



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**COMPARACIÓN DEL MODELO DE STOCK PICKING Y MARKOWITZ
EN EL SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PARA EL CASO DE MÉXICO
EN 2016**

TESIS

Que para obtener el título de
Licenciado en economía

PRESENTA

Diego Armando Del Villar Aguilar

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. Rodrigo Aliphath Rodríguez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradecimientos

Este resultado es gracias al amor y apoyo incondicional de mi madre y mi tía Mary, sin ellas difícilmente lo hubiera logrado, sus palabras, consejos y ánimos siempre los tendré presentes, muchas gracias por tener fe en mí y no dejarme vencer.

En un lugar especial agradezco a mi abuela, a pesar de las adversidades siempre ha estado ahí para apoyarme, a mis hermanas les agradezco el estar presente en momentos importantes en mi vida.

De nada serviría tener todo el apoyo sino se tiene una fuente que alimente los deseos y los sueños de superarse, agradezco a mi hijo que me da la fuerza para continuar y motiva mis deseos de querer seguir adelante, su amor incondicional y la fe que tiene en mí es muy importante para continuar en el trayecto de la vida.

Durante la travesía existen personas que sin tener lazos sanguíneos que los una, se les puede llegar a tener un gran afecto hasta considerarlos parte de tu familia, agradezco a mis amigos Ricardo, Marco, Héctor y Arturo que fueron pilares fundamentales no sólo en la trayectoria escolar sino también en el desarrollo personal, su apoyo y sus consejos es algo invaluable que tendré siempre presente. En el ámbito profesional agradezco a Mauro y Roberto, me han apoyado en el desarrollo profesional y académicamente al apoyarme con ideas o consejos sobre el presente trabajo su amistad y dedicación es algo invaluable.

Agradezco a mi tutor de tesis Rodrigo, más que tutor él es un gran amigo que tuve la suerte de coincidir con él durante la carrera, muchas gracias por el apoyo brindando durante la licenciatura y por confiar en mí.

Las personas que me acompañaron en este proceso y lo que representan para mí son muy importantes, pero debo agradecer a la hermosa Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi segunda casa y permitirme ver lo fantástico que es ser miembro de esta universidad, la que me formo no sólo como profesionista sino como un mejor humano.

Dentro de la institución agradezco a los profesores que apoyaron en mi formación como economista durante la carrera, cada uno de ellos me brindó conocimientos y apoyo para que día a día vaya mejorando.

Gracias a todas las personas que han formado parte de mi vida, el no darles un agradecimiento particular no significa que no sean importantes para mí, gracias a las experiencias y las convivencias son la base de lo que soy.

COMPARACIÓN DEL MODELO DE *STOCK PICKING* Y MARKOWITZ EN EL
SECTOR DE ALIMENTOS Y BEBIDAS PARA EL CASO DE MÉXICO EN EL
PERIODO 2016

Índice

Introducción	5
Escuela económica	6
Planteamiento de la investigación	7
Pregunta de investigación	7
Hipótesis.....	7
Objetivos	7
Ruta metodológica	8
Capítulo 1 Sector de alimentos y bebidas	9
Capítulo 2 Presentación de modelos	12
Modelo <i>stock picking</i>	12
Definición stock picking	12
Implementación del modelo stock picking.....	13
Funcionamiento.....	13
Teoría moderna del portafolio.....	15
Definición teoría moderna del portafolio	15
Implementación de la teoría moderna del portafolio.....	15
Diferencias de los modelos	21
Conclusión.....	21
Capítulo 3 Metodología en la implementación de los modelos <i>stock picking</i> y Markowitz	23
Consideraciones al modelo <i>stock picking</i>	23
Método de flujos descontados	24
Funcionamiento del modelo de flujos descontados.....	24
Comparación de precios objetivos contra el mercado.....	26
Índice de alimentos.....	26
Criterio de selección.....	27
Proceso de compra y proceso de venta de las acciones.....	28
Modelo de Markowitz	29

Funcionamiento del modelo de Markowitz.....	30
La distribución normal	32
Estimación de métricas.....	35
Matriz de varianzas y covarianzas.....	36
Construcción de la frontera eficiente.....	37
Conclusión.....	39
Capítulo 4 Ejecución de los modelos	40
Introducción	40
Muestra de acciones	40
Selección de acciones <i>stock picking</i>	41
Pesos <i>stock picking</i>	42
Selección de acciones Markowitz	42
Comparación de los portafolios	47
Conclusión.....	49
Capítulo 5 Desempeño de los portafolios	50
Desempeño individual de los portafolios de inversión	50
Desempeño individual <i>stock picking</i>	51
Desempeño individual Markowitz	51
Rendimiento <i>stock picking</i> y rendimiento Markowitz	52
Rendimiento del índice del sector de alimentos y bebidas y rendimiento de los portafolios....	53
Bolsa Mexicana de Valores.....	54
Índice de Precios y Cotizaciones.....	54
Rendimiento del IPC y rendimiento de los portafolios	55
Conclusión.....	56
Consideraciones finales.....	57
Anexo 1 Estimación de pesos Markowitz.....	60
Bibliografía	64

Introducción

Los rendimientos de las inversiones en el mercado de valores son el tema principal para las finanzas bursátiles e inversiones. Las operaciones de compra y venta de valores financieros llamadas *trading* es lo que permite a los inversionistas obtener atractivos rendimientos.

El mercado de valores es una manera de generar ganancias a diferentes niveles de riesgo, los inversionistas utilizan su excedente monetario para adquirir diferentes tipos de activos que para obtener un nivel de rendimiento esperado. El mercado de valores es cíclico y vulgarmente visto como una montaña rusa, con grandes subidas y fuertes bajadas.

A los inversionistas les gustaría experimentar un paseo sobre la montaña rusa con todas las subidas posibles evitando todas las bajadas, pero esto no es posible debido al movimiento del mercado de valores que se ve influenciado por factores como política económica, política monetaria, desempeño de la economía local, desempeño de la economía global, expectativas de los inversionistas, inflación, tasas de interés, etc.

Los vaivenes del mercado de valores son inminentes, para evitar esos movimientos se han desarrollado herramientas, modelos, principios, estrategias entre otros, que buscan generar el mayor rendimiento posible evitando las pérdidas al buscar un rendimiento objetivo.

Es posible expandir el nivel de riqueza a través del mercado de valores, cuando un inversionista toma la decisión de inversión, debe considerar el riesgo al que estará involucrado durante el periodo de inversión.

Estudios de Thorp y Kassouf (1967) han mostrado que pocos fondos de inversión logran superar el rendimiento del mercado, lo cual deja espacio a que los inversionistas prefieran fondos indexados o portafolios de inversión con una gestión pasiva.

Los fundamentos del *stock picking*¹ pueden considerarse en el libro de Graham y Dodd “Security analysis: principles and technique”, implementaron un modelo de inversión con base en el razonamiento crítico y análisis financiero, usan la información contable de los negocios para la toma de decisión de la inversión.

¹ Utilizar la información para analizar y concluir que acción será una buena decisión de inversión.

Inversionistas famosos como Warren Buffet han sido influenciados por la ideología de Graham y Dodd, seleccionando acciones que puedan dar rendimientos mayores que el mercado.

La teoría de Fama (1970) consideran que es imposible ganarle al mercado, porque el mercado es eficiente, debido a que los precios reflejan toda la información disponible. Esta teoría es la hipótesis de los mercados eficientes, considera que si los precios reflejan toda la información disponible, no existe ninguna herramienta, modelo, estrategia de inversión entre otras, capaz de obtener mayores rendimientos al mercado. “En términos generales, la teoría de los mercados eficientes está preocupada por si los precios en algún momento en el tiempo reflejan completamente la información disponible” (Fama, 1970, p. 413).

Tener éxito en las inversiones requiere considerar las expectativas racionales de los participantes del mercado de valores (Elkouby y Mace, 1992), es importante informarse antes de tomar una decisión de inversión, ya que en periodos de alta volatilidad en los mercados es cuando los inversionistas se dejan llevar por las emociones de lo que sucede, esa euforia para la compra o venta de acciones, es cuando sacan mayor provecho de los mercados financieros, las emociones llevan a tomar decisiones por no decir equivocadas muy riesgosas. A veces los inversionistas no pueden soportar pérdidas y venden a los primeros signos de problemas, otros inversionistas no toleran la idea de aceptar que tienen una gran pérdida en una inversión que continúan manteniendo la acción a pesar de las perspectivas negativas de la acción (Tyson, 2006).

Escuela económica

Se puede ubicar la evolución de la teoría financiera en la rama de la teoría económica de las expectativas racionales, esta teoría fue promovida por Robert Lucas (1972), la teoría establece que los agentes económicos forman sus expectativas de manera racional.

Las expectativas racionales suponen que los agentes económicos predicen el valor futuro de las variables utilizando la información y la experiencia que tienen, cuentan con información relevante como la evolución pasada de la variable a analizar y de las otras variables que pudieran afectar su comportamiento.

La idea de poder predecir el movimiento futuro de las variables con base a la información pasada, produce expectativas optimistas en el sistema financiero aumentando la confianza de los inversionistas, esta confianza provoca inestabilidad en los mercados financieros, esta teoría es desarrollada por Minsky (1992).

Su hipótesis estudia la inestabilidad financiera derivada de los periodos de crecimiento constante, la confianza que tienen los inversionistas en el crecimiento constante permite que se tomen posiciones más riesgosas y especulativas. La euforia se vuelve irracional y la inversión se convierte en una labor especulativa, se crean burbujas financieras que llegan a producir crisis financieras (Minsky 1992).

Planteamiento de la investigación

Pregunta de investigación

¿Qué modelo de inversión es el más adecuado para obtener un rendimiento mayor al de las 8 acciones mexicanas más operadas del sector de alimentos y bebidas² en el año 2016?

Hipótesis

El modelo de *stock picking* genera un rendimiento superior al modelo de Markowitz y al rendimiento medio del mercado de acciones del sector de alimentos.

La hipótesis planteada contradice a la hipótesis de los mercados eficientes.

Objetivos

Comparar un portafolio con base en el modelo de *stock picking* a pesos iguales contra un portafolio optimizado utilizando el modelo de la teoría moderna de portafolio de Markowitz.

- Describir los modelos *stock picking* y Markowitz para de selección de acciones.
- Desarrollar los modelos *stock picking* y Markowitz para de selección de acciones.
- Aplicar los modelos de *stock picking* y Markowitz para la selección de acciones del sector de alimentos en México en el año 2016.

² Proxy del Mercado bursátil de alimentos y bebidas.

- Calcular y comparar el rendimiento de los portafolios de *stock picking*, Markowitz en el periodo de inversión de 2016 a 2017.

El principal objetivo de la investigación es demostrar que el modelo de *stock picking* es capaz de obtener un rendimiento superior que el crecimiento del mercado de alimentos y bebidas en México.

Ruta metodológica

La presente investigación busca revisar y utilizar dos modelos teóricos económicos relacionados al área financiera y a las finanzas corporativas, después de la revisión de los modelos y la conformación de los portafolios de inversión, se procederá a evaluar el desempeño de cada portafolio de inversión.

Para determinar qué modelo tuvo mejor desempeño, se compara el desempeño del portafolio contra un índice de alimentos y bebidas, el rendimiento del portafolio y el rendimiento del índice permiten observar si los modelos propuestos son confiables para obtener rendimientos mayores al mercado, en este caso al mercado de alimentos y bebidas. Después de compararse contra el índice, se determinará qué modelo obtuvo mayor rendimiento esperado.

Capítulo 1 Sector de alimentos y bebidas

El Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), define a la industria alimentaria como a las empresas dedicadas principalmente a la elaboración, conservación y envasado de productos alimentarios para el consumo humano y para animales (SCIAN, 2018).

En México, la industria de alimentos procesados ha crecido principalmente por su productividad y disponibilidad de materias primas, la solidez macroeconómica del país, la competitividad para atraer inversión extranjera y las capacidades del país para fungir como plataforma de exportación hacia más de 40 países con los que tiene tratados de libre comercio (PROMEXICO, 2018).

Los principales factores económicos que afectan el comportamiento de la industria alimentaria son los precios internacionales de las materias primas, movimientos en las divisas, los subsidios y políticas comerciales proteccionistas de los países, los acuerdos y tratados internacionales, los precios de los combustibles, las vías y canales de distribución.

La importancia del sector de alimentos procesados son sus encadenamientos con otras ramas de la economía como el sector primario, logística, investigación y desarrollo. Al conjunto de los diversos sectores que apoyan a un sector se le conoce como cadena productiva.

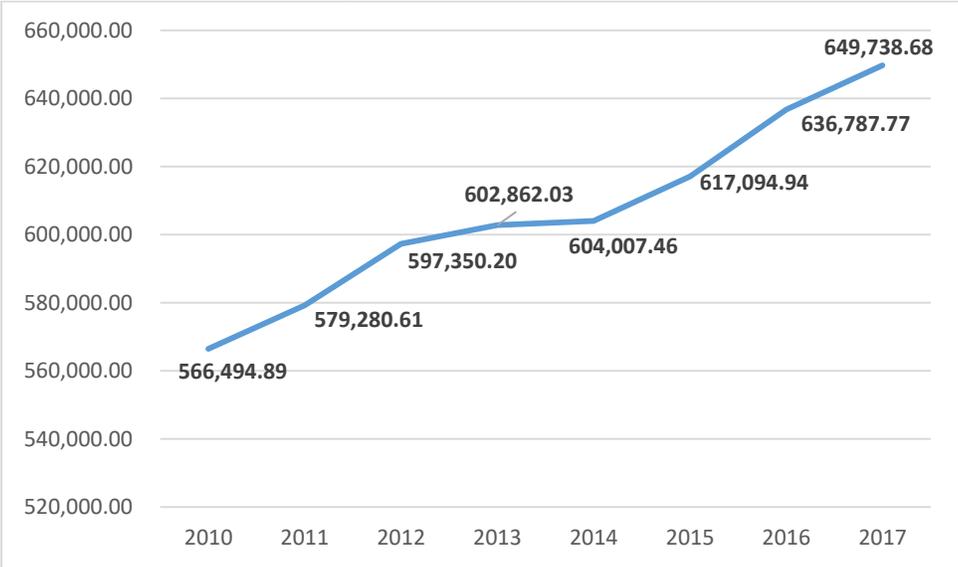
La producción mundial de alimentos *per cápita* ha aumentado de manera uniforme durante los 30 últimos años. Los países en desarrollo como los desarrollados compartieron esta expansión, sin embargo la tasa de crecimiento de la producción *per cápita* fue más elevada en los países en desarrollo que en los desarrollados (FAO, 2017).

El INEGI ubica a la industria alimentaria con una participación del 22% del total de la industria manufacturera a nivel nacional; esta industria aportó durante el periodo 2003-2008 el 12% del producto interno bruto (PIB) de México, posicionando al sector de alimentos procesados como el aportante del 3% del país (PROMEXICO, 2018).

La producción de la industria de alimentos procesados en México en 2016 fue de 104,891 millones de dólares, su participación en la producción manufacturera fue de 16.1% y en relación con el PIB fue de 5.8%.

Durante el periodo de 2010 a 2016 la producción obtuvo una tasa anual acumulada de crecimiento (TAAC) de .50% en los últimos 6 años véase gráfica 1.

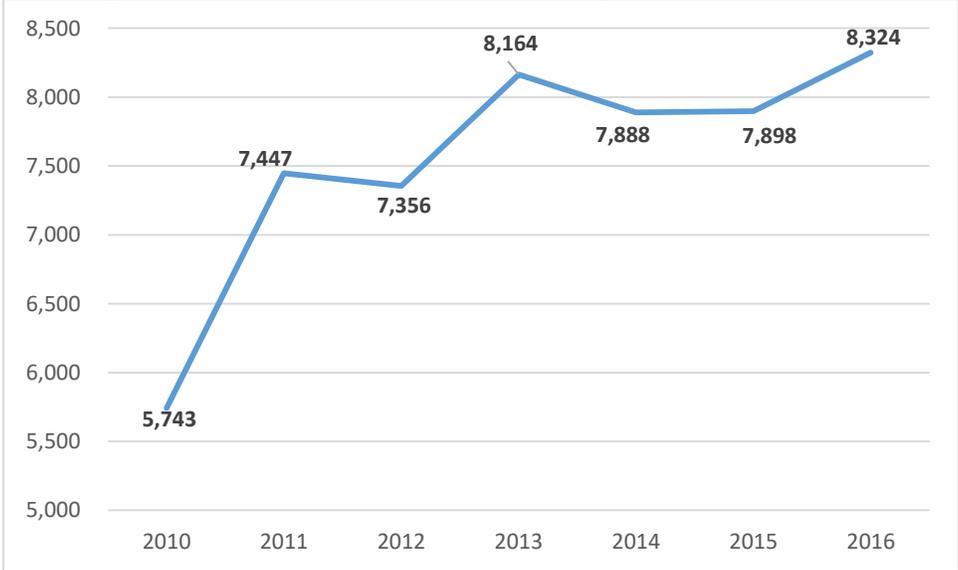
Gráfica 1. Producción de alimentos procesados a precios constantes en México (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Información Económica, INEGI, 2018.

Los principales destinos de exportación de la producción de alimentos procesados son Estados Unidos, Venezuela y Sudáfrica. En 2016 el volumen de las exportaciones fue de 8,324 millones de dólares. Con una TAAC de 6.38% en los últimos 6 años véase gráfica 2.

Gráfica 2. Exportaciones mexicanas de alimentos procesados (millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia con datos de Global Trade Atlas, 2017.

La industria de alimentos es clave para cualquier país, en México es un sector significativo del ramo manufacturero. Si el sector crece en los siguientes años, beneficiará al desarrollo de las empresas involucradas en el sector. El potencial de crecimiento es de interés para invertir en este sector en el futuro.

Capítulo 2 Presentación de modelos

Los dos modelos que se revisaron en la investigación, son el modelo de stock picking y la teoría moderna del portafolio³, ambas metodologías son herramientas que se pueden utilizar para la conformación de un portafolio de inversión.

Se busca ofrecer una metodología que permita a los inversionistas tomar mejores decisiones cuando decidan invertir en el mercado de valores comprando acciones de las empresas listadas en México relacionadas al sector de alimentos y bebidas.

Modelo *stock picking*

En el mundo de las inversiones, es necesario contar con modelos que orienten a tomar decisiones de inversión, “Comprar una acción al momento exacto es muy difícil. Pero saber cuándo venderla es aún más difícil” (Krantz, 2010), el modelo *stock picking* busca ayudar a los inversionistas a tomar mejores decisiones al formar un portafolio de inversión.

Orientar al inversionista con estrategias y análisis previos de las acciones disponibles en el mercado, para poder definir cuáles son las mejores opciones para conformar un portafolio de inversión que le permita obtener rendimientos mayores a los del mercado es el objetivo del modelo de *stock picking* (Metrick, 1999).

Definición *stock picking*

Todas aquellas estrategias que persiguen obtener rentabilidad adicional mediante la identificación de valores incorrectamente valorados de acuerdo con criterios o parámetros específicos (Duan et al, 2009). El modelo de *stock picking* busca seleccionar de una muestra de acciones aquellas que se encuentren subvaluadas de acuerdo a las metodologías, herramientas, parámetros y estrategias empleados para comparar y determinar qué acciones elegir de la muestra analizada. A veces este modelo también puede ser llamado stock selection o selección de valores.

³ El nacimiento de esta teoría fue con el desarrollo de Harry M. Markowitz (1952), es considerado el padre de la teoría moderna por su aporte sobre la selección de acciones en un contexto de incertidumbre y con inversionistas adversos al riesgo.

Implementación del modelo stock picking

El modelo tiene como función obtener mayor rendimiento esperado que el mercado durante periodos de tiempo relevantes, al tener como objetivo un rendimiento esperado mayor al mercado, el modelo de *stock picking* busca mostrar evidencia en contra de uno de los pilares de la teoría financiera que es la hipótesis de los mercados eficientes. “Un mercado es eficiente con relación a la información disponible si en todo momento los precios del mercado reflejan por completo toda esa información” (Kolb 1998, p. 521). Esta definición de la hipótesis de los mercados eficientes indica que cualquier estrategia empleada no servirá para poder ganarle al mercado.

El modelo *stock picking* emplea diferentes metodologías, herramientas, parámetros y estrategias disponibles para obtener un rendimiento mayor que el mercado. Cuando un inversionista tiene ese objetivo se considera una estrategia de inversión activa.

Funcionamiento

El *stock picking* es la estrategia utilizada para escoger acciones, existen diferentes formas para escoger, la más utilizada en el mundo financiero es utilizando el análisis fundamental. Los precios de las acciones en un gráfico no dan información sobre si el valor de la acción esta subvaluado o sobrevaluado, saber cuál es el valor de la acción es labor del análisis fundamental (Rockefeller, 2011).

El análisis fundamental utiliza las perspectivas de ganancias y dividendos de la empresa, las expectativas de las tasas de interés futuras y la evaluación del riesgo de la empresa para determinar los precios adecuados de las acciones (Bodie et al, 2014).

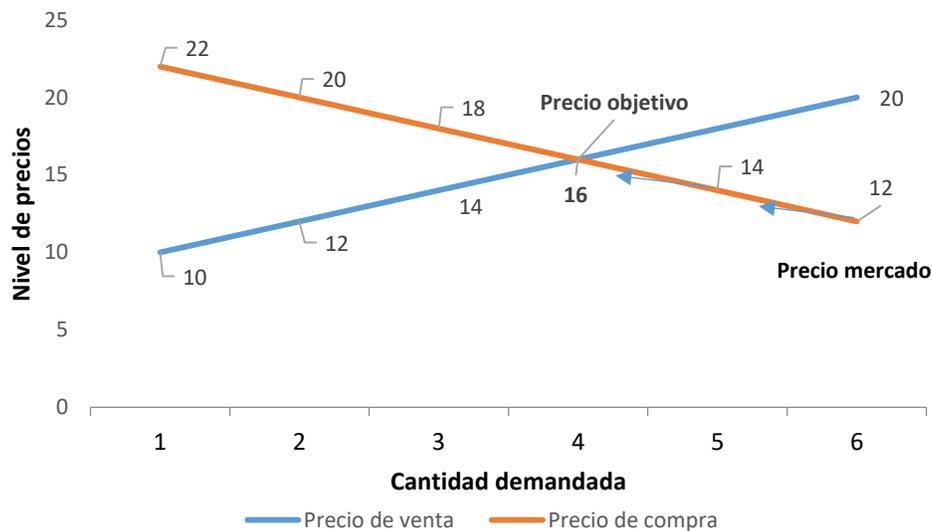
La importancia de poder valuar y asignar un precio objetivo a una empresa permite ver si la empresa analizada esta subvaluada o sobrevaluada con respecto al precio de mercado vigente. Se dice que una acción esta subvaluada cuando el precio objetivo que se estima es menor que el precio de mercado vigente, una acción sobrevaluada es cuando el precio objetivo estimado es mayor que el precio de mercado vigente (Moskowitz, 2000).

Con el análisis fundamental se puede determinar y contestar la pregunta ¿a este precio la acción esta cara o barata?, conocer la respuesta de esa pregunta sirve para realizar *stock picking* (Krantz, 2010), se busca elegir las mejores acciones subvaluadas del grupo de acciones analizado para conformar el portafolio de inversión.

El proceso de selección y conformación del portafolio apoyados con el análisis fundamental, es el fin del proceso del *stock picking* usando las metodologías, herramientas y estrategias.

En un ejemplo hipotético, si después del análisis se estima que el precio objetivo de la acción es de \$16 y en ese momento la acción cotiza en \$12, se considera que la acción esta subvaluada véase gráfica 3, el inversionista comprará la acción a \$12 y esperará a que el mercado reconozca el valor de la acción subvaluada, la compra de la acción llevara a que el instrumento suba a \$14 para finalmente llegar a su precio objetivo de \$16.

Gráfica 3. Ciclo de equilibrio de una acción subvaluada



Fuente: Elaboración propia con base en Krantz (2010)

Durante el trayecto del precio de \$12 hasta \$16 existe la posibilidad de comprar la acción a un precio por debajo que el de equilibrio, pocos se benefician de estos pequeños instantes y cuando la acción tiende a llegar a su precio de equilibrio, elimina las posibilidades de beneficiarse de un precio subvaluado. Los inversionistas creen que comprar la acción en el momento exacto es difícil, hasta podría ser una tarea imposible (Duan et al, 2009).

Teoría moderna del portafolio

Existen diversos modelos teóricos en la administración de portafolios de inversión, el nacimiento de la teoría moderna de portafolios fue con Harry M. Markowitz (1952), quien es considerado el padre de la teoría moderna de portafolios. Su aporte principal es la selección de activos para invertir en un contexto de incertidumbre y con inversionistas adversos al riesgo.

Definición teoría moderna del portafolio

La teoría moderna del portafolio es el modelo de selección de acciones usando modelos matemáticos y estadísticos, busca ofrecer una respuesta al inversionista en la conformación del portafolio de inversión, con base en la volatilidad de los movimientos de los precios de las acciones. “El tema desarrollado por Markowitz, se refiere a la selección de inversiones, es decir, al problema de cómo asignar los recursos líquidos entre las diversas opciones disponibles para tal efecto.” (Lasa 2005, p. 1).

La teoría moderna del portafolio de Markowitz fue pionera en el análisis cuantitativo de la economía financiera. La idea más importante propuesta es que el inversionista debe enfocarse en el intercambio entre el rendimiento esperado y el riesgo medido por la desviación estándar.

Implementación de la teoría moderna del portafolio

La teoría de Markowitz da un marco para ubicar al inversionista racional, ante el problema inicial que se enfrenta el inversionista a la hora de tomar decisiones para invertir, Markowitz responde estas preguntas:

- 1.- ¿En qué invertir?
- 2.- ¿Cómo maximizar el rendimiento del portafolio⁴ ?
- 3.- ¿Cómo minimizar el riesgo del portafolio⁵ ?

⁴ Es considerado como la **tasa esperada** de rendimiento del activo, es calculada como una tasa de crecimiento o de manera logarítmica $R_i = E(R_i)$.

Se plantea un escenario donde se puede elegir un conjunto de N activos disponibles para poder formar un portafolio de inversión, con la observación y el análisis se puede considerar cómo se comportará y pronosticar el desempeño futuro de los activos escogidos. Después se busca la maximización del rendimiento escogiendo los activos con mayor rendimiento, dado que no sólo existe un único activo en el mercado es necesario hacer uso de las herramientas estadísticas y probabilísticas para inferir el posible resultado del comportamiento de los activos y ver cuales tienen los mejores rendimientos esperados. Se debe considerar minimizar el riesgo de nuestras inversiones, el inversionista racional decide realizar un intercambio entre riesgo y rendimiento, buscando siempre invertir donde el rendimiento esperado sea mayor a costa del menor riesgo posible (Lasa, 2005).

“En la teoría financiera existen dos variables básicas que es preciso entender y saber calcular apropiadamente para tomar decisiones de inversión: el rendimiento y el riesgo. En la medida en que una inversión es más riesgosa, debe exigírsele un mayor rendimiento.” (Lara 2005, p. 27).

El rendimiento y el riesgo son dos características inherentes de cualquier inversión, se busca obtener el mejor rendimiento tratando de tomar riesgos bajos, lo cual ambos pueden ser descritos mediante la estadística y la probabilidad.

En la teoría moderna del portafolio se da un intercambio entre riesgo y rendimiento, este intercambio lleva al inversionista a considerar su aversión al riesgo. Para responderse a las preguntas claves al invertir. ¿Qué rendimiento se desea obtener? y ¿Cuánto se está dispuesto a arriesgar?

El modelo de Markowitz consta de varios supuestos (Markowitz, 1952):

- a) La selección de inversiones se refiere estrictamente para un periodo.
- b) Las preferencias entre riesgo y rendimiento del inversionista pueden expresarse matemática o gráficamente en un espacio definido por la varianza o desviación estándar y la expectativa del rendimiento.

⁵ Es considerado la **volatilidad** en los activos de inversión en la teoría de Markowitz, es calculado con la varianza del vector de rendimientos del activo escogido $\sigma^2 = R_i$.

- c) Existen en el mercado de capitales “n” activos con los cuales formar un portafolio (una combinación de activos).
- d) Para cada uno de estos activos se puede calcular la esperanza matemática del rendimiento, su varianza (o su desviación estándar) y las covarianzas de cada activo con respecto a cada todos los demás. Estos son los únicos insumos necesarios para el modelo.

La teoría de Markowitz también es conocida como modelo de Media-Varianza, mediante la esperanza matemática y la varianza (\bar{X} , σ^2) se optimiza el portafolio mediante la iteración de los pesos específicos que deberá tener cada activo del portafolio, se encontrará el portafolio que ofrezca un mayor rendimiento a menor riesgo (Lasa, 2005).

2 opciones:

- a) Maximizar el rendimiento esperado a determinado nivel de riesgo.

El rendimiento esperado para el portafolio se calcula:

$$E(R_p) = \bar{R}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

$E(R_p)$ = La esperanza matemática del rendimiento del portafolio compuesto por “n” activos.

\bar{R}_p = El rendimiento esperado del portafolio de “n” activos.

w_i = Es el peso del activo “i” en el portafolio.

r_i = El rendimiento esperado del activo “i” en el portafolio.

La suma de las ponderaciones deberá ser igual a uno $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ donde $w_i \geq 0$ $i = (1, 2, 3, \dots, n)$.

- b) Minimizar el riesgo a determinado nivel de rendimiento esperado.

La varianza del portafolio se calcula:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

σ_p^2 = La varianza del portafolio de “n” activos.

w_i = La ponderación del activo “i” del portafolio.

w_k = La ponderación del activo “k” del portafolio.

σ_{ik} = La covarianza de los rendimientos de los activos cuándo “i” \neq “k”, si “i” = “k” si es la covarianza del activo consigo mismo, es igual a la varianza del rendimiento del activo.

El análisis del riesgo véase ecuación 2 (varianza) y el rendimiento véase ecuación 1 (promedio) se inicia con la observación y el tratamiento estadístico de datos históricos como pueden ser los rendimientos de los activos a invertir.

La teoría moderna del portafolio basa su modelo de inversión en dos aspectos, en los rendimientos esperados calculados por el promedio de los rendimientos históricos del instrumento y el riesgo del instrumento que es la varianza de los rendimientos de los instrumentos que posee el portafolio (Lara, 2005).

La teoría intenta demostrar que los inversionistas racionales buscan el portafolio con el rendimiento más alto con un bajo nivel de riesgo dentro del universo disponible. La elección del portafolio eficiente para cada inversionista está en función de su nivel de tolerancia individual al riesgo. Markowitz señaló que es posible disminuir el riesgo del portafolio mediante la diversificación de la cartera, demostrando que es posible reducir el riesgo mediante la selección de instrumentos que tengan baja volatilidad con sus rendimientos y que lleguen a tener poca correlación entre ellos.

El coeficiente de correlación es una medida estadística útil en la administración de portafolios de inversión, es un indicador de la relación lineal que existe entre las variables

aleatorias, está acotado en un intervalo (-1, 1), dependiendo del resultado del coeficiente de correlación es el grado de relación que tienen las variables (Lara, 2005).

Tabla 1. Interpretación del coeficiente de correlación

1	Los movimientos entre las variables son positivos y simétricos.
0	No existe relación entre las variables.
-1	Los movimientos entre las variables son inversos y simétricos.

Fuente: Elaboración propia con base en (Mata 2013)

El coeficiente de correlación (Lara 2005, p. 35) se calcula:

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(x,y)}{\sigma_x\sigma_y} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

$\rho_{x,y}$ = Coeficiente de correlación de las variables (x, y).

$Cov(x, y)$ = La covarianza de las variables (x, y).

σ_x = Desviación estándar de la variable “x”.

σ_y = Desviación estándar de la variable “y”.

En el coeficiente de correlación si es 1, significa que el incremento del rendimiento de la acción X va a aumentar el rendimiento de la acción Y de manera proporcional, si el coeficiente de correlación es de 0, significa ausencia de correlación, el incremento del rendimiento de la acción X no afecta el rendimiento de la acción Y, el comportamiento entre los rendimientos es independiente en los dos valores, si el coeficiente de correlación es de -1, significa que el incremento del rendimiento de la acción X va a reducir el rendimiento de la acción Y de manera proporcional y viceversa véase tabla 1 (Lara, 2005).

Un ejemplo de la utilidad del coeficiente de correlación para las siguientes acciones y de los títulos referenciados a acciones (trackers o tracs)⁶, para el periodo de enero del 2014 a octubre del 2016.

⁶ Un tracker es un instrumento que replica el comportamiento de un índice de referencia, a través de canastas de activos diversificadas, pueden replicar el comportamiento del mercado, sectores económicos,

Tabla 2. Coeficiente de correlación de diferentes acciones.

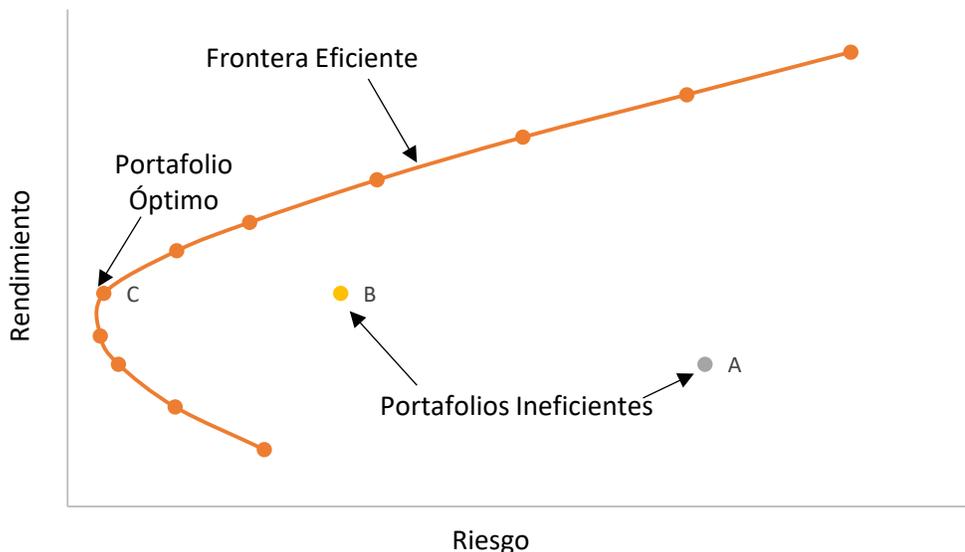
	<i>CEMEX</i>	<i>ALFA</i>	<i>DIABLO</i>	<i>ANGEL</i>
CEMEX	1	0.34	-0.58	0.59
ALFA	0.34	1	-0.55	0.57
DIABLO	-0.58	-0.55	1	-0.95
ANGEL	0.59	0.57	-0.95	1

Fuente: Elaboración propia con base en los precios proporcionados por VALMER.

Se observa que las acciones como CEMEX, ALFA y el tracker ANGEL tienen una correlación positiva, mientras que el DIABLO que es un tracker que replica el movimiento inverso del mercado tiene una correlación negativa con las demás acciones véase tabla 2.

El ejercicio de minimización del riesgo y la maximización del rendimiento mediante la diversificación del portafolio busca que los instrumentos del portafolio no estén correlacionados, el conjunto de portafolios disponibles que minimiza el riesgo Markowitz lo denota como la frontera eficiente. La frontera eficiente muestra cómo se tiene un rendimiento a cada nivel de riesgo, la mayoría de los inversionistas son adversos al riesgo, lo cual buscan el portafolio óptimo. El portafolio óptimo en la frontera eficiente es aquel donde maximizamos el rendimiento y minimizamos el riesgo.

Gráfica 4. Frontera eficiente.



Fuente: Elaboración propia con base en Arismendi (2013)

países, etc. La acción ANGEL y DIABLO son trackers mexicanos que replican la evolución del mercado accionario mexicano.

En la gráfica el portafolio C puede considerarse como el portafolio óptimo debido a que es el portafolio que da mayor rendimiento y tiene un menor nivel de riesgo, los portafolios A y B son ineficientes porque existen portafolios con mayor rendimiento a un nivel menor de riesgo, cómo es el caso del portafolio C frente al portafolio A y B. El conjunto de portafolios que están sobre la curva es la frontera eficiente véase gráfica 4.

Los inversionistas al ser adversos al riesgo, en la teoría de Markowitz el inversionista deberá escoger el portafolio C, así puede obtener el mayor rendimiento posible con el menor riesgo posible, el modelo de Markowitz busca ser la opción para inversionistas de largo y mediano plazo, al mantener su posición con algunas calibraciones en el modelo durante el periodo de tiempo de la inversión buscará superar el rendimiento del mercado (Arismendi, 2013).

El portafolio diversificado busca mantener su posición por un tiempo para poder alcanzar el rendimiento objetivo.

Diferencias de los modelos

El modelo de *stock picking* y el modelo de Markowitz son totalmente diferentes en su criterio de conformación de un portafolio de inversión, ambos modelos tienen una meta en común de lograr el mayor rendimiento posible, el modelo de *stock picking* basa su criterio de selección de acciones con la información financiera que publican las empresas y las expectativas de crecimiento del sector en el que se invierte, pero el modelo de Markowitz es más conservador al enfocarse en la volatilidad de los rendimientos de las acciones, busca el equilibrio en la frontera eficiente entre el rendimiento esperado y el riesgo que se asume para obtener dicho rendimiento.

Conclusión

Los dos modelos que se revisaron utilizan diferentes técnicas para la conformación del portafolio de inversión, el modelo de *stock picking* se basa en la información contable y las perspectivas económicas a futuro para la selección de acciones, mientras que el modelo de Markowitz busca seleccionar las acciones con base a los análisis estadísticos que puede obtener de los rendimientos de los precios de las acciones.

Independientemente del tipo de inversionista, es útil tener una estrategia de inversión para poder determinar cómo y en qué asignar los recursos a cada acción, en este caso se revisaron dos modelos, que permiten al inversionista darse una idea de cómo invertir sus recursos.

Capítulo 3 Metodología en la implementación de los modelos *stock picking* y Markowitz

Se define la metodología empleada en los modelos que se consideraron en la investigación el modelo de *stock picking* y el modelo de Markowitz. El modelo de *stock picking* forma su criterio de selección en los precios objetivos estimados y el modelo de Markowitz forma su criterio de selección con el análisis de los datos estadísticos de las acciones. El primero utiliza las expectativas racionales de los precios objetivos, mientras el modelo de Markowitz las expectativas adaptativas con base a la información histórica de los precios.

Consideraciones al modelo *stock picking*

El modelo *stock picking* es la estrategia que puede ser usada por el inversionista para conformación del portafolio de inversión, apoyándose en diferentes herramientas principalmente en el análisis fundamental permitirá que el inversionista sea capaz de decidir del universo de acciones disponibles cuales pueden ofrecer un mayor rendimiento esperado en el futuro. El modelo del análisis fundamental es una técnica directa para intentar medir el valor real de una compañía, al obtener un precio objetivo estimado, permite al inversionista usarlo como indicador para la toma de decisión de compra o venta de determinada de una acción (Kolb, 1998).

Para obtener un precio objetivo de las acciones, uno de los métodos de valuación más empleados en el análisis fundamental es el modelo de flujos descontados (Holden, 2009). Esta investigación considera los precios objetivos estimados por la empresa de Thomson Reuters⁷, que se basa en el modelo de flujos descontados.

La finalidad del modelo *stock picking* es determinar con base al análisis realizado, si una empresa se encuentra sobrevalorada o subvaluada con la siguiente regla véase la tabla 3.

⁷ Thomson Reuters es una empresa dedicada a la proveeduría de información financiera, datos estadísticos, análisis financieros y sectoriales, riesgos financieros, entre otros servicios que son de interés general para el sector financiero.

Tabla 3. Interpretación del precio objetivo

Precio de mercado	>	Precio objetivo	Sobrevalorada
Precio de mercado	<	Precio objetivo	Subvaluada

Fuente: Elaboración propia con base en Arismendi (2013)

Si la acción indica que:

- **Sobrevalorada:** El mercado está pagando un precio mayor a lo que realmente debería valer la acción, lo cual le indica al inversionista que no es una buena decisión comprar la acción.
- **Subvaluada:** El mercado está pagando un precio menor a lo que realmente debería valer la acción, lo cual indica al inversionista que es una buena decisión de comprar la acción.

La idea de conformar el portafolio en el modelo de *stock picking* es apoyarse en el análisis fundamental, escoger las acciones que se consideren subvaluadas, con la finalidad de esperar a que el mercado reconozca su verdadero valor.

Método de flujos descontados

El método de flujos descontados sirve para la valuación de una empresa usando sus flujos libres de efectivo. La valuación se obtiene descontando los flujos de efectivo esperados, el flujo de efectivo residual después de todos los gastos operativos y los impuestos, a la tasa que refleja el costo de capital de la empresa⁸.

Esta herramienta utilizada por algunos analistas fundamentales les ayuda a calcular el precio objetivo de una acción o su valor esperado en el futuro. El análisis fundamental ayuda a determinar un precio futuro de la acción evaluando la rentabilidad, el costo de la deuda, entre otras variables económicas (Bodie et al, 2014).

Funcionamiento del modelo de flujos descontados

El modelo de flujos descontados empleado por la empresa Thomson Reuters:

⁸ Thomson Reuters

- El valor de la empresa es aproximado calculando el valor presente de los flujos de efectivo esperados.
- El modelo incluye información general que considera los precios de las acciones de la empresa relacionada, información de la empresa, el cálculo del Weighted Average Cost of Capital (WACC)⁹ de la empresa, el cálculo del valor justo de la empresa y un análisis de sensibilidad.
- La información de la empresa está dividida en información histórica e información estimada.

Valor justo de la acción.- El valor esperado derivado de restar la deuda neta del valor de la empresa.

Valor de la empresa.- El valor presente de los flujos de efectivo de la empresa, descontados a cierta tasa de descuento.

Para el cálculo del valor presente de la empresa, la tasa de descuento representativa para la empresa es el WACC, el WACC muestra la estructura de la deuda de una empresa, si esta prefiere ser a través de inversionistas o mediante financiamiento.

Una empresa es financiada mediante la emisión de deuda o a través de acciones, cómo las empresas reciben más de una forma el financiamiento, es necesario saber la estructura del financiamiento de la empresa para estimar que tan caro sería para la empresa incrementar su nivel de endeudamiento (Berk y Demarzo, 2008).

La fórmula del WACC es:

$$WACC = \frac{E}{V} * R_e + \frac{D}{V} * R_d * (1 - T_c) \quad \text{Ecuación (4)}$$

Dónde:

E: Valor de mercado de las acciones.

D: Valor de mercado de la deuda de la empresa.

⁹ WACC: Es el costo promedio ponderado de capital de una empresa, es la tasa a la cual se descuentan los flujos de efectivo de un proyecto de inversión.

V: E + D.

Re: Costo de las acciones.

Rd: Costo de la deuda.

Tc: Tasa de impuesto corporativa.

El WACC indica la tasa a la cual se descuentan los flujos de efectivo para estimar el precio objetivo de la acción.

Comparación de precios objetivos contra el mercado

Para comparar los precios objetivos de las empresas es necesario revisar el precio de cierre de la jornada bursátil de la acción analizada, permite ver si la acción esta subvaluada o sobrevaluada.

Los inversionistas buscan aquellas acciones que obtengan un rendimiento mayor al rendimiento del sector invertido, usualmente los inversionistas al medir su desempeño tienden a compararse con un índice representativo, para el caso de estudio, se usa un índice propio con la muestra representativa del sector de alimentos y bebidas en el que se piensa invertir, el índice propuesto sirve para comparar la evolución del sector de alimentos y bebidas contra el portafolio *stock picking*.

Índice de alimentos

El índice de referencia en el sector alimentos selecciona una muestra de las acciones que sean bursátiles del mercado mexicano relacionados al sector de alimentos y bebidas.

$$IA_t = IA_{t-1} \left(\frac{\sum P_{it} * Q_{it}}{\sum P_{it-1} * Q_{it-1}} \right) \quad \text{Ecuación (5)}$$

Dónde:

IA_t: Índice de alimentos del periodo t.

IA_{t-1} : Índice de alimentos del periodo t-1.

P_{it} : Precio de la acción “i” en el periodo t.

Q_{it} : Número de acciones “i” en el periodo t.

P_{it-1} : Precio de la acción “i” en el periodo t-1.

Q_{it-1} : Número de acciones “i” en el periodo t-1.

Se genera un índice base 100 véase ecuación 5, que mide la evolución del valor de la capitalización de las empresas que conformarán dicho índice, si el índice presenta un aumento o una disminución a lo largo de un día, es debido a que el valor total de la capitalización que conforma dicho índice tuvo un aumento o una disminución.

Criterio de selección

Con el índice de alimentos calculado y con los precios objetivos estimados por Thomson Reuters, se procederá a realizar un cuadro comparativo con los precios de mercado de las acciones y sus respectivos precios objetivos véase tabla 4.

Tabla 4. Cuadro comparativo de precios

Acción	Precio	Precio objetivo
X1	P1	PO1
X2	P2	PO2
X3	P3	PO3
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Xn	Pn	POn

Fuente: Elaboración propia con base a los precios de Reuters y Valmer

El rendimiento esperado calculado con los precios objetivos de cada acción véase tabla 5, muestra la evolución porcentual de cada acción para hacer comparable los desempeños de las acciones.

Tabla 5. Cuadro de rendimientos esperados con precios objetivos

Acción	Precio	Precio objetivo	Rendimiento
X1	P1	PO1	$(PO1/P1)-1$
X2	P2	PO2	$(PO2/P2)-1$
X3	P3	PO3	$(PO3/P3)-1$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Xn	Pn	POn	$(POn/Pn)-1$

Fuente: Elaboración propia con base a los precios de Reuters y Valmer

Esta comparación muestra tres resultados posibles:

- Rendimiento de la acción > Rendimiento promedio del mercado
- Rendimiento de la acción < Rendimiento promedio del mercado
- Rendimiento de la acción = Rendimiento promedio del mercado

Con la comparación de los rendimientos de las acciones contra el rendimiento promedio del mercado, se conforma el portafolio de inversión con el modelo de *stock picking* con base a la tabla 6.

Tabla 6. Cuadro comparativo de rendimientos esperados con precios objetivos

Rendimiento de la acción	>	Rendimiento promedio del mercado	Comprar
Rendimiento de la acción	<	Rendimiento promedio del mercado	No comprar
Rendimiento de la acción	=	Rendimiento promedio del mercado	No comprar

Fuente: Elaboración propia con base a los precios de Reuters y Valmer

El objetivo del modelo de *stock picking* es obtener mayor rendimiento del mercado, para lograrlo la estrategia es escoger aquellas acciones que pronostiquen un rendimiento mayor que el mercado (Schadler et al, 2001).

Proceso de compra y proceso de venta de las acciones

Las acciones que superen el rendimiento promedio del mercado, se consideran para el portafolio de inversión, se compran al precio de cierre del mercado de la fecha determinada, con el portafolio conformado no se pretende realizar operaciones de compra o venta durante el periodo de inversión establecido.

La idea de no realizar operaciones con las acciones seleccionadas se debe a la estrategia del modelo de *stock picking*, una vez seleccionadas las acciones que conformaran nuestro portafolio, el inversionista deberá esperar a que el mercado reconozca el precio objetivo estimado para realizar dicha venta (Krantz, 2010).

Las acciones que conformen el portafolio se venderán en el periodo de análisis determinado sin considerar si las acciones llegaron a su precio objetivo estimado.

Modelo de Markowitz

El modelo desarrollado por Markowitz busca ofrecer alternativas para conformar un portafolio de inversión, ofrece una respuesta al problema de la asignación de los recursos en que se desean invertir.

“El enfoque de Markowitz simplificó notablemente el problema de selección de inversiones al considerar los rendimientos de los activos como un proceso estocástico y centraste exclusivamente en la estadística de los resultados de las empresas emisoras y, más específicamente, en tres parámetros básicos de estas estadísticas: media, varianza y covarianzas de las tasas de rendimiento de los activos” (Lasa 2005, p. 1).

El concepto del riesgo es fundamental para el criterio de la selección de acciones que conformarán el portafolio de inversión. Riesgo es el peligro de perder, significa que hay ciertas circunstancias en las cuales se puede perder dinero (Murphy, 2008).

En finanzas existen diferentes tipos de riesgos, para el modelo de Markowitz el riesgo de mercado se utiliza para el criterio de selección de acciones, se calcula la volatilidad de los precios de las acciones con los movimientos diarios que registran los precios.

El riesgo de mercado es la pérdida que puede sufrir un inversionista debido a la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en movimientos de los llamados factores de riesgo (tasas de interés, tipos de cambio, etc) (Lara, 2005).

Se busca el portafolio óptimo en el modelo de Markowitz, aquel que tenga la mejor combinación entre el mayor rendimiento deseado sujeto al menor el riesgo dispuesto a asumir para obtener dicho rendimiento.

Markowitz considera que el inversionista se enfrenta a tres situaciones:

- Rendimiento.- El inversionista busca obtener un rendimiento objetivo de acuerdo a los instrumentos disponibles en el mercado.
- Aversión al riesgo.- El inversionista prefiere instrumentos menos volátiles en el tiempo para que las pérdidas sean menores.
- El riesgo y rendimiento esperado de los instrumentos.- El inversionista considera el riesgo y rendimiento de los instrumentos disponibles para la conformación del portafolio de inversión.

El objetivo principal del modelo de Markowitz es que el inversionista logre obtener la expectativa más alta de rendimiento en función de tener el mínimo riesgo posible.

Funcionamiento del modelo de Markowitz

El modelo necesita calcular el rendimiento esperado del portafolio, para obtener el rendimiento del portafolio es primordial calcular las series históricas de los rendimientos diarios del universo de instrumentos disponibles a invertir.

Para el cálculo del rendimiento de cada uno de los instrumentos se puede considerar cualquiera de las siguientes opciones (Lara, 2005, p. 27):

$$R_i = \frac{\Delta Valor}{Valor_{inicial}} = \frac{Valor_{final} - Valor_{inicial}}{Valor_{inicial}} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Dónde:

R_i : Rendimiento del activo “i”.

$\Delta Valor$: Variación del valor final contra el valor inicial.

$Valor_{final}$: Valor del instrumento “i” en el periodo t.

$Valor_{inicial}$: Valor del instrumento “i” en el periodo t-1.

Otra forma es:

$$R_i = \text{Ln} \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad \text{Ecuación} \quad (7)$$

Dónde:

R_i : Rendimiento del activo “i”.

Ln : Logaritmo natural.

P_t : Precio del instrumento “i” en el periodo t.

P_{t-1} : Precio del instrumento “i” en el periodo t-1.

Ambos sirven para calcular el rendimiento de un instrumento, cada uno tiene sus características a la hora de realizar los análisis pertinentes de la serie de rendimientos calculada.

El cálculo de rendimientos mediante la diferencia de precios véase ecuación 6, el beneficio de utilizar esta forma de cálculo es el principio de “normalización”, permite realizar comparaciones con cualquier activo a pesar de que procedan de series de precios de valores desiguales, los rendimientos calculados de esta manera son más útiles para cuando se procede a calcular la matriz de covarianzas (Wilmott, 2006).

El rendimiento logarítmico véase ecuación 7, presenta ventajas conceptuales y computacionales, el primero es el principio de log-normalidad, si se asume que los precios se distribuyen log-normalmente, entonces $\log(1 + r_i)$ se distribuye normalmente, lo cual es muy útil ya que muchos teoremas presuponen la normalidad (Wilmott, 2006).

Los análisis en la investigación calculan los rendimientos de la diferencia de precios véase ecuación 6. Los instrumentos que se consideran para el portafolio de inversión, deberán tener su serie histórica de rendimientos, con las observaciones de los rendimientos de cada instrumento se puede estimar el rendimiento esperado del portafolio una vez estimado cuáles serán los pesos que se le asigna cada instrumento.

Después de obtener los rendimientos individuales de los instrumentos, se determina la volatilidad de los rendimientos de cada instrumento para poder estimar el riesgo que llevaría invertir en ese instrumento.

La variación del rendimiento promedio de la serie calculada, permite estimar la desviación estándar del rendimiento del instrumento, la desviación estándar indica la variación que podrían tener los valores esperados con respecto a la media (Lara, 2005, p. 31).

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \mu_i)^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Dónde:

σ_i : Volatilidad del instrumento “i”.

R_i : Rendimiento del activo “i”.

μ_i : Rendimiento esperado del activo “i”.

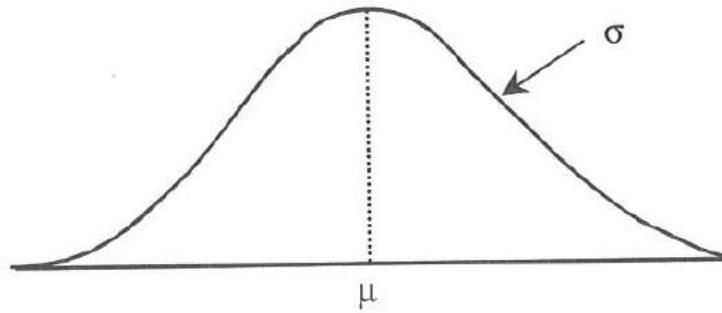
n: Número de observaciones.

Con el rendimiento esperado del instrumento y su desviación estándar véase ecuación 8, es posible asignarle una distribución normal de probabilidad, la función de densidad normal contiene dos parámetros básicos: μ y σ . El primero es la media y el segundo la desviación estándar de la distribución correspondiente, por esto se localiza el centro de la distribución y se determina el grado de dispersión (Sweeney et al, 2008, p. 232).

La distribución normal

La distribución normal de probabilidad es utilizado en las finanzas para suponer que los rendimientos de las acciones se distribuyen de manera normal, la información tiende agruparse a su valor medio véase figura 1, muestra la relación entre la media y desviación estándar. Se observa que la distribución se centra en la media “ μ ” y el área restante de la distribución, está en función de la desviación estándar “ σ ”.

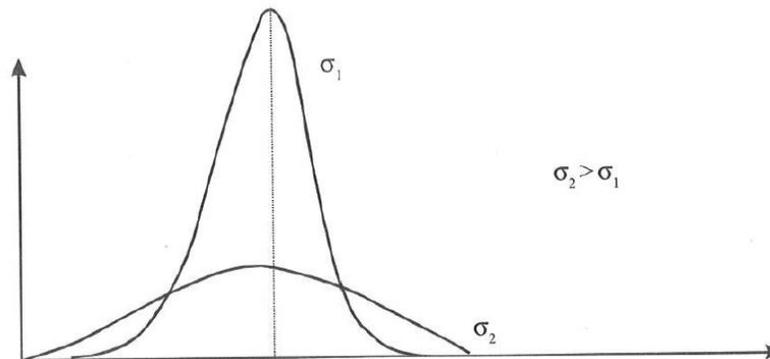
Figura 1. Distribución normal de probabilidad



Fuente: Elaboración propia con base a (Sweeney et al, 2008)

En finanzas “ μ ” es el rendimiento esperado y “ σ ” es la volatilidad, si el área de la distribución es más amplia indica que el instrumento es más volátil (Siegel et al, 2014). Si dos instrumentos que tienen la misma “ μ ”, pero su “ σ ” es diferente uno de los instrumentos es más riesgoso a pesar de ofrecer el mismo rendimiento véase figura 2, el instrumento con σ_1 es menos volátil que el instrumento con σ_2 .

Figura 2. Volatilidad de dos instrumentos con mismo rendimiento



Fuente: Elaboración propia con base a (Sweeney et al, 2008)

Cuando el portafolio de inversión se compone de un solo instrumento, el rendimiento esperado del portafolio y la volatilidad del portafolio son la media y la desviación estándar del instrumento que contiene el portafolio de inversión (Lara, 2005).

Si el portafolio tiene más de un instrumento, el cálculo del rendimiento esperado y la volatilidad del portafolio cambian su forma de estimación. Esos casos es necesario calcular la covarianza y los coeficientes de correlación de cada instrumento que compone el portafolio de inversión para estimar la volatilidad del portafolio.

La covarianza es una medida de relación lineal entre dos variables aleatorias describiendo el movimiento en conjunto entre éstas (Lind et al, 2015). Se utiliza para medir el movimiento conjunto que pueden tener los rendimientos de dos instrumentos. El grado de relación que puede existir entre dos activos dependerá principalmente del valor de la covarianza véase ecuación 8, si la covarianza es positiva, significará que el movimiento que presenten las dos variables será en el mismo sentido, caso inverso cuando la covarianza es negativa, cada variable se moverá en sentido opuesto (Lind et al, 2015).

La fórmula de la covarianza es:

$$\sigma_i COV(R_i, R_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [R_i - \mu_i] [R_j - \mu_j] \text{ Ecuación (8)}$$

Dónde:

COV (R_i , R_j): Covarianza del rendimiento del activo “i” y del activo “j”.

R_i : Rendimiento del activo “i”.

μ_i : Rendimiento esperado del activo “i”.

R_j : Rendimiento del activo “j”.

μ_j : Rendimiento esperado del activo “j”.

n: Número de observaciones.

La covarianza es útil para medir la relación del movimiento de las dos variables, pero no es útil para determinar qué tan fuerte es el movimiento de las variables relacionadas. Para saber la fuerza del movimiento es necesario completar el análisis con el coeficiente de correlación de las dos variables véase ecuación 3, el coeficiente de correlación va a ser de utilidad para determinar la fuerza del grado de relación entre los movimientos de dos variables.

Lo importante del coeficiente de correlación es su facilidad de lectura para determinar el grado de relación entre dos variables acota el coeficiente en un intervalo de (-1, 1), indica que tan diversificado o no está el portafolio de inversión, entre menos relación exista entre

los instrumentos que componen la cartera del portafolio de inversión se considerara que el portafolio esta diversificado (Lind et al, 2015).

Estimación de métricas

Para el ejercicio y la comodidad del cálculo futuro de algunos conceptos cómo el cálculo del rendimiento del portafolio y su volatilidad, se utiliza el álgebra matricial. Para el cálculo del rendimiento del portafolio se usara la siguiente fórmula.

$$r_p = W^T R_i \quad \text{Ecuación (9)}$$

Dónde:

r_p : Rendimiento del portafolio.

W^T : La matriz transpuesta del vector de los pesos de los instrumentos del portafolio.

R_i : El vector de los rendimientos esperados de los instrumentos del portafolio.

Es necesaria la restricción en el modelo que todos los recursos van a ser invertidos véase ecuación 10, la suma de todos los pesos que contiene el portafolio deberá ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n W^T = 1 \quad \text{Ecuación (10)}$$

La segunda restricción que debe contener el modelo es que todos los pesos del portafolio deben ser positivos.

$$w_i \geq 0 \quad i = (1, 2, 3, \dots, n) \quad \text{Ecuación (11)}$$

Dónde:

w_i : El peso del instrumento “i” en el portafolio.

Esta restricción implica que no es posible tener pesos negativos de un instrumento en el portafolio de inversión, lo que indicaría que el portafolio considera que es posible tener

pasivos. Estos casos son posibles cuando se permiten las ventas en corto en los portafolios de inversión, para el modelo no existirán los casos donde se puedan realizar las ventas en corto. Si las ventas en corto no van a ser posibles, es necesaria la restricción de que los pesos de los instrumentos que componen al portafolio, deberán ser mayor o igual a 0 véase ecuación 11. La restricción de la suma de los pesos de los instrumentos deberá ser igual a uno evita un apalancamiento que permita tener mayor posición de recursos que no se tienen.

Para el cálculo de la volatilidad del portafolio de forma matricial se utiliza la siguiente fórmula.

$$\sigma_p = \sqrt{W^T S W} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Dónde:

σ_p : Volatilidad del portafolio.

W^T : La matriz transpuesta del vector de los pesos de los instrumentos del portafolio.

S : La matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de los instrumentos que componen el portafolio de inversión.

W : La matriz del vector de los pesos de los instrumentos del portafolio.

Matriz de varianzas y covarianzas

La matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de los n activos y donde σ_{ik} es la covarianza de los rendimientos de los activos cuando $i \neq k$; cuando $i = k$ se tiene la covarianza del activo consigo mismo, lo que es igual a la definición de la varianza del rendimiento del activo. De manera que los elementos de la diagonal principal son las varianzas de los n activos y el resto las covarianzas. Puesto que $\sigma_{ik} = \sigma_{ki}$, la matriz S es una matriz simétrica (Lasa, 2005, p. 8).

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{Ecuación (13)}$$

El poder explicativo de la covarianza no da el grado de la relación lineal que pudieran presentar dos variables, indica el movimiento que pudieran tener las dos variables, de manera que se utilizó el coeficiente de correlación en la matriz de varianzas y covarianzas véase ecuación 13, para que dé mayor poder explicativo sobre el portafolio de inversión.

Construcción de la frontera eficiente

Los inversionistas son adversos al riesgo y buscan obtener el portafolio que de mayor rendimiento a menor riesgo, al conjunto de portafolios que pueden cumplir esa condición forman la frontera eficiente. Los portafolios de inversión que estén dentro de la frontera eficiente, deben cumplir que tienen la mínima varianza a determinado nivel de riesgo y que tendrán la tasa de rendimiento más alto ha determinado nivel de riesgo.

Encontrar la combinación de los pesos del universo de los “n” activos que forme el portafolio de inversión, para que produzca el punto de varianza mínima global se plantea el siguiente problema de optimización restringida (Lasa, 2005).

$$\text{Min } \frac{1}{2} \sigma_p^2 \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$\text{s. a } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \text{Ecuación (14)}$$

El problema de optimización véase la ecuación 13 y 14 (Lasa, 2005, p. 12) se puede resolver fácilmente mediante la técnica de multiplicadores de Lagrange, la función lagrangeana es:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} + \lambda [1 - \sum_{i=1}^n w_i] \quad \text{Ecuación (15)}$$

Con la función Lagrangeana véase ecuación 15 (Lasa, 2005, p. 13) se debe derivar parcialmente con respecto a los “n” ponderadores (w_i) para obtener los puntos críticos, después al multiplicador de Langrage se iguala a cero para despejar los n valores de w y λ véase ecuación 16 (Lasa, 2005, p. 13).

$$\frac{dL}{dw_1} = w_1\sigma_{11} + w_2\sigma_{12} + \dots + w_n\sigma_{1n} - \lambda = 0$$

$$\frac{dL}{dw_2} = w_1\sigma_{21} + w_2\sigma_{22} + \dots + w_n\sigma_{2n} - \lambda = 0$$

$$\frac{dL}{dw_n} = w_1\sigma_{n1} + w_2\sigma_{n2} + \dots + w_n\sigma_{nn} - \lambda = 0$$

$$\frac{dL}{d\lambda} = w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0 \quad \text{Ecuación (16)}$$

El sistema de ecuaciones presentado, se puede expresar de manera algebraica para obtener las matrices correspondientes a cada sistema de ecuaciones véase ecuación 17 (Lasa, 2005, p. 13).

$$V1 W1 = B1 \quad \text{Ecuación (17)}$$

Dónde:

$$V1 = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & 1 \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad W1 = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \\ \lambda \end{bmatrix} \quad B1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ecuación (18)}$$

Para obtener los pesos óptimos véase ecuación 18 (Lasa, 2005, p. 14), se debe aplicar la siguiente operación matricial, multiplicamos en ambos lados de la ecuación por la matriz inversa de V1 véase ecuación 19 y 20 (Lasa, 2005, p. 14).

$$V1^{-1} V1 W1 = V1^{-1} B1 \quad \text{Ecuación (19)}$$

$$W1 = V1^{-1}B1$$

Ecuación (20)

El problema de optimización en los pesos de los instrumentos que componen el portafolio de inversión, estará principalmente ligado al cálculo de la volatilidad de los instrumentos que componen el portafolio de inversión.

Realizando el procedimiento se puede calcular los pesos óptimos que debe tener cada instrumento en el portafolio de inversión, se aplica esta metodología para encontrar los pesos óptimos para el sector de alimentos y bebidas.

Conclusión

Los modelos de selección de acciones revisados utilizan diferentes técnicas para la conformación del portafolio de inversión, el modelo de *stock picking* necesita más insumos para poder determinar qué acciones son más recomendables y el modelo de Markowitz necesita menos información pero utiliza mayor poder de cómputo para seleccionar las acciones.

Capítulo 4 Ejecución de los modelos

Introducción

Se conformará dos portafolios de inversión usando las dos metodologías revisadas para la selección de acciones, cada portafolio de inversión utilizará la misma muestra de acciones.

Muestra de acciones

El universo de acciones a las que se les aplicará los distintos criterios de selección véase tabla 7, deberán cumplir los siguientes puntos:

- Deberán estar listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV).
- Deberán pertenecer o estar relacionadas con el sector de alimentos.
- Deberán presentar niveles de operatividad significantes.

Las acciones que se considerarán para el estudio serán:

Tabla 7. Muestra de acciones

ACCIÓN
1_AC_*
1_BACHOCO_B
1_BIMBO_A
1_FEMSA_UBD
1_GRUMA_B
1_HERDEZ_*
1_KOF_L
1_LALA_B

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Estas ocho acciones cumplen los requisitos, para este universo de acciones se aplica la metodología de *stock picking* y la metodología de Markowitz para la conformación de los respectivos portafolios de inversión.

Selección de acciones *stock picking*

La selección de acciones con la metodología de *stock picking*, utilizó los precios objetivos estimados por Thomson Reuters, estos precios objetivos son calculados acorde a su metodología del modelo de flujos descontados.

Se toma como base los precios del 30 de diciembre de 2016 para la selección de las acciones, estos precios se comparan con los precios objetivos que Thomson Reuters estima véase tabla 8.

Tabla 8. Precios objetivos y precios de mercado

Acciones	Precio mercado 30/12/16	Precio objetivo 31/12/17	Rendimiento
1_AC_*	108.07	151.45	40.14%
1_BACHOCO_B	84.75	101	19.17%
1_BIMBO_A	47.01	51.19	8.89%
1_FEMSA_UBD	157.67	187.33	18.81%
1_GRUMA_B	263.1	292.46	11.16%
1_HERDEZ_*	37.66	43.78	16.25%
1_KOF_L	131.37	144.73	10.17%
1_LALA_B	30.21	31.12	3.01%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017) y Reuters (2017)

Las acciones que van a conformar el portafolio de inversión véase tabla 9, deben rebasar el rendimiento promedio del universo.

Tabla 9. Selección de acciones

Acciones	Precio mercado 30/12/16	Precio objetivo 31/12/17	Rendimiento	Selección
1_AC_*	108.07	151.45	40.14%	COMPRA
1_BACHOCO_B	84.75	101	19.17%	COMPRA
1_BIMBO_A	47.01	51.19	8.89%	NO COMPRAR
1_FEMSA_UBD	157.67	187.33	18.81%	COMPRA
1_GRUMA_B	263.1	292.46	11.16%	NO COMPRAR
1_HERDEZ_*	37.66	43.78	16.25%	COMPRA
1_KOF_L	131.37	144.73	10.17%	NO COMPRAR
1_LALA_B	30.21	31.12	3.01%	NO COMPRAR
		Promedio	15.95%	

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017) y Reuters (2017)

El rendimiento promedio del sector de alimentos y bebidas acorde con la metodología de *stock picking* es de 15.95%, de las 8 acciones la mitad conforman el portafolio de inversión.

Las 4 acciones que conforman el portafolio de inversión son:

- 1_AC_*
- 1_BACHOCO_B
- 1_FEMSA_UBD
- 1_HERDEZ_*

Las acciones restantes que no cumplieron el rebasar el rendimiento promedio del sector de alimentos, no van a ser consideradas en el portafolio de inversión.

Pesos *stock picking*

Todas las acciones tendrán el mismo peso en el portafolio de inversión véase tabla 10.

Tabla 10. Pesos de las acciones *stock picking*

Acciones	PESO STOCK PICKING
1_AC_*	25%
1_BACHOCO_B	25%
1_BIMBO_A	0%
1_FEMSA_UBD	25%
1_GRUMA_B	0%
1_HERDEZ_*	25%
1_KOF_L	0%
1_LALA_B	0%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Las cuatro acciones tendrán un peso en el portafolio de inversión de un 25%, la suma de las 4 acciones seleccionadas da el 100% del portafolio.

Selección de acciones Markowitz

La selección de acciones con la metodología de Markowitz, primero se determina el rendimiento esperado y la volatilidad de los instrumentos disponibles en el sector de alimentos y bebidas para la conformación del portafolio de inversión.

El periodo seleccionado para realizar el análisis del rendimiento esperado y la volatilidad de los instrumentos véase tabla 11, es del 4 de enero del 2016 al 30 de diciembre del 2016, una muestra de 252 observaciones diarias para cada instrumento.

Tabla 11. Rendimiento y riesgo de las acciones

<i>Estadísticas</i>	<i>1_AC_*</i>	<i>1_BACHOCO_B</i>	<i>1_BIMBO_A</i>	<i>1_FEMSA_UB</i>	<i>1_GRUMA_B</i>	<i>1_HERDEZ_*</i>	<i>1_KOF_L</i>	<i>1_LALA_B</i>
Media	0.02%	0.08%	0.02%	0.00%	0.04%	-0.06%	0.03%	-0.10%
Desviación estándar	1.37%	1.39%	1.62%	1.22%	1.40%	1.49%	1.33%	1.42%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Se observa que las siguientes 4 acciones son las más volátiles.

- 1_BIMBO_A
- 1_HERDEZ_*
- 1_LALA_B
- 1_GRUMA_B

Con la volatilidad y el rendimiento esperado de cada instrumento, se obtiene las diferentes matrices para el cálculo de los pesos óptimos.

La primera matriz es la matriz de volatilidades se elabora con la varianza de las acciones véase tabla 12, en la diagonal principal se pone las volatilidades que tiene cada instrumento, en los demás componentes de la matriz se llena el espacio con ceros. Las acciones más volátiles del portafolio son 1_BIMBO_A, 1_HERDEZ_* y 1_LALA_B, las acciones restantes tienen grados similares de volatilidad que las principales.

Tabla 12. Matriz de volatilidades

<i>Matriz de volatilidades</i>	<i>1_AC_*</i>	<i>1_BACHOCO_B</i>	<i>1_BIMBO_A</i>	<i>1_FEMSA_UB</i>	<i>1_GRUMA_B</i>	<i>1_HERDEZ_*</i>	<i>1_KOF_L</i>	<i>1_LALA_B</i>
1_AC_*	0.01368217	0	0	0	0	0	0	0
1_BACHOCO_B	0	0.013939873	0	0	0	0	0	0
1_BIMBO_A	0	0	0.016185384	0	0	0	0	0
1_FEMSA_UB	0	0	0	0.012155094	0	0	0	0
1_GRUMA_B	0	0	0	0	0.013978018	0	0	0
1_HERDEZ_*	0	0	0	0	0	0.014927722	0	0
1_KOF_L	0	0	0	0	0	0	0.013332228	0
1_LALA_B	0	0	0	0	0	0	0	0.014164946

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Después se debe obtener la matriz con los coeficientes de correlación de cada instrumento véase tabla 13.

Tabla 13. Matriz de coeficientes de correlación

Coeficiente de correlación	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
1_AC_*	1	0.152312521	0.479193802	0.301566726	0.184248008	0.16381679	0.29668067	0.32846989
1_BACHOCO_B	0.15231252	1	0.140968329	0.171782843	0.144047862	0.2852753	0.14301587	0.07117566
1_BIMBO_A	0.4791938	0.140968329	1	0.268641617	0.259858474	0.17085285	0.33499147	0.315329
1_FEMSA_UB	0.30156673	0.171782843	0.268641617	1	0.246068434	0.19405976	0.47321719	0.20433605
1_GRUMA_B	0.18424801	0.144047862	0.259858474	0.246068434	1	0.16895865	0.1573846	0.17696248
1_HERDEZ_*	0.16381679	0.285275304	0.170852849	0.194059759	0.168958653	1	0.14901219	0.14259758
1_KOF_L	0.29668067	0.143015866	0.334991467	0.473217194	0.157384601	0.14901219	1	0.30743239
1_LALA_B	0.32846989	0.071175657	0.315329001	0.204336053	0.176962484	0.14259758	0.30743239	1

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

A pesar de que las acciones están relacionadas con el sector de alimentos y bebidas, se observa que todos los coeficientes de correlación son positivos, indica que el portafolio esta relacionado positivamente con los movimientos en los precios de las acciones del sector de alimentos y bebidas.

Las empresas que muestran mayor grado de correlación son:

- 1_BIMBO_A con 1_AC_* un grado de 47.92%
- 1_KOF_L con 1_FEMSA_UB un grado de 47.32%
- 1_LALA_B con 1_AC_* un grado de 32.84%
- 1_BACHOCO_B con 1_HERDEZ_* un grado de 28.52%

La muestra de acciones destaca la correlación que existe entre las acciones de 1_BIMBO_A y 1_AC_* al presentar un grado de correlación del 47.92%, la empresa encargada en la elaboración de productos panificadores y la empresa embotelladora de bebidas de Coca-Cola. La segunda correlación más representativa que existe en la muestra es entre las acciones de 1_KOF_L y 1_FEMSA_UB, tienen un grado de correlación del 47.32%, estas acciones están relacionada por ser parte de la producción de refrescos de la compañía de Coca-Cola.

La acción KOF está encargada de la elaboración de los productos emblemáticos de Coca-Cola a nivel mundial como es el refresco Coca-Cola, Sprite, Fanta, etc. Mientras que la acción FEMSA se encarga de la producción y elaboración de bebidas de la familia Coca-Cola pero que son para el consumo de la región de México como son los jugos del Valle, el refresco Delaware Punch, etc.

Una vez calculadas la matriz de volatilidades y la matriz de correlaciones, el siguiente paso es estimar la matriz de Varianza-Covarianza véase tabla 14.

Tabla 14. Matriz de Varianza-Covarianza

	<u>1_AC_*</u>	<u>1_BACHOCO_B</u>	<u>1_BIMBO_A</u>	<u>1_FEMSA_UB</u>	<u>1_GRUMA_B</u>	<u>1_HERDEZ_*</u>	<u>1_KOF_L</u>	<u>1_LALA_B</u>
<u>1_AC_*</u>	0.0001872	2.95974E-05	0.000125533	4.45554E-05	3.59993E-05	3.65044E-05	5.2734E-05	6.5906E-05
<u>1_BACHOCO_B</u>	2.8513E-05	0.00019432	3.6929E-05	2.53803E-05	2.81448E-05	6.35699E-05	2.5421E-05	1.4281E-05
<u>1_BIMBO_A</u>	8.9706E-05	2.7393E-05	0.000261967	3.96908E-05	5.07724E-05	3.80723E-05	5.9544E-05	6.3269E-05
<u>1_FEMSA_UB</u>	5.6454E-05	3.33809E-05	7.03751E-05	0.000147746	4.80781E-05	4.32437E-05	8.4114E-05	4.0999E-05
<u>1_GRUMA_B</u>	3.4492E-05	2.79914E-05	6.80743E-05	3.63557E-05	0.000195385	3.76502E-05	2.7975E-05	3.5507E-05
<u>1_HERDEZ_*</u>	3.0667E-05	5.54347E-05	4.47577E-05	2.86716E-05	3.3012E-05	0.000222837	2.6487E-05	2.8612E-05
<u>1_KOF_L</u>	5.5539E-05	2.77909E-05	8.77566E-05	6.99161E-05	3.07506E-05	3.32054E-05	0.00017775	6.1685E-05
<u>1_LALA_B</u>	6.149E-05	1.38309E-05	8.26057E-05	3.01899E-05	3.45758E-05	3.1776E-05	5.4646E-05	0.00020065

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Para el cálculo de matriz de Varianza-Covarianza, en vez de utilizar la Covarianza, se usó el coeficiente de correlación para que la matriz tenga mayor poder explicativo, con fines de poder estimar mejor la volatilidad del portafolio.

La matriz de Varianza-Covarianza indica que las acciones que serían más riesgosas de nuestra muestra serían 1_BIMBO_A, 1_HERDEZ_* y 1_LALA_B, las demás acciones presentan niveles significativos de riesgo.

Después de obtener la matriz de Varianza-Covarianza, se crea un nuevo renglón y una nueva columna para utilizar la función Lagrangeana para estimar los pesos óptimos del portafolio de inversión véase tabla 15.

Tabla 15. Matriz Varianza-Covarianza con la función lagrangeana

	<u>1_AC_*</u>	<u>1_BACHOCO_B</u>	<u>1_BIMBO_A</u>	<u>1_FEMSA_UB</u>	<u>1_GRUMA_B</u>	<u>1_HERDEZ_*</u>	<u>1_KOF_L</u>	<u>1_LALA_B</u>	λ
<u>1_AC_*</u>	0.0001872	2.95974E-05	0.000125533	4.45554E-05	3.59993E-05	3.65044E-05	5.2734E-05	6.5906E-05	1
<u>1_BACHOCO_B</u>	2.8513E-05	0.00019432	3.6929E-05	2.53803E-05	2.81448E-05	6.35699E-05	2.5421E-05	1.4281E-05	1
<u>1_BIMBO_A</u>	8.9706E-05	2.7393E-05	0.000261967	3.96908E-05	5.07724E-05	3.80723E-05	5.9544E-05	6.3269E-05	1
<u>1_FEMSA_UB</u>	5.6454E-05	3.33809E-05	7.03751E-05	0.000147746	4.80781E-05	4.32437E-05	8.4114E-05	4.0999E-05	1
<u>1_GRUMA_B</u>	3.4492E-05	2.79914E-05	6.80743E-05	3.63557E-05	0.000195385	3.76502E-05	2.7975E-05	3.5507E-05	1
<u>1_HERDEZ_*</u>	3.0667E-05	5.54347E-05	4.47577E-05	2.86716E-05	3.3012E-05	0.000222837	2.6487E-05	2.8612E-05	1
<u>1_KOF_L</u>	5.5539E-05	2.77909E-05	8.77566E-05	6.99161E-05	3.07506E-05	3.32054E-05	0.00017775	6.1685E-05	1
<u>1_LALA_B</u>	6.149E-05	1.38309E-05	8.26057E-05	3.01899E-05	3.45758E-05	3.1776E-05	5.4646E-05	0.00020065	1
λ	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Después de agregar el renglón y la columna, se procede a calcular la inversa de la matriz de Varianza-Covarianza, para poder realizar los cálculos posteriores véase tabla 16.

Tabla 16. Matriz Varianza-Covarianza con la función lagrangeana inversa

	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B	λ
1_AC_*	7371.22902	-671.3348989	-2648.883153	-1324.998078	-323.4702697	-388.4232638	-555.191281	-1458.92808	0.095269113
1_BACHOCO_B	-767.619685	5212.946565	4.631111361	-1026.426647	-869.29135	-1714.797005	-597.796502	-241.646487	0.183223029
1_BIMBO_A	-2073.0377	-285.9495955	5570.546036	-299.9707523	-886.1367278	-311.4823118	-946.377492	-767.591459	0.053329892
1_FEMSA_UB	-1507.20189	-854.6876928	-90.73242866	9061.208905	-1594.288552	-889.9278173	-3882.24899	-242.121539	0.115905737
1_GRUMA_B	-421.231599	-873.2333078	-846.2996784	-1542.977701	5383.679386	-736.8902779	-130.007277	-833.039545	0.162129968
1_HERDEZ_*	-486.745647	-1638.144148	-135.2542375	-935.71995	-766.737779	4899.700504	-307.191143	-629.907599	0.134768626
1_KOF_L	-647.691984	-633.2786369	-1150.8483	-3445.019808	-119.6095763	-268.9838143	7845.6102	-1580.17808	0.110829685
1_LALA_B	-1467.70052	-256.3182857	-703.1593498	-486.095968	-824.1451316	-589.1960138	-1426.79752	5753.41279	0.144543951
λ	0.13401809	0.186886443	-0.057069264	0.215764416	0.163360682	0.102902491	0.10959689	0.14454025	-6.12434E-05

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Una vez calculada la matriz inversa de la matriz de Varianza-Covarianza, se procede a realizar una multiplicación de matrices con la matriz que iguala cada renglón de la matriz véase tabla 17.

La matriz que se va a multiplicar con la matriz de Varianza-Covarianza que iguala cada renglón es la matriz de soluciones:

Tabla 17. Matriz de soluciones

?
0
0
0
0
0
0
0
0
0
1

Fuente: Elaboración propia con base a Lasa (2005)

El número de renglones de la matriz de soluciones deberá ser igual al número de columnas de la matriz de Varianza-Covarianza para poder realizar la multiplicación matricial.

El matriz de Varianza-Covarianza es de 9x9, tienen nueve renglones y nueve columnas, la matriz de soluciones es de 9x1, tiene nueve renglones y una columna. Al multiplicar las matrices se genera una matriz de 9x1.

La multiplicación de las dos matrices genera como resultado los pesos óptimos estimados que debería tener nuestro portafolio de inversión, estos pesos óptimos consideran la

volatilidad de los instrumentos disponibles y sus respectivos grados de correlación (Lasa, 2005, p .17).

Los pesos óptimos que propone el modelo de Markowitz para la muestra seleccionada del sector de alimentos y bebidas véase tabla 18, busca diversificar el portafolio considerando como primer criterio de selección la volatilidad de los instrumentos de cada acción y el grado de correlación que tiene cada acción.¹⁰

Tabla 18. Matriz de pesos óptimos

Acciones	PESO MARKOWITZ
1_AC_*	10%
1_BACHOCO_B	18%
1_BIMBO_A	5%
1_FEMSA_UBD	12%
1_GRUMA_B	16%
1_HERDEZ_*	13%
1_KOF_L	11%
1_LALA_B	14%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

La mayor exposición del portafolio de inversión es a los movimientos que pudiera presentar el precio de las acciones de 1_BACHOCO_B que tiene un peso de 18%, 1_GRUMA_B que tiene un peso del 16% y 1_LALA_B que tiene un peso de 14%. La suma de los pesos de estas tres acciones del portafolio es de 48%.

De las ocho acciones disponibles de la muestra del sector de alimentos, las tres acciones más representativas del portafolio de inversión concentran un 48% del activo del portafolio, las cinco acciones restantes representan el 52% del activo del portafolio de inversión.

Comparación de los portafolios

Se revisaron las diferentes metodologías para la selección de acciones para poder conformar un portafolio de inversión, la primera que se uso fue la metodología de *stock picking* y la segunda la metodología de Markowitz.

¹⁰ Se recomienda ver el anexo 1 donde se ilustra cómo se determina los pesos óptimos para el portafolio.

Ambas metodologías tienen el fin de dar una opción al inversionista para poder conformar el portafolio de inversión, los criterios de selección de las acciones son distintos en cada modelo.

El modelo de *stock picking* usa principalmente la información contable de las empresas y sus perspectivas de crecimiento en el futuro para poder asignarle un precio objetivo, el modelo de Markowitz usa la información estadística que se genera con los movimientos diarios de los precios de las acciones.

Con el modelo de *stock picking* el portafolio de inversión sólo tendrá cuatro acciones, mientras que en el modelo de Markowitz se invertirá en las 8 disponibles véase tabla 19.

Tabla 19. Portafolios de inversión

Acciones	PESO STOCK PICKING	PESO MARKOWITZ
1_AC_*	25%	10%
1_BACHOCO_B	25%	18%
1_BIMBO_A	0%	5%
1_FEMSA_UBD	25%	12%
1_GRUMA_B	0%	16%
1_HERDEZ_*	25%	13%
1_KOF_L	0%	11%
1_LALA_B	0%	14%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017) y Reuters (2017)

El modelo de *stock picking* no considera que la mejor decisión del inversionista sería la diversificación del portafolio, busca concentrar sus inversiones en aquellas acciones que considera que van a tener un buen desempeño en el futuro.

El modelo de Markowitz busca protegerse de los rendimientos futuros que pudiera tener el portafolio de inversión a través de la diversificación, realizando esta acción el inversionista puede presentar plusvalías y minusvalías en las acciones que conforman el portafolio, tratando que el neteo de las posiciones sea positivo debido a la diversificación del portafolio.

Conclusión

En el modelo de *stock picking* se buscó escoger aquellas acciones que se considera que podrán tener un crecimiento positivo en el futuro seleccionando 4 acciones de las 8 disponibles, el modelo de Markowitz se buscó diversificar el portafolio en función de la volatilidad de los rendimientos de los precios de las acciones para no estar sobre expuesto a ciertas posiciones en las acciones invirtiendo en las 8 acciones disponibles.

Capítulo 5 Desempeño de los portafolios

Se conformaron dos portafolios de inversión con las diferentes metodologías revisadas, con los portafolios conformados se compara el desempeño de cada portafolio de inversión, primero se revisa como fue el desempeño individual de cada portafolio de inversión, segundo se compara los desempeños de los dos portafolios de inversión y para finalizar se compara cada portafolio de inversión contra el desempeño de un índice del sector de alimentos y bebidas.

Desempeño individual de los portafolios de inversión

Para medir el desempeño que presentaron los dos portafolios de inversión, se debe valorar cada portafolio y sus respectivas posiciones. El ejercicio considera que los inversionistas no realizaron compras y ventas de los instrumentos seleccionados al inicio de su inversión.

Los inversionistas mantienen durante el año toda su posición inicial, esta posición inicial va a ser comparada cuando finalice el año, esta comparación ayuda a determinar cuál fue el desempeño de cada portafolio de inversión acorde a su estrategia y modelo de inversión. La inversión inicial de los portafolios de inversión será con los precios del cierre de 30/12/16 véase tabla 20.

Tabla 20. Posición inicial de los portafolios de inversión

Acciones	PESO STOCK PICKING	PESO MARKOWITZ	Precio mercado 30/12/16
1_AC_*	25%	10%	108.07
1_BACHOCO_B	25%	18%	84.75
1_BIMBO_A	0%	5%	47.01
1_FEMSA_UBD	25%	12%	157.67
1_GRUMA_B	0%	16%	263.1
1_HERDEZ_*	25%	13%	37.66
1_KOF_L	0%	11%	131.37
1_LALA_B	0%	14%	30.21

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Desempeño individual *stock picking*

El desempeño individual del portafolio de inversión con la metodología de *stock picking* véase tabla 21, sólo una de ellas tuvo un rendimiento negativo, las demás acciones presentaron un desempeño favorable en el transcurso del año.

Tabla 21. Rendimiento individual *stock picking*

Acciones	PESO STOCK PICKING	Precio mercado 30/12/16	Precio mercado 31/12/17	Rendimiento
1_AC_*	25%	108.07	135.93	25.78%
1_BACHOCO_B	25%	84.75	93.62	10.47%
1_BIMBO_A	0%	47.01	43.51	-7.45%
1_FEMSA_UBD	25%	157.67	152	-3.60%
1_GRUMA_B	0%	263.1	249.93	-5.01%
1_HERDEZ_*	25%	37.66	45.68	21.30%
1_KOF_L	0%	131.37	136.95	4.25%
1_LALA_B	0%	30.21	27.61	-8.61%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

El portafolio de inversión su rendimiento al realizar la suma producto de los pesos de cada acción con su respectivo rendimiento da un rendimiento de 13.49% del portafolio *stock picking*.

Las acciones que más aportaron al rendimiento del portafolio *stock picking* son 1_AC_* que obtuvo un rendimiento en el año de 25.78% y la acción 1_HERDEZ_* que obtuvo un rendimiento en el año de 21.30%, mientras que la acción que menos aportó al rendimiento del portafolio fue 1_FEMSA_UBD que aportó el -3.60% de rendimiento.

Con la metodología de *stock picking* para este año, el modelo seleccionó las dos acciones que tuvieron mejor desempeño en el año y la tercera acción que obtuvo un desempeño negativo menor.

Desempeño individual Markowitz

El desempeño individual del portafolio de inversión con la metodología de Markowitz véase tabla 22, muestra un portafolio de inversión diversificado en las ocho acciones disponibles en el sector de alimentos y bebidas, en la mayoría de las acciones su

participación supera el 10% a excepción de la acción 1_BIMBO_A que tiene un peso en el portafolio de 5%.

Tabla 22. Rendimiento individual Markowitz

Acciones	PESO MARKOWITZ	Precio mercado 30/12/16	Precio mercado 31/12/17	Rendimiento
1_AC_*	10%	108.07	135.93	25.78%
1_BACHOCO_B	18%	84.75	93.62	10.47%
1_BIMBO_A	5%	47.01	43.51	-7.45%
1_FEMSA_UBD	12%	157.67	152	-3.60%
1_GRUMA_B	16%	263.1	249.93	-5.01%
1_HERDEZ_*	13%	37.66	45.68	21.30%
1_KOF_L	11%	131.37	136.95	4.25%
1_LALA_B	14%	30.21	27.61	-8.61%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

Las tres acciones con mayor peso que se tiene en el portafolio son 1_BACHOCO_B con un 18% y un rendimiento de 10.47%, después 1_GRUMA_B con un 16% y un rendimiento de -5.01% y 1_LALA_B con un 14% y un rendimiento de -8.61%. De las tres acciones más importantes del portafolio solo una tuvo un rendimiento positivo.

El portafolio de inversión que se conformó presenta un rendimiento del 4.84% al realizar la suma producto de los pesos de cada acción con su respectivo rendimiento.

Con la metodología de Markowitz se diversificó el portafolio de inversión en las 8 acciones disponibles del sector de alimentos, al diversificarse el portafolio estuvo expuesto a los rendimientos que obtuvo cada acción. En la muestra de las acciones del sector de alimentos y bebidas, de las 8 acciones cuatro tuvieron rendimientos positivos y las otras cuatro tuvieron rendimientos negativos.

Rendimiento *stock picking* y rendimiento Markowitz

Los dos portafolios que se formaron aplicando distintas metodologías, tuvieron su preferencia en la selección de acciones y la asignación de los pesos que representaría cada acción en la conformación de su portafolio.

El modelo de *stock picking* seleccionó cuatro acciones asignándoles el mismo peso en el portafolio de inversión para invertir, mientras que el modelo de Markowitz se encargó en diversificar los pesos en las acciones disponibles del sector de alimentos véase tabla 23.

Tabla 23. Comparación *stock picking* y Markowitz

Acciones	PESO STOCK PICKING	PESO MARKOWITZ	Precio mercado 30/12/16	Precio mercado 31/12/17	Rendimiento
1_AC_*	25%	10%	108.07	135.93	25.78%
1_BACHOCO_B	25%	18%	84.75	93.62	10.47%
1_BIMBO_A	0%	5%	47.01	43.51	-7.45%
1_FEMSA_UBD	25%	12%	157.67	152	-3.60%
1_GRUMA_B	0%	16%	263.1	249.93	-5.01%
1_HERDEZ_*	25%	13%	37.66	45.68	21.30%
1_KOF_L	0%	11%	131.37	136.95	4.25%
1_LALA_B	0%	14%	30.21	27.61	-8.61%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

El rendimiento del portafolio con la metodología de *stock picking* fue de 13.49% y el rendimiento del portafolio con la metodología de Markowitz fue de 4.84%, el rendimiento del portafolio de *stock picking* superó el rendimiento del portafolio con la metodología de Markowitz en un 8.64% más de rendimiento.

La ventaja que tuvo el modelo de *stock picking* contra el modelo de Markowitz fue que se enfoque en la compra de cuatro acciones que acorde a sus criterios serían las que podrían darle un mayor rendimiento en el futuro, de las cuatro acciones que escogió dos de ellas fueron las que tuvieron mayor rendimiento en el periodo y sólo una tuvo un desempeño negativo.

Mientras que el modelo de Markowitz en la búsqueda de la diversificación del portafolio, su rendimiento se vio castigado al tener que asignarle distintos pesos a cada acción del sector de alimentos.

Rendimiento del índice del sector de alimentos y bebidas y rendimiento de los portafolios

Dicho índice midió la evolución del nivel de capitalización de las ocho empresas de la muestra del sector de alimentos y bebidas, el nivel de capitalización se calcula multiplicando el precio de mercado de cada acción por el número de acciones disponibles

en el mercado, se analiza la evolución que tuvo el índice al inicio de los portafolios de inversión y al final del periodo de inversión véase tabla 24.

Tabla 24. Índice del sector de alimentos y bebidas

Fecha	ÍNDICE
30/12/2016	100
31/12/2017	114.04

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

Tomando como base la misma fecha con la que se inició la inversión de los distintos portafolios de inversión y la misma fecha de fin de la inversión, el rendimiento del índice fue de 14.04% véase tabla 25.

Tabla 25. Comparación de rendimientos contra el índice de alimentos y bebidas

Portafolio	Rendimiento
Portafolio Markowitz	4.84%
Portafolio stock picking	13.49%
Índice de alimentos	14.04%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

Al comparar el índice contra los portafolios de inversión, se observa que el rendimiento del índice es superior que a los dos portafolios de inversión, contra el portafolio de *stock picking* el mercado fue superior en 0.55%, mientras que el desempeño del portafolio de Markowitz contra el índice sería un exceso de 9.2%.

Bolsa Mexicana de Valores

La Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es una entidad financiera donde se efectúan y se registran las operaciones que hacen las casas de bolsa y los intermediarios bursátiles, en ese lugar los inversionistas compran y venden acciones e instrumentos de deuda que se operan en el mercado mexicano.

Índice de Precios y Cotizaciones

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) es el indicador de la evolución del mercado accionario mexicano en su conjunto, es el principal índice bursátil de la BMV está

representado por una muestra de las acciones más representativas del sector accionario, las acciones que componen el IPC pertenecen a diferentes sectores económicos.

A partir del IPC los inversionistas pueden realizar estudios y comparaciones, para evaluar el comportamiento de su portafolio de inversión contra la evolución del mercado accionario reflejado en el IPC.

Rendimiento del IPC y rendimiento de los portafolios

Para el mismo periodo de análisis este fue el desempeño del IPC véase tabla 26:

Tabla 26. Evolución del IPC

Fecha	IPC
30/12/2016	45,642.90
29/12/2017	49,354.42

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

El desempeño del mercado accionario mexicano para ese periodo de tiempo fue de un crecimiento del 8.13%, pero este rendimiento está compuesto por diversas acciones de diferentes sectores económicos del país.

Tabla 27. Comparación de rendimientos contra el IPC

Portafolio	Rendimiento
Portafolio Markowitz	4.84%
IPC	8.13%
Portafolio stock picking	13.49%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

Al comparar el IPC contra los portafolios de inversión véase tabla 27, se observa que el rendimiento del IPC es superior al portafolio de Markowitz, pero es menor cuando se comprara contra el portafolio de *stock picking*, contra el portafolio de *stock picking* el IPC fue superado por 5.36%, mientras que el desempeño del portafolio de Markowitz contra el IPC lo superó en 3.29%.

Al compararse el desempeño de los portafolios contra el mercado accionario mexicano, para el caso del *stock picking* la estrategia fue superior que el mercado, para el caso del portafolio de Markowitz la diferencia sería menor al compararse contra el IPC que cuando se compara contra el rendimiento del índice.

El IPC al ser una muestra de acciones representativas del mercado mexicano, no refleja la evolución de las empresas del sector de alimentos y bebidas, la comparación es útil para medir el desempeño que obtuvo el inversionista en el mercado accionario mexicano.

Conclusión

El desempeño del portafolio de inversión con la metodología de *stock picking* fue superior que el desempeño del portafolio con la metodología de Markowitz, el rendimiento del portafolio *stock picking* fue superior en 8.64%.

El modelo de Markowitz mostró un rendimiento menor que el portafolio *stock picking*, pero considera una mayor muestra de acciones en su portafolio, según la teoría disminuye el riesgo al aumentar la muestra.

El desempeño de los portafolios contra el índice mostró que ninguna estrategia de inversión fue útil para obtener un rendimiento mayor al índice, el índice obtuvo un rendimiento superior al portafolio de *stock picking* en un .55%, cuando los portafolios de inversión se compararon contra el IPC el portafolio de *stock picking* logro superar al IPC en 5.36%.

Ambas metodologías son útiles para la conformación de portafolios de inversión, para este ejercicio, el modelo de *stock picking* obtuvo mayor rendimiento que el modelo de Markowitz pero superó el rendimiento del índice.

Consideraciones finales

La presente investigación estableció el objetivo de revisar dos diferentes metodologías para la selección de acciones, los modelos fueron la base de la conformación de los portafolios de inversión.

Cada metodología tiene características y criterios para determinar qué acciones serán las más óptimas para la conformación del portafolio de inversión, los modelos buscaron obtener un rendimiento mayor al mercado en el periodo analizado.

El modelo de *stock picking* selecciona las acciones con base la información contable que presentan las empresas y sus perspectivas de crecimiento en el futuro presentado por los analistas, con esa información los analistas determinaban un precio objetivo, este precio es la referencia para determinar el potencial de crecimiento de una acción a determinado periodo de inversión, con los precios objetivos se analizó la muestra de las acciones para la conformación del portafolio de inversión, aquellas acciones que superaron el rendimiento promedio de la muestra, formaron parte del portafolio de inversión, las acciones seleccionadas tuvieron el mismo peso en el portafolio.

El modelo de Markowitz selecciona las acciones en función de la información histórica de los rendimientos de los precios de la muestra de las acciones, el modelo buscó diversificar el portafolio de inversión en función de la volatilidad que presenta cada acción y su coeficiente de correlación dentro del portafolio de inversión.

El primer modelo de selección utilizó menos herramientas estadísticas y probabilísticas para la conformación del portafolio de inversión, el segundo modelo independientemente de analizar el entorno económico que afecta a la muestra de las acciones, su criterio de selección es la información que le proporciona las series de los rendimientos históricos.

Los portafolios de inversión que se conformaron para el estudio, utilizaron una muestra de acciones pertenecientes al sector de alimentos y bebidas, las dos metodologías mostraron que los pesos y las acciones que se escogieron en cada metodología varían demasiado, el modelo de *stock picking* seleccionó menos acciones a comparación del modelo de Markowitz véase tabla 28.

Tabla 28. Diferencias de los modelos

	Stock picking	Markowitz
Criterio de selección	Información contable y expectativas futuras	Estadística y probabilidad
Acciones	4	8
Diversificación	Baja	Alta
Rendimiento	13.49%	4.84%
Periodo de inversión	1 año	1 año

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2018)

Para el periodo analizado el portafolio de *stock picking* tuvo el mejor desempeño a un año, con un rendimiento de 13.49% superando en 8.64% al rendimiento del portafolio propuesto por Markowitz, el portafolio de *stock picking* es más agresivo que el modelo de Markowitz debido a la concentración que presenta en las acciones, el modelo de *stock picking* sugiere que para lograr un mayor rendimiento, es mejor concentrarse en aquellas acciones que tienen mayor posibilidad de rendimiento, mientras que el modelo de Markowitz al querer minimizar el riesgo prefiere estar diversificado en varias acciones, así puede mitigar las pérdidas que se podrían presentar en caso de tener una situación desfavorable en el portafolio.

Al compararse los portafolios contra el índice de alimentos y bebidas propuesto, se observó que ninguno logró obtener un rendimiento mayor al índice que tuvo un rendimiento de 14.04%, mostrando que ninguna estrategia propuesta para este ejercicio logro obtener un rendimiento mayor al sector de alimentos y bebidas.

La evolución del mercado accionario mexicano para el mismo periodo de análisis usando la evolución del IPC, se observó que el IPC tuvo un rendimiento de 8.13%, sólo el portafolio del modelo *stock picking* logró tener un desempeño mejor que el IPC, mientras que el portafolio de Markowitz continúa por debajo del rendimiento del IPC.

Ambos portafolios cumplieron el objetivo de la conformación de un portafolio de inversión, pero el modelo de *stock picking* demostró que fue más eficiente que el modelo de Markowitz para este ejercicio. Sin embargo, el modelo de *stock picking* no logro obtener un rendimiento superior al índice del sector de alimentos y bebidas, para este ejercicio la estrategia propuesta por el modelo no es suficiente para superar el rendimiento del

mercado. Para los inversionistas es recomendable tener una estrategia de inversión que les permita darles herramientas para una mejor toma de decisión al momento de realizar una inversión.

Si el perfil del inversionista es más arriesgado, se recomienda el modelo de *stock picking*, en caso de que el inversionista sea más adverso al riesgo el modelo de Markowitz puede ser de utilidad al momento de querer evitar concentraciones en acciones y optar por una diversificación.

La toma de decisión de una inversión es un proceso subjetivo, no depende de reglas o modelos, principalmente está motivado por el deseo y los conocimientos de los inversionistas y la psicología del inversionista son factores importantes en la conformación de un portafolio de inversión.

Si el objetivo del inversionista es la búsqueda de obtener un rendimiento mayor al mercado, el modelo de *stock picking* es de utilidad para lograrlo, su perfil agresivo de inversión y su forma de selección permitió estar por debajo del rendimiento del índice de alimentos y bebidas en 0.55%. A pesar de que no logró superar el rendimiento del mercado, el ejercicio *stock picking* mostró ser una herramienta útil en la selección de acciones y obtener un rendimiento mayor al ejercicio de Markowitz.

Anexo 1 Estimación de pesos Markowitz

Para obtener los pesos óptimos del portafolio de inversión, primero se debe obtener la serie de los precios diarios de la muestra de las acciones del sector de alimentos y bebidas, en la tabla A1 se muestran algunos precios usados en el análisis.

Tabla A1. Precios de las acciones

FECHA	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UBD	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
31/12/2015	104.68	70.14	45.95	161.63	241.75	44.77	123.9	40.07
04/01/2016	102.09	70.2	45.02	157.62	236.43	44.74	120.29	39.9
05/01/2016	101.12	69.45	45.77	157.8	233.1	44.38	118.82	40.15
06/01/2016	102.5	68.7	45.97	156.37	243.38	43.87	120.32	40.16
07/01/2016	101.16	67.72	46.18	155.14	243.66	44.22	120.2	39.32

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Una vez obtenida la serie de los precios de cada acción, es necesario calcular el rendimiento diario de cada acción usando la ecuación 6. Se debe calcular la variación porcentual diaria de cada acción, en la tabla A2 se muestran algunos rendimientos usados en el análisis.

Tabla A2. Rendimientos diarios de las acciones

FECHA	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UBD	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
04/01/2016	-0.024742	0.000855	-0.020239	-0.02481	-0.022006	-0.00067	-0.029136	-0.004243
05/01/2016	-0.009501	-0.010684	0.016659	0.001142	-0.014085	-0.008046	-0.01222	0.006266
06/01/2016	0.013647	-0.010799	0.00437	-0.009062	0.044101	-0.011492	0.012624	0.000249
07/01/2016	-0.013073	-0.014265	0.004568	-0.007866	0.00115	0.007978	-0.000997	-0.020916
08/01/2016	-0.00089	0.010189	0.008229	-0.016308	0.011122	0.010403	-0.012729	0.009664

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Con la serie de los rendimientos de las 252 observaciones, se debe calcular la volatilidad de cada acción, la cual se calcula con la ecuación 8, en la tabla A3 se muestra la volatilidad de las acciones.

Tabla A3. Volatilidad de las acciones

1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UBD	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
1.37%	1.39%	1.62%	1.22%	1.40%	1.49%	1.33%	1.42%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Con las volatilidades estimadas, se procede a elaborar la matriz de volatilidades, se pone la volatilidad de cada instrumento y en los demás espacios se rellena con ceros véase la tabla A4.

Tabla A4. Matriz de volatilidades

<i>Matriz de volatilidades</i>	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
1_AC_*	1.37%	0	0	0	0	0	0	0
1_BACHOCO_B	0	1.39%	0	0	0	0	0	0
1_BIMBO_A	0	0	1.62%	0	0	0	0	0
1_FEMSA_UB	0	0	0	1.22%	0	0	0	0
1_GRUMA_B	0	0	0	0	1.40%	0	0	0
1_HERDEZ_*	0	0	0	0	0	1.49%	0	0
1_KOF_L	0	0	0	0	0	0	1.33%	0
1_LALA_B	0	0	0	0	0	0	0	1.42%

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Se calculan los coeficientes de correlación de cada acción usando la ecuación 3, después se elabora la matriz de correlaciones véase la tabla A5.

Tabla A5. Matriz de coeficientes de correlación

<i>Coefficiente de correlación</i>	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
1_AC_*	1.00000	0.15231	0.47919	0.30157	0.18425	0.16382	0.29668	0.32847
1_BACHOCO_B	0.15231	1.00000	0.14097	0.17178	0.14405	0.28528	0.14302	0.07118
1_BIMBO_A	0.47919	0.14097	1.00000	0.26864	0.25986	0.17085	0.33499	0.31533
1_FEMSA_UB	0.30157	0.17178	0.26864	1.00000	0.24607	0.19406	0.47322	0.20434
1_GRUMA_B	0.18425	0.14405	0.25986	0.24607	1.00000	0.16896	0.15738	0.17696
1_HERDEZ_*	0.16382	0.28528	0.17085	0.19406	0.16896	1.00000	0.14901	0.14260
1_KOF_L	0.29668	0.14302	0.33499	0.47322	0.15738	0.14901	1.00000	0.30743
1_LALA_B	0.32847	0.07118	0.31533	0.20434	0.17696	0.14260	0.30743	1.00000

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Con la matriz de volatilidades y la matriz de correlaciones se realiza una multiplicación de matrices, el resultado es la matriz de varianzas y covarianzas véase la tabla A6.

Tabla A6. Matriz de Varianza-Covarianza

	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B
1_AC_*	0.00019	0.00003	0.00013	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00007
1_BACHOCO_B	0.00003	0.00019	0.00004	0.00003	0.00003	0.00006	0.00003	0.00001
1_BIMBO_A	0.00009	0.00003	0.00026	0.00004	0.00005	0.00004	0.00006	0.00006
1_FEMSA_UB	0.00006	0.00003	0.00007	0.00015	0.00005	0.00004	0.00008	0.00004
1_GRUMA_B	0.00003	0.00003	0.00007	0.00004	0.00020	0.00004	0.00003	0.00004
1_HERDEZ_*	0.00003	0.00006	0.00004	0.00003	0.00003	0.00022	0.00003	0.00003
1_KOF_L	0.00006	0.00003	0.00009	0.00007	0.00003	0.00003	0.00018	0.00006
1_LALA_B	0.00006	0.00001	0.00008	0.00003	0.00003	0.00003	0.00005	0.00020

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

A la matriz de varianzas y covarianzas se le agrega otro renglón y otra columna, que representa el sistema de ecuaciones del portafolio para determinar los pesos óptimos véase en la tabla A7.

Tabla A7. Matriz Varianza-Covarianza con la función lagrangeana

	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B	λ
1_AC_*	0.00019	0.00003	0.00013	0.00004	0.00004	0.00004	0.00005	0.00007	1
1_BACHOCO_B	0.00003	0.00019	0.00004	0.00003	0.00003	0.00006	0.00003	0.00001	1
1_BIMBO_A	0.00009	0.00003	0.00026	0.00004	0.00005	0.00004	0.00006	0.00006	1
1_FEMSA_UB	0.00006	0.00003	0.00007	0.00015	0.00005	0.00004	0.00008	0.00004	1
1_GRUMA_B	0.00003	0.00003	0.00007	0.00004	0.00020	0.00004	0.00003	0.00004	1
1_HERDEZ_*	0.00003	0.00006	0.00004	0.00003	0.00003	0.00022	0.00003	0.00003	1
1_KOF_L	0.00006	0.00003	0.00009	0.00007	0.00003	0.00003	0.00018	0.00006	1
1_LALA_B	0.00006	0.00001	0.00008	0.00003	0.00003	0.00003	0.00005	0.00020	1
λ	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Con la matriz de la tabla A7, se procede a calcular su matriz inversa para obtener la matriz de la tabla A8.

Tabla A8. Matriz Varianza-Covarianza con la función lagrangeana inversa

	1_AC_*	1_BACHOCO_B	1_BIMBO_A	1_FEMSA_UB	1_GRUMA_B	1_HERDEZ_*	1_KOF_L	1_LALA_B	λ
1_AC_*	7371.229	-671.3348989	-2648.883153	-1324.998078	-323.47027	-388.4232638	-555.19128	-1458.9281	0.1
1_BACHOCO_B	-767.6197	5212.946565	4.631111361	-1026.426647	-869.29135	-1714.797005	-597.7965	-241.64649	0.18
1_BIMBO_A	-2073.038	-285.9495955	5570.546036	-299.9707523	-886.136728	-311.4823118	-946.37749	-767.59146	0.05
1_FEMSA_UB	-1507.202	-854.6876928	-90.73242866	9061.208905	-1594.28855	-889.9278173	-3882.249	-242.12154	0.12
1_GRUMA_B	-421.2316	-873.2333078	-846.2996784	-1542.977701	5383.679386	-736.8902779	-130.00728	-833.03954	0.16
1_HERDEZ_*	-486.7456	-1638.144148	-135.2542375	-935.71995	-766.737779	4899.700504	-307.19114	-629.9076	0.13
1_KOF_L	-647.692	-633.2786369	-1150.8483	-3445.019808	-119.609576	-268.9838143	7845.6102	-1580.1781	0.11
1_LALA_B	-1467.701	-256.3182857	-703.1593498	-486.095968	-824.145132	-589.1960138	-1426.7975	5753.4128	0.14
λ	0.134018	0.186886	-	0.057069	0.215764	0.163361	0.102902	0.144540	- 0

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Después de obtener la matriz inversa de la tabla A8, se procede a generar la matriz de soluciones véase la tabla A9.

Tabla A9. Matriz de soluciones

<u>?</u>
0
0
0
0
0
0
0
0
0
<u>1</u>

Fuente: Elaboración propia con base a (Lasa 2005)

Con la matriz inversa de la tabla A8 y la matriz de soluciones de la tabla A9, se realiza una multiplicación de matrices como la ecuación 20, obteniendo los pesos óptimos del ejercicio para el portafolio propuesto véase la tabla A10.

Tabla A10. Matriz de pesos óptimos

<u>ACCIONES</u>	<u>W</u>
1_AC_*	10%
1_BACHOCO_B	18%
1_BIMBO_A	5%
1_FEMSA_UB	12%
1_GRUMA_B	16%
1_HERDEZ_*	13%
1_KOF_L	11%
1_LALA_B	14%
<u>λ</u>	<u>0%</u>

Fuente: Elaboración propia con base a Valmer (2017)

Bibliografía

- Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T. y Hano. (2008). *Estadística para administración y economía*. Australia México: Cengage Learning.
- Arismendi, J. (2013). *Portafolios de Inversión Óptimos Modelos y Algoritmos*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Berk, J. y DeMarzo, P. (2008). *Finanzas corporativas*. México: Pearson.
- Bodie, Z., Kane, A. y Marcus, A. (2014). *Investments*. New York: McGraw-Hill Education.
- Duan, Y., Hu, G., y McLean, R. (2009). When Is *Stock picking* Likely to Be Successful? Evidence from Mutual Funds. *Financial Analysts Journal*, 65(2), 55-66.
- Edward O. Thorp y Sheen T. Kassouf. (1967). *Beat the market: A Scientific Stock Market System*. NJ: Random House.
- Elkouby. y Mace, J. (1992). *Stock market behaviour: what do we know about the behaviour of stock prices today?: a review of the concept of rationality in the stock market*. Carnforth: Mace Computer Services.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2): 383-417.
- FAO (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.
- Graham, B. y Dodd, D. (2005). *Security analysis: principles and technique*. New York: McGraw-Hill.
- Holden, C. (2009). *Excel modeling and estimation in corporate finance*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Kolb, R. (1998). *Inversiones*. México: Limusa.
- Krantz, M. (2010). *Fundamental analysis for dummies*. Hoboken, N.J: Wiley Pub.
- Lara, A. (2005). *Medición y control de riesgos financieros*. Mexico: Limusa.
- Lasa, J. (2005). Construcción de una “frontera eficiente” de activos financieros en México. *Denarius Revista de Economía y Administración*, 10, 131-154.

- Lind, D., Marchal, W., Wathen, S., Ruiz, R., Díaz, O. y Mason, R. (2015). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México, D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Lucas, R. (1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of Economic Theory* 4 (2): 103-124.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1): 77 – 91.
- Martínez, F. (2006). *Riesgos financieros y económicos: productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. México: Thomson.
- Mata, A. (2013). *Estadística aplicada a administración y a la economía*. México: McGraw-Hill.
- Metrick, A. (1999). Performance Evaluation with Transactions Data: The Stock Selection of Investment Newsletters. *The Journal of Finance*, 54(5), 1743-1775.
- Minsky, P. (1992). The Financial Instability Hypothesis. *The Jerome Levy Economics Institute Working Paper No. 74*.
- Moskowitz, T. (2000). Mutual Fund Performance: An Empirical Decomposition into Stock-Picking Talent, Style, Transactions Costs, and Expenses: Discussion. *The Journal of Finance*, 55(4), 1695-1703.
- Murphy, D. (2008). *Understanding risk: the theory and practice of financial risk management*. Boca Raton: Chapman y Hall/CRC.
- PROMEXICO (2017). *Diagnóstico sectorial, alimentos procesados*.
- PROMEXICO (2018). *La industria de alimentos procesados en México*.
- Rockefeller, B. (2011). *Technical analysis for dummies*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Schadler, F. y Eakins, S. (2001). Merrill Lynch's Focus Stock Picks: A Test of Analysts' Stock picking Ability. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 40(2), 17-30.
- Siegel, J. y Atmetlla, E. (2014). *Guía para invertir a largo plazo: la guía definitiva de estrategias que funcionan para ganar en bolsa*. Barcelona: Profit Editorial.
- Tyson, E. (2006). *Investing for dummies*. Hoboken, NJ: Wiley Pub.
- Wilmott, P. (2006). *Paul Wilmott on quantitative finance*. Chichester, England Hoboken, NJ: John Wiley y Sons.