mitad se espera que continúen con las pérdidas en la segunda mitad, de no ser así entonces se deberá a cuestiones de adaptación y aprendizaje de los grupos de agentes en el mercado, con lo cual el *score* se verá disminuido a comparación de lo que han obtenido en este primer periodo.

En el resto de los grupos, la distribución de ranking en *score* es más heterogénea, es decir, no se puede diferenciar con gran facilidad si por grupo, la mayoría de los agentes pertenecen a un Top 14 en particular. De esta forma, las aportaciones de algunas características han sido en su mayoría negativas, lo que produce que no se pueda definir una estrategia en particular por grupo. Esto es por que el *score* está caracterizado como ganador, ya que la Clase  $C$  está sujeta siempre a aquellos agentes que satisfagan la condición  $C = 1$ , es decir, en la Clase *Sharpe Ratio* que estén rankeados dentro del Top 14 para el primer grupo.

De esta manera los grupos ganadores en esta primera mitad que resulten con cambio de *score* en la segunda mitad se deberá al cambio de estrategia, al igual que aquellos grupos perdedores. El hecho es que llegando a suceder esto, será neces-

rio identificar las variables que producen estos cambios de *score* y entender mas la adaptación y aprendizaje de los grupos de agentes así como las condiciones mismas del mercado. Del mismo modo continuaremos con el análisis de la segunda mitad en donde veremos la gráfica de Ineficiencia, nuevamente observar el comportamiento de los grupos y estudiar las variables que producen cambios de estrategia en los diferentes grupos de agentes.

## Capítulo 5

---

# Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad

---

### 5.1 Ineficiencia

Comenzaremos con la gráfica de ineficiencia de la segunda mitad. En la Figura 5.1 se muestra la Ineficiencia del grupo 1 contra el resto de los agentes.

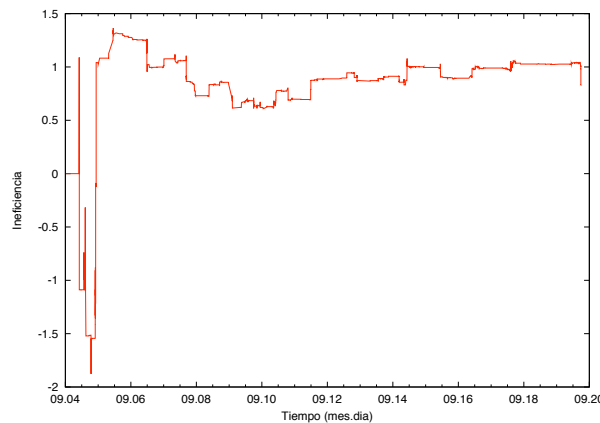


Figura 5.1: Gráfica de Ineficiencia del grupo 1 en la segunda mitad.

Podemos ver inmediatamente que, en comparación con la ineficiencia mostrada en la Figura 4.1, ha disminuido para esta segunda parte; en general es una gráfica con algunos descensos, lo que pudiera ser una indicación de que los agentes del grupo 1 ya no están empleando la misma estrategia, o bien que ha habido un cambio de

estrategia por parte de los agentes de los grupos 8, 9, 10, 11 y 12.

En este contexto, analizando la ineficiencia del grupo 1 y 12 (Figura 5.2) para este segundo periodo, podemos ver que ya no hubo el mismo sesgo mostrado en la primera mitad. Aunque si bien, siguen obteniendo pequeñas ganancias contra el grupo 12, éstas recompensas no son las mismas que las de la primera mitad. Más adelante veremos si lo anterior se debe a procesos de aprendizaje en alguno de los dos grupos.

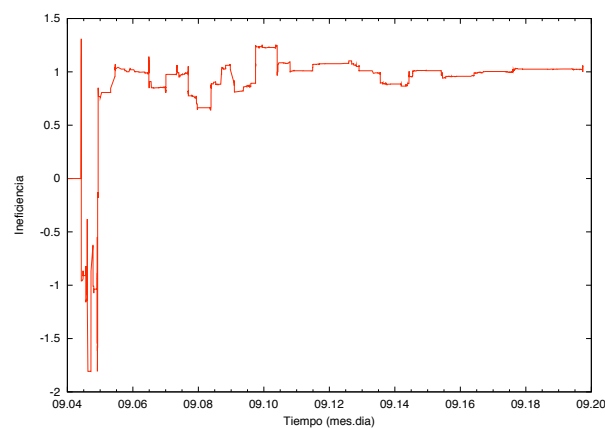


Figura 5.2: Gráfica de ineficiencia del grupo 1 y 12.

En la matriz de Ineficiencia para esta segunda mitad, mostrada en el arreglo 5.1, podemos ver que las ineficiencias del grupo 1 con el resto de los grupos han disminuido en relación a las obtenidas en la primera mitad, siendo los mayores valores los que corresponden a los grupos 3 y 5. También se observa que los valores de Ineficiencia de todos los grupos con respecto al grupo 12 han disminuido. No obstante, estos valores no son lo suficientemente confiables como para comenzar a sugerir cambios

de estrategia en específico por parte del grupo 1.

$$\mathbf{I}^m(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0.31 & 1.18 & 0.62 & 1.12 & 0.45 & -0.63 & 0.71 & 0.73 & 1.06 & 0.23 & 1.00 \\ -0.31 & 0 & 1.08 & 0.33 & 1.00 & 0.12 & -1.02 & 0.45 & 0.52 & 0.91 & -0.09 & 0.91 \\ -1.18 & -1.08 & 0 & -1.45 & -0.07 & -1.26 & -1.90 & -1.24 & -0.25 & -0.05 & -1.20 & 0.67 \\ -0.62 & -0.33 & 1.45 & 0 & 1.20 & -0.29 & -1.43 & 0.43 & 0.40 & 0.97 & -0.47 & 0.86 \\ -1.12 & -1.00 & 0.07 & -1.20 & 0 & -1.14 & -1.83 & -1.05 & -0.20 & 0.00 & -1.12 & 0.68 \\ -0.45 & -0.12 & 1.26 & 0.29 & 1.14 & 0 & -1.21 & 0.46 & 0.49 & 0.97 & -0.24 & 0.89 \\ 0.63 & 1.02 & 1.90 & 1.43 & 1.83 & 1.21 & 0 & 1.50 & 1.34 & 1.74 & 0.94 & 1.25 \\ -0.71 & -0.45 & 1.24 & -0.43 & 1.05 & -0.46 & -1.50 & 0 & 0.30 & 0.82 & -0.59 & 0.84 \\ -0.73 & -0.52 & 0.25 & -0.40 & 0.20 & -0.49 & -1.34 & -0.30 & 0 & 0.19 & -0.61 & 0.73 \\ -1.06 & -0.91 & 0.05 & 0.97 & 0.00 & -0.97 & -1.74 & -0.82 & -0.19 & 0 & -1.02 & 0.68 \\ -0.23 & 0.09 & 1.20 & 0.47 & 1.12 & 0.24 & -0.94 & 0.59 & 0.61 & 1.02 & 0 & 0.94 \\ -1.00 & -0.91 & -0.67 & -0.86 & -0.68 & -0.89 & -1.25 & -0.84 & -0.73 & -0.68 & -0.94 & 0 \end{pmatrix} \quad (5.1)$$

El punto importante en esta segunda mitad es descubrir que es lo que ha sucedido con los grupos perdedores, y en particular con el grupo 12. Veamos entonces la Minería de Datos en esta segunda mitad, para descubrir las características fenotípicas que identifican a cada uno de los grupos y argumentar con ellas los posibles cambios de estilo de operación por parte de los grupos.

## 5.2 Resultados de *SCORE* para la Segunda Mitad

En el Cuadro 5.1 se muestra el Ranking en *score* que cada uno de los agentes obtuvo en esta segunda mitad. Puede verse que los agentes de los grupos 5, 6 y 7 ahora sí han participado.

A partir de los resultados mostrados del Cuadro 5.1, podemos ver que claramente hay una correlación entre el *score* de la primera mitad y la de este periodo. En el grupo 1 ya no participa un agente, del grupo 2 cuatro agentes no participan, del grupo 3 igualmente cuatro agentes no participan, del grupo 4 son ocho agentes los que ya no participaron, del grupo 8, 4 agentes, del grupo 9, tres agentes, del grupo 10, cuatro agentes, por su parte los agentes de los grupos 11 y 12 con solo un agente cada uno que no participó en esta segunda mitad.

Se observa ya una diferencia de los rankings obtenidos de *score* en la primera mitad: el grupo 1 en general ha empeorado sus rankings en 6 de los agentes representativos de la primera mitad. Por ejemplo, *henning*, no participó en esta segunda mitad y *xxxxxx* ocupó un ranking demasiado bajo. Igualmente los agentes *heinzkerry*, *profschlau*, *fischmob* y *wiesel* disminuyeron sus rankings en *score*. Sin embargo, los agentes *Dampflok95*, *gruener* y *Wiego* mejoraron sus rankings. Así, 6 agentes del grupo 1 se conservan dentro del *Top 14* en ranking en *score*, con lo que ya se observa

Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad

Cuadro 5.1: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la segunda mitad. Los agentes en **negrita** son los que en esta segunda mitad no participaron.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	xxxxxx	87	5	Zoroaster	36	9	Maxine	61
	heinzkerry	7		wolfgang	141		Hannemann	55
	DampfloK95	1		tradedude	158		<b>talpa</b>	91
	profschlau	5		teuteberg	91		mcgonagall	14
	fischmob	10		sternfeld	50		<b>nimer</b>	91
	felixs	38		skeptiker	65		leone62	91
	<b>henning</b>	91		sinatra	52		Adrian	64
	gruener	1		shoehne	60		durin2602	156
	Wiego	9		schoetz	28		mammut	128
	Traurig	17		sassolungo	158		libuda	37
	wiesel	158		sachbea	145		<b>delCorte</b>	91
	hoppelhase	49		Quartier	82		Boersomat	21
	PDSLOS	88		online04	43		Selektor	128
	Tob11	146		metridia	78		oberdada	91
2	zigzag	29	6	marie	40	10	hennersch	25
	ulmer	73		leone04	156		waehler	59
	kai1705	54		kueberta	75		<b>tomlaufer</b>	91
	<b>ohnesorge</b>	91		kreuzau	146		imexport	146
	Maxwell	146		jnpeters	41		SwingVoter	158
	uwesiegert	84		jeffcostel	32		sbonne	79
	poclain	35		Inselkind4	82		horex	16
	<b>jussi79</b>	91		Ingmar	65		clearview	63
	<b>angelika</b>	91		ichgewinn	76		<b>Silrem</b>	91
	Freudoll	141		Ghuoargh	128		philipp	71
	Familie	39		gernot	146		<b>TShirt</b>	91
	manuberl	128		Fussel	144		<b>Sempf</b>	91
	<b>hamann</b>	91		eumel72	158		Peterk	46
	weirdtom	44		dussel	13		Cristobal	27
3	<b>mittchell</b>	91	7	Drucker	127	11	<b>werupp</b>	91
	AquiiHH	33		Devils	18		matula47	128
	ruemuebau	11		Crasher	146		druidej	88
	<b>Carlos</b>	91		Brian	48		august	146
	whizzkid	79		birkenfeld	19		dondirkos	128
	lebowskie	23		BillyLU34	57		Andromeda	71
	reinhold	90		berlin41	146		greenspan	69
	Zeeck79	15		badzocker	86		JoergS	73
	salzi09	24		arnowas	45		sprungbaer	84
	Samurai	42		Armin139	4		martinvh	146
	<b>morten</b>	91		andrekaun	31		paule	20
	Krickel	91		adschi	69		dk1313	91
	<b>z0id2k</b>	91		0908va	26			
	fuersti	128		00zero	53			
4	ntzerserbe	141	8	juergenb	62	12	stoviak	128
	<b>Lupulus</b>	91		<b>terra</b>	91		pgent	6
	<b>pletscha</b>	91		LEMOR	55		Micha	128
	<b>fortuna95</b>	91		Moreno	163		Gerphil	34
	<b>arina78</b>	91		FREIEHEIDE	22		<b>StoiberFan</b>	91
	jester	91		wahlnike	57		brueckner	128
	pusztajoe	51		marcb1n	67		raileo	12
	<b>Hanreich</b>	91		baldurtipp	79		stoiaaip	30
	gk000	128		<b>gekko</b>	91		Wetterman	77
	<b>hilsk</b>	91		Paleiko	128		kmartini	3
	<b>jkahrs</b>	91		mc0050	46		jrohde	8
	lowiegand	68		<b>briutt</b>	91			
	<b>ppicasso73</b>	91		jschoeder	128			
	robertius	146		<b>pegasus</b>	91			

un cambio de estrategia para este periodo.

Paralelo a ello, los agentes del grupo 12 en general han “empeorado” sus rankings en *score*. *StoiberFan* no participa en esta segunda mitad, mientras que *pgemt*, *raileo*, *kmartini* y *jrohde* también pertenecen al *Top 14*. Como ya lo mencionamos, en el resto de los grupos han dejado de participar agentes. Más adelante veremos si esto repercute directamente en el modo de operar de cada uno de los grupos, de tal manera que se sigan manteniendo en términos de ganancias, como en la primera mitad.

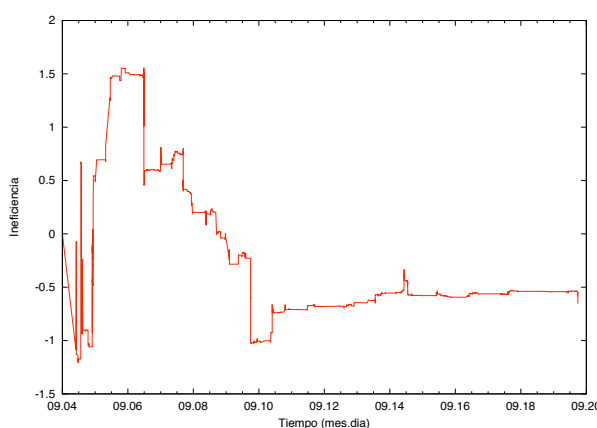


Figura 5.3: Ineficiencia clasificando a los grupos por *score* para la segunda mitad.

Mirando la gráfica de Ineficiencia en *score* de la Figura 5.3, podemos ver que efectivamente ya no hay ganancias consistentes por parte de los agentes representativos para la estrategia Top del *score*. De este modo se aprecia que ya no existe ineficiencia por parte de estos agentes contra el resto.

## 5.3 Análisis del Mercado

### 5.3.1 Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes

En la Figura 5.4 se muestra la distribución de las ganancias de cada uno de los grupos de agentes durante la segunda mitad. Podemos observar que el grupo 1, aunque sigue obteniendo ganancias con algunos grupos, ya no es el más ganador. De la misma manera vemos que al mercado se incorporan los grupos de agentes que en

la primera mitad no participaron, y es precisamente el grupo 7 el que ha obtenido las mayores ganancias para este periodo.

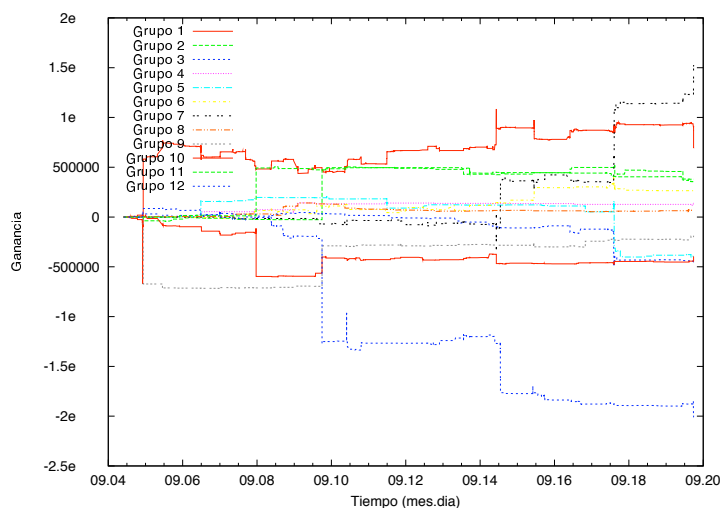


Figura 5.4: Distribución de ganancias de cada grupo durante la segunda mitad.

Se puede apreciar de nuevo que el grupo 12 ha resultado ser el más perdedor. No obstante, sus pérdidas han disminuido en gran porcentaje. Tal vez los agentes de este grupo hayan aprendido que realizar demasiadas transacciones produce, en su caso, muchas pérdidas, si los grupos de los agentes perdedores de la primera mitad reducen el número de transacciones. Esto conlleva a que para el grupo 1 ya no sea fácil ejecutar sus transacciones y aunque en la primera mitad su estrategia haya resultado ser la óptima para generar sus ganancias, ésta ya no se puede satisfacer para la segunda mitad ya que las condiciones del mercado no son las apropiadas. Esto es, se puede tener una estrategia óptima, pero si las condiciones del mercado no son las apropiadas para que pueda llevarse a cabo, entonces deja de ser útil y tendría que generarse una nueva estrategia en donde se consideren las nuevas condiciones del mercado. En otras palabras, la estrategia depende del “ambiente”.

Esto conlleva a que para el grupo 1 ya no sea fácil ejecutar sus transacciones y aunque en la primera mitad su estrategia haya resultado ser la mas óptima para generar sus ganancias, ésta ya no se puede satisfacer para la segunda mitad ya que las condiciones del mercado no son las apropiadas. Esto es, se puede tener una estrategia óptima, pero si las condiciones del mercado no son las apropiadas para que



Cuadro 5.2: **Transacciones y Volumen operado por cada grupo durante la segunda mitad.**

Grupo	Total de Transacciones	Total de Compras	Total de Ventas	Volumen Total (acciones)
1	2,167	813	1,354	923,760
2	316	157	159	149,023
3	960	448	512	263,418
4	88	68	20	52,215
5	423	350	73	198,331
6	516	254	262	293,704
7	858	587	271	591,607
8	234	79	155	139,808
9	404	120	284	187,681
10	497	303	194	214,647
11	232	128	104	149,270
12	959	520	439	628,560

pueda llevarse a cabo, entonces la primera deja ser válida y tendría que generarse una nueva estrategia en donde se consideren las nuevas condiciones del mercado. En otras palabras, la estrategia depende del “ambiente”.

En el Cuadro 5.2 se muestra el comportamiento general de los grupos de agentes durante este segundo periodo. Podemos ver que el grupo 1 disminuyó en un 10.57% sus transacciones con respecto al total que ejecutó en la primera mitad, sin embargo, el volumen neto operado ha disminuido en un 36.79%. Del mismo modo, el grupo 12 redujo en gran porcentaje sus transacciones netas, así como su volumen.

Al igual que los grupos 1 y 12 los grupos 2, 8 y 11 redujeron el total de transacciones y volumen. Por el otro lado, los grupos 3, 4 y 10 aumentaron su actividad respecto al número de transacciones así como el volumen neto operado. No obstante, el grupo 4 siguió averso al riesgo continuando con pocas transacciones. Por su parte, el grupo 9, aunque aumentó el número de transacciones ejecutadas, en volumen no lo hizo, sino que la cantidad de acciones operadas en la segunda mitad fué menor que aquellas operadas en la primera mitad. Dicho anteriormente, los grupos 5, 6 y 7 ya comenzaron a participar, con lo cual veremos mas adelante como ha influido su participación con el resto de los grupos.

En el Cuadro 5.3 vemos las ganancias y pérdidas que obtuvieron los grupos entre sí. De esta manera, tal y como lo apreciamos en la Figura 5.4 el grupo 12 ha dejado de ser el mayor contribuyente a las ganancias del grupo 1, y ahora este papel lo ocupa

el grupo 9.

Por su parte, el grupo 2 se ha conservado como ganador, pero su nivel de ganancias ha disminuido en esta segunda mitad. Ha obtenido pérdidas contra todos los grupos, excepto el 1, 11 y 12. El cambio en sus ganancias bien puede deberse al “retiro” de 4 de los agentes de este grupo.<sup>1</sup> El grupo 3 cambió de grupo ganador a grupo perdedor, quizá debido a que 4 agentes han dejado de participar. También hay que notar que de igual forma ha obtenido pérdidas contra los grupos 5, 6 y 7.

En el caso del grupo 4 podemos observar que de forma diferente a la primera mitad, en donde había obtenido pérdidas contra el grupo 1, ya obtuvo ganancias en este periodo, aunque si bien ha obtenido algunas pérdidas, principalmente contra los grupos 5 y 6, éstas no contrarrestan las ganancias generadas, de tal forma que se mantiene como ganador. Hay que hacer notar que son 8 los agentes que no participaron en esta segunda mitad. El grupo 5, que no había participado en la primera mitad, se perfiló como grupo perdedor. Aunque obtuvo ganancias contra la mayoría de los grupos, resaltando aquellas obtenidas contra los grupos 1 y 3, la pérdida obtenida contra el grupo 7 fue lo suficiente para contrarrestar las ganancias generadas. Los grupos 6 y 7, que igualmente no habían participado en la primera mitad, se perfilaron como grupos ganadores. El grupo 6 generó su mayor ganancia contra el grupo 1 y en general contra los grupos ganadores en la primera mitad (ver Cuadro 4.2). Del mismo modo, el grupo 7 aunque no obtuvo ganancias contra el grupo 1, obtuvo sus mayores beneficios contra los grupos 3, 5, 10 y 12. Aparentemente los agentes de los grupos 6 y 7, que no participaron en la primera mitad, aprendieron sobre cómo participar en el mercado, razón por la cual obtuvieron ganancias en esta segunda mitad.

El grupo 8, que en la primera mitad formaba parte de los grupos perdedores y donde el grupo 1 había obtenido un porcentaje alto de ganancias, para esta segunda mitad obtuvo un perfil ganador obteniendo ganancias contra los grupos 1, 2, 4, 11 y 12. Es importante resaltar que en la primera mitad había obtenido contra el grupo 1 una pérdida de \$1,695,612, mientras que para esta segunda mitad obtiene una ganancia de \$11,506. Con esto podemos ver que no solo disminuyó la pérdida, sino que obtuvo ya una ganancia, lo que da a suponer cuestiones de adaptación y aprendizaje de este grupo de agentes.

Paralelo a ello, el grupo 9 continuó con el perfil de grupo perdedor, sin embargo, no acentuó aún más sus pérdidas sino que en general disminuyeron, de forma particular contra el grupo 1, ya que de \$1,163,549 pasó a \$668,776 e incluso generó ganancias en contra del grupo 2 y del grupo 4.

---

<sup>1</sup> Quizá el retiro de estos agentes fue por aversión al riesgo, donde prefirieron conservar las ganancias obtenidas en vez de continuar participando en el mercado.

Cuadro 5.3: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la segunda mitad.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	-24,138	191,575	-147,694	-64,265	-164,235	116,935	11,506	668,776	40,549	18,270	72,267
2	24,138	0	-70,453	-3,249	-15,289	-44,662	-6,282	-8,884	-5,327	-4,916	856	489,740
3	-191,575	70,453	0	-4,000	-95,306	-79,794	-196,347	7,420	54	-47,434	18,366	86,702
4	147,694	3,249	4,000	0	-10,834	-2,762	1,901	-255	-10,198	2,212	100	8,336
5	64,265	15,289	95,306	10,834	0	34,947	-533,828	9,751	-76,743	4,792	-7,318	-8,848
6	164,235	44,662	79,794	2,762	-34,947	0	-62,755	6,880	22,420	-2,905	5,126	39,542
7	-116,935	6,282	196,347	-1,901	533,828	62,755	0	5,058	-5,208	107,180	44,474	686,437
8	11,506	8,884	-7,420	255	-9,751	-6,880	-5,058	0	-2,692	-9,046	1,827	85,856
9	-668,776	5,327	-54	10,198	76,743	-22,420	5,208	2,692	0	-9,838	-6,389	410,052
10	-40,549	4,916	47,434	-2,212	-4,792	2,905	-107,180	9046	9,838	0	-472,446	155,822
11	-18,270	-856	-18,366	-100	7,318	-5,126	-44,474	-1,827	6,389	472,446	0	-17,702
12	-72,267	-489,740	-86,702	-8,336	8,848	-39,542	-686,437	-85,856	-410,052	-155,822	17,702	0

Por su parte, el grupo 10, si bien aminoró las pérdidas obtenidas en la primera mitad, continuó con el perfil de perdedor consiguiendo sus mayores pérdidas contra los grupos 11 y 7. Sin embargo, al igual que el grupo 9, ha obtenido ganancias contra los grupos 2 y 3.

Para el grupo 11 sucedió lo contrario, pues pasó de ser un grupo perdedor en la primera mitad a un grupo ganador en la segunda mitad, consiguiendo sus mayores ganancias contra el grupo 10. Aunque obtuvo pérdidas con la mayoría de los grupos, no fueron lo suficiente para contrarrestar los beneficios obtenidos contra el grupo antedicho. El grupo 12 continuó obteniendo pérdidas, aunque éstas se han reducido considerablemente respecto a las obtenidas en la primera mitad. De manera particular, este grupo ha reducido en gran porcentaje las pérdidas generadas contra el grupo 1. Más adelante trataremos de explicar como ha sucedido esto.

### **5.3.2 Matriz de Porcentaje en Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Tipo 1 de Representación**

Como lo hicimos en el capítulo anterior, analizaremos los comportamientos de los grupos de agentes para esta segunda mitad en los tipos de representación antes mencionados. En las matrices de los Cuadros 5.4 y 5.5 se muestran los porcentajes de transacciones y volumen, mientras que los Cuadros 5.6, 5.7 y 5.8 representados en el Tipo 1, corresponden a las matrices de porcentaje de transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas.

Respecto a la matriz de porcentaje de transacciones mostradas en el Cuadro 5.4, podemos ver que el grupo 1 al igual que en la primera mitad el grupo con el que hace más operaciones es consigo mismo obteniendo un 24.46%, esto hace suponer que las ganancias se reducen debido a que agentes perspicaces están realizando un mayor número de transacciones con otros agentes perspicaces sin darse cuenta de ello, puesto que las posturas en el libro son anónimas. Del mismo modo, aunque si bien, sigue siendo el grupo 12 con los que más operan; ya no se observa una tendencia tan clara de operar contra este grupo, sino que ahora se encuentran mayormente distribuidas entre otros grupos de agentes como los grupos 3 y 7.

aunado a ello, el grupo 1 tan solo redujo en 256 operaciones las hechas en la primera mitad lo cual representa un 10.57%. No obstante, el número de operaciones contra los grupos 3, 4, 9 y 10 han aumentado, en tanto que con los grupos 8, 11 y 12 han sido menores. En particular para los grupos 1 y 12, redujeron su porcentaje de transacciones en un 45.77% ya que de 555 operaciones que realizaron en la primera

Cuadro 5.4: Porcentaje de transacciones que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el tipo 1 de representación.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	24.46	3.55	13.66	1.15	5.54	6.28	11.35	3.23	6.00	8.81	2.08	13.89
2	24.37	8.86	13.92	3.48	6.96	4.43	8.23	2.22	2.53	9.49	3.16	12.34
3	30.83	4.58	9.17	0.83	6.77	6.56	10.31	3.65	5.00	4.06	4.48	13.75
4	28.41	12.50	9.09	0.00	4.55	9.09	2.27	1.14	7.95	6.82	1.14	17.05
5	28.37	5.20	15.37	0.95	1.42	10.87	10.40	2.84	6.15	5.44	2.13	10.87
6	26.36	2.71	12.21	1.55	8.91	4.65	15.50	1.55	7.17	6.98	2.33	10.08
7	28.67	3.03	11.54	0.23	5.15	9.32	10.96	5.01	6.64	6.06	3.50	9.91
8	29.91	2.99	14.96	0.43	5.13	3.42	18.38	2.56	3.85	3.42	3.85	11.11
9	32.18	1.98	11.88	1.73	6.44	9.16	14.11	2.23	2.48	4.70	4.70	8.42
10	38.43	6.04	7.85	1.21	4.63	7.24	10.46	1.61	3.82	3.62	2.21	12.88
11	19.40	4.31	18.53	0.43	3.88	5.17	12.93	3.88	8.19	4.74	2.59	15.95
12	31.39	4.07	13.76	1.56	4.80	5.42	8.86	2.71	3.55	6.67	3.86	13.35

mitad pasaron a 301; lo cual contribuyó a que las ganancias del grupo 1 y por tanto las pérdidas del grupo 12 se hayan visto reducidas.

Para el grupo 2, podemos observar que, aunque si bien sus transacciones están más distribuidas entre los diferentes grupos de agentes, su contraparte mayoritaria sigue siendo el grupo 1, representado con un 24.46%. En cambio, ya no sucede lo mismo contra los agentes del grupo 12, ya que del 24.00% de transacciones realizadas en la primera mitad, pasaron a un 12.34% en la segunda mitad. A su vez, aumentó el porcentaje de transacciones contra el grupo 3.

Para el grupo 3 podemos ver que en esta segunda mitad han disminuido el porcentaje de transacciones totales con respecto a aquellas realizadas en la primera mitad. Sin embargo, aunque el porcentaje haya disminuido, en realidad hubo un ascenso en el número de transacciones, pues pasaron de 211 ejecutadas contra el grupo 1 en la primera mitad, a 296 en la segunda mitad. Esto mismo lo podemos ver en las transacciones realizadas contra el grupo 12, en donde ejecutó 108 transacciones en la primera mitad y pasó a 132 transacciones en la segunda mitad.

Por su parte, el grupo 4 ha aumentado el porcentaje de transacciones contra el grupo 1, no siendo así contra el grupo 12. Para los grupos 8 y 11, podemos ver que han disminuido en sus porcentajes de transacciones contra el grupo 1 al igual que aquellas realizadas contra el grupo 12. Para los grupos 9 y 10, observamos que nuevamente aunque el porcentaje haya disminuido respecto al total de transacciones

ejecutadas en cada periodo, en realidad hubo un aumento, pues pasó en el caso del grupo 9 de 116 transacciones ejecutadas contra el grupo 1 en la primera mitad, a 130 en la segunda mitad, mientras que para el grupo 10 de 162 operaciones realizadas en la primera mitad paso a 191 transacciones para esta segunda mitad.

En el caso de los grupos 5, 6 y 7, observamos que tienen una tendencia clara de participar con mayor frecuencia contra el grupo 1, ya que contra éste se tiene en estos tres casos, los máximos porcentajes de transacciones.

Podemos tomar en cuenta que el grupo 1 sigue operando mayoritariamente consigo mismo. Por el otro lado, los grupos 8, 11 y 12 han dejado de operar en gran magnitud. Esto conduce a reducir las probabilidades de ganar del grupo 1, puesto que ya no hay de quien se pueda aprovechar, lo cual tiene que ver con cuestiones de adaptación y aprendizaje de estos grupos de agentes.

Tomando en cuenta el porcentaje de volumen operado para cada grupo en el Cuadro 5.5, se puede ver que se tiene una tendencia similar a la del Cuadro de Transacciones en el sentido de que es el grupo 1 el que tiene un mayor porcentaje de volumen distribuido consigo mismo, sin embargo; ya no se tiene una tendencia del grupo 1 hacia el grupo 12, representado con un 12.72 %, sino que ahora también está distribuida con el grupo 7, representado con un 13.95 %. Al igual que en el Cuadro 5.4, en casi todos los casos los porcentajes de volumen han disminuido respecto a los resultados obtenidos en la primera mitad, observandose principalmente contra los grupos 2, 3, 8, 9, 10, 11 y 12. En cuanto al grupo 12 que paso del 27.46 % de volumen operado en la primera mitad a solo el 12.72 % en esta segunda mitad, lo cual corresponde a una disminución del 70.72 % pues de las 401,296 acciones operadas en la primera mitad, solo hubo un intercambio de 117,509 acciones en esta segunda mitad.

Algo notable es que el grupo 2 disminuyó su volumen operado contra el grupo 1, pero con esto generó un incremento de 1066 % en sus ganancias contra dicho grupo. Lo cual muestra que los pocos agentes que participaron en el grupo 2 aprovecharon las oportunidades en las que el precio fue a su favor o bien que fueron producto de mera suerte ya que perdió con la mayoría de los grupos.

Del mismo modo el grupo 1 opera un mayor porcentaje de volumen contra el grupo 7 en donde obtuvo ganancias de este último grupo. No obstante, contra el grupo 12 operó el 12.72 % del volumen en esta segunda mitad, es decir; un 73.78 % menos que el operado en la primera mitad.

El grupo 2, opera un mayor porcentaje de sus acciones contra el grupo 12, repre-

Cuadro 5.5: Porcentaje de volumen que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	29.59	2.98	5.94	1.86	7.37	6.74	13.95	3.43	5.29	7.12	3.01	12.72
2	18.50	4.97	6.21	1.28	12.40	5.35	17.56	3.35	1.20	7.66	0.71	20.82
3	20.85	3.52	4.97	0.62	6.66	12.24	12.56	5.94	2.74	4.71	8.90	16.30
4	32.91	3.64	3.13	0.00	3.19	23.31	1.15	0.10	23.40	3.88	0.19	5.10
5	34.31	9.32	8.85	0.84	0.32	9.94	13.27	2.35	7.93	5.77	3.50	3.61
6	21.21	2.72	10.98	4.14	6.71	12.33	19.40	1.14	6.30	4.27	2.11	8.69
7	21.78	4.42	5.59	0.10	4.45	9.63	16.88	5.16	5.18	3.88	5.18	17.75
8	22.65	3.57	11.19	0.04	3.33	2.39	21.84	0.81	11.91	1.78	1.95	18.55
9	26.01	0.95	3.85	6.51	8.38	9.86	16.32	8.87	1.52	4.36	4.47	8.90
10	30.63	5.31	5.78	0.94	5.33	5.84	10.70	1.16	3.81	3.60	5.28	21.62
11	18.65	0.71	15.70	0.07	4.65	4.16	20.51	1.82	5.62	7.59	2.77	17.74
12	18.69	4.94	6.83	0.42	1.14	4.06	16.71	4.13	2.66	7.38	4.21	28.83

sentadas con un 20.82%, que son menores en relación a las obtenidas en la primera mitad, dadas con 28.64% sin embargo, también la ganancia generada en contra del grupo 12 se refleja en la disminución de acciones operadas. En cambio, aumenta el porcentaje de volumen operado contra el grupo 7.

Para el grupo 3 se muestra una cuestión interesante, ya que como se mencionó anteriormente, pasó de ser un grupo ganador en la primera mitad a un grupo perdedor en la segunda. La particularidad consiste en que en la segunda mitad el volumen neto con el que operó aumentó en un 28.4%, respecto a lo operado en la primera mitad, y aunque el porcentaje de volumen que operó contra el grupo 1 disminuyó, las pérdidas aumentaron, lo cual hasta cierto punto indica que los agentes del grupo 3 decidieron apostar mayores cantidades de volúmenes en transacciones en las que esperaban que su precio fuera a favor; en otras palabras, se convirtieron en agentes más riesgosos.

Por su parte, el grupo 4 en general mantuvo el mismo volumen operado que en la primera mitad; sin embargo, aumentó el porcentaje de volumen operado contra el grupo 1 representado con 32.91%, en donde obtuvo ganancia. No obstante, destinó porcentajes similares contra los grupos 6 y 9 donde no logró obtener beneficios.

Los grupos 5, 6 y 7 que solo han participado en este periodo, tienen una distribución de porcentaje de volumen al igual que transacciones que apuntan a operar mayoritariamente contra los agentes del grupo 1. En particular, el grupo 5 ha ob-

tenido ganancias en contra del grupo 1, con lo cual se observa que la estrategia empleada por parte de este grupo ya no es la óptima dadas las condiciones mismas del mercado, ó bien al aprendizaje adquirido por parte de estos grupos sobre como participar en el mercado. De igual forma, lo podemos ver con los agentes del grupo 6, los cuales obtienen ganancias contra el grupo 1 con solo un 21.21 % de su volumen operado. No sucede lo mismo con los agentes del grupo 7, aunque operan un 21.78 % de su volumen contra el grupo 1, obtienen pérdidas, lo cual es interesante ya que en esta segunda mitad ya no es el grupo 1 el más ganador, sino que es este mismo grupo 7 el que obtiene los mayores beneficios. Aunado a ello, este grupo también obtiene sus ganancias por parte de los grupos 5 y 6. En este mismo contexto, aunque el grupo 7 operó un menor porcentaje de volumen contra el grupo 12, obtuvo un mayor porcentaje de ganancias en contra de este grupo, lo cual veremos más adelante.

El grupo 8, cómo se ha comentado en párrafos anteriores, pasó de ser un grupo perdedor a uno ganador. En general disminuyó el volumen operado, en particular contra el grupo 1 en un 57.4 %, pues pasó de operar 74,281 acciones a sólo 31,668 con lo cual, contrarestó la estrategia de *Market Timing* del grupo 1.

El grupo 9 aunque sigue siendo un grupo perdedor, redujo sus pérdidas, sobre todo las obtenidas contra el grupo 1 ya que disminuyó su volumen en un 54.8 % pasando de 107,999 a 48,824 acciones. De este modo, su aprendizaje consistió en disminuir el volumen operado en contra del grupo 1.

El grupo 10 aumentó en un 15.8 % el volumen operado en esta segunda mitad; no obstante, al igual que los grupos 8 y 9, redujo su volúmen operado contra el grupo 1 en un 30.4 % con lo cual tambien se redujeron las pérdidas obtenidas de parte del grupo 1. Los agentes de este grupo decidieron diversificar más su portafolio apostando cantidades de volúmenes en transacciones en las que esperaban que el precio fuera a su favor; por lo que en otras palabras, se convirtieron en agentes más riesgosos.

El grupo 11, que en la primera mitad fue un grupo perdedor, revierte esa tendencia en esta segunda mitad, ya que al igual que redujo sus transacciones de forma general y en particular contra el grupo 1, también redujo el volumen neto operado contra este grupo en un 84.2 %. De este modo, los agentes del grupo 11 han preferido ya no ser tan riesgosos al momento de colocar posturas. Quizá pueden colocarlas con precios altamente volátiles, pero con poco volumen para no resentir las fuertes pérdidas que puedan llegar a tener. Así como lo ocurrido con el grupo 8, contrarestó la estrategia de *Market Timing* del grupo 1, aprendiendo de la dinámica del mercado y adaptándose cada vez mejor a los fenómenos que puedan llegar a convertirse en grandes ganadores.



De esta manera, observamos que los porcentajes de volumen se redujeron para este periodo; sin embargo, se sigue observando que el resto de los grupos operaron un porcentaje alto de acciones en contra del grupo 1.

Veamos ahora las matrices de porcentaje de transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas en los Cuadros 5.6, 5.7 y 5.8. Respecto a los porcentajes de transacciones con ganancias del grupo 1, aun conserva el mayor porcentaje de ganancias consigo mismos sin embargo, el porcentaje en contra del grupo 12 ha disminuido y contra el grupo 3 ha aumentado. Para los grupos 2, 3, 8, 9 y 11, que en la primera mitad era clara la tendencia respecto al mayor porcentaje de transacciones con ganancias contra el grupo 1, en este segundo periodo eso ha cambiado, en el sentido de que aunque se sigue una afinidad, el porcentaje de transacciones con ganancias ha disminuido. No obstante, el grupo 11 realiza un porcentaje de transacciones con ganancia similar contra los grupos 7 y 12.

**Cuadro 5.6: Porcentaje de transacciones con ganancias que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20.17	4.03	18.88	0.86	4.32	6.05	10.09	3.46	6.77	7.49	1.59	16.28
2	26.04	6.15	11.48	0.00	6.25	5.21	10.42	2.08	1.04	8.33	3.13	11.46
3	27.46	6.15	11.48	0.00	2.87	8.61	9.43	4.10	2.87	3.28	5.33	18.44
4	28.21	10.26	7.69	0.00	2.56	7.69	2.56	0.00	5.13	10.26	2.56	23.08
5	25.13	3.66	19.37	1.05	0.52	8.90	9.42	2.62	6.81	5.24	2.62	14.66
6	27.89	4.08	13.61	3.40	6.80	6.80	12.24	2.72	6.12	4.76	2.72	8.84
7	27.71	2.55	12.10	0.32	4.14	8.60	7.64	2.55	6.05	10.19	3.18	14.97
8	31.82	6.06	18.18	1.52	3.03	0.00	12.12	1.52	3.03	4.55	6.06	12.12
9	22.14	3.82	20.61	1.53	6.11	6.11	15.27	2.29	3.05	6.11	2.29	10.69
10	32.33	8.27	14.29	0.00	2.26	5.26	7.52	3.76	4.51	3.01	3.01	15.79
11	17.57	8.11	8.11	0.00	2.70	6.76	17.57	4.05	5.41	6.76	4.05	18.92
12	31.14	4.57	15.71	0.29	1.43	6.57	6.86	2.57	4.00	8.57	3.14	15.14

Respecto al porcentaje de transacciones con ganancias generadas contra el grupo 12 podemos ver que los grupos 2, 3, 8 y 9 han disminuido los porcentajes contra este grupo y ahora se encuentran mayormente distribuidas contra el resto de los grupos de agentes. Los grupos 5, 6 y 7 aunque tienen los mayores porcentajes de transacciones con ganancias contra el grupo 1, también tienen porcentajes semejantes contra otros grupos.

Paralelo a ello, en la matriz de porcentaje de transacciones con pérdidas del

Cuadro 5.7, el grupo 1 ha disminuido su porcentaje contra el grupo 12 respecto a la obtenida en la primera mitad, sucediendo lo mismo contra los grupos 2, 8, 10 y 11; mientras que contra los grupos 3 y 4 el porcentaje aumentó. De igual forma para el grupo 2 estos porcentajes disminuyeron para aquellas realizadas contra el grupo 1 y 12 pero aumentando contra los grupos 3 y 10.

Para el grupo 4 se puede observar que no tuvo transacciones con pérdidas contra los grupos 2, 3 y sorprendentemente contra ellos mismos a diferencia de aquellos obtenidos en la primera mitad. De igual modo, el porcentaje aumentó contra el grupo 1. Para los grupos 8 y 9 los porcentajes de pérdidas disminuyeron contra los grupos 1 y 12 respecto a aquellos realizados en la primera mitad, sobre todo con el grupo 12 debido a la menor participación en el mercado y así mismo a la incorporación de los grupos 5, 6 y 7.

Por su parte, los grupos 5, 6 y 7 siguen la misma tendencia en obtener mayores porcentajes de pérdidas contra el grupo 1, igualmente no se observa una tendencia a tener altos porcentajes de transacciones con pérdidas contra el grupo 12, sino que ahora estos porcentajes se distribuyen de manera más homogénea entre el resto de los grupos.

**Cuadro 5.7: Porcentaje de transacciones con pérdidas que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	22.08	3.94	10.57	1.74	7.57	6.47	13.72	3.31	4.57	6.78	2.05	17.19
2	23.33	8.33	12.50	3.33	5.83	5.00	6.67	3.33	4.17	9.17	5.00	13.33
3	33.50	3.84	7.16	0.77	9.46	5.12	9.72	3.07	6.91	4.86	1.53	14.07
4	33.33	0.00	0.00	0.00	11.11	27.78	5.56	5.56	11.11	0.00	0.00	5.56
5	34.09	6.82	7.95	1.14	1.14	11.36	14.77	2.27	9.09	3.41	2.27	5.68
6	25.00	2.98	12.50	1.79	10.12	5.95	16.07	0.00	4.76	4.17	2.98	13.69
7	29.29	4.18	9.62	0.42	7.53	7.53	10.04	3.35	8.37	4.18	5.44	10.04
8	32.43	2.70	13.51	0.00	6.76	5.41	10.81	1.35	4.05	6.76	4.05	12.16
9	36.72	0.78	5.47	1.56	10.16	7.03	14.84	1.56	3.13	4.69	3.13	10.94
10	30.41	4.68	4.68	2.34	5.85	4.09	18.71	1.75	4.68	2.34	2.92	17.54
11	15.28	4.17	18.06	1.39	6.94	5.56	13.89	5.56	4.17	5.56	4.17	15.28
12	30.05	2.93	11.97	2.39	7.45	3.46	12.50	2.13	3.72	5.59	3.72	14.10

Por último, para las matrices representadas en el Tipo 1, podemos ver los porcentajes de transacciones nulas en el Cuadro 5.8 en donde se observa que el grupo 1 sigue obteniendo porcentajes altos de transacciones nulas consigo mismo; sin embar-

go, representa una disminución respecto a las obtenidas en la primera mitad. Contra el grupo 12 el porcentaje ha disminuido considerablemente. Lo mismo sucede contra los grupos 2 y 11.

**Cuadro 5.8: Porcentaje de transacciones nulas que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	29.80	2.86	11.68	0.95	5.01	6.32	10.61	2.98	6.44	11.44	2.50	9.42
<b>2</b>	24.00	8.00	14.00	7.00	9.00	3.00	8.00	1.00	2.00	11.00	1.00	12.00
<b>3</b>	30.15	4.31	9.85	1.54	6.46	6.77	11.69	4.00	4.31	3.69	7.38	9.85
<b>4</b>	25.81	22.58	16.13	0.00	3.23	0.00	0.00	0.00	9.68	6.45	0.00	16.13
<b>5</b>	29.17	6.25	14.58	0.69	2.78	13.19	9.03	3.47	3.47	6.94	1.39	9.03
<b>6</b>	26.37	1.49	10.95	0.00	9.45	1.99	17.41	1.99	9.95	10.95	1.49	7.96
<b>7</b>	29.18	2.62	12.46	0.00	4.26	11.48	15.08	8.85	5.90	3.28	2.30	4.59
<b>8</b>	26.60	1.06	13.83	0.00	5.32	4.26	28.72	4.26	4.26	0.00	2.13	9.57
<b>9</b>	37.24	1.38	9.66	2.07	3.45	13.79	12.41	2.76	1.38	3.45	8.28	4.14
<b>10</b>	49.74	5.70	6.22	1.04	5.18	11.40	5.18	0.00	2.59	5.18	1.04	6.74
<b>11</b>	24.42	1.16	27.91	0.00	2.33	3.49	8.14	2.33	13.95	2.33	0.00	13.95
<b>12</b>	33.91	5.15	13.73	2.15	5.58	6.87	6.01	3.86	2.58	5.58	5.15	9.44

De igual forma, los grupos 2, 3 y 8 obtienen su mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 1 y 12, además comparados con los obtenidos en la primera mitad, han disminuido en este segundo periodo. Por su parte el grupo 11 obtiene un mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 3 seguido del grupo 1. Para el grupo 4 sus porcentajes de transacciones nulas están mayormente distribuidas entre el grupo 1 y 2.

El grupo 5 obtiene un mayor porcentaje contra el grupo 1 aunque de igual forma también tiene altos porcentajes con los grupos 3 y 6, el resto se distribuye de manera homogénea con el resto de los grupos de agentes. Aunque el grupo 6 sigue la misma tendencia de obtener un mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 1, éste también obtiene un considerable porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 7, éste a su vez obtiene su mayor porcentaje contra el grupo 1 y consigo mismo.

Con estos tres Cuadros de transacciones podemos ver que ya hay más homogeneidad en las distribuciones de los porcentajes en donde el grupo 12 ha dejado ser fuente de cierto porcentaje de transacciones con ganancias, pérdidas y nulas. Sin embargo, aunque estos porcentajes también han disminuido contra el grupo 1, se sigue manteniendo la tendencia a seguir operando con este grupo de agentes. No obstante, al

igual que en la primera mitad, es necesario adentrarnos en el comportamiento interno de las transacciones totales que cada uno de los grupos han realizado entre sí. Esto servirá para observar si la dinámica del mercado indica que las ganancias y pérdidas obtenidas por los grupos son producto de una mínima cantidad de transacciones del total que cada uno de ellos ha ejecutado en la segunda mitad.

### 5.3.3 Matriz de Transacciones con Ganancias, Transacciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Tipo 2 de Representación

Veamos las transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas en los Cuadros 5.9, 5.10 y 5.11 representadas en el Tipo 2.

Cuadro 5.9: Porcentaje de transacciones con ganancias que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	26.42	36.36	44.26	24.00	25.00	30.88	28.46	34.29	36.15	27.23	24.44	37.54
2	32.47	35.71	34.09	0.00	27.27	35.71	38.46	28.57	12.50	26.67	30.00	28.21
3	22.64	34.09	31.82	0.00	10.77	33.33	23.23	28.57	14.58	20.51	30.23	34.09
4	44.00	36.36	37.50	0.00	25.00	37.50	50.00	0.00	28.57	66.67	100	60.00
5	40.00	31.82	56.92	50.00	16.67	36.96	40.91	41.67	50.00	43.48	55.56	60.87
6	30.15	42.86	31.75	62.50	21.74	41.67	22.50	50.00	24.32	19.44	33.33	25.00
7	35.37	30.77	38.38	50.00	29.55	33.75	25.53	18.60	33.33	61.54	33.33	55.29
8	30.00	57.14	34.29	100	16.67	0.00	18.60	16.67	22.22	37.50	44.44	30.77
9	22.31	62.50	56.25	28.57	30.77	21.62	35.09	33.33	40.00	42.11	15.79	41.18
10	22.51	36.67	48.72	0.00	13.04	19.44	19.23	62.50	31.58	22.22	36.36	32.81
11	28.89	60.00	13.95	0.00	22.22	41.67	43.33	33.33	21.05	45.45	50.00	37.84
12	36.21	41.03	41.67	6.67	10.87	44.23	28.24	34.62	41.18	46.88	29.73	41.41

Se puede ver que para el grupo 1, las transacciones hechas contra el grupo 12 muestran que en términos porcentuales se conservó la cantidad de transacciones con ganancias ejecutadas. No obstante, los porcentajes de transacciones con pérdidas del grupo 1 contra el grupo 12 aumentaron con relación al total de transacciones realizadas en la segunda mitad; mientras que la cantidad de transacciones nulas disminuyó. En tanto, el porcentaje de transacciones con ganancias y pérdidas aumentaron contra el grupo 8 y disminuyó en las respectivas nulas. En relación a los grupos 9 y 10, los porcentajes de transacciones con ganancias y transacciones con pérdidas disminuyeron desde el punto de vista del grupo 1, al igual que también hubo una disminución

Cuadro 5.10: Porcentaje de transacciones con pérdidas que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	26.42	32.47	22.64	44.00	40.00	30.15	35.37	30.00	22.31	22.51	28.89	36.21
2	36.36	35.71	34.09	36.36	31.82	42.86	30.77	57.14	62.50	36.67	60.00	41.03
3	44.26	34.09	31.82	37.50	56.92	31.75	38.38	34.29	56.25	48.72	13.95	41.67
4	24.00	0.00	0.00	0.00	50.00	62.50	50.00	100	28.57	0.00	0.00	6.67
5	25.00	27.27	10.77	25.00	16.67	21.74	29.55	16.67	30.77	13.04	22.22	10.87
6	30.88	35.71	33.33	37.50	36.96	41.67	33.75	0.00	21.62	19.44	41.67	44.23
7	28.46	38.46	23.23	50.00	40.91	22.50	25.53	18.60	35.09	19.23	43.33	28.24
8	34.29	28.57	28.57	0.00	41.67	50.00	18.60	16.67	33.33	62.50	33.33	34.62
9	36.15	12.50	14.58	28.57	50.00	24.32	33.33	22.22	40.00	31.58	21.05	41.18
10	27.23	26.67	20.51	66.67	43.48	19.44	61.54	37.50	42.11	22.22	45.45	46.88
11	24.44	30.00	30.23	100	55.56	33.33	33.33	44.44	15.79	36.36	50.00	29.73
12	37.54	28.21	34.09	60.00	60.87	25.00	55.29	30.77	41.18	32.81	37.84	41.41

Cuadro 5.11: Porcentaje de transacciones nulas que el grupo renglón  $i$  realizó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	47.17	31.17	33.11	32.00	35.00	38.97	36.18	35.71	41.54	50.26	46.67	26.25
2	31.17	28.57	31.82	63.64	40.91	21.43	30.77	14.29	25.00	36.67	10.00	30.77
3	33.11	31.82	36.36	62.50	32.31	34.92	38.38	37.14	29.17	30.77	55.81	24.24
4	32.00	63.64	62.50	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	42.86	33.33	0.00	33.33
5	35.00	40.91	32.31	25.00	66.67	41.30	29.55	41.67	19.23	43.48	22.22	28.26
6	38.97	21.43	34.92	0.00	41.30	16.67	43.75	50.00	54.05	61.11	25.00	30.77
7	36.18	30.77	38.38	0.00	29.55	43.75	48.94	62.79	31.58	19.23	23.33	16.47
8	35.71	14.29	37.14	0.00	41.67	50.00	62.79	66.67	44.44	0.00	22.22	34.62
9	41.54	25.00	29.17	42.86	19.23	54.05	31.58	44.44	20.00	26.32	63.16	17.65
10	50.26	36.67	30.77	33.33	43.48	61.11	19.23	0.00	26.32	55.56	18.18	20.31
11	46.67	10.00	55.81	0.00	22.22	25.00	23.33	22.22	63.16	18.18	0.00	32.43
12	26.25	30.77	24.24	33.33	28.26	30.77	16.47	34.62	17.65	20.31	32.43	17.19

de transacciones con ganancias contra el grupo 11 y aumentaron las transacciones con pérdidas y transacciones nulas.

Ahora bien, desde el punto de vista del grupo 12, las transacciones con ganancias

contra el grupo 1 aumentaron en relación al total de transacciones ejecutadas en esta segunda mitad, mientras que el porcentaje de transacciones con pérdidas se mantuvo en el mismo nivel porcentual. Del mismo modo, desde el punto de vista de los grupos 9 y 11, sus ganancias se mantuvieron con el mismo nivel porcentual que en la primera mitad, mientras que el porcentaje de transacciones con pérdidas disminuyó.

Podemos suponer que el grupo 1 tuvo en la primera mitad la estrategia óptima, que le generó mayores ganancias contra los grupos de agentes; sin embargo, la adaptación y el aprendizaje de los grupos afectó a los agentes del grupo 1 induciéndolos a ejecutar mayores transacciones con el resto de los grupos apostando en gran medida a los movimientos del mercado.

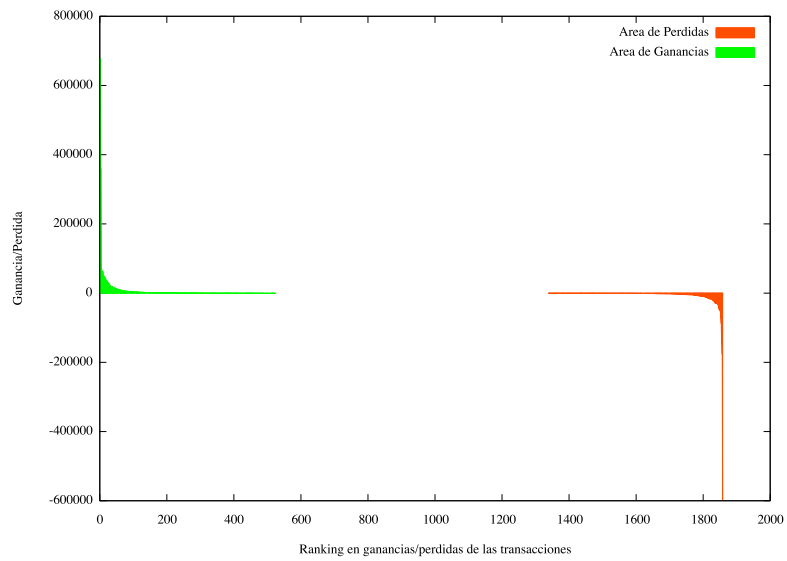
En este sentido, observamos que los grupos 8, 11 y 12 simplemente decidieron ya no operar demasiado porque su aprendizaje consistió en darse cuenta de que entre más transacciones ejecuten, mayores serán sus pérdidas dando lugar a la adaptación en el mercado de estos respectivos grupos. Haciendo mayor énfasis en los grupos 8 y 11 puesto que pasaron de convertirse de grupos perdedores a grupos ganadores.

La adaptación del grupo 11 no es completamente verdadera, puesto que una transacción que ejecutó el agente *Andromeda* del grupo 11 en contra del agente *Cristobal* del grupo 10, fue la que generó el 97.18% de la ganancia registrada para el grupo 11 en contra del grupo 10. Esto puede ser visto como una oportunidad que aprovechó *Andromeda* o simplemente, un error por parte de *Cristobal*, pero no implica un cambio de estrategia de este agente

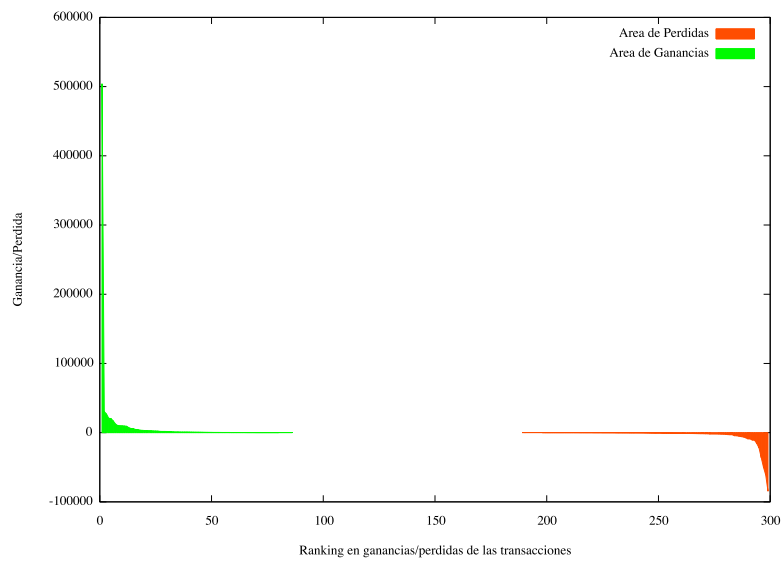
En general para los grupos restantes se observa una distribución más homogénea de los Cuadros de transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas. Ello muestra que las transacciones se encuentran mayormente distribuidas entre los diferentes grupos; sin embargo, las matrices no muestran la magnitud de las ganancias y pérdidas. Para ello, veamos la Figura 5.5 en donde se presenta la heterogeneidad de distribución de ganancias y pérdidas de los grupos de agentes.

Las distribuciones reales de ganancias y pérdidas siguen mostrando que, al igual que en la primera mitad, son pocas las transacciones que generan la mayor cantidad de ganancias y pérdidas. Así, se observa que en las gráficas para este periodo ya no hay una correspondencia directa entre ganancias y pérdidas entre el grupo 1 y los grupos 9, 10, 8, 11 y 12. En particular con estos últimos, debido en gran parte a la poca participación por parte de estos grupos de agentes. Ahora las ganancias se ven reflejadas en gran medida con las pérdidas del grupo 9.

Aunado a ello, es cierto que las pérdidas del grupo 1 son producto de unas cuan-

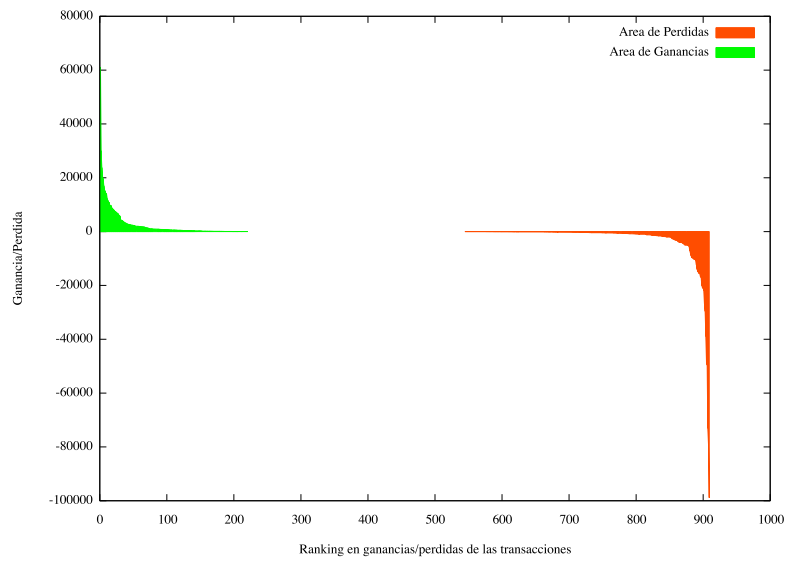


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

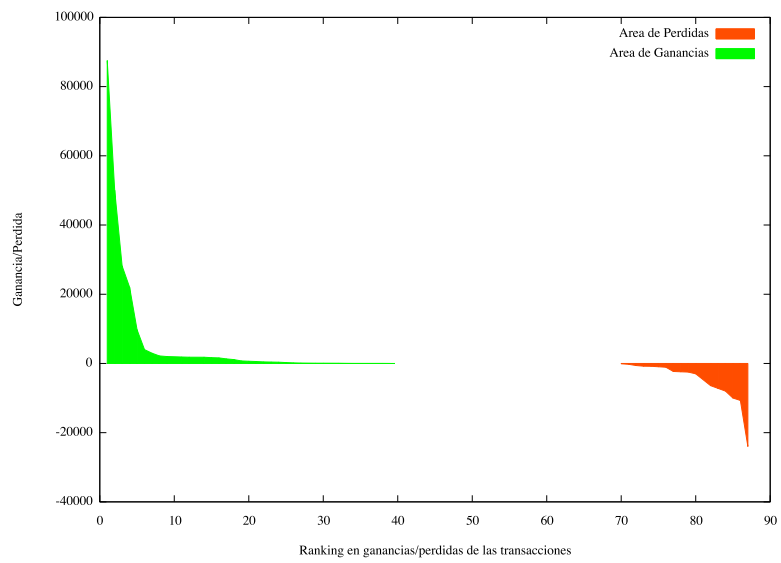


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 2.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.



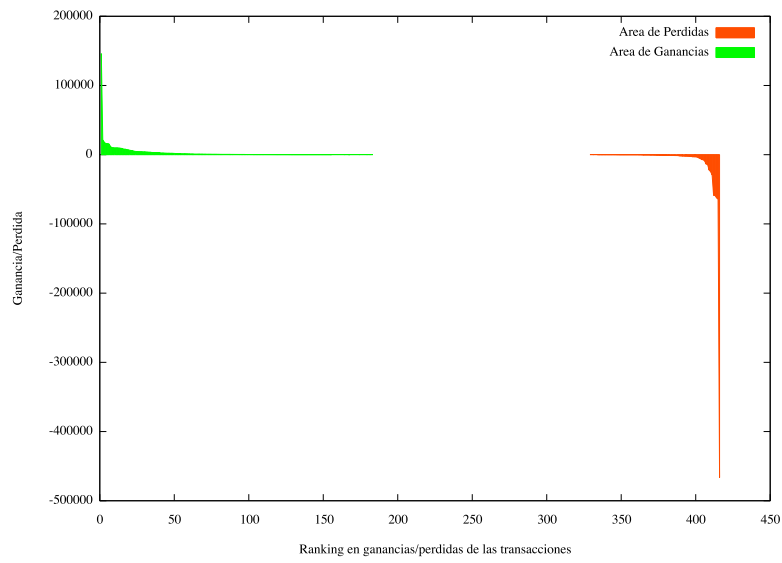
(c) Heterogeneidad de transacciones del grupo 3.



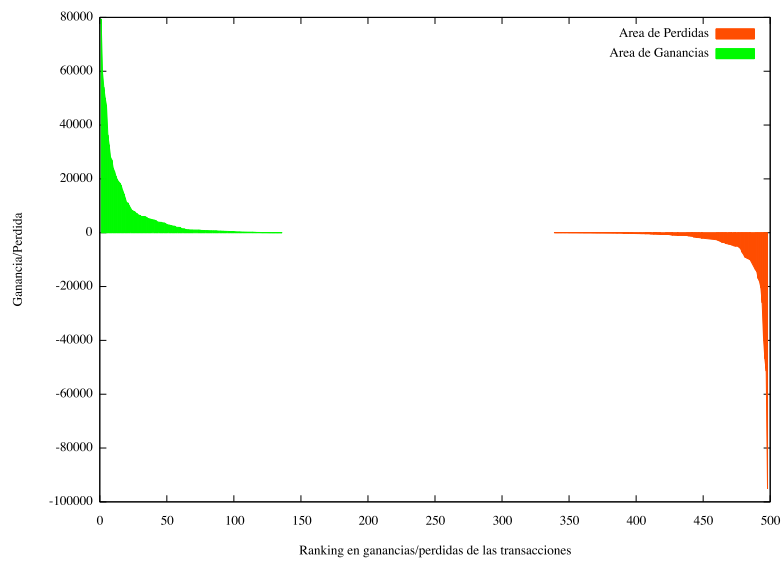
(d) Heterogeneidad de transacciones del grupo 4.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.



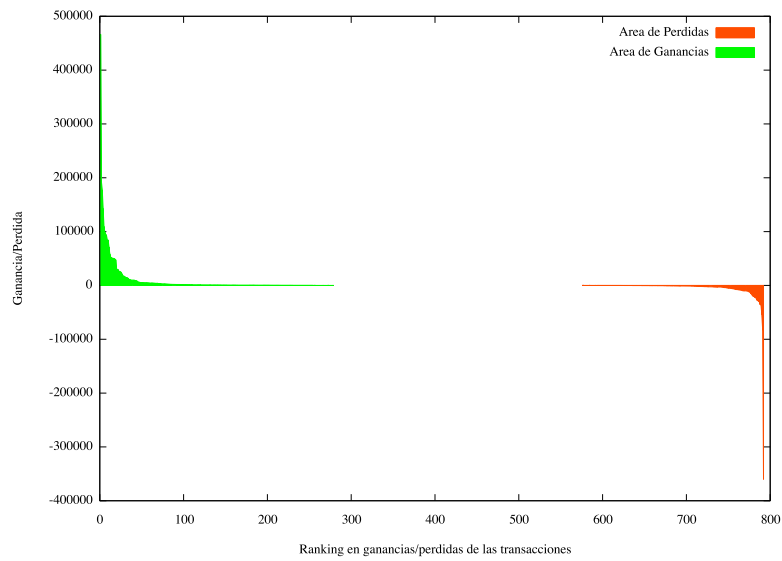


(e) Heterogeneidad de transacciones del grupo 5.

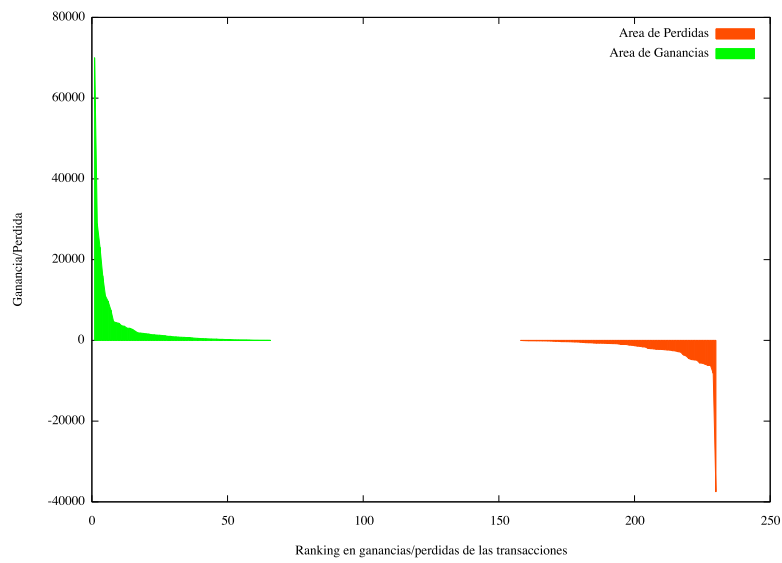


(f) Heterogeneidad de transacciones del grupo 6.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

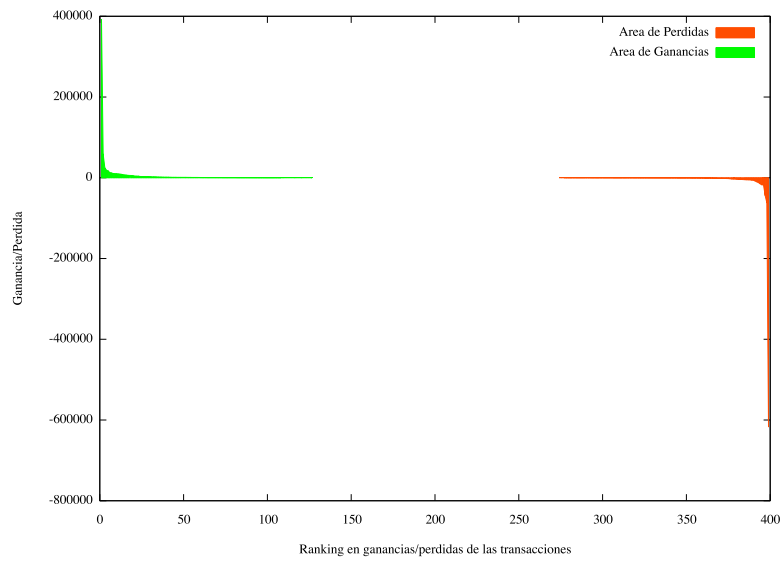


(g) Heterogeneidad de transacciones del grupo 7.

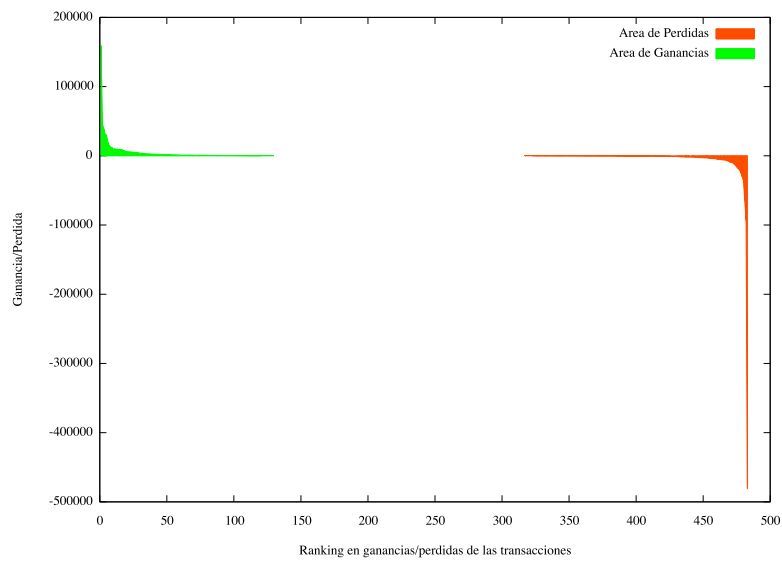


(h) Heterogeneidad de transacciones del grupo 8.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

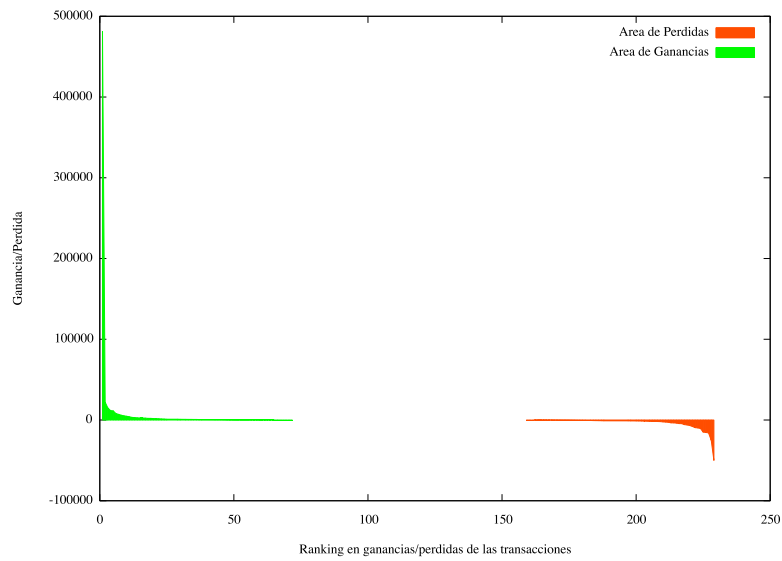


(i) Heterogeneidad de transacciones del grupo 9.

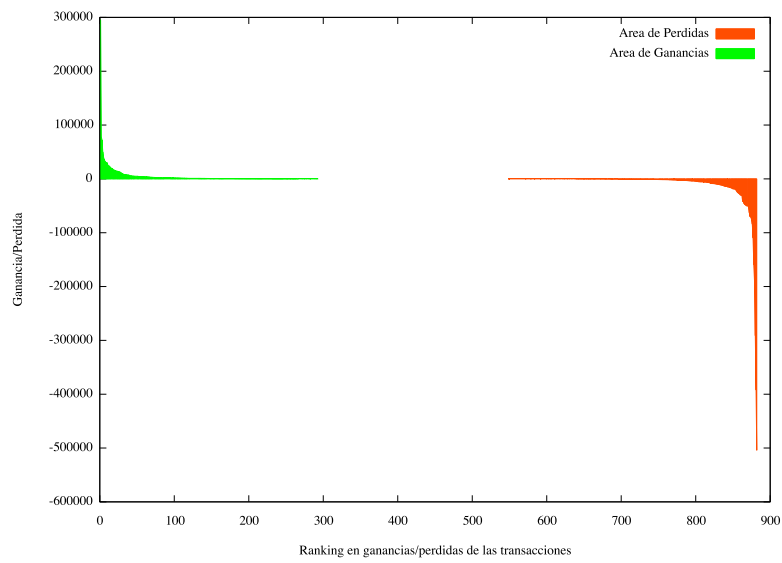


(j) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.



(k) Heterogeneidad de transacciones del grupo 11.



(l) Heterogeneidad de transacciones del grupo 12.

Figura 5.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

tas transacciones en las que posiblemente la estrategia *Market Timing* no resultó a favor en el sentido de que no hubo quien colocara la postura que este grupo esperaba, tanto en volumen como en precio. Paralelo a ello, a diferencia de la gráfica de heterogeneidad para este grupo en la primera mitad, la diferencia entre las áreas de ganancias y las de pérdidas ha disminuido para este segundo periodo, lo que en realidad conduce a pensar a la poca disposición de operar por parte de los grupos 8, 11 y 12.

Por parte del grupo 7 el cual fue el más ganador para esta segunda mitad, observamos que igualmente sus ganancias fueron producto de pocas transacciones, reflejándose principalmente en aquellas obtenidas por parte del grupo 12.

Con esto visto, veremos los resultados de  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  para esta segunda mitad en donde se mostrará estadísticamente si el grupo 1 continuó con aquella estrategia empleada en la primera mitad.

#### 5.3.4 Perfilando los Comportamientos de los Grupos de Agentes

En el Cuadro 5.12 podemos ver las variables Número de Transacciones, Número de Ventas, Número de Contrapartes y Volumen Total aun caracterizan al grupo 1, sin embargo se puede ver como en la variable Número de Compras la señal ha disminuido, y esto es como el grupo 1 se puso más “pesimista” en esta segunda mitad, es decir, más ventas que compras. Por su parte, la variable D caracterizan al grupo 11 y al mismo grupo 7 como aquellos que pudieron haber empleado una estrategia tipo *Market Maker*. Ahora bien, aun se conservan los máximos valores en las características del grupo 1 en aquellas obtenidas en la primera mitad.

Sin embargo, el grupo 12 también posee características en donde obtiene altos valores como lo son las variables Número de Transacciones, Número de Compras, Número de Contrapartes, Volumen Total y Volatilidad del Volumen. Así mismo, estas señales han disminuido en relación a las mostradas en la primera mitad. De esta forma, ha dejado de tener señal en la variable Número de Ventas, lo cual es razonable, ya que es precisamente en esa variable en donde el grupo 1 en la primera mitad aprovechaba por medio de su estrategia *Market Timing* las malas posturas de venta de este grupo. De este modo, no se puede argumentar un cambio de estrategia de parte del grupo 1, pues éste continúa con la misma estrategia en la segunda mitad; no obstante las condiciones que se encuentran en el mercado ya no son las mismas que en la primera mitad.

En el Cuadro 5.13 se muestra que ya no hay señal como en la primera mitad que

Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad

Cuadro 5.12: Valores de  $\varepsilon$  por grupo.

Grupo 1	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
1	5.5298	2.6684	4.5760	-0.1931	4.5760	5.5298	0.7607	0.7607
2	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-0.1469	-1.1469	-0.1931	0.7607
3	0.7607	-0.1931	0.7607	-0.1931	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-1.1469
4	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-0.1931	-1.1469	-1.1469	-0.1931	-0.1931
5	-1.1469	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-1.1469	-1.1469	-1.1469	-1.1469
6	-1.1469	-1.1469	0.7607	-1.1469	-0.1931	-0.1931	0.7607	0.7607
7	-0.1931	0.7607	-1.1469	1.7145	0.7607	1.7145	-0.1931	0.7607
8	-1.1469	-1.1469	-0.1931	-0.1931	-1.1469	-1.1469	0.7607	-0.1931
9	-1.1469	-0.1931	0.7607	-0.1931	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-0.1931
10	-0.1931	-0.1931	-1.1469	-0.1931	-0.1931	-1.1469	-1.1469	-1.1469
11	-0.9765	0.1288	-0.9765	2.3396	-0.9765	-0.9765	0.1288	1.2342
12	2.7135	2.7135	0.3097	0.3097	2.7135	2.7135	1.5116	0.3097

denote una diferenciación entre el grupo 1 y cada uno de los restantes grupos; en algunas variables y en algunos grupos aun existe señal pero por lo general no es lo suficientemente alta para diferenciarlo en su totalidad.

Cuadro 5.13: Valores de  $\varepsilon'$  por grupo.

Grupo 1 vs. Grupo:	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
2	2.8102	2.0574	2.8659	0.8694	2.6535	3.3185	0.6820	-0.6435
3	1.5261	0.9755	1.7291	0.3733	1.7022	2.6944	1.6209	2.9616
4	3.1843	2.3624	3.2267	1.8085	3.7342	3.7734	0.9224	2.3283
5	2.6536	1.4323	3.0880	0.9461	2.6355	3.0665	0.4685	1.8986
6	2.4374	1.7570	2.4844	0.8207	2.2549	2.2437	-0.4087	0.1582
7	1.8552	0.6270	2.5410	-0.8818	1.3242	1.1107	-0.3635	0.0065
8	2.9188	2.3371	2.8149	0.9016	3.0805	3.2528	-0.3299	0.0393
9	2.5713	2.1492	2.4125	1.1527	2.6861	3.0332	0.2950	-0.0141
10	2.4566	1.5357	2.7428	0.4232	2.3052	2.9284	1.9232	2.2005
11	2.8426	2.0434	2.9516	-1.0836	2.8212	3.0530	1.7957	0.4970
12	1.1884	0.3766	1.6476	-0.4718	0.9137	0.3064	-0.3111	0.4297

Con estos resultados, se observa el efecto que el grupo 12 ha tenido sobre el grupo 1, en donde ya no opera con la misma frecuencia lo cual reduce el número de transacciones del grupo 1 y por tanto sus compras contra este grupo. De este modo, hay una reducción de volumen operado y en general una menor cantidad de contrapartes con las cuales pueda intercambiar acciones.

De este modo, aunque el grupo 1 ya no es el mas ganador se dieron casos en las

que siguió empleando la estrategia *Market Timing* tal y como se ha comentado a lo largo de este capítulo. Ejemplos como estos son los que se muestran en el Cuadro 5.14.

Cuadro 5.14: **Transacciones de algunos agentes del grupo 1 con estrategia tipo *Market Timing*.**

Agente	Fecha de la Transacción (día-mes-hora)	Volumen (acciones)	Ganancia (\$)	Postura	Contraparte - Grupo	Emisora
xxxxxxx	09-04-22:33	1548	61,920	compra	Boersomat- 9	PDS
	09-16-10:02	1461	73,050	compra	AquiiHH-3	CDU
heinzkerry	09-10-10:20	999	45,954	compra	kmartini-12	PDS
	09-11-11:46	8900	62,300	compra	Zoroaster-5	PDS
Damplok95	09-05-10:51	1000	64,000	venta	Peterk-10	SPD
	09-09-09:03	1300	39,000	venta	dussel-6	PDS
	09-14-09:33	2000	50,000	compra	jrohde-12	FDP
	09-17-14:21	522	49,590	compra	lebowski-3	SPD
fischmob	09-06-11:44	3486	62,748	venta	brueckner-12	GRUEN
gruener	09-07-00:12	435	48,285	compra	jrohde- 12	FDP
	09-08-09:15	849	40,752	compra	pgemt-12	SPD
	09-08-09:20	1000	31,000	compra	jrohde-12	FDP
	09-10-18:54	1000	24,000	compra	horex- 10	CDU
	09-14-13:04	190	20,710	venta	jrohde-12	FDP
	09-14-10:27	1000	360,000	venta	birkenfeld-7	GRUEN
hoppelhase	09-11-11:52	3205	64,100	venta	Zoroaster-5	SPD

Así, podemos ver el efecto de la poca disposición de operar de aquellos grupos de agentes perdedores en el primer periodo, porque a diferencia de este mismo cuadro en la primera mitad (Cuadro 4.14), la mayoría de las contrapartes fueron de los grupos 8, 9, 10, 11 y 12 y en este cuadro ya no es así. Las ganancias obtenidas mediante esta estrategia en la segunda mitad no son comparables, puesto que ahora en donde se obtiene el mayor porcentaje es contra el grupo 7, en donde la transacción del agente *gruener* benefició en parte al grupo 1.

En el Cuadro 5.15 se muestran las propiedades generales de las emisoras en esta segunda mitad. La emisora ROF ha resultado ser la más volátil en términos absolutos, lo que indica que fue en esta emisora en la cual el grupo 1 obtuvo la mayoría de sus ganancias, por lo que bien pudieron haber sido transacciones en las que la acumulación de transacciones con pocas ganancias hayan generado gran parte de los beneficios. La siguiente emisora que resultó altamente volátil fue SPD. Sin embargo, en emisoras no tan volátiles el grupo 1 obtuvo pérdidas como es el caso de FDP y PDS.

Cuadro 5.15: **Propiedades de las emisoras en la segunda mitad.**

Emisora	Total de Transacciones	Total de Volumen	Precio Promedio	Volatilidad del Precio	Precio Máximo	Precio Mínimo	Precio Inicial	Precio Final
CDU	631	228,346	2,323.10	54,640	2,444	2,200	2,385	2,200
FDP	675	473,932	471,55	31,587	579	410	499	441
GRUEN	532	366,620	568,83	26,103	926	519	575	567
PDS	824	286,894	2,932.41	28,838	2,999	2,800	2,943	2,899
ROF	487	295,303	1,037	98,220	1,460	898	901	1,019
SPD	684	260,712	2,712.15	85,029	2,887	2,522	2,586	2,827

En la Figura 5.6 se muestra la distribución de ganancias netas, ganancias y pérdidas que el grupo 1 obtuvo en la segunda mitad.

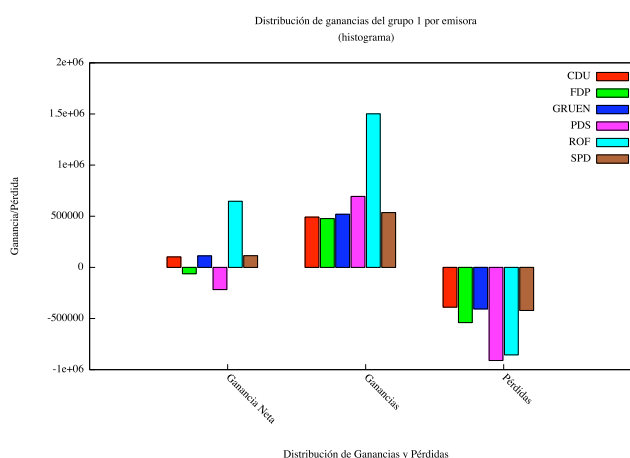


Figura 5.6: Distribución de ganancias y pérdidas en cada emisora para el grupo 1.

En la figura podemos observar que el grupo 1 ya obtiene pérdidas con emisoras en las que en la primera mitad obtuvo grandes ganancias (FDP, PDS) sin embargo, ahora es en la emisora ROF en la que generan gran parte de sus ganancias respecto al resto de las emisoras. En este sentido, es de gran interés analizar el comportamiento general del grupo 1 ante la evolución del precio de la emisora, de igual forma apoyándonos de las funciones  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$ .



### 5.3.5 Comportamiento del Grupo 1 en la Emisora ROF

La Figura 5.7 muestra la evolución del precio de la emisora ROF en la segunda mitad. Al inicio, la emisora comienza a tener una tendencia volátil en la que sus transacciones el precio de la emisora sufre altas y bajas, posteriormente se vuelve a estabilizar sin embargo, se presenta un cambio brusco en su precio el 17 de Septiembre en donde nuevamente comienza una tendencia a la baja.

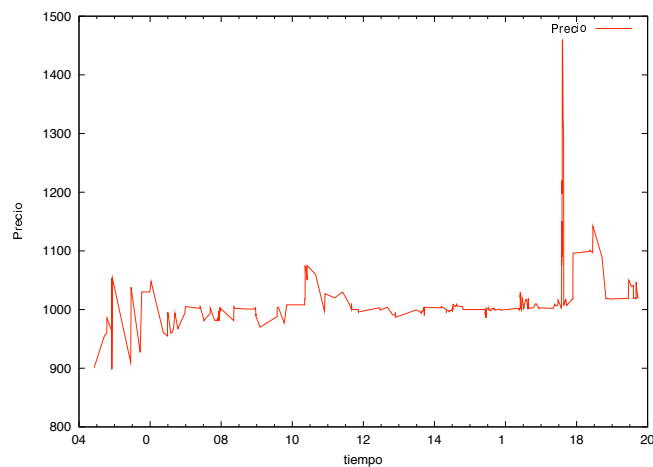


Figura 5.7: Evolución del precio de la emisora ROF en la segunda mitad.

Los resultados de  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  del Cuadro 5.16 muestran que en promedio, para el grupo 1 los precios en esta emisora ligeramente aumentaban despues de haber ejecutado transacciones y tales movimientos se hacían en promedio cada 42 minutos.

Cuadro 5.16: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora ROF.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	0,86	0:42	-0,55	2:57	0,83	2:32

No obstante, los resultados de  $\Delta P_2$  en compras para el grupo 1 muestran que se

hacían en promedio a un precio cada vez menor, pero en términos del precio promedio para esta emisora (ver Cuadro 5.15), es en términos prácticos, mínimo. Mientras que para la venta se vende cada vez que el precio aumenta. Observándose este fenómeno con mayor frecuencia en las ventas que en las compras.

## Capítulo 6

---

---

# Comparación de Resultados entre el Mercado con Dinero y Mercado sin Dinero

---

El motivo de comparación de éste trabajo, con el mercado experimental en donde no operaban dinero real (dinero virtual), y los agentes no padecían de preocupación directa sobre su inversión, es el de observar si al emplear dinero real hay alguna diferencia esencial en el comportamiento de los agentes. De esta forma, se empleó el mismo análisis que el efectuado en este trabajo.

### 6.1 Primera mitad

Veamos como se ha formado el mercado sin dinero, en el cual participaron 108 agentes, 30 de ellos han decidido no hacer operaciones en este primer período, dejando a los 78 agentes restantes efectuar operaciones entre ellos. Esto conduce a tomar la decisión de dividir a los grupos de agentes de la siguiente forma:

1. 6 grupos con 11 agentes cada uno de ellos.
2. 1 grupo con 12 agentes.
3. 3 grupos con 10 agentes cada uno de ellos que corresponden a los agentes que no han participado en este primer período.

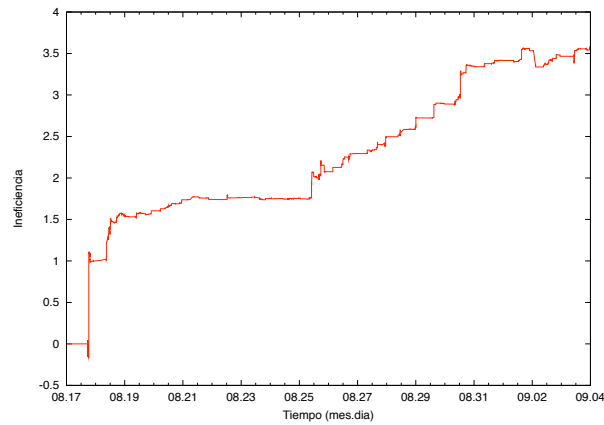
Con la Clase identificada *Sharpe Ratio*, los grupos quedan definidos de acuerdo a como lo muestra el Cuadro 6.1.

Cuadro 6.1: Grupos de Agentes ordenados de acuerdo al ranking de la Clase Sharpe Ratio. (mercado sin dinero)

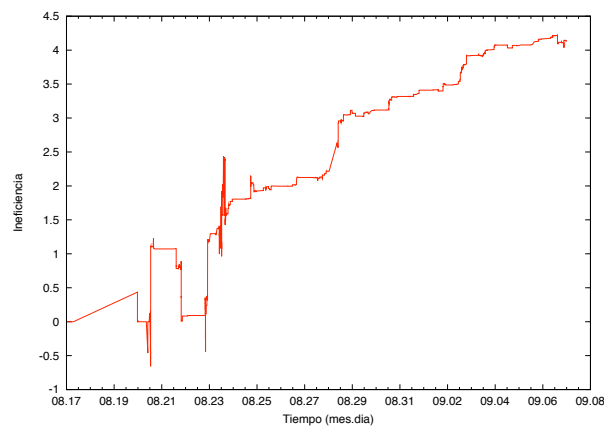
Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio
1	mammutfam	1	5	gustav	34	9	marcellom	86
	hanni1982	2		Ingmar	34		manuber	87
	famfan	3		jester	34		mammut	88
	saladin	4		junkiel	34		Peter	89
	gruener	5		KarlMarx	34		vienu	90
	zigzag	6		Larapuzzi	34		Mahlow	91
	Wahlaal	7		luckz	34		Wiego	92
	rapper	8		Makler1	34		login	93
	kaufunger	9		manfred	34		NZ1968	94
	truck676	10		Nobody	34		Sabine	95
	cezanne	11					cocosnussi	96
2	Freudoll	12	6	plutos	34	10	Traurig	97
	Lupulus	13		Sanjuro	34		Geoman	98
	oseidel	14		schtriker	34		Tishimdorf	99
	sealord	15		sjura	34		Progno	100
	alldrei	16		skeptiker	34		briutt	101
	wtd3010	17		socket	34		Tob11	102
	Kaule	18		tobiedl	34		Camporesi	103
	tmirke	19		volkert	34		fischmob	104
	Ramses	20		Vollsepp	34		Rodrigues	105
	Zicklein	21		wiland	34		Mauritius	106
	lancer	22					BAYERNP	107
3	online	23	7	Silrem	64	Angelo	108	
	henning	24		hanslu	65			
	mc0050	25		Bruder	66			
	Golph74	26		REBELL	67			
	adrian	27		Napoleon	68			
	sabiene	28		Feuerstein	69			
	bastein	29		terra	70			
	Michael47	30		Sunshine	71			
	weleda	31		moritzbal	72			
	tobias	32		felixs	73			
	wert12	33		famfam	74			
4	Agentur	34	8	Familie	75			
	annelie	34		rawi2k	76			
	Antosu	34		szumbusch	77			
	Armin139	34		Boersomat	78			
	Baobao	34		Schwuchtel	79			
	berliner	34		hamannm	80			
	Bott54	34		eisbaerli	81			
	Echelon	34		Patziwb	82			
	eumel72	34		tototo	83			
	gudrun1	34		andrewo	84			
				Teddy	85			

### 6.1.1 Ineficiencia

Comencemos por ver las gráficas de Ineficiencia de los mercados entre el grupo 1 y el resto de los agentes participantes.



(a) Ineficiencia del grupo 1 en la primera mitad (mercado con dinero).



(b) Ineficiencia del grupo 1 en la primera mitad (mercado sin dinero)

Figura 6.1: Comparación de las gráficas de ineficiencia para el mercado con dinero y mercado sin dinero. Ambas gráficas hechas con datos de la primera mitad.

En la Figura 6.1a podemos observar que existe un sesgo entre el grupo 1 y el resto de los agentes participantes en este primer periodo, esto es de esperarse puesto que están clasificados por *Sharpe ratio*; sin embargo, la gráfica de la Figura 6.1b muestra que conforme va avanzando el tiempo existe una mayor ineficiencia y es más notoria que la mostrada en la gráfica del mercado con dinero.

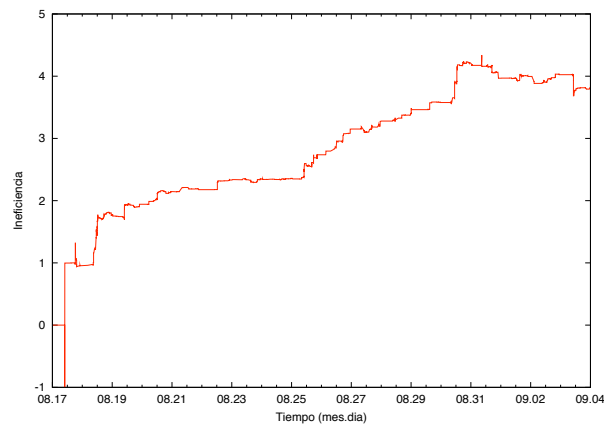
Del mismo modo, en la ineficiencia entre el grupo más ganador y el más perdedor (grupos 1 y 10), el sesgo es más evidente (Figura 6.2b). Esto es, porque las ganancias del grupo 1 fueron en su mayoría generadas en contra del grupo 10. Lo que a diferencia de la Figura 6.2a en el mercado con dinero, aunque obtuvo una mayor ganancia contra el grupo 12, estuvieron mayormente distribuidas con otros grupos de agentes perdedores, como lo podemos ver en el Cuadro 6.3.

Veamos más en concreto el comportamiento que tuvieron entre sí los grupos de agentes en el mercado sin dinero. Al igual que el mercado con dinero, no participaron tres grupos de agentes por lo que se omitirá su análisis en esta primera mitad de comparación. En la Figura 6.3 se muestra la distribución de ganancias de cada uno de estos grupos participantes. Lo que se observa inmediatamente, es que las ganancias obtenidas por el grupo 1 son muy parecidas a las pérdidas obtenidas por el grupo 10, de tal forma que pareciera haber una simetría; pero hay que dejar en claro que este es un fenómeno muy particular de este mercado, de tal forma que en un mercado real, éste comportamiento entre ganancias y pérdidas reflejadas de esta forma, no es posible; incluso, en el mercado con dinero, tal simetría tampoco se observa como lo podemos ver en la Figura 6.4

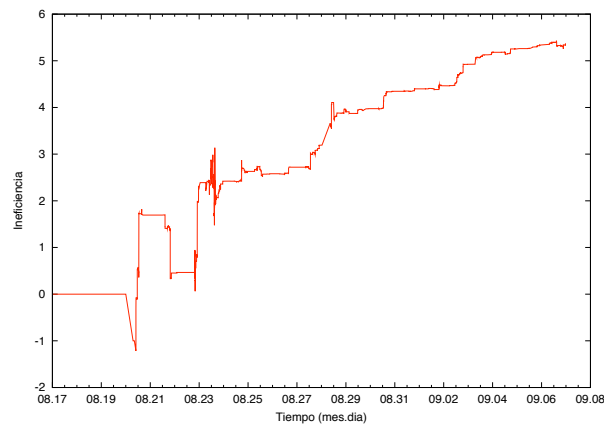
**Cuadro 6.2: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la primera mitad. (mercado sin dinero)**

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
<b>1</b>	0	54,302	856,681	61,050	1,144,854	7,331,621	16,455,449
<b>2</b>	-54,302	0	-42,693	354,637	33,090	720,937	4,460,211
<b>3</b>	-856,681	42,693	0	724,048	670,675	562,297	325,689
<b>7</b>	-610,50	-354,637	-724,048	0	-161,977	474,854	228,272
<b>8</b>	-1,144,854	-33,090	-670,675	161,977	0	54,499	-52,437
<b>9</b>	-7,331,621	-720,937	-562,297	-474,854	-54,499	0	825,994
<b>10</b>	-16,455,449	-4,460,211	-325,689	-228,272	52,437	-825,994	0

Aunado a ello, lo que podemos ver en el Cuadro 6.2 del mercado sin dinero es que el grupo 1 obtiene la mayor parte de sus ganancias (63.2%) operando contra



(a) Ineficiencia entre el grupo 1 y 12 (mercado con dinero).



(b) Ineficiencia entre el grupo 1 y 10 (mercado sin dinero)

Figura 6.2: Comparación de las gráficas de ineficiencia para el mercado con dinero y mercado sin dinero, entre el grupo más ganador y el más perdedor. Ambas gráficas hechas con datos de la primera mitad.

el grupo 10, seguido del 28.30 % de ganancias obtenidas contra el grupo 9; mientras que el restante 8.18 % de ganancias se distribuye en los grupos restantes.

Sin embargo, esta tendencia no es tan clara en el mercado con dinero, (Cuadro 6.3) en donde sólo obtiene un 27.94 % de ganancias contra el grupo 12 (más perde-

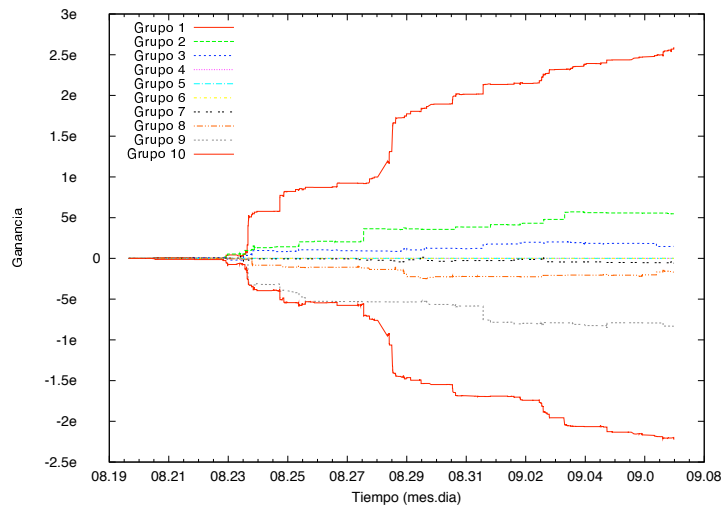


Figura 6.3: Distribución de ganancias de cada grupo durante la primera mitad. (mercado sin dinero)

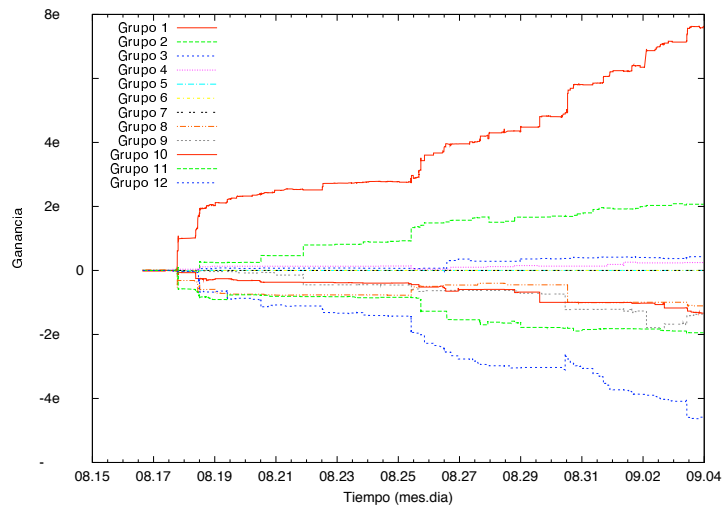


Figura 6.4: Distribución de ganancias de cada grupo durante la primera mitad. (mercado con dinero)



Cuadro 6.3: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la primera mitad. (mercado con dinero.)

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	0	-2,263	144,841	43,198	1,695,612	1,163,549	1,038,620	1,408,616	2,129,743
2	2,263	0	35,661	-42282	-170,761	241,526	28,964	314,487	1,654,927
3	-144,841	-35,661	0	7,	75,055	130,706	69,801	278,590	66,731
4	-43,198	42,282	-7	0	4,000	55,882	11,500	76,394	98,476
8	-1,695,612	170,761	-75,055	-4,000	0	-41,048	30,903	98,984	407,335
9	-1,163,549	-241,526	-130,706	-55,882	41,048	0	245,829	-32,173	-63,416
10	-1,038,620	-28,964	-69,801	-11,500	-30,903	-245,829	0	8,822	82,984
11	-1,408,616	-314,487	-278,590	-76,394	-98,984	32,173	-8,822	0	207,173
12	-2,129,743	-1,654,927	-66,731	-98,476	-407,335	63,416	-82,984	-207,173	0

dor) y el 69.62 % están distribuidas contra los grupos 8, 9, 10 y 11.

En el mercado sin dinero, los agentes pudieron ser muy arriesgados o bien, ser adversos al riesgo; pero en general, aun y teniendo pérdidas de la magnitud del grupo 10, psicológicamente los agentes no tenían mucho de que preocuparse al jugar con dinero virtual. De este modo, la cantidad de ganancias y pérdidas obtenidas por los agentes se deben en gran medida a que la mecánica misma del mercado no conlleva riesgo real alguno.

En cambio, en el mercado con dinero sucede lo opuesto: la aversión al riesgo crece y es posible que la cantidad de variables que afecten el comportamiento de los agentes aumente. Por ejemplo, podemos decir que en el mercado con dinero, hubo agentes especulando sobre el posible precio que podrían alcanzar las acciones del mercado; pero también, hubo agentes que operaban con ruido y provocaban altas variaciones en el precio. Mientras tanto los agentes conservadores en este caso, adversos al riesgo, se preocuparon lo suficiente sobre su inversión de tal modo que prefirieron no realizar transacciones con posibles pérdidas fuertes.

En tal caso, en el mercado con dinero se aplica la ley que menciona que a mayor riesgo, mayor rendimiento; a menor riesgo, menor rendimiento. Esto puede entonces llevar a que aún y teniendo una estrategia o estilo de operación adecuado para generar buenas ganancias, los agentes del grupo 1 fueron de una forma sistémica, demasiado arriesgados, pero a pesar de ello, tuvieron que enfrentar los cambios del comportamiento del resto de los grupos de agentes.

Veamos ahora el porcentaje de transacciones de los grupos de agentes de los respectivos mercados.

Para el caso de la matriz de Porcentaje de transacciones mostrado en el Cuadro

Cuadro 6.4: Porcentaje de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el Tipo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %. (mercado sin dinero)

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	17.12	4.36	9.96	3.42	5.81	10.63	48.70
2	23.60	4.49	16.01	4.78	6.18	11.52	33.43
3	32.27	9.58	9.75	7.23	6.72	5.38	29.08
7	25.10	6.46	16.35	3.04	7.22	11.41	30.42
8	23.48	4.61	8.39	3.98	10.06	6.92	42.56
9	30.42	6.08	4.75	4.45	4.90	7.42	41.99
10	37.31	4.73	6.87	3.18	8.07	11.24	28.61

Cuadro 6.5: Porcentaje de transacciones que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el tipo 1 de representación. (mercado con dinero)

Grupo	1	2	3	4	8	9	10	11	12
1	31.20	8.87	8.71	0.66	4.46	4.79	6.69	11.72	22.91
2	35.83	9.00	8.00	1.00	5.17	5.00	4.17	7.83	24.00
3	40.11	9.13	6.84	0.57	4.75	5.70	6.46	5.89	20.53
4	25.40	9.52	4.76	6.35	7.94	7.94	9.52	9.52	19.05
8	36.73	10.54	8.50	1.70	3.40	3.40	6.12	9.52	20.07
9	34.73	8.98	8.98	1.50	2.99	3.59	6.29	8.98	23.95
10	43.90	6.78	9.21	1.63	4.88	5.69	2.71	10.84	14.36
11	48.14	7.97	5.25	1.02	4.75	5.08	6.78	4.41	16.61
12	42.14	10.93	8.20	0.91	4.48	6.07	4.02	7.44	15.79

6.4, el grupo 1 opera mayoritariamente contra los agentes del grupo 10, teniendo un porcentaje del 48.70 % de transacciones hechas contra este grupo. Es decir, ambos grupos están dispuestos a operar con mayor frecuencia, tanto, que sin ser necesariamente parte de su estrategia, generan liquidez al mercado, ya que el grupo 1 tiene 1,928 transacciones ejecutadas, mientras que el grupo 10 tiene 2,517. Así, si ambos grupos operan continuamente, entonces es de esperarse que los agentes que integran a estos dos grupos en particular, crucen sus posturas y por tanto operen con una alta frecuencia entre ellos.

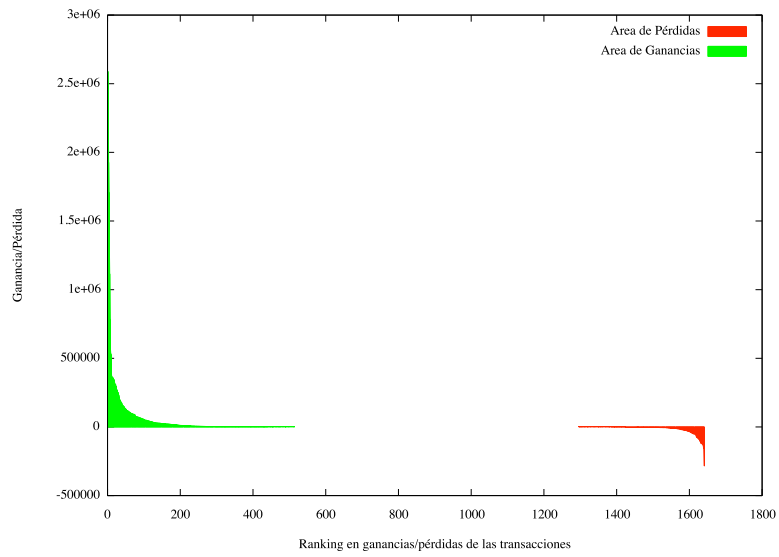
De esta manera, los grupos 1 de ambos mercados se comportan de la misma manera en cuanto a la cantidad de transacciones que ejecutan. En ambos casos, la alta cantidad de operaciones que ejecutan produce un efecto de liquidez en el mercado, con lo que los grupos restantes, en este caso del mercado con dinero; realizan un mayor porcentaje de operaciones contra el grupo 1 en cuestión, como lo podemos ver en el Cuadro 6.5.

Ahora bien, observando la heterogeneidad entre transacciones con ganancias y pérdidas para los grupos 1 y 10 en la Figura 6.5, prácticamente hay una reflexión entre las pérdidas del grupo 10 y ganancias del grupo 1. Aunque estas gráficas son para todas las transacciones realizadas por cada grupo ya que se identifica la dependencia de una con la otra, el área de ganancias del grupo 1 es en esencia la misma área de pérdidas del grupo 10 y el área de ganancias del grupo 10 es similar al área de pérdidas del grupo 1.

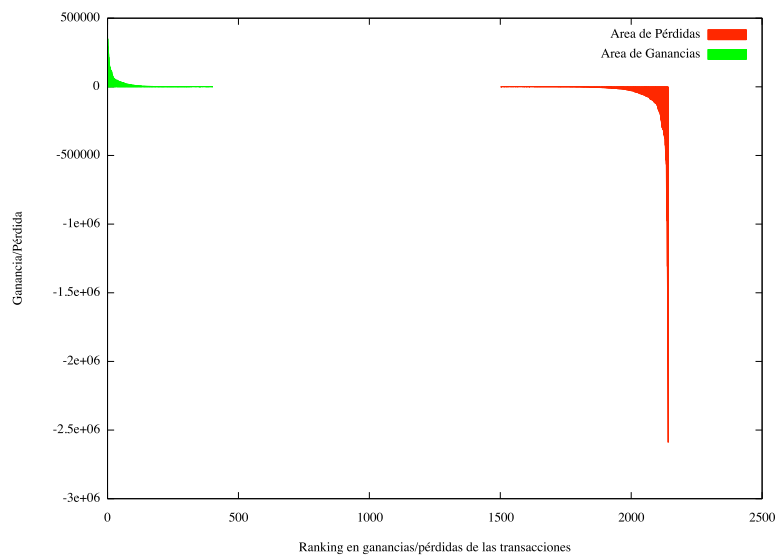
En la Figura 6.6 también se observa una gran heterogeneidad de las ganancias y pérdidas del grupo 1 en el mercado con dinero; sin embargo, éstas ganancias se encuentran en transacciones mayormente distribuidas entre otros grupos de agentes y no sólo en esencia contra el grupo 12.

Analicemos ahora el comportamiento del *SCORE*. En el Cuadro 6.6 se muestra el ranking del *score* que cada uno de los agentes obtuvo en la primera mitad de acuerdo a la “estrategia empleada”. Dado que los grupos 4, 5 y 6 no participan en esta primera mitad, sus rankings mantienen un valor constante.

Lo que podemos apreciar inmediatamente (Cuadro 6.6) es que del Top 11, 6 agentes pertenecen al grupo 1, mientras que 3 agentes están dentro del grupo 10. Esto era de esperarse debido a que los comportamientos de los grupos 1 y 10 no se pudieron discriminar. De manera similar, esto sucede en el mercado con dinero (Cuadro 6.7) en donde son 8 agentes los que pertenecen al Top 14 en *score* del grupo 1, mientras que 5 forman parte del grupo 12. Con ello, vemos que en ambos mercados los comportamientos de estos grupos de agentes no se diferencian, en el aspecto de

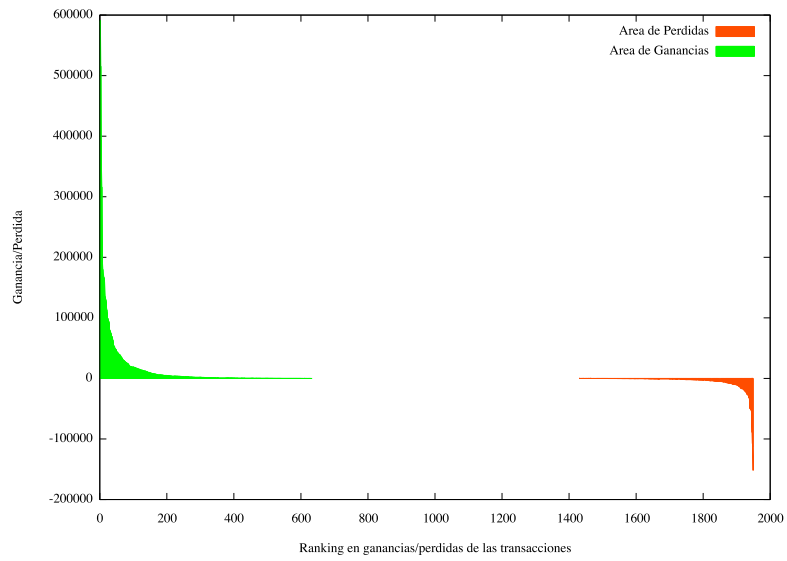


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

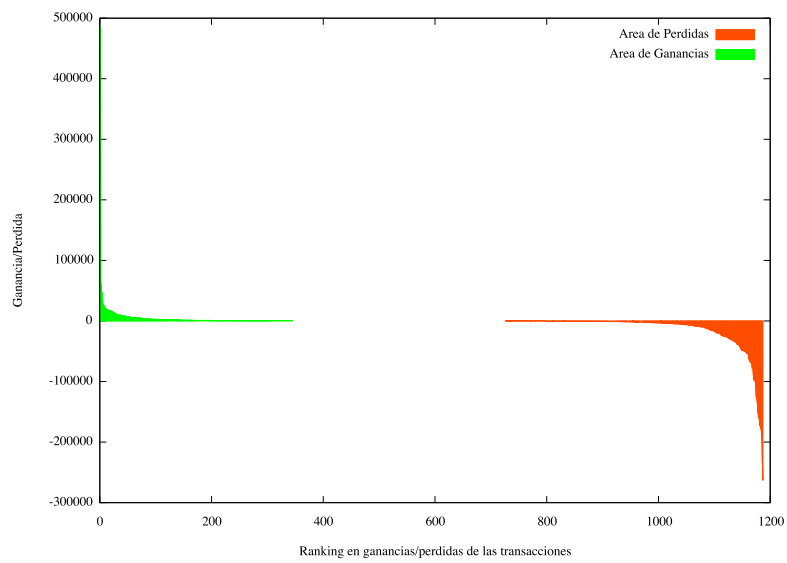


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.

Figura 6.5: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas. (mercado sin dinero)



(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.



(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 12.

Figura 6.6: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas. (mercado con dinero)

Cuadro 6.6: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la primera mitad. (mercado sin Dinero).

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	mammutfam	1	5	gustav	71	9	marcellom	47
	hanni1982	5		Ingmar	71		manuber	103
	famfan	6		jester	71		mammut	69
	saladin	4		junkiel	71		Peter	38
	gruener	3		KarlMarx	71		vienu	28
	zigzag	7		Larapuzzi	71		Mahlow	34
	Wahlaal	22		luckz	71		Wiego	31
	rapper	20		Makler1	71		login	15
	kaufunger	16		manfred	71		NZ1968	45
	truck676	30		Nobody	71		Sabine	32
2	cezanne	23	6			10	cocosnussi	37
	Freudoll	25		plutos	71		Traurig	26
	Lupulus	48		Sanjuro	71		Geoman	41
	oseidel	62		schtriker	71		Tishimdorf	21
	sealord	69		sjura	71		Progno	19
	alledrei	29		skeptiker	71		briutt	18
	wtd3010	102		socket	71		Tob11	43
	Kaule	33		tobiedl	71		Camporesi	14
	tmirke	64		volkert	71		fischmob	8
	Ramses	42		Vollsepp	71		Rodrigues	17
3	Zicklein	57	7	wiland	71	Mauritius	11	
	lancer	103				BAYERNP	2	
	online	107		Silrem	63	Angelo	12	
	henning	13		hanslu	44			
	mc0050	27		Bruder	36			
	Golph74	53		REBELL	103			
	adrian	50		Napoleon	55			
	sabiene	51		Feuerstein	55			
	bastein	54		terra	68			
	Michael47	107		Sunshine	39			
4	weleda	59	8	moritzbal	61			
	tobias	106		felixs	65			
	wert12	9		famfam	35			
	Agentur	71		Familie	40			
	annelie	71		rawi2k	66			
	Antosu	71		szumbusch	101			
	Armin139	71		Boersomat	49			
	Baobao	71		Schwuchtel	67			
	berliner	71		hamannm	46			
	Bott54	71		eisbaerli	58			
Echelon	71	Patziwb	51					
eumel72	71	tototo	24					
gudrun1	71	andrewo	10					
			Teddy	50				

Cuadro 6.7: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la primera mitad. (mercado con Dinero).

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	xxxxxx	1	5	Zoroaster	102	9	Maxine	36
	heinzkerry	6		wolfgang	102		Hannemann	92
	Dampflok95	4		tradedude	102		talpa	163
	profschlau	3		teuteberg	102		mcgonagall	78
	fischmob	7		sternfeld	102		nimer	68
	felixs	23		skeptiker	102		leone62	55
	henning	8		sinatra	102		Adrian	41
	gruener	13		shoehne	102		durin2602	83
	Wiego	18		schoetz	102		mammut	102
	Traurig	19		sassolungo	102		libuda	61
	wiesel	12		sachbea	102		delCorte	50
	hoppelhase	47		Quartier	102		Boersomat	29
	PDSLOS	17		online04	102		Selektor	81
	Tob11	86		metridia	102		oberdada	153
	2	zigzag		69	6		marie	102
ulmer		21	leone04	102		waeher	69	
kai1705		59	kueberta	102		tomlaufer	73	
ohnesorge		52	kreuzau	102		imexport	102	
Maxwell		45	jnpeters	102		SwingVoter	46	
uwesiegert		160	jeffcostel	102		sbonne	66	
poclain		39	Inselkind4	102		horex	38	
jussi79		67	Ingmar	102		clearview	92	
angelika		44	ichgewinn	102		Silrem	97	
Freudoll		15	Ghuoargh	102		philipp	83	
Familie		49	gernot	102		TShirt	88	
manuberl		83	Fussel	102		Sempf	58	
hamann		88	eumel72	102		Peterk	60	
weirdtom		35	dussel	102		Cristobal	52	
3		mittchell	97	7		Drucker	102	11
	AquiiHH	24	Devils		102	matula47	153	
	ruemuebau	43	Crasher		102	druidej	61	
	Carlos	57	Brian		102	august	16	
	whizzkid	99	birkenfeld		102	dondirkos	88	
	lebowski	40	BillyLU34		102	Andromeda	48	
	reinhold	51	berlin41		102	greenspan	102	
	Zeeck79	22	badzocker		102	JoergS	28	
	salzi09	88	arnowas		102	sprungbaer	30	
	Samurai	20	Armin139		102	martinvh	41	
	morten	78	andrekaun		102	paule	2	
	Krickel	92	adschi		102	dk1313	61	
	z0id2k	55	0908va		102			
	fuersti	161	00zero		102			
	4	ntzerserbe	69		8	juergenb	87	
Lupulus		65	terra	153		pgemt	8	
pletscha		92	LEMOR	99		Micha	25	
fortuna95		93	Moreno	153		Gerphil	34	
arina78		102	FREIEHEIDE	32		StoiberFan	14	
jester		73	wahlnike	73		brueckner	37	
pusztajoe		153	marcbln	102		raileo	11	
Hanreich		72	baldurtipp	73		stoiaaip	33	
gk000		102	gekko	27		Wetterman	26	
hilsk		154	Paleiko	54		kmartini	10	
jkahrs		102	mc0050	61		jrohde	5	
lowiegand		102	briutt	73				
ppicasso73		102	jschoeder	31				
robertius		161	pegasus	153				

que obtuvieron los rankings más altos en *score* de acuerdo a los rankings obtenidos en cada una de las caracterizaciones.

Viendo esto, lo que se puede esperar para la segunda mitad, es que por lo menos los agentes representativos del grupo 1 para los respectivos mercados continúen obteniendo las mayores ganancias promedio respecto al resto de los agentes, por supuesto, siempre y cuando sigan empleando la misma estrategia o mejor aun, que ésta se perfeccione, siempre y cuando existan las condiciones apropiadas en el mercado. Mientras tanto, para los agentes representativos de los grupos 10 y 12 (mercado sin dinero y con dinero), lo que se puede esperar es que continúen con pérdidas en la segunda mitad, de no ser así entonces se deberá a procesos de aprendizaje y adaptación al mercado, con lo cual el *score* al término de la segunda mitad se verá disminuido respecto a lo que han obtenido en esta primera mitad.



## 6.2 Segunda mitad

### 6.2.1 Ineficiencia

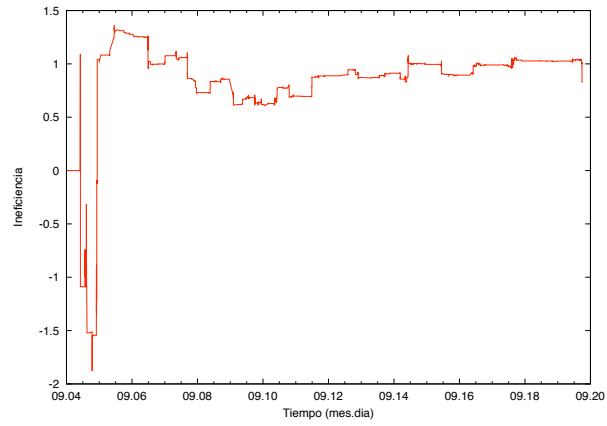
Comencemos entonces con la gráfica de ineficiencia de la segunda mitad. En la Figura 6.7 se muestra el comportamiento de la ineficiencia del grupo 1 de agentes contra el resto.

Lo que podemos observar en la gráfica 6.7b del mercado sin dinero, es que aunque si bien la ineficiencia ha disminuido para este periodo, todavía hay clara señal de que el grupo 1 sigue obteniendo la mayor cantidad de ganancias que el resto de los grupos de agentes. En cambio, en la gráfica 6.7a, es inmediatamente evidente que la ineficiencia es menor, esto significa que el mercado en su conjunto es más eficiente. De esta forma, está relacionada con el hecho de que hay menos volatilidad, las expectativas entre los diferentes agentes es más uniforme. Esto quiere decir que los agentes ajustan rápidamente sus estrategias para evitar pérdidas con los demás agentes.

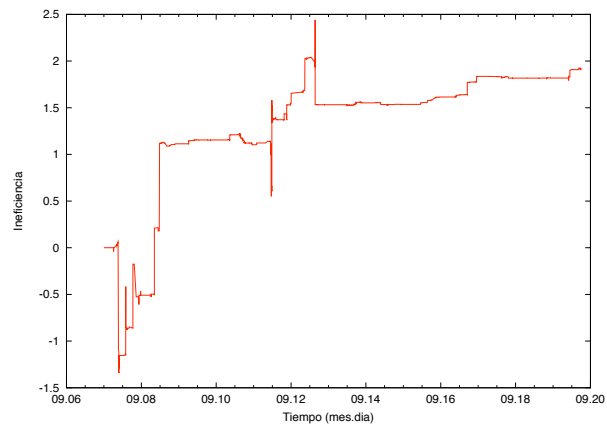
Así mismo, analizando la ineficiencia entre los grupos 1 y 10 en el mercado sin dinero (Figura 6.8b), vemos que aunque en menor magnitud, todavía se observa una clara señal de que sigue obteniendo 1 ganancias en contra del grupo 10. Lo que a diferencia de la gráfica 6.8a, la ineficiencia en contra de este grupo ha disminuido considerablemente, sustentando la idea de que el grupo 1 ya no emplea la misma estrategia o en su defecto, las condiciones del mercado ya no son las propicias para que pueda generar una mayor cantidad de ganancias en contra de este grupo. De este modo, se puede ver que la ineficiencia es menor entre estos dos grupos.

Mediante el *score* de la segunda mitad en los agentes del mercado sin dinero descubriremos qué ha sucedido con los grupos 1 y 10, teniendo en cuenta que, al igual que en el mercado con dinero para este segundo periodo hay agentes que ya no participaron. En el Cuadro 6.8 muestra los rankings del *score* para cada agente, de acuerdo a los rankings que hayan obtenido en cada una de las caracterizaciones.

A partir de estos resultados, podemos ver particularidades similares a las obtenidas en el mercado con dinero (ver Cuadro 6.9) en el sentido de que en general en el grupo 1 han empeorado los rankings en *score*. De esta forma, se puede percibir un cambio en la estrategia empleada del grupo 1 de ambos mercados. No obstante, los grupos perdedores (12 y 10) para los mercados con dinero y sin dinero, han mejorado sus rankings. Veamos como han sido las ganancias y pérdidas en el mercado sin dinero mostrada en la Figura 6.9 al igual que en el mercado con dinero mostradas en la Figura 5.4.

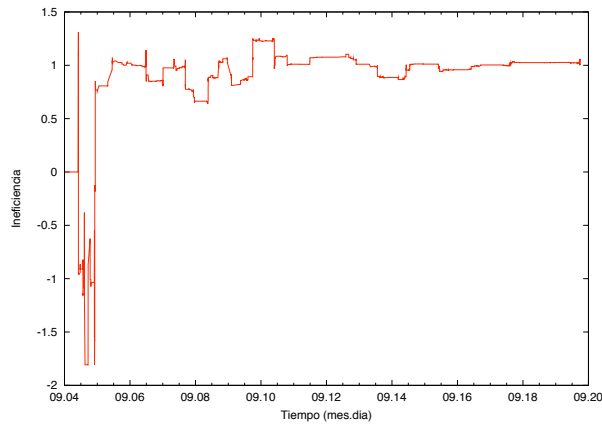


(a) Ineficiencia del grupo 1 en la segunda mitad (mercado con dinero).

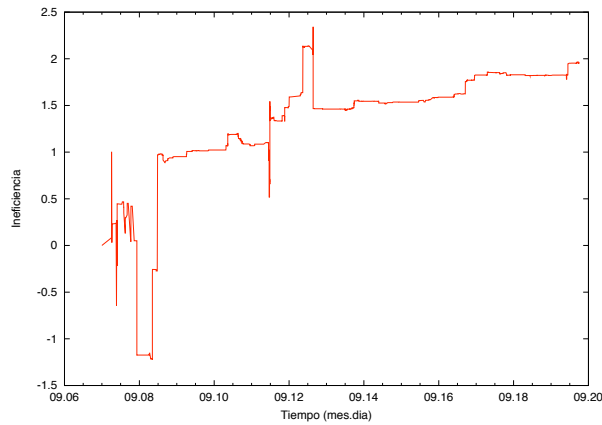


(b) Ineficiencia del grupo 1 en la segunda mitad (mercado sin dinero).

Figura 6.7: Comparación de las gráficas de ineficiencia para el mercado con dinero y mercado sin dinero. Ambas gráficas hechas con datos de la segunda mitad.



(a) Ineficiencia entre el grupo 1 y 12 (mercado con dinero).



(b) Ineficiencia entre el grupo 1 y 10 (mercado sin dinero).

Figura 6.8: Comparación de las gráficas de ineficiencia para el mercado con dinero y mercado sin dinero. Ambas gráficas hechas con datos de la segunda mitad.

Podemos ver en el mercado sin dinero (ver Cuadro 6.10) que el grupo 1 sigue obteniendo grandes ganancias respecto al resto de los grupos; sin embargo, esto se debe a una transacción que alguno de los agentes realizó contra algún otro del grupo 4, ya no siendo así contra el grupo 10. Las pérdidas obtenidas por este último grupo ya han disminuido en gran porcentaje y por tanto ya no siguen el mismo comporta-

Cuadro 6.8: Ranking en *score* para cada agente durante la segunda mitad. Los agentes en negrita son los que en esta segunda mitad no han participado. (mercado sin dinero).

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	mammutfam	4	5	gustav	59	9	marcellom	59
	hanni1982	16		Ingmar	76		manuber	66
	famfan	34		jester	76		mammut	106
	saladin	1		junkiel	45		Peter	107
	gruener	12		KarlMarx	52		vienu	72
	zigzag	10		Larapuzzi	87		Mahlow	26
	Wahlaal	75		luckz	54		Wiego	50
	<b>rapper</b>	88		Makler1	5		login	56
	kaufunger	40		manfred	32		NZ1968	84
	truck676	18		Nobody	36		Sabine	68
cezanne	56			cocosnussi	83			
2	Freudoll	54	6	plutos	76	10	Traurig	37
	<b>Lupulus</b>	88		Sanjuro	52		Geoman	107
	<b>oseidel</b>	88		schtriker	23		Tishimdorf	19
	sealord	49		sjura	42		Progno	38
	alldrei	59		skeptiker	42		briutt	45
	wtd3010	76		socke	17		Tob11	56
	Kaule	84		tobiedl	62		Camporesi	65
	<b>tmirke</b>	88		volkert	6		fischmob	9
	<b>Ramses</b>	88		Vollsepp	13		Rodrigues	24
	<b>Zicklein</b>	88		wiland	41		Mauritius	15
<b>lancer</b>	88			BAYERNP	11			
				Angelo	105			
3	online	50	7	<b>Silrem</b>	88			
	henning	70		hanslu	30			
	mc0050	2		Bruder	20			
	<b>Golph74</b>	88		REBELL	8			
	<b>adrian</b>	88		Napoleon	21			
	sabiene	71		<b>Feuerstein</b>	88			
	bastein	35		terra	31			
	<b>Michael47</b>	88		Sunshine	39			
	weleda	28		moritzbal	33			
	tobias	25		<b>felixs</b>	88			
<b>wert12</b>	88	<b>famfam</b>	8					
4	Agentur	76	8	Familie	27			
	annelie	69		rawi2k	48			
	Antosu	62		<b>szumbusch</b>	88			
	Armin139	2		Boersomat	62			
	Baobao	76		Schwuchtel	29			
	berliner	84		hamannm	72			
	Bott54	44		eisbaerli	14			
	Echelon	88		Patziwib	72			
	eumel72	76		tototo	45			
	gudrun1	22		andrewo	7			
		Teddy	67					

miento de reflexión que tuvieron contra el grupo 1 en el primer periodo. Por tanto, el

Comparación de Resultados entre el Mercado con Dinero y Mercado sin Dinero

Cuadro 6.9: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la segunda mitad. (mercado con dinero).

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	xxxxxx	87	5	Zoroaster	36	9	Maxine	61
	heinzkerry	7		wolfgang	141		Hannemann	55
	Dampflok95	1		tradedude	158		talpa	91
	profschlau	5		teuteberg	91		mcgonagall	14
	fischmob	10		sternfeld	50		nimer	91
	felixs	38		skeptiker	65		leone62	91
	henning	91		sinatra	52		Adrian	64
	gruener	1		shoehne	60		durin2602	156
	Wiego	9		schoetz	28		mammut	128
	Traurig	17		sassolungo	158		libuda	37
	wiesel	158		sachbea	145		delCorte	91
	hoppelhase	49		Quartier	82		Boersomat	21
	PDSLOS	88		online04	43		Selektor	128
	Tob11	146		metridia	78		oberdada	91
	2	zigzag		29	6		marie	40
ulmer		73	leone04	156		waeher	59	
kai1705		54	kueberta	75		tomlaufer	91	
ohnesorge		91	kreuzau	146		imexport	146	
Maxwell		146	jneters	41		SwingVoter	158	
uwesiegert		84	jeffcostel	32		sbonne	79	
poclairn		35	Inselkind4	82		horex	16	
jussi79		91	Ingmar	65		clearview	63	
angelika		91	ichgewinn	76		Silrem	91	
Freudoll		141	Ghuoargh	128		philipp	71	
Familie		39	gernot	146		TShirt	91	
manuberl		128	Fussel	144		Sempf	91	
hamann		91	eumel72	158		Peterk	46	
weirdtom		44	dussel	13		Cristobal	27	
3		mittchell	91	7		Drucker	127	11
	AquiiHH	33	Devils		18	matula47	128	
	ruemuebau	11	Crasher		146	druidej	88	
	Carlos	91	Brian		48	august	146	
	whizzkid	79	birkenfeld		19	dondirkos	128	
	lebowskie	23	BillyLU34		57	Andromeda	71	
	reinhold	90	berlin41		146	greenspan	69	
	Zeeck79	15	badzocker		86	JoergS	73	
	salzi09	24	arnowas		45	sprungbaer	84	
	Samurai	42	Armin139		4	martinvh	146	
	morten	91	andrekaun		31	paule	20	
	Krickel	91	adschi		69	dk1313	91	
	z0id2k	91	0908va		26			
	fuersti	128	00zero		53			
	4	ntzerserbe	141		8	juergenb	62	
Lupulus		91	terra	91		pgemt	6	
pletscha		91	LEMOR	55		Micha	128	
fortuna95		91	Moreno	163		Gerphil	34	
arina78		91	FREIEHEIDE	22		StoiberFan	91	
jester		91	wahlnike	57		brueckner	128	
pusztajoe		51	marcbln	67		raileo	12	
Hanreich		91	baldurtipp	79		stoiaaip	30	
gk000		128	gekko	91		Wetterman	77	
hilsk		91	Paleiko	128		kmartini	3	
jkahrs		91	mc0050	46		jrohde	8	
lowiegand		68	briutt	91				
ppicasso73		91	jschoeder	128				
robertius		146	pegasus	91				

Cuadro 6.10: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la segunda mitad. (mercado sin dinero)

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	-67,663	543,762	10,616,422	1,736,525	1,042,418	2,280,621	-1,020,492	1,430,167	2,235,906
2	67,663	0	7,959	-493	61,701	172,864	-100,038	-19,399	5,142	-17,474
3	-543,762	-7,959	0	53,057	116,677	-96,864	180,879	6,571	-88,875	299,691
4	-10,616,422	493	-53,057	0	173,153	-294,626	142,657	26,670	107,037	229,498
5	-1,736,525	-61,701	-116,677	-173,153	0	156,356	15,607	-227,451	193,143	148,086
6	-1,042,418	-172,864	96,864	294,626	-156,356	0	138,832	616,353	-151,425	-44,913
7	-2,280,621	100,038	-180,879	-142,657	-15,607	-138,832	0	272,399	39,739	-58,620
8	1,020,492	19,399	-6,571	-26,670	227,451	-616,353	-272,399	0	676,824	82,547
9	-1,430,167	-5,142	88,875	-107,037	-193,143	151,425	-39,739	-676,824	0	-22,037
10	-2,235,906	17,474	-299,691	-229,498	-148,086	44,913	58,620	-82,547	22,037	0

Cuadro 6.11: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la primera mitad. (mercado con dinero).

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	-24,138	191,575	-147,694	-64,265	-164,235	116,935	11,506	668,776	40,549	18,270	72,267
2	24,138	0	-70,453	-3,249	-15,289	-44,662	-6,282	-8,884	-5,327	-4,916	856	489,740
3	-191,575	70,453	0	-4,000	-95,306	-79,794	-196,347	7,420	54	-47,434	18,366	86,702
4	147,694	3,249	4,000	0	-10,834	-2,762	1,901	-255	-10,198	2,212	100	8,336
5	64,265	15,289	95,306	10,834	0	34,947	-533,828	9,751	-76,743	4,792	-7,318	-8,848
6	164,235	44,662	79,794	2,762	-34,947	0	-62,755	6,880	22,420	-2,905	5,126	39,542
7	-116,935	6,282	196,347	-1,901	533,828	62,755	0	5,058	-5,208	107,180	44,474	686,437
8	11,506	8,884	-7,420	255	-9,751	-6,880	-5,058	0	-2,692	-9,046	1,827	85,856
9	-668,776	5,327	-54	10,198	76,743	-22,420	5,208	2,692	0	-9,838	-6,389	410,052
10	-40,549	4,916	47,434	-2,212	-4,792	2,905	-107,180	9046	9,838	0	-472,446	155,822
11	-18,270	-856	-18,366	-100	7,318	-5,126	-44,474	-1,827	6,389	472,446	0	-17,702
12	-72,267	-489,740	-86,702	-8,336	8,848	-39,542	-686,437	-85,856	-410,052	-155,822	17,702	0

## Comparación de Resultados entre el Mercado con Dinero y Mercado sin Dinero

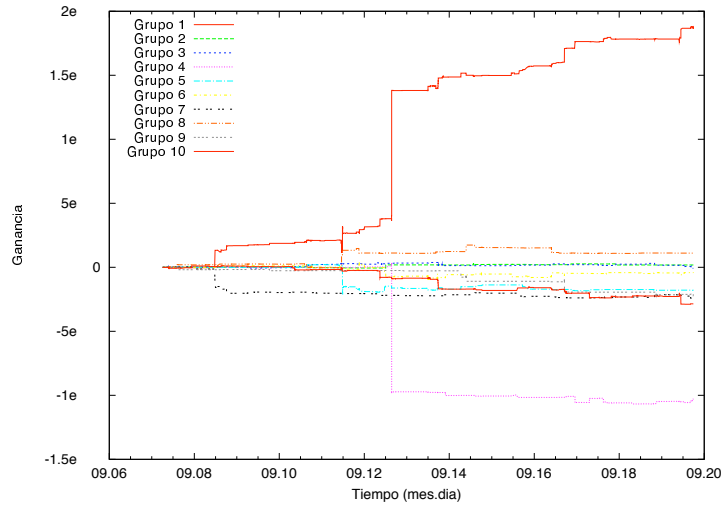


Figura 6.9: Distribución de ganancias de cada grupo durante la segunda mitad. (mercado sin dinero)

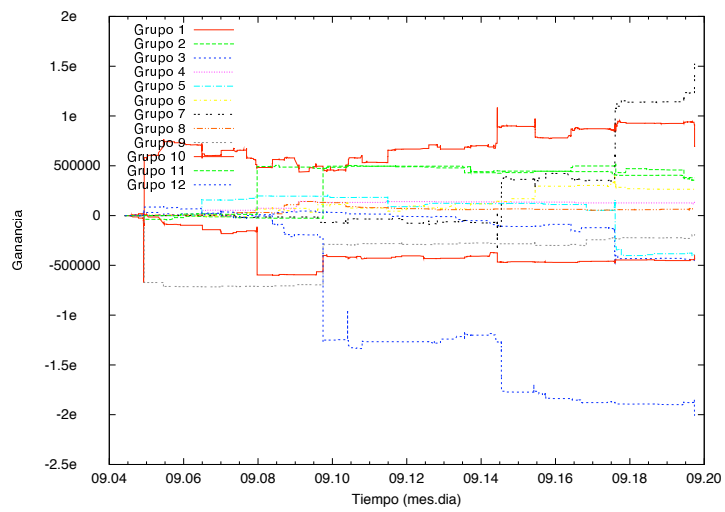


Figura 6.10: Distribución de ganancias de cada grupo durante la segunda mitad. (mercado con dinero)



grupo 10 mostró señal de aprendizaje, redujeron el porcentaje de transacciones con lo que produjo menos pérdidas. Esto a su vez, llevó a que para el grupo 1 ya no fuera fácil ejecutar sus transacciones, ya que no había quien estuviera cotizando en el libro a la postura que el grupo 1 deseaba, o en su caso, el efecto de liquidez desapareció.

Por otro lado, los grupos 4, 5 y 6 que no habían participado en la primera mitad, se perfilaron como perdedores en el segundo periodo. Así, tomamos en cuenta que estos grupos de agentes no aprendieron sobre como participar en el mercado, razón por la cual obtuvieron pérdidas en esta segunda mitad.

Paralelo a ello, en el mercado con dinero (ver Cuadro 6.11) las cosas no suceden del todo igual. El grupo 1 ya no sigue obteniendo las mismas ganancias en contra de los grupos 8, 9, 10, 11 y 12. Como ya lo hemos visto, esto se debe a la adaptación y aprendizaje de los grupos de agentes, que igualmente redujeron el porcentaje de transacciones y con ello, el volumen destinado a sus operaciones. Por su parte, a diferencia del mercado sin dinero, los grupos 5, 6 y 7 que no habían participado en la primera mitad, se perfilaron como grupos ganadores especulando sobre el posible precio de las acciones, con ello, se beneficiaron del grupo 1 y del mismo modo con el resto de los grupos de agentes. Aunque el grupo 1 continuó siendo ganador para esta segunda mitad, el grupo 7 logró aprender y adaptarse sobre los movimientos del mercado para así, obtener mayores ganancias que las obtenidas por el grupo 1 en este segundo periodo.

**Cuadro 6.12: Porcentaje de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %. (mercado sin dinero).**

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18.47	3.54	9.36	5.57	10.94	9.93	10.94	9.87	5.88	15.50
2	32.75	1.17	11.11	2.92	5.26	9.94	8.77	8.19	2.34	17.54
3	20.76	2.66	14.59	4.77	10.66	8.70	8.56	11.08	4.49	13.74
4	22.22	1.26	8.59	7.58	8.08	9.34	13.13	7.58	6.06	16.16
5	29.08	1.51	12.77	5.38	6.05	13.11	5.04	11.93	1.85	13.28
6	23.64	2.56	9.34	5.57	11.75	13.25	9.04	8.58	3.16	13.10
7	28.36	2.46	10.00	8.52	4.92	9.84	3.28	14.10	3.44	15.08
8	23.89	2.14	12.10	4.59	10.87	8.73	13.17	5.51	2.60	16.39
9	35.09	1.51	12.08	9.06	4.15	7.92	7.92	6.42	3.02	12.83
10	26.34	3.23	10.54	6.88	8.49	9.35	9.89	11.51	3.66	10.11

Para el caso de la matriz de Porcentaje de transacciones mostrado en el Cuadro

Cuadro 6.13: Porcentaje de transacciones que realizó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el tipo 1 de representación. (mercado con dinero).

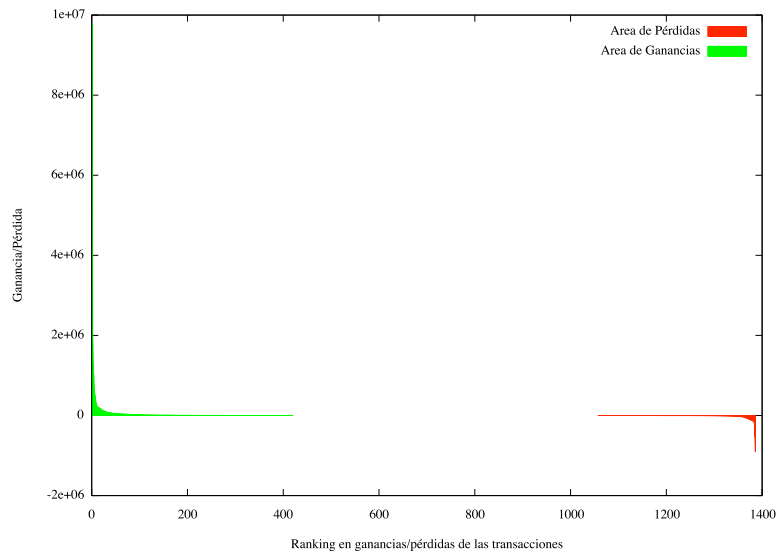
Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	24.46	3.55	13.66	1.15	5.54	6.28	11.35	3.23	6.00	8.81	2.08	13.89
2	24.37	8.86	13.92	3.48	6.96	4.43	8.23	2.22	2.53	9.49	3.16	12.34
3	30.83	4.58	9.17	0.83	6.77	6.56	10.31	3.65	5.00	4.06	4.48	13.75
4	28.41	12.50	9.09	0.00	4.55	9.09	2.27	1.14	7.95	6.82	1.14	17.05
5	28.37	5.20	15.37	0.95	1.42	10.87	10.40	2.84	6.15	5.44	2.13	10.87
6	26.36	2.71	12.21	1.55	8.91	4.65	15.50	1.55	7.17	6.98	2.33	10.08
7	28.67	3.03	11.54	0.23	5.15	9.32	10.96	5.01	6.64	6.06	3.50	9.91
8	29.91	2.99	14.96	0.43	5.13	3.42	18.38	2.56	3.85	3.42	3.85	11.11
9	32.18	1.98	11.88	1.73	6.44	9.16	14.11	2.23	2.48	4.70	4.70	8.42
10	38.43	6.04	7.85	1.21	4.63	7.24	10.46	1.61	3.82	3.62	2.21	12.88
11	19.40	4.31	18.53	0.43	3.88	5.17	12.93	3.88	8.19	4.74	2.59	15.95
12	31.39	4.07	13.76	1.56	4.80	5.42	8.86	2.71	3.55	6.67	3.86	13.35

6.12, el grupo 1 ya no tiene una tendencia clara de operar contra el grupo 10 tal y como lo había hecho en la primera mitad. En gran medida esto se debe a que el porcentaje de transacciones hechas contra el grupo 10 han disminuido considerablemente. No obstante, ahora el grupo 1 realiza más operaciones consigo mismo, con lo cual los agentes inteligentes al realizar operaciones con otros agentes inteligentes, (claro, sin darse cuenta de ello puesto que las posturas son anónimas en el libro) las ganancias en efecto se reducen.

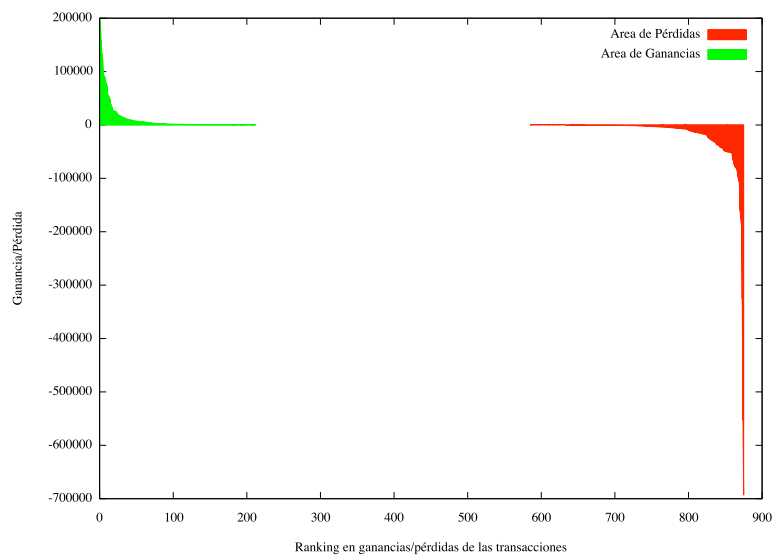
Sucede algo similar con el mercado con dinero, en donde los mismos agentes del grupo 1 operan consigo mismos reduciendo con ello la ganancia. No obstante, ahora realizan un mayor porcentaje de transacciones contra el grupo 3 y el 7, con los que igualmente obtiene ganancias.

Podemos ver que en las gráficas de heterogeneidad (Figura 6.11) para este periodo ya no hay una correspondencia directa entre las ganancias y pérdidas de los grupos 1 y 10, a diferencia de lo que vimos en la primera mitad. Esto se debe en gran parte a la poca participación del grupo 10; sin embargo, ahora las ganancias se reflejan en gran medida con las pérdidas del grupo 4. De este modo, las distribuciones de ganancias y pérdidas siguen mostrando, al igual que en la primera mitad, que son pocas las transacciones que generan la mayor cantidad de ganancias y pérdidas.

Sin embargo, en las gráficas de heterogeneidad del mercado con dinero (Figura

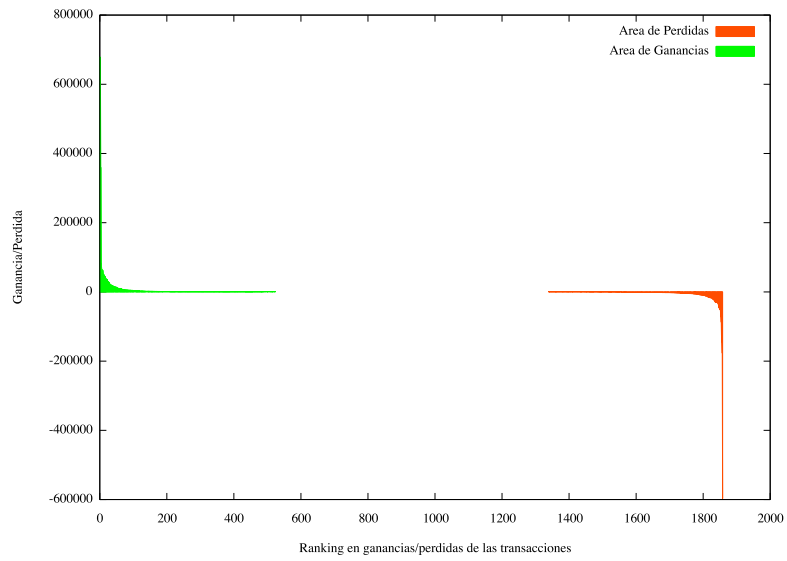


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

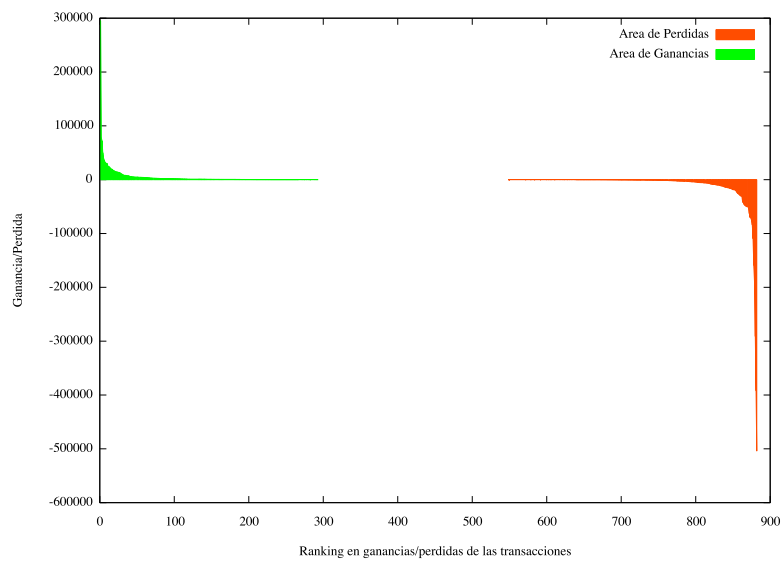


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.

Figura 6.11: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas. (mercado sin dinero)



(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.



(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 12.

Figura 6.12: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas. (mercado con dinero)

6.12) respecto al grupo 1 se observa que más bien parece ya una homogeneidad entre sus ganancias y pérdidas, es claro que sus pérdidas son producto de unas cuantas transacciones en las que la estrategia *Market Timing* no resultó favorable en el sentido de que no hubo quién colocara la postura que este grupo esperaba, (ya fuera en precio o bien en volumen) lo cual es reflejo de la poca disposición de operar de los grupos 8, 9, 11 y 12.

## Capítulo 7

---

---

### Resumen de Resultados en el Mercado Experimental

---

En este momento, ya se han expuesto los principales resultados obtenidos en ambos períodos, recordando que fué conveniente dividir al mercado en dos periodos para la modelación; es decir, el primero de ellos sirvió para crear el modelo (preparación de los grupos de agentes), mientras que en el segundo se probó realizando una comparación y análisis sobre las posibles causas que provocaron cambios en los estilos de operar en los grupos de agentes. A continuación se detallarán los pasos que se siguieron

En el análisis mostrado se empleó al *Sharpe Ratio* como Clase para dividir o clasificar a los agentes en grupos. Con esto, se utiliza a la ganancia relativa como una “señal” medida con respecto a su volatilidad (que representa “ruido”). Es decir, el *Sharpe Ratio* mostró hasta qué punto las ganancias obtenidas por cada agente, compensaron a éstos por asumir riesgo en su estilo de operar en el mercado. En el mercado experimental empleado, los agentes operaban con dinero real con lo que su inversión corría riesgo. Es por ello, que al emplear al *Sharpe Ratio* se pudo observar la evolución de su portafolio, ya que la volatilidad de las ganancias relativas indican precisamente la aversión al riesgo que toman los agentes.

Las ganancias generadas por los agentes están sujetas a riesgos, que en muchos casos se llega a convertir en una estrategia “ganadora” o bien “perdedora”. Esto da a entender que los agentes que fueron sumamente arriesgados, llegaron a obtener una gran cantidad de ganancias al igual que una gran cantidad de pérdidas, lo cual en el mercado real, es lo que se trata de minimizar. Sin embargo, hay otros factores como la volatilidad del precio de las acciones, y la evolución misma del mercado, entre otros. Igualmente, hay quienes prefirieron manejar sus activos con mayor eficacia

y el menor riesgo posible. Para ello, *Sharpe Ratio* es una buena opción pues identificó aquellos agentes que son menos arriesgados. Así, si la volatilidad del portafolio es alta entonces los agentes son muy arriesgados y viceversa, y muestra una forma más confiable sobre cómo ejecutar transacciones en momentos donde la volatilidad del precio puede afectar a las ganancias producidas. En otras palabras, aquellos agentes que obtuvieron un ranking alto en *Sharpe Ratio* son los que generaron mayores ganancias respecto al resto de agentes, que igualmente estuvieron medidos por su ganancia.

De esta manera, *Sharpe Ratio* ha sido una herramienta eficiente con la cual se ha podido caracterizar apropiadamente el estilo con que operó en promedio cada uno de los grupos de agentes. De este modo, el grupo 1 se definió desde la primera mitad, marcando la pauta en ambos períodos debido a la caracterización de variables que definió de algún modo su estilo; de esta forma, aunque el ranking en *Sharpe Ratio* cambió para la segunda mitad y por tanto el resto de su estrategia, las ganancias generadas ya no continuaron siendo las más fuertes de entre todos los grupos participantes debido a la adaptación y aprendizaje de grupos de agentes.

Una vez clasificados los grupos por la Clase *Sharpe Ratio* obtuvimos ineficiencias en donde se muestra un “sesgo” entre grupos ganadores y grupos perdedores. Así, en la primera mitad se apreció de inmediato el éxito que tenía el grupo 1 contra el resto de los agentes, mostrando un sesgo que se vió influyente sobre los resultados. De este modo, al final del primer periodo se observó si es posible distinguir sus comportamientos en cada uno de los grupos de acuerdo al valor de la Ineficiencia. Con ello, es posible hacer las primeras inferencias u observaciones sobre los estilos de los grupos están empleando y para comprobar ésto, comenzamos a analizar el comportamiento de los grupos a través de los datos obtenidos.

Paralelo a ello, para la gráfica de ineficiencia en la primera mitad, el comportamiento general del mercado muestra la habilidad del grupo 1 de colocar posturas en el libro en momentos en que los agentes de los grupos 8, 9, 10, 11 y 12 colocaban las suyas a precios fuera de lo común, es decir, compras a precios altos y ventas a precios bajos, lo cual resultó para el grupo 1 en un gran beneficio de tal modo que su estilo de operar hizo que se identificaran como el grupo más ganador. Con ello, la ineficiencia para esta primera mitad indicaba que la estrategia del grupo 1 era la más apropiada para generar ganancias excesivas, sin embargo, era necesario hallar su modo de operar, pero debido a que no se contaba con esa información se recurrió a la Minería de Datos para así, identificar las estrategias.

Del mismo modo, para la gráfica de ineficiencia en la segunda mitad se mostraba por una parte indicios de que el grupo 1 continuaba con la mejor estrategia pero conforme avanzaba el tiempo, ya no se percibía una Ineficiencia tan marcada como

en la primera mitad, sino que ahora se mostraba en menor escala. Claro, como se ha visto en el 2 capítulo de resultados es debido a que los grupos 8, 11 y 12 aprendieron y dejaron de participar continuamente en la segunda mitad, habiendo con ello una baja de liquidez con lo cual el grupo 1 redujo la posibilidad de generar las ganancias obtenidas en la primera mitad.

Sin embargo, la reducción en la ineficiencia también se debe a la participación de los grupos de agentes (5, 6 y 7) los cuales se adaptaron y aprendieron en el mercado obteniendo beneficios económicos basados en las fluctuaciones de los precios (especulación) y de esta forma, minimizaron las ganancias obtenidas por parte del grupo 1. En este contexto, el mercado era más eficiente en el sentido de que todos los grupos participantes tenían la misma oportunidad de generar ganancias tras la poca participación de los grupos 8, 11 y 12; hecho por el cual, la gráfica muestra un menor crecimiento en comparación con aquella que se obtuvo en la primera mitad.

En este contexto, el uso de la minería de datos demostró ser una herramienta útil en este trabajo ya que con ella se extrajo gran parte de la información “oculta” con la cual se pudo describir el comportamiento de los grupos de agentes. De tal forma, que una vez establecida la división de grupos y el análisis a través de la ineficiencia, se mostraron las matrices de porcentajes en transacciones con ganancias, pérdidas y nulas así como de volumen en ambos tipos de representación en donde mostraron que en la primera mitad era clara la tendencia a operar del grupo 1 en contra de ellos mismos, con lo cual sin ser necesariamente parte de su estrategia, generaron liquidez al mercado y por tanto, el resto de los grupos de agentes cruzaron sus posturas de tal modo que operaron con una alta frecuencia entre ellos. Sin embargo, también hubo una correspondencia contra el grupo 12 en el sentido de que ambos grupos fueron los que mayor cantidad de transacciones ejecutaron de entre los 12 grupos participantes.

Se observaron las formas de operar de los grupos, en donde se percibió en general que un alto porcentaje de transacciones ejecutadas fueron nulas, lo cual orilló a una búsqueda de aquellas transacciones que resultaron ser las más ganadoras para unos y perdedoras para otros. Con esto, se conjeturó finalmente el uso de una estrategia tipo *Market Timing* por parte de agentes del grupo 1, en donde por supuesto, fueron ejecutadas contra agentes pertenecientes a grupos como el 8, 9, 10, 11 y 12 respectivamente. En este sentido, se puede argumentar que para la primera mitad, el estilo básico del grupo 1 estuvo compuesta por transacciones en las que el uso de la estrategia *Market Timing* fué el apropiado.

Sin embargo, aunque un gran porcentaje de ganancias generadas en la primera mitad por parte del grupo 1, fueron resultado de transacciones de este tipo, el resto de las ganancias se obtuvieron de distinta forma, en donde por medio de las funciones



$\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , se acumuló una estimación probabilística destacando varias caracterizaciones de este grupo dado por lo siguiente:

1. Un gran número de transacciones y por tanto, una alta cantidad de compras y ventas.
2. Una gran cantidad de contrapartes, en el sentido que si se corre el riesgo de perder ante unos, se corre también el riesgo a favor de ganar en contra de otros, con lo cual se pueden contrarrestar las pérdidas generadas por transacciones no favorables.
3. Una mayor cantidad de volumen intercambiado, de este modo aunque si bien en las transacciones se pueden operar bajos volúmenes, en conjunto de entre todas las transacciones hechas, representará un mayor índice de volumen y en suma, a la incorporación de la estrategia tipo *Market Timing* en momentos en los que el precio de las emisoras estuvo a favor.

De este modo, también sigue estas mismas características el grupo 12; sin embargo, fueron contra este grupo las transacciones ejecutadas por parte del grupo 1 con el uso de la estrategia *Market Timing*.

Aunque para la segunda mitad este fue en esencia el mismo estilo de operar que siguió implementando el grupo 1, las ganancias registradas ya no fueron las mismas debido al aprendizaje de agentes de grupos como el 8, 11 y 12, asimismo como la posible adaptación de los grupos 5, 6 y 7 con lo cual, tal y como lo mostraron las matrices de transacciones y volumen en los dos tipos de representación, se tuvo que distribuir de una forma más homogénea los porcentajes con el resto de grupos participantes. A pesar de ello, la continua constancia del uso de este estilo por parte de agentes del grupo 1 fue la que les produjo sus ganancias, que en efecto ya no de la misma magnitud, de esta forma, no fue lo suficiente para generar la mayor cantidad de ganancias respecto al resto de los grupos.

La ventaja en la segunda mitad fue que esta lista de características que aun estaba perfilando al grupo 1, discriminaba por completo con el uso de estrategias empleadas por los otros grupos, pues los valores de  $\varepsilon'$  fueron lo suficientemente confiables para decir que en efecto, la señal contra el grupo 12 ya no era tan fuerte como para obtener ventaja de él, no obstante con el uso adecuado de las mismas reglas empleadas en la primera mitad permitirá continuar con éxito.

Una vez con las variables identificadas que caracterizan el modo de operar del grupo 1 descritas por las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , el cálculo del *score* permitió hacer la predicción final para lo que posiblemente se podía esperar para la segunda mitad. De

esta manera el *score* en la primera mitad mostraba que para el grupo 1, sólo 8 de sus agentes continuarían con la misma tendencia ganadora para la segunda mitad; sin embargo, esto no fué así.

El hecho de que para la segunda mitad el valor del *score* haya cambiado para el grupo 1 y en particular para los ocho agentes representantes fue producto del cambio mismo de la dinámica del mercado, influenciado en gran medida por el aprendizaje de los grupos 8, 11 y 12 así como agentes de los grupos 5, 6 y 7 que estuvieron especulando sobre el posible precio que podrían alcanzar las acciones del mercado. En este sentido, el *score* puede ser interpretado como una función con la cual se pueden hacer predicciones sobre el comportamiento de los agentes, asimismo como una función que contiene toda una estrategia tras de sí, es decir, si la estrategia cambia también el *score* lo hará.

Esto es justificable con los resultados de *score* que obtuvieron los grupos 8, 11 y 12 para la segunda mitad, en donde mejoraron sus valores debido a que también hicieron de forma global un cambio de estrategia gracias al aprendizaje de los agentes de estos grupos. Y el aprendizaje mismo consistió básicamente en que entre menos transacciones se ejecuten, (entre compras y ventas), menores serán las pérdidas en donde se vió un cambio directamente en el cálculo del *score*.

# Capítulo 8

---

---

## Conclusiones

---

Como hemos visto en los capítulos 4 y 5 se empleó la Minería de Datos como una herramienta para describir y analizar los datos de un mercado experimental. A lo largo de este trabajo, se observó cómo resulta ser sumamente eficaz, ya que muestra a detalle comportamientos de los grupos de agentes que no hubieran podido ser explicados a través de observaciones simples o asimismo con aplicaciones de métodos puramente analíticos. De este modo, este análisis parte de la idea de dar el enfoque de sistemas complejos a los Mercados Financieros, con lo que el propósito básico fue el de descubrir estilos de operación que permitieran identificar características con las cuales se pudieran definir estos estilos y así, poder generar mayores ganancias.

De esta forma, en la primera mitad del análisis se agruparon los agentes del mercado por dos rasgos, las cuales fueron la ganancia total relativa y la volatilidad de ésta, con lo cual se pudo emplear el *Sharpe Ratio*. Posteriormente se construyó la gráfica de ineficiencia así como la matriz de ineficiencia, las cuales mostraban el sesgo de selección de los agentes, y se dieron los primeros argumentos del por qué el grupo 1 podría ser considerado como el grupo más exitoso.

Se construyeron las matrices de ganancias y pérdidas entre grupos, así como de transacciones, volumen, transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas; siendo estas últimas tres representadas en dos tipos distintos. Con ellas se pudo profundizar en los estilos que particularmente los grupos 1 (el más ganador) y 12 (el más perdedor) empleaban, y se dieron los argumentos suficientes para definir estilos de *Market Maker* y *Market Timing*.

Con esto, se observó como eran las distribuciones de ganancias y pérdidas en las

transacciones, con lo que se vislumbró que la mayor cantidad de ganancias y pérdidas se obtuvieron en una cantidad pequeña de transacciones con lo cual el estilo *Market Timing* se reforzó para argumentar que era fuertemente empleado por el grupo 1.

Así, para complementar estos argumentos se emplearon las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , con las cuales se pudo caracterizar al grupo 1 con 5 variables que lo definían perfectamente, pero que con estas mismas, no era posible diferenciar el estilo empleado por el grupo 12, por lo que fue necesario buscar las transacciones en las que el grupo 1 posiblemente pudo haber empleado el estilo *Market Timing*. En este sentido, se argumentó en la primera mitad que el proceso de ganancias no fue simplemente por cuestión de suerte, sino que hubo proceso de aprendizaje que tomó la forma de identificar malas posturas en el libro, con lo cual, la posibilidad de obtener ganancias aumentaba.

Por último, en la primera mitad se presentó la parte más importante de este trabajo, que fue el resultado de *score* de cada uno de los agentes, en donde se observó que agentes de los grupos 1 y 12 obtenían los mayores valores, con lo cual se argumentó para los agentes del grupo 1 que su estrategia en efecto fue la más apropiada, no sólo porque intrínsecamente así lo fuera, sino porque las condiciones del mercado fueron las apropiadas para que se ejecutase.

Una vez obtenidos estos resultados, se pasó al estudio de la segunda mitad presentada en el capítulo 5 en donde lo primero que se observó fue la gráfica de ineficiencia y por tanto la matriz de ineficiencia, con lo cual se observó que algo había ocurrido en el mercado porque la ineficiencia había disminuido considerablemente.

Esto se pudo confirmar inmediatamente con los resultados de *score* para la segunda mitad, en donde los valores del grupo 1 ya no eran del todo los más altos, mientras que los resultados del grupo 12 mostraban que su *score* también había cambiado, con lo que se infirió en primera instancia un proceso de aprendizaje por parte de agentes del grupo 12. De este modo, el proceso de adaptación se descubrió realizando el mismo análisis que en la primera mitad y se concluyó que el aprendizaje no solo de los agentes del grupo 12, sino del 8 y 11 consistió básicamente en dejar de ejecutar transacciones, con lo cual, disminuían también las compras y ventas, las contrapartes y el volumen con lo que el efecto de liquidez mostrado en la primera mitad se discontinuó para la segunda mitad.

Con ello, el grupo 1 tuvo que buscar otras alternativas para continuar con las ganancias en la segunda mitad; en donde no necesariamente hubo un cambio de estrategia, porque pudieron seguir con la misma empleada en la primera mitad, pero el efecto de los grupos 8, 11 y 12 sumándose a la especulación por parte de los grupos

5, 6 y 7 los obligó a tratar de aprovecharse de otros agentes como es el caso de los grupos 3 y 9. A partir de esto, el grupo 1 tuvo un proceso adicional, el cual fue de adaptación al mercado.

Posteriormente, en el capítulo 6 se mostró una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo y los de otro mercado experimental (mercado sin dinero), empleándose la misma herramienta y metodología para describir y analizar los datos. Se observaron características como la que los agentes no padecían de preocupación directa sobre su inversión, debido a que no operaban con dinero real y como se ha observado, los agentes podían obtener ganancias excesivas si el mercado les favorecía o pérdidas si el mercado iba en contra.

En este contexto, se pudo observar que al emplear dinero real en un mercado experimental, va a ver una mayor aversión al riesgo por parte de los grupos de agentes, así como un mayor proceso de adaptación y aprendizaje.

Lo expuesto en estos capítulos, muestra uno de los numerosos estudios que se han realizado para la interpretación de los mercados financieros. Esto no implica que lo visto aquí sean los únicos elementos a tratar, ya que los mercados son sistemas altamente complejos, tanto estructural como conductualmente, por lo que este trabajo resulta en un esbozo muy particular, sin embargo, es una perspectiva bastante útil para emprender nuevos estudios, así como métodos para descubrir e interpretar señales en procesos de adaptación y aprendizaje de agentes.

# Apéndice A

---

---

## Desarrollo del *Score*

---

### A.1 Formación de Estrategias: Análisis Bayesiano

En este contexto, el objeto es construir las probabilidades posteriores  $P(C|\mathbf{X})$  de las características que son estadísticamente más confiables. Para ello, se comienza a partir de la definición de la regla de Bayes dada por

$$P(C|\mathbf{X}) = \frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})}, \quad (\text{A.1})$$

que relaciona probabilidad *posterior*  $P(C|\mathbf{X})$  con la probabilidad *anterior*  $P(C)$  para la Clase  $C$ , y la función de probabilidad condicional,  $P(\mathbf{X}|C)$ . Sin embargo,  $P(\mathbf{X})$  es la probabilidad sobre todo un conjunto de características, ya que  $\mathbf{X}$  es un vector de características; esto es,  $\mathbf{X} = X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , por lo que que regla de Bayes queda de la forma:

$$P(C|\mathbf{X}) = \frac{P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n|C)P(C)}{P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)}, \quad (\text{A.2})$$

lo cual se vuelve difícilmente manejable si las  $X_i$  son dependientes entre sí. Ahora bien, el problema entonces se reduce a tratar de encontrar una forma alterna de la regla de Bayes en la que  $P(\mathbf{X})$  no aparezca pero que aun se puedan manejar las  $X_i$ .

Una forma de hacerlo, es aplicando la regla de Bayes a los complementos de la Clase  $C$ ,<sup>1</sup> esto es

$$P(\bar{C}|\mathbf{X}) = \frac{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}{P(\mathbf{X})}. \quad (\text{A.3})$$

---

<sup>1</sup> Para este caso, el complemento de la Clase  $C$  serán el resto de los grupos de agentes ajenos al grupo “más ganador”.

Con ello, dividiendo la ecuación (A.1) entre la ecuación (A.3), se obtiene

$$\begin{aligned} \frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} &= \frac{\frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})}}{\frac{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}{P(\mathbf{X})}} \\ &= \frac{P(\mathbf{X})P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}. \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

Así, como el término  $P(\mathbf{X})/P(\mathbf{X}) = 1$  entonces la ecuación (A.4) se transforma en

$$\frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} = \frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}. \quad (\text{A.5})$$

Ahora bien, en el caso donde las caracterizaciones  $X_i$  sean independientes,  $P(\mathbf{X}|C)$  se puede escribir como

$$P(\mathbf{X}|C) = \prod_{i=1}^N P(X_i|C), \quad (\text{A.6})$$

donde  $P(X_i|C)$  es la probabilidad circunstancial de encontrar el valor  $X_i$  de la característica  $i$  dada la Clase  $C$ , sucediendo lo mismo para los complementos.

$$P(\mathbf{X}|\bar{C}) = \prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C}). \quad (\text{A.7})$$

Entonces, al aplicar a la ecuación (A.5) la igualdad (A.6) y su respectivo complemento se obtiene

$$\frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} = \frac{\prod_{i=1}^N P(X_i|C)}{\prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C})} \left( \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right). \quad (\text{A.8})$$

Aplicando logaritmos en ambos lados de la ecuación (A.8) y definiendo  $S(\mathbf{X}) = \ln\left[\frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})}\right]$ , se obtiene

$$S(\mathbf{X}) = \ln \left[ \frac{\prod_{i=1}^N P(X_i|C)}{\prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C})} \right] + \ln \left[ \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right]. \quad (\text{A.9})$$

Dado que el logaritmo de un producto es igual a la suma de los logaritmos, la ecuación (A.9) toma la forma:

$$S(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^N \ln \left[ \frac{P(X_i|C)}{P(X_i|\bar{C})} \right] + \ln \left[ \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right]. \quad (\text{A.10})$$

Pero, como el término  $\ln\left[\frac{P(C)}{P(C)}\right]$  es un número que no depende de las características asociadas a la clase  $C$ , despreciamos este valor. De este modo, al identificar  $score = S(\mathbf{X})$  se obtiene finalmente

$$score = S(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^N \ln \left[ \frac{P(X_i|C)}{P(X_i|\bar{C})} \right]. \quad (\text{A.11})$$



---

---

## Bibliografía

---

- [Anderson]            ANDERSON, R. *Market Timing Models: constructing, implementing and optimazing a market timing-based investment strategy* (Irwin Professional, United States Of America, 1997).
- [Aragones y Mascareñas] ARAGONÉS, J. R. y MASCAREÑAS J., *La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital* (Análisis Financiero, No. 64, 1994).
- [Axelrod y Cohen]    AXELROD, R. y COHEN, M., *Harnessing Complexity* (The Free Press, NY, 2001).
- [Baaquie]            BAAQUIE, B.E., *Quantum Finance: Path Integrals and Hamiltonians for Options and Interest Rates* (Cambridge University Press, United States Of America, 2004).
- [Benink]             BENINK, H. A., GORDILLO, J. L., PARDO, J. P. y STEPHENS, C. R., *A Study of Neo-Austrian Economics using an Artificial Stock Market* (Documento de Trabajo, Erasmus University, UNAM).
- [Brian Arthur]        BRIAN ARTHUR, W. , DURLAUF, S. y LANE, D., *Introduction to the volume: The Economy as an Evolving Complex System II* (Addyson-Wesley, 1997).
- [Chan]                CHAN, N. T., LEBARON, B., LO, A. y POGGIO, T., *Agent-based models of financial markets: A com-*

- 
- parision with experimental markets*. (MIT Artificial Markets Projects, Paper No. 124, Septiembre de 1999, <http://citeseer.ist.psu.edu/chan99agentbased.html>).
- [Cont] CONT, R., *Modeling economic randomness: statistical mechanics of market phenomena* (Statistical Physics in the eve of the 21 century: the James B. McGuire Festschrift, World Scientific, Singapore, 1999).
- [Fama] FAMA, E. F., *Efficient Capital Markets: II* (The Journal of Finance, Vol. 46, No. 5, 1991).
- [Ilinski] ILINSKI, K., *Physics of Finance: Gauge modelling in non equilibrium pricing* (Wiley & sons., NY).
- [Ingber] INGBER, L., *Statistical mechanical aids to calculating term structure models* (J Phys. Rev. A, V 42, 1990).
- [Johnson] JOHNSON, N., JEFFERIES, P. y MING HUI, P., *Financial Market Complexity* (Oxford University Press, 2003).
- [Kauffman] KAUFFMAN, S., *At Home in the Universe* (Oxford University Press, Oxford, 1995).
- [Kovalerchuk y Vityaev] KOVALERCHUK, B. y VITYAEV, E., *Data Mining in Finance: Advances in Relational and Hybrid Methods* (Kluwer Academic Publishers, New York, 2002, pp. 12-20.)
- [Mandelbrot] MANDELBROT, B., *The variation of certain speculative prices* (J. Business 36, 1963).
- [Mansilla] MANSILLA, R., *Introducción a la Econofísica* (Equipo Sirius, Madrid, 2003).
- [Mantegna y Stanley] MANTEGNA, R. N. y STANLEY, H. E., *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance* (Cambridge University Press, 2000).
- [O'Hara] O'HARA, M., *Market Microstructure Theory* (Blackwell Business, USA, 1998).

- 
- [Pardo Guerra] PARDO GUERRA, J.P., *La física de sistemas complejos aplicada a un mercado financiero artificial* (Tesis de Licenciatura, UNAM).
- [Roji] ROJI FERRARI, S., *La complejidad: un nuevo enfoque de la economía financiera* (Contaduría y Administración, mayo-agosto, Número 216, UNAM, México DF, 2005).
- [Samuelson y Nordhaus] SAMUELSON, P. A. y NORDHAUS, W. D., *Economía* (McGraw Hill, Octava edición, México DF, 2006)
- [Schanden] SCHANDEN, M., *Quantum Finance* (Physica A, Volumen 316, Número 1, 2002).
- [Stephens *et. al.*] STEPHENS, C. R., BENINK, H. A., GORDILLO, J. L. y PARDO, J. P., “A New Measure of Market Inefficiency” (Agosto, 2007). Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1009669>
- [Stephens, Gordillo y Hauser] STEPHENS, C. R., GORDILLO, J. L. y HAUSER, F., “Testing Inefficiency in an Experimental Market using Excess Trading Returns” (WEHIA 2006, Bologna Italia, 2006).
- [Stephens y Sudarsky] STEPHENS, C. R. y SUDARSKY, D., *Agentes Artificiales en los Mercados Financieros* (Simposio Latinoamericano y del Caribe: Las tecnologías de información en la sociedad, Aguascalientes, México, 1999).
- [Stephens y Sukumar] *An Introduction to Data Mining*, Published in The Handbook of Market research, eds. Rajiv Grover and Marco Vriens, (Sage Publications, 2006); (C. R. Stephens and R. Sukumar).
- [Watts] WATTS, D., *Six Degrees* (Vintage, Londres, 2004).