

Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA
UNIVERSIDAD DE LA SABANA
Chía - Cundinamarca



El presente formulario debe ser diligenciado en su totalidad como constancia de entrega del documento para ingreso al Repositorio Digital (Dspace).

TITULO	"Aplicación de medidas de desempeño para la construcción de portafolios de inversión con futuros agrícolas"		
SUBTITULO			
AUTOR(ES) Apellidos, Nombres (Completo) del autor(es) del trabajo	Daniel Gómez Leyva		
PALABRAS CLAVE (Mínimo 3 y máximo 6)	Medidas de Desempeño		
	Futuros Agrícolas		
	Portafolio Eficiente		
RESUMEN DEL CONTENIDO (Mínimo 80 máximo 120 palabras)	<p>El presente estudio se centra en encontrar una medida de desempeño que construya el mejor portafolio de inversión con futuros agrícolas cotizados en el CME Group. El objetivo es encontrar las ponderaciones óptimas de los activos dentro de la cartera para mostrar el portafolio eficiente, esto por medio de la optimización de dichas medidas, pues tienen en cuenta el binomio rentabilidad-riesgo, para dar al inversionista nuevas herramientas para la construcción de sus carteras. En este estudio se implementaron los modelos Ratio de Sharpe, Ratio de Treynor, Ratio de Sortino, Tracking Error, Information Ratio, Reward to Semivariability, RAP o Modigliani y Alpha de Jensen. La investigación arrojó una clasificación de los modelos según el perfil de riesgo del inversionista.</p>		

Autorizo (amos) a la Biblioteca Octavio Arizmendi Posada de la Universidad de La Sabana, para que con fines académicos, los usuarios puedan consultar el contenido de este documento en las plataformas virtuales de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Aplicación de medidas de desempeño para la construcción de portafolios de inversión con futuros agrícolas

Daniel Gómez Leyva
(e-mail: danielgole@unisabana.edu.co - Código: 200920618)
Asesor: Pablo Moreno Alemay
Economía y Finanzas Internacionales- EICEA
Bogotá- Colombia
Junio-2013

Resumen

El presente estudio se centra en encontrar una medida de desempeño que construya el mejor portafolio de inversión con futuros agrícolas cotizados en el CME Group. El objetivo es encontrar las ponderaciones óptimas de los activos dentro de la cartera para mostrar el portafolio eficiente, esto por medio de la optimización de dichas medidas, pues tienen en cuenta el binomio rentabilidad-riesgo, para dar al inversionista nuevas herramientas para la construcción de sus carteras.

En este estudio se implementaron los modelos Ratio de Sharpe, Ratio de Treynor, Ratio de Sortino, Tracking Error, Information Ratio, Reward to Semivariability, RAP o Modigliani y Alpha de Jensen. La investigación arrojó una clasificación de los modelos según el perfil de riesgo del inversionista.

Palabras Clave: Medidas de Desempeño, Futuros Agrícolas, Portafolio Eficiente.

Clasificación JEL: G02, G11, G14, G17, G19

Abstract

The present study focuses on finding which performance measure is the proper tool to build the best investment portfolio with agricultural futures traded on the CME Group. The goal of this investigation is to find the optimal weights of the assets in the portfolio and thus reflect the efficient selection. This will be achieved through the optimization of these models that take into account the risk and return parameters in order to give the investor new tools to build their portfolios.

In this study they were used the models, such as the Sharpe Ratio, Treynor Ratio, Sortino Ratio, Tracking Error, Information Ratio, Reward to Semi-Variability, RAP or Modigliani² and Jensen's Alpha. The research provided a classification of the models taking into account the investor risk profile.

Key Words: Performance Measures, Agricultural Futures, Efficient Portfolio.

JEL Classification: G02, G11, G14, G17, G19.

Aplicación de medidas de desempeño para la construcción de portafolios de inversión con futuros agrícolas

1. Introducción:

Diariamente los usuarios del sistema financiero toman posiciones en los mercados a partir de análisis de tendencias, rentabilidades, portafolios de inversión, coberturas de riesgo, entre otros indicadores. El mercado se ha vuelto un enorme horizonte de inversión apetecido por los consumidores financieros, pues este ofrece oportunidades de todo tipo. Adicionalmente este está en un constante cambio, por lo que es más globalizado y está al alcance de muchos inversionistas, ya que ofrece un abanico de posibilidades más diverso. Lo anterior implica estar a la vanguardia y así poder tomar decisiones óptimas y eficientes.

El propósito de esta investigación es mostrar qué medida de desempeño otorga la mejor ponderación de los activos dentro de un portafolio de inversión construido a partir de futuros agrícolas negociados en el CME Group¹(Industry 2013). Se pretende así construir un portafolio óptimo, en términos de rentabilidad y riesgo.

A partir de lo anterior, se pretende ampliar el punto de vista del inversionista en el sector agrícola a la hora de construir sus carteras de inversión, además de dotarlo de nuevas herramientas de análisis con el fin de diversificar el riesgo de una manera adecuada y robusta; y con la aplicación de dichas herramientas alcanzar una mejor relación riesgo-rentabilidad.

El estudio se delimitó al mercado de futuros agrícolas con el fin de ilustrar la importancia que pueden tener estos productos sobre el sector, así como las ventajas que pueden tener los inversionistas en el agro. Uno de los métodos para lograrlo es invirtiendo en productos estructurados, como los cotizados en las bolsas de Chicago y Nueva York, que han sido pioneras en la innovación de muchos productos financieros en materia de cobertura de riesgo y especulación, ya que se pueden encontrar activos en donde sus subyacentes son commodities como el jugo de naranja, trigo, maíz, leche, queso, plata, oro, etc. Los contratos futuros tomados en cuenta para la construcción de las carteras serán descritos en la sección 4.

Para la construcción de las carteras se usará la optimización de las medidas o modelos de desempeño que son propuestas que permiten al inversionista unificar el binomio de rentabilidad y riesgo de una inversión. De esta manera se estaría asegurando que los portafolios generados tengan niveles de riesgo y retorno óptimos. Estas medidas pretenden guiar al inversor del agro en el momento de tomar sus decisiones teniendo aproximaciones más acertadas y fundamentadas para tomar posiciones.

Las medidas utilizadas para el desarrollo de esta investigación serán en su mayoría derivadas del modelo de selección de portafolios de Harry Markowitz y el modelo CAPM (Modelo de

¹ El CME Group es la Unión de las bolsas Mercantiles de Nueva York (Nymex) y las de Chicago (Chicago Board of Trade & Chicago Mercantile Exchange (Industry 2013) y es la institución que más negocia éste tipo de activos financieros.

Valoración de Activos), que son propuestas base para la diversificación del riesgo y construcción de portafolios. Estas medidas son el Ratio de Sharpe, Información Ratio, Ratio de Treynor, Alfa de Jensen, M^2 (Modigliani-Modigliani o RAP-Rendimiento Ajustado al Riesgo), R/SV (Recompensa a la Semi-Variabilidad) y Ratio de Sortino. En la sección 2 de este documento, se dará una aproximación de cada uno de los modelos mencionados.

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de esta investigación se centrará en encontrar Qué medida de desempeño provee las mejores ponderaciones de los activos para un portafolio de inversión en commodities agrícolas teniendo en cuenta el binomio de rentabilidad y riesgo

Para responder a la pregunta, se parte del hecho de que existen distintos métodos para modelar el riesgo sistemático y de mercado al que se ven enfrentados los inversionistas. Es por eso que la ingeniería financiera ha enfocado sus esfuerzos en este campo de creciente importancia. Estas aproximaciones se han intentado responder por medio de los modelos de performance.

Como consecuencia, es posible que dichas medidas o modelos de desempeño arrojen portafolios con perfiles de riesgo y rentabilidad diferentes. Y por lo tanto se puede generar una clasificación de las expectativas de cada tipo de inversionista, conduciendo a portafolios específicos según cada perfil.

El estudio se realizó a partir de la optimización de los modelos con posiciones en largo, lo que equivale a que el inversionista siempre comprará activos, específicamente commodities agrícolas.

2. Marco Teórico:

Los inversionistas se enfrentan a la siguiente pregunta: ¿En qué invertir el dinero? La experiencia muestra se deben analizar como mínimo dos variables que puedan dar una aproximación a la utilidad de dicha inversión en el futuro. Para ello hay que observar la rentabilidad esperada de la inversión y se suele usar un promedio simple (μ) de los rendimientos periódicos de la cartera o de cada uno de los activos que la componen. Por otro lado, es común analizar el riesgo de los activos de una manera individual junto con un *Benchmark* por medio de la desviación estándar de los rendimientos (σ) y así poder ver la dispersión y volatilidad de los rendimientos de la cartera.

Es importante comenzar haciendo una descripción del modelo base, del cual parten todos los modelos de teoría de portafolios. Éste modelo es el de Harry Markowitz.

2.1 Modelo de Selección de Portafolios-Harry Markowitz:

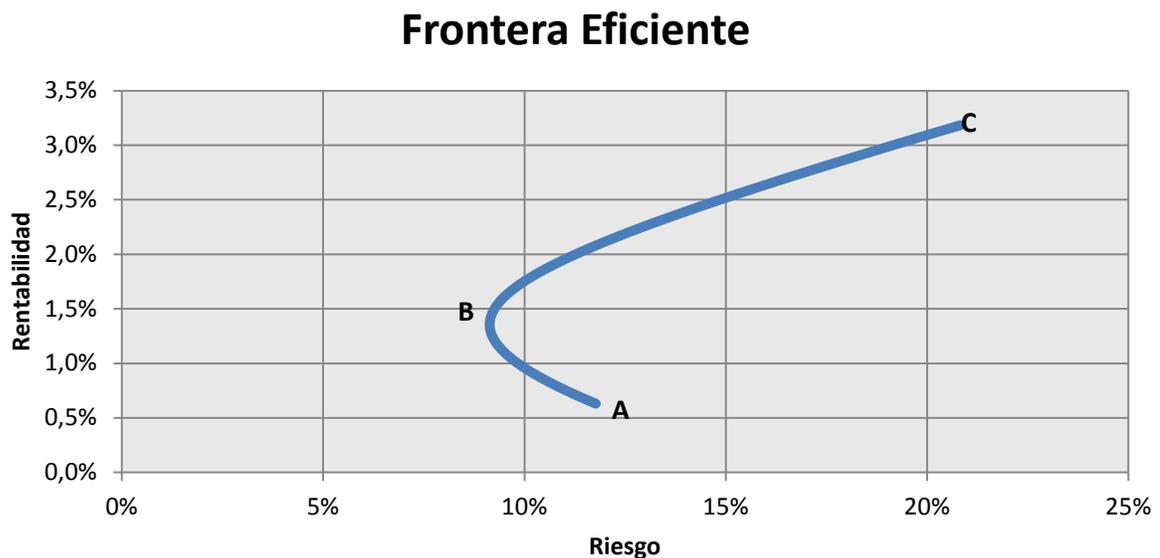
La teoría moderna de portafolios data de 1952 y modela las variables anteriormente mencionadas para construir carteras de Inversión. El pionero en dicha teoría es el estadounidense Harry Markowitz nacido en Chicago-Illinois (The official web site of the Nobel Prize 2010), reconocido por su modelo de selección de portafolios ya que ha sido la base y punto de partida para el desarrollo de modelos de gestión de carteras mucho más avanzados.

Markowitz basó su modelo de selección de portafolios en los criterios de media (μ), varianza (σ^2) y covarianza. Este tenía como objetivo analizar las diferentes ponderaciones de los activos dentro de una cartera de forma conjunta (H. M. Markowitz 1999), en vez de analizar el peso de cada activo por separado y de esta manera poder crear diferentes combinaciones de rentabilidad y riesgo, hasta llegar a una frontera de portafolios eficientes (Ver Gráfica 1) en el mapa de media-varianza.

Es posible ver que dentro de esta frontera existe un portafolio óptimo que maximiza la rentabilidad y minimiza el riesgo, lo que implica que un inversionista no puede aumentar su rentabilidad sin aumentar su riesgo. En última instancia el modelo busca la combinación de activos óptimos para tener un portafolio lo más diversificado posible (H. Markowitz 1952). Esta frontera se puede ver en la gráfica 1.

De la gráfica mostrada a continuación es importante ver que las carteras construidas desde el punto A hasta el punto B están dominadas por las carteras construidas desde el punto B hasta el punto C. Esto se menciona pues es importante tener en cuenta que una cartera puede ser dominada por otra.

Gráfica 1: Frontera Eficiente



Fuente: Elaboración Propia

Dentro del modelo de Markowitz se asumen los siguientes supuestos (Salas Harms 2003):

- ✓ Un inversionista puede estimar la rentabilidad y su distribución de probabilidad para todo activo o cartera de inversión.
- ✓ La media de la distribución representa la rentabilidad esperada del portafolio.
- ✓ Su varianza o desviación estándar representa el riesgo del activo o cartera.
- ✓ Es preferible un título o cartera con una mayor rentabilidad y un menor riesgo.

- ✓ El portafolio es eficiente cuando ofrece la mayor rentabilidad para un nivel de riesgo dado.
- ✓ El portafolio es óptimo para cada inversionista cuando se encuentra en el punto de tangencia entre el conjunto de carteras eficientes y una de las curvas de indiferencia del inversionista.

- **Aplicabilidad:**

Muchos departamentos financieros hacen sus planeaciones a partir de éste modelo, pues sigue siendo revolucionario en el campo de la construcción de portafolios. Los analistas de inversiones, los gestores de carteras e incluso los inversores particulares pueden utilizarlo de forma sencilla, al disponer del *software* y *hardware* necesarios para su aplicación (Zubeldia, Zabalza, Zubiaurre 2002).

A pesar de ser uno de los modelos más usados en la actualidad (Grinold 1999), y que teóricamente es revolucionario, no se debe olvidar que “el empleo de esta técnica requiere una estimación correcta de los rendimientos esperados de los títulos y de sus covarianzas”. Además, las estimaciones realizadas en función de datos históricos no aseguran que el comportamiento posterior del mercado bursátil, sea el mostrado por la rentabilidad y riesgo esperada aplicación (Zubeldia, Zabalza, Zubiaurre 2002).

2.2 Modelo CAPM

El modelo de valoración de activos C.A.P.M (Capital Asset Pricing Model) surgió a mediados de los sesenta cuando William Sharpe, John Lintner y Jack Treynor plantearon un modelo usando la teoría de Harry Markowitz, haciendo que se racionalizara el problema del análisis de inversiones y la teoría de portafolios. Para ello utilizaron tasas libres de riesgo, el coeficiente de regresión que asociaba los rendimientos de un activo con el del mercado (El Beta, que es el riesgo del activo o cartera medido con respecto al del mercado) y las primas de riesgo (Salas Harms 2003). Es importante recordar que si un activo tiene una ($\beta=1$) éste tendrá el mismo riesgo promedio igual al del mercado (Reilly and Brown 2006).

Los supuestos de este modelo fueron planteados por Michael C. Jensen (Salas Harms 2003):

- ✓ Los inversionistas buscan maximizar la utilidad esperada de la riqueza en un solo periodo, y eligen entre carteras alternativas con base al rendimiento esperado y la desviación estándar de cada una de ellas (Salas Harms 2003).
- ✓ Los inversionistas pueden prestar o pedir prestado sumas ilimitadas de dinero y de activos a la tasa libre de riesgo, sin restricciones sobre ventas en corto de cualquier activo.
- ✓ Los inversionistas tienen estimaciones idénticas de los valores esperados, varianzas y covarianzas de los rendimientos entre todos los activos (Salas Harms 2003).
- ✓ Todos los activos son perfectamente divisibles y perfectamente líquidos, al igual que en el modelo de Markowitz (Salas Harms 2003).
- ✓ No hay costos de transacción para el inversionista.

- ✓ El inversor no debe pagar impuestos.
- ✓ Los inversionistas son tomadores de precios, es decir existe el supuesto de que los individuos son precio-aceptantes.
- ✓ Las cantidades de todos los activos son fijas y están dadas.

- **Aplicabilidad:**

Este modelo se ha convertido en un modelo de mucha aceptación dentro del ámbito académico y se han hecho muchas modificaciones y aportes con el fin de mejorarlo. “Con el tiempo se ha podido adecuar a sectores industriales con diferentes horizontes de tiempo de la inversión” (Salas Harms 2003).

2.3 Tracking Error:

Otro modelo que es esencial para el desarrollo y arquitectura de las medidas de desempeño, es el modelo de Error de Seguimiento (Tracking Error), que es usada como medida de riesgo en muchos fondos de pensiones y cesantías en donde es de vital importancia hacerle seguimiento a los portafolios de inversión (Moreno and Olmeda, 2003).

Es una medida de riesgo basada en las variaciones de las rentabilidades de un activo o portafolio base, es decir con respecto a la rentabilidad del mercado o Benchmark. En otras palabras lo que quiere decir es que “cuantifica la desviación típica de los rendimientos en exceso en referencia a un índice” (Mejía 2012).

La ventaja de usar esta medida dentro de los modelos de desempeño es que permite conocer qué tan volátil ha sido una inversión de un activo o portafolio evaluada con respecto al desempeño del mercado. Se calcula de la siguiente Manera:

$$Tracking Error_c = \sigma_{(r_i^C - r_i^{Bmk})} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i^D - \bar{r}_i^D)^2}; \text{ donde: } r_i^D = r_i^C - r_i^{Bmk}$$

Donde r_i^C son los rendimientos del portafolio, r_i^{Bmk} son los rendimientos del Benchmark. De lo anterior se puede afirmar que el Tracking Error es la desviación típica de la diferencia de rendimientos entre la cartera y el mercado. Por lo tanto, un TE=0 indica que la cartera ha seguido la misma tendencia o comportamiento al del mercado (Mejía 2012). Esta medida es principalmente usada en el control de riesgo de fondos de inversión, cuyo rendimiento esperado esta fijo desde un principio, es decir, es usada por los fondos de pensiones y cesantías, en donde la rentabilidad que se le tiene que reconocer a los beneficiarios del fondo es establecida desde un principio.

Es importante tener en cuenta que el Tracking error tiene en cuenta las variaciones de los rendimientos en ambas direcciones, pues usa la desviación típica considera el riesgo de las variaciones positivas y negativas de los rendimientos del activo o cartera (Mejía 2012).

Existen otro tipo de cálculos estadísticos que permiten ver sólo las variaciones negativas de los rendimientos, lo cual es mucho más beneficioso para los inversionistas, ya que es lo que les interesa tener en cuenta a la hora de invertir teniendo en cuenta el riesgo de la inversión. Uno de los estadísticos es la Semi-Varianza y es una de las medidas de Riesgo negativo, conocida con su nombre en inglés '*Downside Risk*', pues permite ver la volatilidad de los rendimientos del portafolio por debajo de la media de los rendimientos esperados o dado un umbral τ determinado (Mejía 2012). Lo anterior se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

- Para ver la volatilidad negativa de los rendimientos con respecto a lo esperado:

$$Semi \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Max\{0, (E[R] - r_i)\}^2$$

- Para ver la volatilidad negativa de los rendimientos respecto a un umbral τ :

$$Semi \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Max\{0, (\tau - r_i)\}^2$$

De lo anterior se puede concluir que la raíz cuadrada de las expresiones vendría siendo la Semi-Desviación típica negativa (Mejía 2012).

Existen otras medidas de '*Downside Risk*' como el Lower Partial Moment (LPM) y un modelo que surge con el objetivo de mejorar este tipo de medidas, y es allí donde nace el VaR (Valor en Riesgo) que es una medida que permite cuantificar el riesgo de una inversión de una manera más acertada. Es creada principalmente por necesidad de corregir la ambigüedad que dan los estadísticos anteriormente mostrados, ya que define la pérdida máxima de una inversión dado un nivel de confianza (Mejía 2012).

2.4 Modelos de Desempeño:

En la última década ha habido un crecimiento muy atractivo dentro del abanico de activos disponibles para los inversionistas que participan dentro de los mercados financieros. No obstante, no se ha podido avanzar mucho en materia de investigación al ritmo que el mercado lo requiere, sumándole a esto el hecho de que las planeaciones estratégicas de las empresas se basan en buscar rentabilidades, dejando en un segundo plano el riesgo implícito que tienen los individuos a la hora de tomar posiciones (Moreno And Olmeda, 2003, 59).

Cuando los inversionistas acceden a los mercados buscan maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo de sus inversiones y de esta manera incrementar la utilidad; pero para esto se deben tener en cuenta variables como la rentabilidad (Media de los rendimientos) y Volatilidad de los rendimientos de los activos o cartera (Desviación Estándar de los Rendimientos-Riesgo).

Para facilitar la decisión de inversión, es decir, en donde alocar el capital (Construir un portafolio), se usan ciertas medidas que tienen en cuenta los parámetros de rentabilidad y riesgo.

Estas son usualmente llamadas 'Medidas de Performance' o Medidas de Desempeño. Una medida de desempeño sirve para hacer comparaciones entre distintas carteras teniendo en cuenta las variables mencionadas. De esta manera se puede lograr una valoración de los resultados desde la perspectiva del binomio (Rentabilidad-Riesgo) (Moreno And Olmeda, 2003,59).

El origen de estas medidas se remonta a los años 60 cuando los trabajos de Jensen, Sharpe y Treynor empezaron a revolucionar la teoría de carteras, utilizando elementos de la teoría de Markowitz asociados a los modelos CAPM y APT (Moreno & Olmeda, 2003, 59). Vale resaltar el hecho de que la teoría de Media-Varianza de Harry Markowitz constituye el eje central para el análisis y desarrollo de la teoría de moderna de portafolios, ya que es muy utilizado en la actualidad pues recoge el comportamiento del inversionista dentro de los mercados (Moreno and Olmeda, 2003).

A continuación se dará una breve explicación de cada una de las medidas de desempeño usadas dentro del desarrollo del modelo, pero antes es de vital importancia ver cuáles son los supuestos que generalmente cada una sigue (Moreno and Olmeda, 2003):

- ✓ La distribución de probabilidad de los rendimientos de los activos debe ser normal o Gaussiana.
- ✓ La función de Utilidad de los Inversores es cuadrática.

Es importante tener en cuenta que no hay evidencia empírica que demuestre que los supuestos se cumplan en el mundo real. Pues dentro del mercado existen muchas asimetrías en el rendimiento de los activos y por ende en las distribuciones de probabilidad; es por eso que a la hora de hacer un análisis estadístico para evaluar el comportamiento de las inversiones se observan muchas distribuciones de probabilidad Leptocúrticas y Platicúrticas lo cual representa un reto muy grande para la ingeniería financiera moderna, pues hay que hacer muchas modificaciones a los modelos planteados para hacer que los resultados arrojados sean acordes a la realidad de las expectativas de los inversionistas, y de esta manera al mercado (Moreno and Olmeda, 2003).

2.4.1 Ratio de Sharpe:

Dentro de las medidas que se denominan clásicas o tradicionales, se destaca el ratio de Sharpe presentado en 1966 y se constituye como la medida más conocida y ampliamente utilizada a lo largo de la historia de la literatura financiera (Moreno and Olmeda, 2003). El modelo de Sharpe muestra el exceso de rendimiento por unidad de riesgo asumida por el inversionista y se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Ratio Sharpe} = \frac{E[R_i] - r_f}{\sigma_i}$$

Donde R_i y σ_i representan la rentabilidad y la desviación típica de la cartera, respectivamente. La r_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo (Moreno and Olmeda, 2003, 60).

El Ratio de Sharpe cuantifica el riesgo únicamente mediante la varianza sin tener en cuenta las covarianzas entre los activos que componen la cartera. El resultado de esta medida sería incorrecta al no incorporar la totalidad del riesgo de la cartera (Moreno and Olmeda, 2003, 60). Esta medida solamente debe emplearse en el caso de que el inversionista no vaya a elegir y emplear una cartera de activos que posea un activo libre de riesgo.

2.4.2 Information Ratio:

Ahora se mostrará un modelo derivado del modelo de Sharpe que se llama Information Ratio, fue planteado en 1994 y permite evaluar el rendimiento en exceso de un activo o cartera por unidad de riesgo frente a un Benchmark (Olmeda and Mir 1997, 626)

$$Info\ Ratio = \frac{E[R_d]}{\sigma_{R_d}} = \frac{E[R_d]}{TE}; \text{ donde: } R_d = R_i - R_b$$

Donde R_i es el rendimiento de la inversión, R_b es el rendimiento del mercado o del Benchmark, R_d siendo la serie de rendimientos que salen de la diferencia entre los rendimientos de los activos y el Benchmark y σ_{R_d} es el Tracking Error o la desviación típica de R_d .

La ventaja de esta medida con respecto al Ratio de Sharpe, es que permite realizar una evaluación relativa de los resultados obtenidos por un gestor, es decir, la medida permite medir el rendimiento o desempeño de la cartera o activo con respecto al Benchmark o índice de referencia.

2.4.3 Ratio de Treynor:

El Ratio de Treynor es una medida que surgió del modelo de valoración de activos CAPM, es por eso que supone que la rentabilidad de la inversión no depende del riesgo del mercado, sino del riesgo sistemático. En otras palabras el Ratio de Treynor relaciona el exceso de retorno sobre la tasa libre de riesgo, con respecto al riesgo adicional (Reilly and Brown 2006, 1046). Es importante resaltar que entre mayor sea el resultado del modelo, más eficiente será el portafolio, y por ende, las ponderaciones serán las óptimas dadas las condiciones del mercado.

En cierto sentido la aproximación de Treynor resulta menos objetiva que la del Ratio de Sharpe (Olmeda and Mir 1997, 626), ya que utiliza el Beta como medida de riesgo, que en últimas viene siendo el riesgo del mercado. Por otra parte, este no tiene en cuenta el valor de cada uno de los activos por separado cuando es usado para el análisis de carteras. El Ratio de Treynor se puede expresar de la siguiente manera:

$$Ratio\ Treynor = \frac{E[R_i] - r_f}{\beta_i}$$

Donde R_i es la rentabilidad obtenida por la cartera i , r_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo para el período determinado, el β es el coeficiente del riesgo sistemático de la cartera y R_m es la rentabilidad del mercado (Moreno and Olmeda, 2003, 60).

En la actualidad esta medida se usa para ver si la relación entre la rentabilidad y el riesgo de la cartera es adecuada y por otra parte, es generalmente usada para comparar distintos portafolios de características similares.

2.4.4 Alpha de Jensen:

Otra de las medidas usadas dentro de la gestión de carteras es el Alpha de Jensen, el cual indica el exceso de rendimiento esperado de una inversión comparado con el que arroja el modelo CAPM, en otras palabras, cuantifica el retorno de la cartera como el exceso de rentabilidad por encima de la curva del mercado de títulos (SML) extraída del modelo CAPM (Reilly and Brown 2006, 1046-1060). La medida es calculada de la siguiente manera:

$$Jensen'sAlpha = R_i - [r_f + \beta_i \cdot (E[R_m] - r_f)]$$

Que en últimas vendría siendo lo siguiente:

$$Jensen'sAlpha = R_i - E[R_i]_{CAPM}$$

Donde R_i es la rentabilidad obtenida por la cartera i , r_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo para el período determinado, el β es el coeficiente del riesgo sistemático de la cartera y R_m es la rentabilidad del mercado (Moreno and Olmeda, 2003, 60).

- **Jensen y Treynor:**

Por su parte Treynor y Jensen proponen medidas alternativas a las del Ratio de Sharpe. Estas son similares en ciertos criterios ya que buscan comparar rentabilidades ajustando la volatilidad del mercado a cada una de las alternativas que ofrece el mercado financiero (Olmeda & Mir, 1997, pp, 626). Utilizando los ratios de Jensen y Treynor se puede obtener información del "autoperformance" o "undeperformance" de las carteras, pero no permiten determinar cuál o cuáles son las carteras más eficientes entre las diferentes opciones que el mercado otorga (Olmeda and Mir 1997, 626).

Es importante tener en cuenta que ambas medidas usan la medida de riesgo β ya que consideran la correlación entre los diferentes activos de la cartera con el mercado o Benchmark (Moreno and Olmeda, 2003, 60).

A pesar de que estos modelos tienen mejoras significativas con respecto al modelo de Sharpe, estas medidas no están libres de críticas por la comunidad académica, ya que las dos parten del modelo CAPM y al hacer esto, están ratificando los supuestos del modelo, los cuales no se han podido comprobar empíricamente (Olmeda and Mir 1997, 626).

2.4.5 Ratio de Sortino:

Esta medida de Desempeño fue desarrollada por Frank A. Sortino y Van Der Mer, con el propósito de diferenciar las volatilidades buenas y malas tomadas en por el Ratio Sharpe, ya que

este toma en cuenta el riesgo de los rendimientos tanto positivos como negativos de las carteras o activos, mientras que el Ratio de Sortino tiene la ventaja de que sólo captura el riesgo de que la cartera tenga una variaciones negativas en sus rendimientos. Esta diferenciación de las volatilidades, tanto positivas como negativas, permite que el cálculo brinde una medida ajustada al riesgo de la rentabilidad de un fondo sin penalizarlo por los cambios positivos en las rentabilidades (Busquets, 14). Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Ratio Sortino} = \frac{E[R_i] - \text{MAR}}{\text{Semi } \sigma^2} = \frac{E[R_i] - \text{MAR}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Max}\{0, (E[R] - r_i)\}^2}}$$

Donde $E[R_i]$ es el retorno esperado del portafolio, donde MAR es el retorno mínimo aceptado (“*Minimum Acceptable Return*”) que en muchos casos lo toman en base a la tasa libre de riesgo y la $\text{Semi } \sigma^2$ es la desviación estándar de los retornos negativos de la cartera. Es aquí donde se tiene en cuenta sólo el riesgo de que haya una variación negativa en los rendimientos del portafolio (Busquets, 14)

2.4.6 Modigliani-Modigliani (RAP):

Los resultados obtenidos con el Ratio de Sharpe, Jensen y Treynor, son útiles pero su interpretación es complicada, es por eso que en 1997 Modigliani y Modigliani propusieron una medida para facilitar la interpretación de las medidas de desempeño dadas por los modelos anteriormente mencionados. El modelo es denominado como: “Medida del comportamiento de carteras con riesgo ajustado” (Risk Adjusted Performance, RAP) y en muchos libros nombrada también como M^2 (Olmeda and Mir 1997, 14).

Los autores proponen una medida de performance que compara el rendimiento de cada cartera con una cartera no gestionada (una sin modelar) y que usualmente se toma una cartera construida con la totalidad del mercado (Ej: Dow Jones). Es de vital importancia tener en cuenta que la comparación de cada portafolio se realizará una vez que se ajuste el rendimiento por cada unidad de riesgo asumido por el inversionista (Olmeda and Mir 1997, 14). En otras palabras, la medida intenta ajustar el exceso de rendimiento por unidad de riesgo en relación al riesgo del mercado (Mejía 2012).

La idea Básica de éste modelo M^2 , es ajustar todos los portafolios a un mismo nivel de riesgo de un portafolio Benchmark o de mercado. Una de las ventajas de esta medida radica en que puede interpretarse económicamente, ya que expresa el spread de rentabilidad dado un nivel de riesgo que se mide en puntos básicos, lo que muestra que se pueden hacer apalancamientos para evitar el uso de activos libres de riesgo (Moreno and Olmeda, 2003, 60).

La medida se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Modigliani } (M^2) \text{ o RAP} = \frac{\sigma_b}{\sigma_i} \cdot (E[R_i] - r_f) + r_f$$

Donde R_i es la rentabilidad obtenida por la cartera, r_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo para el período determinado, σ_b es la desviación típica de los rendimientos del Benchmark, σ_i es desviación típica de la cartera.

El cociente de las desviaciones típicas muestra la variabilidad tanto de la cartera de referencia y la cartera a modelar (Moreno and Olmeda 2003, 61).

Esta medida también se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Modigliani } (M^2) \text{ o RAP} = \sigma_b \cdot (\text{Ratio Sharpe}) + r_f$$

Esta medida también presenta ciertos inconvenientes ya que la construcción de la misma posee problemas técnicos relacionados con una inconsistencia temporal. (Zubeldia, Zabalza and Zubiaurre, 2002). Este problema es solucionado por las medidas propuestas por Harvey-Graham.

2.4.7 Reward to Semi-Variability:

La hipótesis de que los rendimientos de los activos financieros se distribuyen normalmente, ha sido criticada por muchos académicos, sin embargo ha permanecido intacta en la aplicación de modelo dentro de la ingeniería financiera, pues es uno de los supuestos clásicos dentro de la teoría de Selección y Valoración de Portafolios. Sin embargo, es abundante la literatura financiera que aboga en contra de dicha hipótesis de normalidad de los rendimientos financieros.

Dada la premisa anteriormente presentada, dos autores Klemkosky (1973) y Nawrocki (1999), entre otros, afirman que como la distribución de probabilidad de los rendimientos no es normal, la cuantificación del riesgo no debe efectuarse empleando una medida de dispersión centrada con respecto a la media. Ya que se estaría asumiendo que las distribuciones son simétricas (como la normal). En el caso de la asimetría, ésta penaliza de igual modo las desviaciones por encima y por debajo de la media, comportamiento que se considera contradictorio con el de un inversor racional y averso al riesgo (Nawrocki 1994).

En su lugar, es más adecuado emplear una medida de "Downside Risk" o de riesgo negativo, ya que el inversor no quiere obtener un rendimiento inferior al deseado, sin embargo, al ser racional, nunca se muestra en desacuerdo ante una ganancia superior a la planeada. Esto permite corregir el sesgo provocado por el uso de la varianza o desviación típica en las medidas de desempeño (Nawrocki 1994). Dentro de este nuevo marco, se encuentran medidas como el Reward to semivariability (R/SV).

Esta medida se parece al Ratio de Sharpe, sin embargo, considera como medida de riesgo la semidesviación típica. Es decir, supone que las variaciones positivas, o rendimientos que superan un determinado umbral, no suponen una des-utilidad para el inversor (Nawrocki 1994). Por lo que el riesgo del inversionista solo es aquel que esté por debajo de un umbral o Benchmark. El R/SV se puede expresar de la siguiente manera:

$$R/SV = \frac{E[R_i] - r_f}{\text{Semi } \sigma_i}$$

Donde $E[R_i]$ es la rentabilidad de la cartera, r_f es la rentabilidad del activo libre de riesgo, y $\text{Semi } \sigma_i$ es la semidesviación típica de los rendimientos de la cartera.

2.5 Realizaciones Empíricas:

Para esta investigación se consultaron una serie de artículos sobre aplicaciones en materia de teoría de portafolios y respecto a modelos de desempeño. En otras palabras se tuvieron en cuenta estudios prácticos de cada una de las medidas de desempeño a la realidad de los mercados.

Uno de los aportes más interesantes es el de Ignacio Olmeda en su escrito titulado “Empleo de medidas de Performance en la evaluación de fondos de inversión” y “Medidas de Performance de Bolsas Europeas” en donde señala la importancia de la medición del riesgo de las inversiones de fondos españoles y americanos (Moreno And Olmeda, 2003, 59), haciendo especial énfasis en el uso de medidas de desempeño como herramientas fuertes para la buena gestión del riesgo y comparación entre mercados (Olmeda and Mir 1997).

Adicionalmente, Olmeda también hace un esfuerzo por construir portafolios óptimos teniendo en cuenta distintos riesgos Benchmark, como lo hace en su escrito de “Modelos de Predicción de riesgo y Portafolios óptimos” en donde recalca que la medición del riesgo de las carteras a través del riesgo total de mercado, es un excelente método para lograr una buena diversificación del riesgo de las carteras (Moreno, Marco and Olmeda, 2005). En este artículo la aplicación se hace por medio del índice MSCI (Morgan Stanley Capital International) el cual tiene en cuenta el riesgo implícito de todos los activos y lo toma como medida de riesgo para aplicar medidas como el LPM. De esta manera se logra obtener un portafolio óptimo a la luz de la teoría del modelo APT² y de modelos ARCH.

No obstante, en los estudios mencionados no se intenta llegar a las necesidades del inversionista, es decir, el objetivo no es dotar al inversor de nuevas herramientas para la construcción y gestión de portafolios, ya que son sólo aproximaciones teóricas de las medidas de desempeño con pequeñas aplicaciones para probar cambios en los parámetros de los modelos, como lo es el caso del artículo de Friend y Blume, en donde modifica la métrica del riesgo en el alfa de Jensen (Friend and Blume 1970).

Por otro lado, surgen diferentes vertientes o ramas de investigación, una de ellas mantiene el uso de variables como la rentabilidad y riesgo por medio de procesos econométricos y a la luz de la teoría de portafolios, que es el que se ha mencionado durante todo el documento y por otro lado, métodos de estimación del desempeño por medio de variables financieras, como el EBITDA, EVA y demás indicadores usados para la valoración de empresas y finanzas corporativas.

² Traducción de siglas al Español: “Arbitrage Pricing Model”

En la aproximación que sigue la vertiente de las finanzas corporativas, se encuentran estudios como el de Bacidore, Boquist y Milbourn titulado “La búsqueda de la mejor medida de desempeño”³, en donde utilizan variables como el EVA para ver la insidencia que tienen los accionistas de un fondo o una compañía, sobre el manejo de negocios y carteras de inversión. Conjuntamente el estudio de Goetzman, Ingerson y Spiegelman utiliza los costos de transacción para evaluar el desempeño de las carteras por medio de funciones de utilidad del consumidor para determinar el desempeño de una cartera (Ingersoll, Spiegel and Goetzman 2007).

2.5.1 Alcances

Es importante trazar la línea entre lo que se quiere lograr con éste estudio para poderlo diferenciar con los demás tipos de estudios empíricos sobre las medidas de desempeño y construcción de portafolios.

El aporte de ésta aplicación de medidas de desempeño para el mercado de derivados agrícolas es descriptivo, sin embargo, este estudio parte desde un punto de vista práctico, pues la idea es dotar al inversionista de modelos sencillos y que por medio de la herramienta Solver de Excel pueda construir sus carteras bajo criterios que tengan en cuenta el binomio de rentabilidad y riesgo. De esta manera poder tomar posiciones acertadas dentro de los mercados. En otras palabras, se pretende usar los modelos de desempeño no sólo para la gestión de riesgos, sino para la construcción de carteras, que es a fin de cuentas otra de las necesidades de los inversionistas.

Análogamente, se quiere comparar qué medida otorga un mejor portafolio de inversión dado el perfil de riesgo de un inversionista. Logrando así una categorización de los modelos de performance según las expectativas del inversor.

3 Metodología:

Se construirán diferentes portafolios de inversión por medio de la optimización de cada una de las medidas de desempeño presentadas anteriormente, esto se hará por medio de la herramienta Solver de Excel y de esta manera se llegará a las diferentes ponderaciones óptimas de los activos dentro de los portafolios; y como consecuencia, se obtendrán los portafolios eficientes (Una ponderación óptima puede ser cero).

A continuación se enumerarán los pasos a seguir para calcular cada cartera, haciendo énfasis en la importancia de usar los modelos de desempeño para la construcción de portafolios puesto que al optimizarlos se tiene en cuenta el binomio rentabilidad-riesgo y por ende no se le da más relevancia a ninguno de los dos parámetros y por eso se puede llegar a una cartera eficiente.

Por otro lado es importante mencionar que el umbral de tiempo utilizado fue acorde a la época en donde hubo un mayor volumen de negociación de los contratos agrícolas. Se intentó capturar la mayoría de los datos para poder obtener resultados más contundentes y precisos. Por

³ Traducido al Español: “The search of the best Performance Measure”

otro lado, es importante tener en cuenta que los datos se tomaron dado el vencimiento de los contratos, pues antes de ser liquidados dejan de ser negociados.

Tomando el precio de los futuros sobre subyacentes agrícolas pertenecientes al CME Group, desde el 1 de Junio de 2012 hasta el 5 de Abril de 2013, se realizan los siguientes pasos:

- I. Se calculan los rendimientos de los precios de cada uno de los contratos con la siguiente fórmula:

$$Rendimientos = Ln\left(\frac{Precio_t}{Precio_{t-1}}\right)$$

Para este caso se usa el método logarítmico, pues supone cambios del precio en periodos de tiempo pequeños, por lo que la convergencia a la media de los rendimientos es mucho más precisa (Carhart 1997) y asimismo la estimación.

- II. Hallar la rentabilidad promedio de cada uno de los activos junto con la desviación estándar, que vendría a ser el riesgo de cada uno de los contratos futuros. Esto se puede hacer de la siguiente manera:

- Promedio Simple, que arroja la rentabilidad esperada:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

En donde μ es el promedio simple de los rendimientos de los activos, x_i es el rendimiento del activo i en el momento t y n es el total de sesiones de negociación.

- Desviación Estándar Poblacional, que arroja el riesgo de cada uno de los activos que componen la cartera:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}}{n}$$

En donde σ es el riesgo del activo, μ es el promedio simple de los rendimientos de los activos, x_i es el rendimiento del activo i en el momento t y n es el total de sesiones de negociación.

- III. Calcular la matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de los activos, que es fundamental para el cálculo de la rentabilidad y riesgo total de las carteras. Es importante que el replicador de éste estudio instale el paquete de análisis de datos de Microsoft Excel, ya que tiene una opción que arroja la matriz de varianzas y covarianzas, no obstante, es importante transponer la matriz una vez calculada para asegurarse que los cálculos se hagan con una matriz cuadrada y completa.
- IV. Se halla la rentabilidad esperada de la cartera, que se refiere a la sumatoria ponderada de la rentabilidad promedio de cada uno de los activos que componen el portafolio

(Mejía 2012), teniendo en cuenta el peso o ponderación de cada uno de ellos en el portafolio:

$$E[R_p] = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E[R_i]$$

Donde $E[R_p]$ es el rendimiento esperado de la cartera, n es el número de activos, $E[R_i]$ es el rendimiento esperado del activo i y w_i es la ponderación de los activos en la cartera (Mejía 2012). Es importante aclarar que la fórmula presentada es aplicada de manera matricial, por lo que se utiliza la matriz de varianzas y covarianzas.

V. Se debe calcular el riesgo de la cartera compuesta por n activos de la siguiente manera:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij}} \quad \text{s. a.} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1 ; w_1, w_2 \dots \geq 0$$

Donde cada desviación típica σ_i y cada covarianza σ_{ij} se da de los rendimientos históricos, también hay que tener en cuenta que σ_p es la volatilidad de la cartera, n es el número de activos y w_i es la ponderación de los activos dentro de la cartera (Mejía 2012)⁴.

VI. Anualizar la rentabilidad y el riesgo de las carteras para calcular posteriormente las medidas de desempeño. Es fundamental dejar claro que para esta investigación los parámetros fueron anualizados de la siguiente manera⁵:

- Rentabilidad Anualizada:

$$\text{Rent Anual} = E[R_p] \cdot 252$$

Donde $E[R_p]$ es la rentabilidad esperada de la cartera.

- Riesgo Anualizado:

$$\text{Riesgo Anualizado} = E[\sigma_p] \cdot \sqrt{252}$$

Donde σ_p es el riesgo esperado de la cartera.

VII. Calcular las medidas de desempeño, presentadas en el marco teórico: Ratio de Sharpe, Ratio de Sortino, Ratio de Treynor, Tracking Error, Information Ratio, Reward to Semivariability, RAP o Modigliani² y Alpha de Jensen (Véase Sección 2).

⁴ Nota 1: El lector debe tener presente que se tuvieron en cuenta 15 activos para la construcción de los portafolios por lo que los cálculos deben realizarse de una manera matricial.

⁵ Nota 2: Para anualizar se tuvieron en cuenta 252 periodos, es decir, se hace el supuesto de que durante el año hay 252 ruedas de negociación.

Es importante dejar formuladas las celdas necesarias para el cálculo del modelo de desempeño, ya que a la hora de fijar la celda objetivo en el programa Solver de Excel, es importante que ésta tenga sus precedentes claros. Y de esa manera poder plantear los parámetros y restricciones necesarias.

- VIII. Maximizar los modelos de desempeño con la herramienta Solver de Excel, excepto el modelo del Tracking Error que debe tender a cero, por ende se debe minimizar. Para ello se debe utilizar la siguiente especificación de los parámetros de optimización, es decir, cuando se ingrese a la ventana del instrumento optimizador, se deben señalar las siguientes características para que los resultados se asemejen a los presentados más adelante.

Es importante tener en cuenta que generalmente la herramienta Solver de Excel utiliza un método de optimización llamado Simplex, no obstante, éste proceso computacional y algorítmico es muy radical a la hora de encontrar soluciones, y toma rangos numéricos poco racionales, es por eso que se decidió usar uno que es menos sensible y por ende puede llegar a conclusiones mucho más racionales, este es el GRG no Lineal.

Tabla 1: Parámetros de Optimización

	Descripción
Celda Objetivo	Medida de Desempeño
Valor de la Celda Objetivo	Maximizar (Minimiza Tracking Error)
Cambiado Celdas	Ponderaciones de la Cartera
Restricciones	-La sumatoria de las ponderaciones debe ser igual a 1, es decir al 100%
	-Las ponderaciones deben ser positivas o iguales a cero, pues se restringen las posiciones cortas dentro del portafolio.
	-Un activo no podrá tener una ponderación mayor al 30% dentro del portafolio.
Método de Optimización	GRG No Lineal

Fuente: Elaborado por el autor

- IX. Una de las limitaciones de usar medidas o modelos de desempeño es que estas no son comparables entre sí, por lo que se decide comparar los niveles de rentabilidad y riesgo de las carteras como el único método para comparar qué portafolio es mejor de los planteados, no obstante, las medidas ya están optimizadas por lo que los parámetros de

rentabilidad y riesgo ya son eficientes. Adicionalmente el análisis de esta investigación se hizo con los parámetros anualizados.

Por otro lado, se deben graficar estas combinaciones para observar si se genera una especie de cluster o agrupamiento de las expectativas o tipos de inversionista.

4 Recolección de Datos:

Los datos utilizados dentro de esta investigación fueron capturados a través del sistema de información financiera Bloomberg. Los datos descargados son precios de cierre diarios desde el 1 de Junio de 2012 hasta el 5 de Abril de 2013. La tabla 2 brinda detalles de los contratos utilizados.

Tabla 2: Características de los Contratos Futuros

Ticker	Subyacente	Descripción	Bolsa	Vencimiento	Tamaño Contrato
BSWA	Trigo	Futuro de trigo del mar negro	CBOT	may-13	136 Toneladas Métricas
YPA	Trigo	Contrato Futuro mini sobre el Trigo	CBOT	jul-13	1.000 Bushels
DRWA	Suero en Seco (Dry Whey)	Futuro sobre Suero Seco	CME	abr-13	44.000 Libras
BOA	Soja	Aceite Crudo de soja. El precio esta cotizado por Centímetro por Libra	CBOT	may-13	60.000 Libras
SRA	Soja	Futuro sobre el Haba de soja Aplastada Sintéticamente	CBOT	may-13	5.000 Bushels
YKA	Soja	Contrato Futuro Mini de Soja	CBOT	nov-13	1.000 Bushels
CHEA	Queso	El contrato de queso está basado en un bloque de 40 Libras (500 Barriles) de queso Cheddar.	CME	abr-13	20.000 Libras
PLOA	Palma	Futuro sobre Aceite Crudo de Palma	CME	jul-13	25 Toneladas Métricas
CCSA	Maíz	Este contrato está basado en el precio de liquidación diaria del contrato de Maíz.	CME	may-13	5.000 Bushels
WCSA	Maíz	Futuro sobre Maíz. Es parecido al futuro CCSA. Éste es usado para la liquidación de opciones americanas.	CME	may-13	5.000 Bushels
YCA	Maíz	Futuro Mini Sobre el Maíz Amarillo	CBOT	may-13	1.000 Bushels

DAA	Leche	Contrato Futuro sobre la Leche Clase III. Es la leche que se usa para la fabricación del queso Cheddar.	CME	may-13	200.000 Libras
DGA	Leche	Contrato Futuro Basado en el Precio de Liquidación de la Leche	CME	abr-13	200.000 Libras
KVA	Leche	Futuro sobre Leche de Clase IV. Se usa para fabricar mantequilla y leche deshidratada desnatada	CME	abr-13	200.000 Libras
SMA	Habas	Futuro sobre habas alimenticias con un nivel mínimo de proteínas (48%)	CBOT	may-13	10 Toneladas Cortas

Fuente: Bloomberg. Elaborado por el autor

Como barreras en la recolección de los datos, se tuvo el problema con respecto al período del año o fecha de maduración del contrato, pues no es un período con altos niveles de liquidez y variedad de contratos. Es por eso que dentro del análisis no se tuvieron en cuenta más subyacentes agrícolas como el café, algodón y demás commodities. Por otro lado, existen contratos que pueden presentar problemas de linealidad en los precios, pues dentro del desarrollo del modelo se usaron más de un contrato sobre el mismo tipo de subyacente.

Por otro lado, muchas medidas de desempeño necesitan un indicador de referencia o Benchmark. Para esta investigación se utilizó un índice de mercado que tiene en cuenta el exceso de retorno de 21 contratos futuros sobre commodities. El índice tiene como particularidad que no muestra cuáles son los activos que lo componen pero refleja la volatilidad de los precios de los principales commodities que cotizan en el CME Group. Éste Benchmark es llamado “Dow-Jones UBS Commodity Index” que en Bloomberg su ticker de acceso es <DJUBS Index>. Es cotizado en dólares Americanos (USD) y fue utilizado para la construcción de las carteras presentadas en la sección 5 del documento.

5 Resultados obtenidos:

Después de optimizar cada una de las medidas de desempeño referidas en el marco teórico, en el programa Solver de Excel, se llegó a los siguientes resultados.

Los valores mostrados en la tabla 3, no son comparables entre sí, por lo que no se puede llegar a una conclusión concreta de cuál medida otorga los mejores niveles de rentabilidad y riesgo. En otras palabras, un inversionista no puede escoger un portafolio tomando como base los valores mostrados, pues ninguno de ellos tiene una intuición económica para poder interpretarse.

Tabla 3: Resultados Medidas de Desempeño

Medida de Desempeño	Resultado
Ratio Sharpe	5,41
Ratio Sortino	6,00
R/SV	6,00
Tracking Error	0,01
Ratio Treynor	1337281
Information Ratio	0,11
RAP Modigliani	0,47
Alpha Jensen	0,30

Fuente: Elaborado por el autor

Es por eso que para poder comparar cada uno de los modelos, se mostrarán los niveles de riesgo y rentabilidad anualizados. Es decir, después de haber sido optimizado el modelo de desempeño, indirectamente se llegó a la optimización de cada uno de los parámetros:

Tabla 4: Rentabilidades y Riesgos de las Carteras Construidas

Medida de Desempeño	Rentabilidad del Portafolio	Riesgo del Portafolio
Alpha Jensen	30,63%	8,85%
Information Ratio	30,27%	11,37%
Ratio Treynor	26,79%	7,46%
RAP Modigliani	25,18%	6,86%
Ratio Sharpe	25,18%	6,86%
Ratio Sortino	24,84%	7,31%
R/SV	24,84%	7,31%
Tracking Error	5,89%	18,29%
Promedio	24,20%	9,29%

Fuente: Elaborado por el autor

Se puede observar que el portafolio construido con el Alfa de Jensen arroja la cartera con el mayor nivel de rentabilidad esperada⁶ 30,63%, y con un nivel de riesgo del 8,85%, el cual es razonable, pues se encuentra debajo del riesgo promedio de los demás portafolios. Por otro lado, el portafolio construido con el Tracking Error, es el portafolio menos racional, pues el nivel de exposición al riesgo (18,29%) es mayor al nivel de retorno esperado⁷(5,89%).

Como punto de partida se puede decir que los portafolios que tienen un retorno por encima de la media y que tienen un nivel de riesgo por debajo del riesgo esperado, son medidas que arrojaron portafolios eficientes. No obstante, es importante tener en cuenta qué carteras son

⁶ Los valores expresados en las tablas son medidas anualizadas.

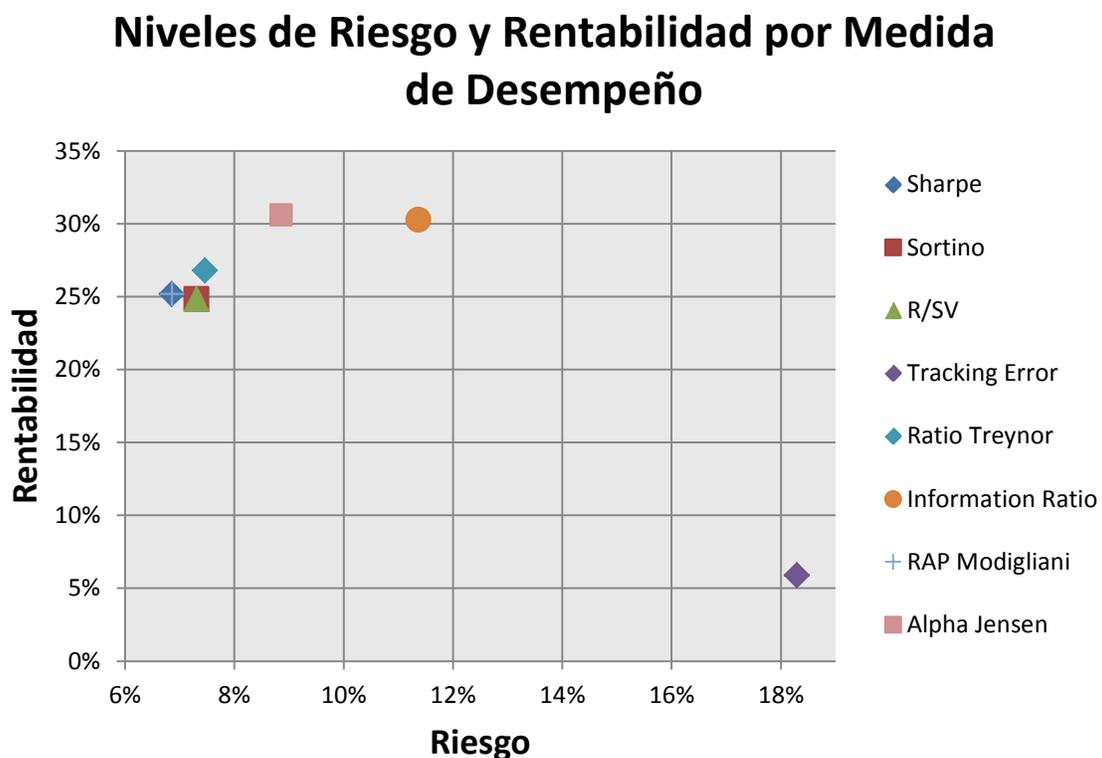
⁷ Es importante recordar que el tracking error fue la única medida que no fue maximizada. Sus valores deben ser cercanos a cero, para que haya un correcto seguimiento de portafolios o cartera al performance del mercado de futuros agrícolas.

dominadas por otras, esto se podrá ver de una manera más ilustrativa en la Gráfica 3, en donde se grafican cada una de las carteras construidas en términos de rentabilidad y riesgo.

Para esta investigación, todas las medidas arrojaron resultados eficientes, menos el caso del Information Ratio y el Tracking Error, pues mostraron niveles de riesgo poco racionales e incoherentes. Sin embargo, resulta complicado ver qué portafolio es mejor que otro en éste tipo de recursos⁸, no solo porque existen infinitos tipos o clasificaciones de inversionista, sino que una tabla tal vez no refleja la posición o expectativa de un inversionista con respecto a un portafolio.

En la gráfica 3 se observa que los portafolios RAP-Modigliani y el Ratio de Sharpe dominan las carteras construidas con el ratio de Sortino y R/SV, ya que presentan niveles de riesgo menores y rentabilidades mayores, por lo que resultaría inútil tomar posición en el mercado con dichos portafolios. Aquí se presenta una falencia en la hipótesis planteada, pues a pesar de modelar el riesgo con medidas de “Downside Risk” que se suponen adaptan más a la necesidad del inversionista, no llegaron a carteras más deseables y dominantes.

Gráfica 2: Niveles de Riesgo y Rentabilidad por Medida de Desempeño



Fuente: Elaborado por el autor

⁸ Existen muchos tipos de inversionistas, por lo que no se puede decir acertadamente cuál es el mejor portafolio ya que existen infinitos perfiles de riesgo.

Particularmente, para el caso de las carteras construidas con el del Ratio de Sharpe y el Ratio de Sortino, se tiene lo siguiente: La optimización de la primera medida concede un retorno esperado del 25,18% con un nivel de riesgo del 6.86% y la segunda otorga un retorno esperado del 24,84% con un nivel de riesgo del 7,31%, por lo que el primer portafolio domina al construido con la del segundo modelo.

Adicionalmente, otro de los fenómenos presentados es que el Ratio de Sortino y el R/SV arrojaron casi los mismos niveles de riesgo y rentabilidad, 24.84% y 7.81%, respectivamente, junto con el caso de RAP-M² y el Ratio de Sharpe, que presenta el mismo comportamiento, pues las dos medidas presentan niveles del 25.18% y del 6.86%, respectivamente. Este precedente es inesperado, pues los métodos de cálculo entre las medidas mencionadas no son similares.

Ahora bien, es de carácter fundamental analizar la distribución del capital dentro de los portafolios, pues también es importante ver el nivel de diversificación que tienen los portafolios. En otras palabras, es importante ver las ponderaciones de los activos dentro de cada una de las carteras encontradas.

Tabla 5: Ponderación de los Futuros en cada Cartera

Ponderación de los Activos dentro del Portafolio								
Contrato Futuro	Ratio Sharpe	Ratio Sortino	R/SV	Tracking Error	Ratio Treynor	Information Ratio	RAP-M ²	Alpha Jensen
CCSA	1%					24%	1%	
YCA				17%				
PLOA								
CHEA								
DAA	16%				12%		16%	
DGA	21%	30%	30%		19%	9%	22%	10%
DRWA	15%	10%	10%	3%	19%	30%	15%	30%
KVA	22%	30%	30%		19%	9%	21%	30%
BSWA	23%	30%	30%		30%	23%	23%	30%
WCSA				27%				
YPA				27%				
YKA				3%				
BOA				23%				
SMA	2%					5%	2%	
SRA								
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 5, se puede ver que el ratio de Sharpe maximizó los niveles de riesgo y rentabilidad con 7 contratos futuros; El tracking Error y el Information Ratio con 6 activos; El ratio de Treynor con 5 y el Ratio de Sortino junto con el R/SV y Alpha de Jensen con 4 futuros.

Otro factor que vale la pena analizar es la concentración de los activos, ya que la distribución de las ponderaciones se dio principalmente en los futuros de Leche y Maíz, dejando a un lado los demás subyacentes. Es importante resaltar que los problemas de linealidad pueden verse reflejados en éste fenómeno, pues dentro del análisis se tuvieron en cuenta varios contratos con el mismo subyacente, obviamente no con las mismas características, pero el precio de los futuros puede estar correlacionado entre sí.

6 Conclusiones:

Después del desarrollo de los modelos y el análisis de las carteras encontradas, se pudo demostrar que si era posible generar una clasificación para los distintos tipos de inversionista; sin embargo, como existen infinitos perfiles de inversión, así como tipos de inversionista, no se puede determinar cuál es el mejor portafolio. Por consiguiente es importante aclarar que la clasificación planteada dentro de esta investigación es una generalización que se hace a partir de los resultados obtenidos⁹.

Tabla 6. Perfil de Inversión¹⁰

Perfil del Inversionista	Medidas de Desempeño
Alto	Alfa de Jensen
Medio	Ratio de Treynor
Bajo	RAP, Ratio de Sharpe

Fuente: Elaborado por el autor

A pesar de no poder encontrar cuál es el mejor portafolio, es importante resaltar el caso de la cartera generada con el Alfa de Jensen, debido a que fue el portafolio que mostró el máximo nivel de rentabilidad, con un nivel de riesgo menor al promedio observado. Lo anterior refleja que es una medida que puede ser utilizada por los inversionistas que buscan niveles de rentabilidad elevados bajo un nivel de riesgo razonable. En conclusión, esta medida de performance puede ser la mejor para un inversionista experimentado que generalmente no es tan averso al riesgo.

Adicionalmente, en un estudio llamado “Performance Measurement without Benchmarks: An Examination of Mutual Fund Returns” (Grinblatt y Titman 1993) señalan que la medida más usada en el ámbito de la gestión de riesgos en carteras de inversión es el Alfa de Jensen por lo que es normal encontrar éste tipo de aproximaciones.

Por otro lado, se ha observado que las medidas de “Downside Risk” no han sido las mejores a pesar de estar diseñadas con elementos que benefician mucho más las necesidades de los inversionistas. Se ve una clara tendencia de que las medidas clásicas son mucho mejores, a pesar del esfuerzo de la ingeniería financiera con respecto a la modernización de estos modelos.

⁹ La categorización de los perfiles de Inversión puede variar si los parámetros de optimización cambian.

¹⁰ Las carteras construidas con el Ratio de Sortino y R/SV están estrictamente dominadas por el RAP-M² y el ratio de Sharpe. Por esta razón no se tuvieron en cuenta para la clasificación del perfil de riesgo de inversión.

Otro de los factores a tener en cuenta dentro de ésta conclusión, es que la mayoría de los portafolios presentaron una distribución del capital bajo 4 futuros específicos, los cuales son DGA(Leche), DRWA(Suero en Seco), KVA(Leche) y BSWA(Trigo), por lo que la volatilidad de la cartera dependerá de tres productos subyacentes.

Para terminar, es importante mencionar que la aplicación de éste tipo de medidas es muy útil para los individuos que deseen buscar rentabilidades atractivas dentro de los mercados financieros, pues podrán tener en cuenta el riesgo al que se ven enfrentados y la rentabilidad que esperan obtener por medio de un solo modelo y un solo valor.

Por otro lado, es importante ver qué variables exógenas, además de las tenidas en cuenta afectan la composición de las carteras, pues es importante para evaluar la robustez y consistencia de los resultados hallados.

De esta manera, se deja como recomendación para el investigador que desee seguir con ésta investigación, comparar los resultados obtenidos con el modelo de Markowitz, pues puede dar una aproximación valiosa a las conclusiones presentadas, ya que los modelos de desempeño parten de ésta propuesta.

Referencias

- Bacidore, Jeffrey M, Jhon A Boquist, Todd T Milbourn, y Anjan V Thakor. (1997) The Search for The Best Financial Performance Measure. Editado por CFA Institute. *Financial Analysts Journal* 53, nº 3 (May-Jun): 11-20.
- Grinblatt, Mark, y Sheridan Titman.(1993) Performance Measurement without Benchmarks: An Examination of Mutual Fund Returns. Editado por The University of Chicago. *The Journal of Business* 66, nº 1 (January): 47-68.
- Busquets, Nuría, Mark Harper, Michelle Lasso, y Quim Sanclement. Estrategias de Inversión: CTA'S y Futuros Financieros. IDEC. s.f. http://www.idec.upf.edu/documents/mmf/06_08_estrategias_cta.pdf (último acceso: 27 de Agosto de 2012).
- Carhart, Mark M. (1997) On Persistence in Mutual Fund Performance. *The Journal of Finance* (J-stor) (J- stor) Vol. 52, nº No. 1 (March): pp, 57-82.
- Friend, Irwin, y Marshall Blume. Measurement of Portfolio Performance under Uncertainty. Editado por American Economic Association. *American Economic Review* 60, nº 4 (Sept 1970): 561-575.
- Grinblatt, Mark, y Sheridan Titman. Performance Measurement without Benchmarks: An Examination of Mutual Fund Returns. Editado por The University of Chicago. *The Journal of Business* 66, nº 1 (Jan 1993): 47-68.
- Ibbotson, Roger G, y Paul Kaplan Kaplan. Does Asset Allocation Policy Explain 40, 90 or 100 Percent of Performance? *Financial Analysts Journal* (Association for Investment Management And Research), January- February 2000: pp, 26-33.
- Industry, Futures. Futures Industry Org. 5 de Mayo de 2013. <http://www.futuresindustry.org/press-center.asp>.
- Markowitz, Harry M. La Historia Temprana de la Teoría de Portafolios: 1600-1960. *Revista de Contaduría y Administración* Vol.1, nº No. 195 (Octubre-Diciembre 1999): pp, 13-30.

- Markowitz, Harry. Portfolio Selection. *The Journal of Finance* Vol.7, nº No.1 (March 1952): pp, 77-91.
- Mejía, Jose Fernando. Class Lecture. Apuntes de Clase y Presentación. Bogotá, Cundinamarca, Octubre de 2012.
- Mendizábal Zubeldia, Alaitz, Luis M Miera Zabalza, y Marian Zubia Zubiaurre. El Modelo de Markowitz en la Gestión de Carteras. *Cuadernos de Gestión* Vol. 2, nº No. 1 (2002): pp, 33-46.
- Moreno, David, Paulina Marco, y Ignacio Olmeda. Risk Forecasting models and optimal portfolio selection. *Applied Economics* (Routledge Taylor & Francis Group) Vol. 37 (2005): Pag. 1267-1281.
- Moreno, David, y Ignacio Olmeda. Empleo de medidas de Performance en la evaluación de fondos de inversión. De Bolsa de Madrid, Páginas 58-62. Madrid, Febrero de 2003.
- Moreno, David, y Rosa Rodríguez. The Value of Coskewness in Evaluating Mutual Funds. *Bussines Economic Series*, December 2008: pp, 1-44.
- Nawrocki, David. A Brief History of Downside Risk Measures. *Villanova University Magazine* (Hand Holders), 1994: pp, 28.
- Olmeda, Ignacio, y Carlos Mir. Medidas de Performance de las Bolsas Europeas. Universidad de Alcalá de Henares, 1997: pp, 625-631.
- Reilly, Frank K, y Keith C Brown. *Investment Analysis And Portfolio Management*. Eighth. Editado por Jack W Calhoun. Mason, Ohio: Thomson South-Western, 2006.
- Salas Harms, Héctor. La Teoría de Cartera y algunas Consideraciones Epistemológicas acerca de la Teorización en las áreas Económico Administrativas. *Revista Contaduría y Administrador*, nº No. 208 (Enero-Marzo 2003): pp, 37-52.
- Strong, Robert A. *Portfolio Construction, Management, & Protection*. Third. Editado por Jack Calhoun. Mason, Ohio: Thomson South-Western, 2003.
- The official web site of the Nobel Prize. 17 de Junio de 2010. www.nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/1990/index.html (último acceso: 26 de Agosto de 2012).