



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CREACIÓN Y ANÁLISIS DE PORTAFOLIOS
DE INVERSIÓN CON PRODUCTOS
AGRÍCOLAS DEL CAMPO MEXICANO
MEDIANTE EL MÉTODO DE MARKOWITZ
(MEDIA-VARIANZA)**

TESIS

Que para obtener el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A

GUSTAVO ISAAC MÉNDEZ BRIONES

DIRECTOR DE TESIS

DR. WULFRANO GÓMEZ GALLARDO



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

**CREACIÓN Y ANÁLISIS DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN CON
PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL CAMPO MEXICANO MEDIANTE
EL MÉTODO DE MARKOWITZ (MEDIA-VARIANZA)**

A mis padres, Gustavo y Rosa, porque me enseñaron que a través del esfuerzo y la perseverancia puedo llegar tan lejos como me lo proponga, porque gracias a su formación soy lo que soy hoy en día. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por todo lo que han hecho por mi.

A mi hermana, Ilse, por ser la persona que más quiero en este mundo, porque sé que puedo contar contigo cuando lo necesite, porque sin importar dónde estemos sé que siempre estaremos juntos en las mejores y en las peores ocasiones. No hay palabras para expresar lo agradecido y orgulloso que estoy de ti.

A mis amigos, Víctor, Penélope, Ismael, David, Gustavo, Roxana, Valeria, Rodrigo y Diego, porque sin ustedes este camino no habría sido lo mismo, por todas las risas y aventuras que hemos pasado juntos, por los buenos y malos momentos, pero, sobre todo, por estar en mi vida.

Gracias.

Gustavo Méndez

ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>HIPÓTESIS</i>	2
<i>OBJETIVOS</i>	2
General	2
Específico.....	2
<i>PARTE 1 ASPECTOS GENERALES</i>	3
<i>1. ANTECEDENTES</i>	3
2.1 Breve historia del campo mexicano	3
2.2 Estado actual del campo mexicano	6
2.3 Retos en el campo mexicano	8
2.4 Estado actual del financiamiento para el campo	12
2.5 Literatura relacionada	14
2.6 Métodos alternativos de financiamiento.....	16
2.7 Alcances de la investigación.....	18
<i>3. MARCO TEÓRICO</i>	19
3.1 Fondeo colectivo.....	19
3.2 Microfinanzas	22
3.3 Emprendimiento social	23
3.4 Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.....	25
3.5 Holt Winters.....	27
3.6 Rendimiento y riesgo de un solo activo.....	28
3.7 Teoría de portafolios	30
3.8 Mercado de valores y mercado de productos agrícolas	33
3.9 Índices de Mercado.....	35
<i>PARTE 2 VIABILIDAD TÉCNICA DE LA PLATAFORMA</i>	37
<i>4. METODOLOGÍA</i>	37
4.1 Obtención de información y creación de base de datos	37
4.2 Análisis de precios (series de tiempo)	42
4.3 Cálculo de riesgos y rendimientos.....	44

4.4 Matriz de correlaciones.....	48
4.5 Creación de portafolios	48
4.6 Índice y frontera eficiente de una muestra representativa del mercado.....	52
5. RESULTADOS.....	54
5.1 Series de tiempo	54
5.2 Rendimientos y riesgos.....	56
5.3 Correlaciones	58
5.4 Creación de portafolios	59
PARTE 3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
6. CONCLUSIONES.....	64
8. BIBLIOGRAFÍA.....	67
9. ANEXOS.....	72
Anexo 1. Cálculo de crecimiento del campo desde 1998 hasta 2017	72
Anexo 2. Productos básicos estratégicos.....	72
Anexo 3 Lista completa de productos del SNIIM.....	73
Anexo 4. Empresas en el Índice de Precios y Cotizaciones.....	75
Anexo 5. Lista de productos seleccionados.....	76
Anexo 6. Software estadístico R	77

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de las primeras civilizaciones antiguas, la agricultura ha jugado un papel crucial en el progreso de la humanidad. Con ella surgió el sedentarismo, incrementó la población, aparecieron los primeros mercados y se desarrollaron la ciencia y la tecnología, lo que se traduce en generación de riqueza y desarrollo económico. (SIAP, S.F.).

En particular, en nuestro país, los inicios de la agricultura se remontan al surgimiento de las primeras civilizaciones mesoamericanas y fue un punto de inflexión para el desarrollo de culturas cada vez más avanzadas. En la época actual, Mazabel, Tamayo y Patiño (2014) identifican tres grandes épocas del campo mexicano; de 1944 a 1965 la denominan como “época del milagro agrícola mexicano” y se caracterizó por un crecimiento continuo y estable, de 1966 a 1981 aunque el campo continuó en crecimiento, éste fue menor a la época anterior y a partir de 1982 hasta la actualidad la agricultura se caracterizó por un avance muy lento debido a varias crisis y políticas, como la de 1994 y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, que afectaron directamente el desarrollo de esta actividad económica.

Hoy en día, los agricultores enfrentan diversos retos como lo son el bajo acceso a financiamiento, falta de políticas y programas gubernamentales que favorezcan su desarrollo, disputas territoriales, falta de organización, explotación, el cambio climático e inclusive el narcotráfico y la corrupción (Mazabel et al., 2014). Todo esto hace que el campo no se desarrolle a su máximo potencial, generando una gran cantidad de áreas de oportunidad que pueden ser aprovechadas.

Por otro lado, vivimos en una época en la que la tecnología está creciendo de manera exponencial. Esto permite actualizar modelos de negocio antiguos o generar nuevos modelos en los que, con la ayuda de estos avances tecnológicos se pueden reducir costos, eliminar intermediarios o simplificar procesos. Además, estos nuevos modelos facilitan la inclusión de un componente social, en los que, además de generar ganancias se puede contribuir a la sociedad más necesitada.

La presente investigación evalúa la posibilidad de invertir en productos del campo analizando la media y la varianza de los rendimientos asociados a dichos productos, así como la propuesta de portafolios de inversión que podrían ser ofrecidos en una plataforma web, en la cual, el público en general podría invertir en dichos productos. Se espera que este trabajo sea base para facilitar el financiamiento de pequeños y medianos agricultores. Lo que dará pie a la posibilidad de crear una comunidad en la que tanto inversionistas como agricultores se beneficien.

HIPÓTESIS

Se pueden construir portafolios de inversión formados por productos agrícolas y medir su rendimiento y desviación estándar.

OBJETIVOS

General

Demostrar la factibilidad de crear portafolios con productos del campo mexicano a través de la obtención de su media y su varianza mediante el método de Markowitz, analizar series de tiempo mediante el método de Holt Winters y demostrar que dichos portafolios pueden ser analizados como un producto financiero.

Específicos

- Generar una base de datos empleando información del SNIIM, específicamente datos de la Central de Abasto de la CDMX, limpiar y organizar la información y que sirva como base para el análisis propuesto.
- Filtrar series de tiempo mediante el método Holt Winters para extraer los errores y obtener la estacionalidad.
- Obtener el rendimiento y la desviación estándar de un producto agrícola para verificar la viabilidad técnica del mismo y extrapolarlo a varios.

PARTE 1 ASPECTOS GENERALES

1. ANTECEDENTES

En los últimos años, el campo mexicano se ha caracterizado por tener un crecimiento constante, aproximadamente de 7.92% anual desde 1998 hasta el 2017 (calculado con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, ver Anexo 1). Pero dichas ganancias muy rara vez se ven reflejadas en pequeños o medianos agricultores y menos aún en jornaleros de grandes empresas agrícolas.

En el sexenio del 2006 al 2012 los grandes productores agrícolas, aproximadamente el 20% del total de productores del país registrados en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, recibieron el 60% de los recursos otorgados por esta secretaría mientras que los productores pequeños y medianos únicamente recibieron el 40% de los subsidios. (Gallegos, 2018).

Como consecuencia del pobre acceso a fondos y créditos que tienen los pequeños y medianos agricultores, existe una gran desigualdad en el campo, lo que conlleva a que tengan que abandonar sus tierras y migrar a otros estados o países, dónde trabajan jornadas excesivas por sueldos miserables en condiciones inhumanas sin derecho a seguro social, pensión o vacaciones. (Gallegos, 2018). Adicional a esto, al no ser una actividad económica competitiva, el campo no es atractivo para inversionistas ya que, de 1,800 millones de pesos que fueron utilizados como créditos en el primer trimestre del 2010, únicamente el 2% fue utilizado para la industria agropecuaria. (Torres y Morales, 2011).

2.1 Breve historia del campo mexicano

Para entender mejor la situación en la que se encuentra actualmente la agricultura mexicana es necesario conocer su historia. Esto nos permitirá entender como se ha permitido que la principal actividad económica de nuestro país cayera en decadencia y llegara al estado de precariedad en el que se encuentra hoy en día. En el reporte *Historia de la Agricultura en*

México, Martínez (1983) identifica 4 principales periodos de la agricultura en nuestro país; antecedentes prehispánicos y españoles, del año 1900 a 1930, de 1930 a 1950 y por último de 1950 a 1980.

Martínez (1983) argumenta que la agricultura mexicana surge por primera vez en la región conocida como Mesoamérica con la domesticación del maíz. Además de la siembra de este fruto, las culturas mesoamericanas también sembraron frijol, chile y calabazas, lo que dio pie a la expansión de grandes civilizaciones prehispánicas como los mexicas, los toltecas y el imperio maya clásico. Su método principal de producción fue la utilización de chinampas, pedazos de tierra contruidos sobre cuerpos de agua utilizados para el cultivo de productos agrícolas.

Al llegar los españoles, en 1521, se encontraron con un sistema agrícola que no comprendían, lo que ocasionó que destruyeran gran parte del tipo de sembradíos mesoamericanos e impusieran métodos europeos de siembra siendo el principal aporte la introducción de animales para el arado y cosecha del campo. También en esta época surgieron las haciendas y con esto hubo un reacomodo político, social y geográfico de México. El indígena fue arrebatado de sus tierras y obligado a trabajar para hacendados, comúnmente en condiciones inhumanas. (Martínez, 1983).

La Independencia de México trajo consigo un reparto de tierras para los vencedores, pero no fue hasta la Revolución Mexicana cuando se vio un verdadero cambio en la agricultura del país. Campesinos a los que les quitaron sus tierras fueron los cimientos de los movimientos encabezados por Francisco Villa y Emiliano Zapata. El hacendado era gobernador y regente de grandes extensiones de tierra debido a la ausencia del gobierno en cuanto a políticas agrícolas. Los cambios más grandes se observaron en la manera de pensar, la estructura social, la ideología y los sistemas de gobierno. Sin embargo, el modelo de producción agrícola de Porfirio Díaz no fue afectado debido al incremento de la demanda de productos del campo por parte de Estados Unidos y su entrada a la Primera Guerra Mundial. (Martínez, 1983).

El periodo comprendido entre 1930 y 1950 vio tres grandes eventos que marcaron profundamente la agricultura mexicana. La crisis originada por el jueves negro en Estados Unidos afectó intensamente a las haciendas, problema del cual muchos hacendados no se pudieron recuperar, facilitando la intervención gubernamental en el campo después de estar ausente durante por lo menos 20 años. La Reforma Agraria trajo consigo una nueva repartición de tierras quitándole poder a los dueños de haciendas y logrando que el 40% de las tierras fueran controladas por el gobierno, paso que fue fundamental para la reestructuración del estado mexicano. (Martínez, 1983).

A partir de la intervención del estado en el campo, se crearon diferentes organismos encargados del desarrollo agrícola como el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, la Confederación Nacional Campesina en 1938, la Comisión Nacional de Irrigación en 1939, entre otros, lo que facilitó la modernización de la agricultura en el país, introduciendo el uso de sistemas de irrigación, el uso de fertilizantes y nueva tecnología. Esto, dio origen a lo que se conoció como el milagro mexicano, periodo que comprende de 1945 a 1965 en el que se registró un crecimiento constante del PIB. (Martínez, 1983).

Pero este periodo de abundancia también trajo una gran división al campo, por un lado, estaban los productores tecnificados, con grandes volúmenes de producción y exportaciones y por otro, la agricultura tradicional, la cual representaba el 80% de los productores totales del país y se caracterizaba por tener limitaciones y con el paso del tiempo quedó en el abandono. La agricultura tecnificada, también llamada pequeña propiedad, vio un gran crecimiento debido al acceso que tenía a créditos, tecnología y apoyo estatal. Los dueños de tierras de cultivo tradicional se denominaron ejidatarios. Al no estar controlados por el estado, se distanciaron entre ellos y surgieron luchas territoriales que culminaron en estilos de gobierno oligárquicos regionales y en el despojo de tierras de muchos campesinos, obligándolos a trabajar en espacios territoriales que antes eran suyos, pero ahora pertenecían a un ejidatario. Actualmente a estos campesinos se les conoce como jornaleros. (Martínez, 1983).

Más recientemente, se pueden identificar dos grandes momentos decisivos para lo que es el campo hoy en día. En 1992 la introducción de la Reforma Agraria impulsada por el expresidente Salinas de Gortari, la cual modificó el artículo 27 constitucional, separando al estado de la repartición de tierras y otorgando estas facultades a ejidatarios. (Warman, S.F.). En 1994 entró en vigor el TLCAN, tratado que favoreció el comercio entre México, Estados Unidos y Canadá. La firma de este acuerdo facilitó la exportación de productos mexicanos, como el aguacate, hacia los países de América del Norte. Pero también trajo consigo la importación de muchos productos como el maíz y el trigo, granos que eran ampliamente producidos en México y que por falta de competitividad contra productos extranjeros hoy en día experimentan una gran crisis. (Ávila, 2017).

2.2 Estado actual del campo mexicano

En la actualidad la agricultura sigue siendo una actividad fundamental dentro de la agenda económica del país. Según datos del INEGI la agricultura ha mantenido un aporte constante al PIB promediando un 1.9% anual desde 1998 (ver Anexo 1). Aunque no ha incrementado su participación en el Producto Interno Bruto del país porcentualmente, ha crecido constantemente año con año. Según el tabulado del *Sistema de Cuentas Nacionales de México Producto Interno Bruto Trimestral Año Base 2013 a precios corrientes*, de 2014 a 2015 el campo presentó un crecimiento de \$325,070.85 millones de pesos a \$349,999.20 millones de pesos lo que representa un incremento del 8%, de 2015 a 2016 pasó a \$419,826.85 millones, incrementando un 20% y de 2016 a 2017 aumentó a \$471,752.86 millones, resultando en un aumento del 12%. Si tomamos en cuenta la participación que tiene la agricultura en el PIB desde 1998, ésta promedia un crecimiento del 7.92% anual. (INEGI, 2018). Esto demuestra la importancia y el potencial que tiene el campo para el desarrollo económico y social de México. (Ver Figura 1)

En 2017, la SAGARPA publicó el documento *Planeación Agrícola Nacional 2017 – 2030* en el que identifican las principales tendencias que el campo ha seguido desde 2007 y se esperan que sigan por lo menos una década más. La modificación en los patrones de consumo, la nutrición y la salud son las principales tendencias observadas. Dentro de los

patrones de consumo se incluyen los cambios en los ingresos, cambios sociodemográficos y publicidad. Además, el documento menciona que la nutrición y la salud no son accesibles para toda la población mundial. Se estima que la producción de alimentos mundial es suficiente para combatir el hambre, sin embargo, esta comida no llega a dónde más se necesita.

Aportación de la agricultura al PIB a precios corrientes con año base en 2013

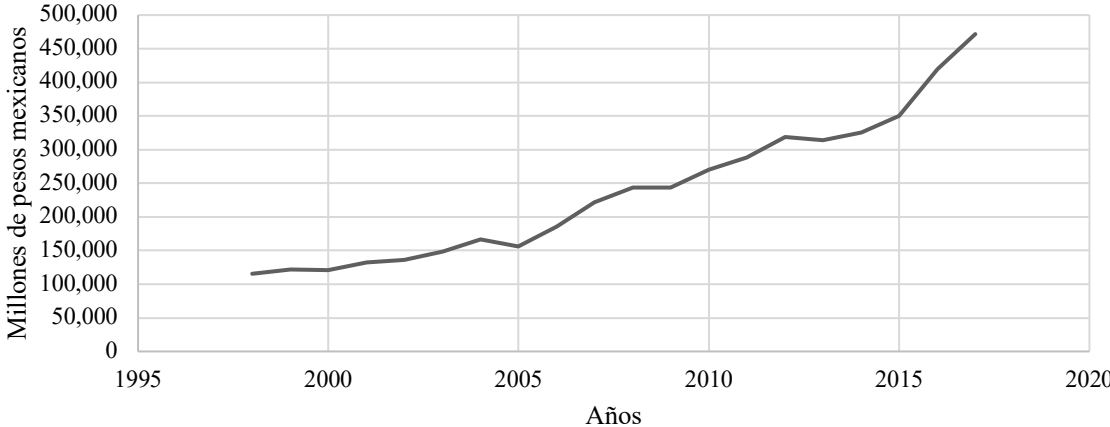


Figura 1: Aportación de la agricultura al PIB. Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Además de las tendencias mencionadas anteriormente, en el documento se identifican cambios estructurales y de empleo como otra tendencia ya que, debido a la rápida expansión de las ciudades, se ha disminuido la brecha entre comunidades rurales y urbanas lo que hace que los jóvenes busquen empleo en otras actividades ajenas al campo. Los cambios en los sistemas alimentarios desde la logística hasta los métodos de producción requieren una serie de cambios en la cadena de valor de la industria agroalimentaria ya que, las necesidades mundiales como una mayor necesidad de alimentos y el cambio climático exigen métodos más sustentables y rápidos de producción. Por último, el surgimiento de innovaciones y nuevas tecnologías como la agricultura de precisión, la biotecnología y modificaciones genéticas hacen que la agricultura esté avanzando a un ritmo sin precedentes. Estas tendencias pueden ser seguidas fácilmente por grandes productores, pero a medida que el tamaño de productor disminuye, comienza a existir una brecha considerable entre los mismos. (SAGARPA, 2017).

Adicional a las tendencias mencionadas con anterioridad, la agenda también establece una serie de acciones para mejorar el ecosistema agrícola mexicano entre los que se encuentran; desarrollar cultivos y zonas estratégicas para la producción, incrementar la producción sin aumentar la frontera agrícola, expandirse a mercados con mayor valor, fomentar la inversión pública – privada, incrementar el acceso al crédito, producir con un enfoque sustentable, potenciar el capital humano del país, integrar eficientemente las cadenas agrícolas, entre otros. Para esto se han identificado 38 cultivos estratégicos (ver Anexo 2) en los cuales se enfocarán estos esfuerzos. Para el año 2030 se tienen los objetivos de producir 174.5 millones de toneladas de alimentos más, incrementando el valor de esta producción 133.7 mil millones de pesos más a la producción actual teniendo un rendimiento anual del 2.01%. (SAGARPA, 2017).

Dentro del amplio mundo de la agricultura de hoy en día, el grupo más prominente y que más ayuda necesita de actores externos son los pequeños productores. Según la FUNDAR y la organización Subsidios al Campo en México, de los 4 millones 69 mil 938 productores, el 68% cuenta con menos de 5 hectáreas lo que los ubica como pequeños productores. Se espera que con el paso del tiempo este sector de productores siga creciendo con el tiempo ya que, desde 1930 a la fecha ha crecido más de 709%.

Estos pequeños productores se enfrentan a mucha corrupción, poca producción, falta de canales de venta, baja calidad de sus productos, entre otras cosas. Todos estos problemas pueden rastrearse a la falta de financiamiento especialmente diseñado para este sector. A pesar de las condiciones en las que están forzados a trabajar, este tipo de productores constituye el 39% de la producción total nacional. Además, son una fuente importante de empleo agrícola ya que únicamente los productores de menos de 5 hectáreas generan el 63.4% de los empleos relacionados con la agricultura. (FUNDAR, 2007).

2.3 Retos en el campo mexicano

Según Víctor Villalobos Arámbula (actual secretario de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) el campo mexicano se encuentra en el olvido. Menciona que el 80% del

territorio agrícola es de temporal, lo que hace que no sea productivo el año completo. Existe un gran atraso tecnológico ya que únicamente el 30% de los municipios del país tiene tractores y el otro 70% continúa arando con fuerza animal, lo que representa un atraso tecnológico importante.

Por otro lado, una de las principales razones de este abandono es la falta de competitividad de los productos mexicanos debido a la falta de apoyo por parte del gobierno, imposibilitando la obtención de créditos y financiamiento y la preferencia de consumir productos importados abaratados, volviéndonos un país importador a diferencia de los años 60 en los que fuimos un país exportador, afirma Blanca Aurora Rubio Vega del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.

En la investigación especial realizada por Zorayda Gallegos, se exponen ejemplos específicos de problemas que enfrentan día con día los trabajadores agrícolas. Gallegos menciona la creciente preocupación por la explotación laboral que sufren adultos de la tercera edad en Sonora. La trata de personas por parte de “enganchadores”, personas que se dedican a obligar a campesinos a trabajar en condiciones inhumanas en Jalisco. Las múltiples enfermedades y problemas de salud que tienen los campesinos en Sinaloa por trabajar entre plaguicidas. La discriminación que sufren las mujeres al trabajar en empresas agrícolas en Baja California. Y, por último, el despojo con el uso de fuerza de tierras donde originalmente vivían indígenas, dejándolos sin lugar para vivir ni tierras que trabajar para producir sus propios alimentos. (Gallegos, 2018).

Por otro lado, Gregorio Viramontes Pérez (secretario de la Unión Nacional Integradora de Organizaciones Solidarias y Economía Social) aceptó que, aunque existen programas para el financiamiento para el campo estos programas nunca llegaron a pequeños productores porque no alcanzaban el tamaño productivo para poder acceder a estos créditos. Los mayores afectados por este problema son los estados del sur del país, pero también son afectadas otras regiones productoras de México. La solución que él propone es la creación de sociedades cooperativas de ahorro y préstamo (SOCAPS) ya que al tener muchos

productores agrupados tendrían una mejor gestión de los recursos y podrían acceder a créditos no solo de gobierno sino también de banca privada.

A parte del reto que la falta de apoyos financieros por parte del gobierno representa para el campo, la SAGARPA en el documento *Planeación Agrícola Nacional 2017 - 2030*, menciona los siguientes retos a los que, tanto la agricultura mexicana como la agricultura mundial se enfrentan:

- Crecimiento demográfico. Se espera que seamos 9.7 mil millones de personas para el 2050 por lo que, se tendría que incrementar en un 50% la producción de alimentos a nivel mundial. Invirtiendo por lo menos 80 mil millones de dólares por año. (World Bank, 2018).
- Crecimiento económico limitado. A medida que las personas aumentan su poder adquisitivo consumen más proteínas por lo que el dinero que podría invertirse en alimentos para humanos es utilizado para crecer granos para ganado.
- La competencia por los recursos naturales. Para poder incrementar la producción agrícola es necesario primero tomar en cuenta los recursos naturales que se necesitarán como el agua o espacios boscosos.
- Cambio climático. Se estima que la agricultura es responsable del 21% de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se deben tomar cuenta sequías, inundaciones, etc.
- Insuficiente productividad e innovación. Aún con los avances tecnológicos que se han visto para el campo, no son suficientes para satisfacer la demanda mundial de alimentos.
- Plagas y enfermedades transfronterizas. El cambio climático puede estar generando la migración de plagas a lugares donde normalmente no se encontraban, llevando consigo destrucción de cultivos y enfermedades.
- Conflictos, crisis y desastres naturales. Situaciones de inseguridad, guerras, sequías, inundaciones afectan a cualquier tipo de agricultor y son situaciones que no pueden ser previstas.

- Pobreza, desigualdad e inseguridad alimentaria. Aunque la mayor parte de las personas en situación de pobreza vive cerca de zonas agrícolas, la falta de acceso a financiamientos hace que estas personas sobrevivan con lo poco que producen y no exploten la tierra a su máximo potencial.
- Pérdida y desperdicios de alimentos. Aproximadamente el 30% de los alimentos producidos es desechado, generando pérdidas de dinero significativas.

El INEGI, a través de la Encuesta Nacional Agropecuaria (2017) identifica los principales problemas que afectan el desarrollo de las actividades agropecuarias del país, problemas que se muestran a continuación:

Problemática presentada	Porcentaje de productores afectados
Altos costos de insumos y servicios	75.68
Falta de capacitación y asistencia técnica	33.15
Pérdida de fertilidad del suelo	28.44
Infraestructura insuficiente para la producción	24.03
Dificultades en la comercialización debido a excesivo intermediarismo	22.77
Dificultades en la comercialización debido a precios bajos	31.73
Vejez, enfermedad o invalidez del productor	18.91
Falta de organización para la producción	9.91
De acceso al crédito	5.98
Falta de documentación para acreditar la posesión de la tierra	3.04
Litigio o invasión de la tierra	1.25
Inseguridad	16.99
Falta de información de los precios de los productos	9.52
Dificultad para exportar debido a mejor precio en el mercado local	9.56
Dificultad para exportar debido a desconocimiento de los trámites	9.44
Dificultad para exportar por estrictos requerimientos técnicos y fitosanitarios	9.24
Dificultades en transporte de la producción	11.61
Dificultades en almacenamiento	8.07
Falta de drenaje en los terrenos	4.76
Otros problemas	1.53

Tabla 1: Principales problemas en las actividades agropecuarias. Fuente: INEGI

Con la información de esta tabla, se puede ver que el 75.68% de los productores encuestados mencionaron tener dificultades económicas al no poder adquirir los insumos y

servicios para poder trabajar, el 33.15% reportó falta de capacitación y el 24.03% dijo no tener la infraestructura suficiente para poder producir. La mayoría de los problemas presentados en la tabla pueden ser asociados principalmente a productores pequeños.

Como se puede observar, existen muchas áreas de oportunidad en la agricultura mexicana, desde corrupción y cambio climático hasta explotación y falta de políticas que favorezcan su desarrollo, sin embargo, la gran mayoría de información aquí expuesta tiene un factor en común, la falta de apoyos financieros que se traduce en poca producción, mala calidad y pérdida de cultivos. Siendo el pequeño productor el principal afectado en la inmensa cadena de valor involucrada en la agricultura.

2.4 Estado actual del financiamiento para el campo

El facilitar el acceso a financiamiento agrícola es crucial para el desarrollo económico y social de la mayoría de los países en el mundo. Apoyando al campo se ayuda combatir la pobreza, el hambre, se brindan oportunidades para quienes menos tienen e incrementa el desarrollo económico del país, entre otras cosas. Para intentar resolver este problema, existen entidades a nivel mundial y a nivel nacional que se dedican a analizar y estudiar las necesidades de los agricultores para así poder ofrecer la mejor opción de financiamiento disponible.

A nivel mundial existen dos principales fuentes de financiamiento para agricultores, el Banco Mundial y la Corporación Internacional de Finanzas (IFC por sus siglas en inglés). El principal objetivo de la IFC, mediante el programa llamado Global Agri-Finance Advisory, es incrementar las habilidades de los agricultores, así como ofrecer productos financieros para mitigar riesgos en el campo. Para lograr esto, la IFC se enfoca en tres principales áreas de trabajo; conecta instituciones financieras con cadenas de valor sustentables, favorece la adopción de seguros para el campo y capacita instituciones financieras para agregar la agricultura a sus tesis de inversión. (IFC, S.F.). Por otro lado, el Banco Mundial se enfoca en favorecer el acceso a servicios financieros para pequeñas y medianas empresas agrícolas lo que facilita el incremento de producción y genera mayores

ingresos para quienes más lo necesitan. Esto lo logra a través del desarrollo y la implementación de estrategias financieras especialmente diseñadas para la agricultura. (World Bank, 2018).

En nuestro país, según el sitio web Sistema Agrícola, los agricultores obtienen fondos de dos maneras; con créditos y con financiamiento, siendo la principal diferencia que el financiamiento requiere un sistema más formal para ser otorgado, ya que se manejan cifras mucho más elevadas. Además, el financiamiento tiene un fin en específico (educación, compra de tecnología, etc.) y con un crédito el cliente decide que hacer con el dinero. Para cualquiera de las dos opciones, el productor se debe acercar a una de las cinco fuentes principales para obtener dinero; SAGARPA, FIRA, FIRCO, FOCIR y la Banca Privada.

SAGARPA cuenta con una gran cantidad de convocatorias entre las que destacan el financiamiento para la implementación de energías renovables y el financiamiento para el incremento de la capacidad de producción. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) otorga créditos para el financiamiento de la industria agropecuaria a través de intermediarios. FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido) se encarga de fomentar el desarrollo agrícola a través de la aportación de capital de riesgo. FOCIR (Fondo de Capitalización e Inversión Rural) es un fondo de capital de riesgo que invierte a largo plazo en el sector agroindustrial. Y por último la Banca Privada, que funciona como un banco tradicional y no ofrece productos especializados para necesidades agrícolas. Adicional a las entidades mencionadas anteriormente, no se puede omitir a los “coyotes”, personas que ofrecen préstamos a tasas de interés muy elevadas que resultan mucho más perjudiciales que benéficas para los campesinos.

En la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2017 en la sección de créditos, podemos encontrar la tabla llamada *Porcentaje de unidades de producción que solicitaron crédito o préstamo para actividades agropecuarias sin obtenerlo según causas por las que no se otorgó*, mostrada a continuación.

Causas por las que no se otorgó un crédito	Porcentaje de productores afectados
Productores con solicitud de créditos o préstamos	10.88
Productores que no obtuvieron el crédito o préstamo	9.35
Problemas con buró de crédito	6.59
Falta de fiador o aval	12.40
No poder comprobar ingresos	21.41
Falta de documentación solicitada	19.92
Rechazo por elevada tasa de interés	6.39
Falta de garantías	9.21
No lo necesitó	5.97
Otra causa	40.68

Tabla 2: Principales causas por las que no se otorgan créditos. Fuente: INEGI.

Con esta tabla se puede ver que las tres principales causas por las que no se entregó el crédito son; no poder comprobar ingresos, falta de documentación solicitada y falta de fiador o aval, problemas que comúnmente son relacionados con productores pequeños.

Aunque a nivel mundial y nacional existen múltiples organizaciones especialmente dedicadas al financiamiento agrícola, sus esfuerzos no son suficientes para solucionar los problemas existentes en la agricultura. Para incrementar el número de entes dedicados a la inversión en agricultura, estas mismas organizaciones han publicado artículos y estudios que pretenden motivar y difundir los beneficios económicos y sociales que se obtienen al invertir en esta industria.

2.5 Literatura relacionada

En el libro *Making the most of agricultural investment: a survey of business models that provide opportunities for smallholders* de Vermeulen y Cotula (2010) se hace un análisis exhaustivo sobre modelos de negocio que beneficien tanto a inversionistas como a los productores. Se toman en cuenta los siguientes modelos: agricultura por contrato, contratos de administración, cultivos compartidos, proyectos conjuntos y producción propia sin inversionistas. Éste trabajo concluye que no existe modelo de negocios perfecto para el campo que sea completamente justo y represente ganancias tanto para inversionistas como para agricultores.

En la tesis *Financiamiento de la agricultura a través de las microfinanzas*, de Constantino (2016), se menciona la importancia de invertir en pequeños productores, la rentabilidad del campo mexicano y como las uniones de microcréditos tienen una estructura financiera viable para el desarrollo del campo.

En el artículo *Financing for Agriculture: How to boost opportunities in developing countries*, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible hace un análisis exhaustivo de la situación actual del financiamiento agrícola y la necesidad que existe de éste en países en vías de desarrollo en los cuales aproximadamente el 86% de la población viven de la agricultura (IISD, 2015). Además, el artículo explora de manera detallada los retos que existen en el financiamiento agrícola, los instrumentos necesarios para que el dinero llegue a las personas correctas, el papel que juega el gobierno en esta cadena productiva y los diferentes actores involucrados en el ecosistema de financiamiento para campesinos. Finaliza con recomendaciones y siguientes pasos que deben seguir todos los involucrados en el sector agrícola para poder mejorar las condiciones de vida de los campesinos, así como acciones en concreto que inversionistas y gobierno deben seguir para fomentar el crecimiento del sector agrícola mundial.

Por su parte Miller y Jones en el libro *Agricultural Value Chain Finance* (2010) analizan y dan ejemplos de inversiones en la cadena de valor agrícola completa, es decir, todos los actores involucrados en la producción, procesamiento, distribución y venta de productos derivados de la agricultura. En el libro se argumenta que con este tipo de financiamiento se crean oportunidades para productores pequeños incrementando su competitividad, favoreciendo su inclusión en cadenas de valor más grandes. Además, al realizar inversiones a lo largo de toda la cadena de valor agrícola, se vuelve una inversión diversificada lo que hace que disminuya el riesgo y la incertidumbre para los inversionistas.

En el artículo *Financiamiento del sector agroalimentario y desarrollo rural* (BID, de Olloqui & Fernández, 2017) se detallan acciones que han sido tomadas por gobiernos de Latinoamérica, así como recomendaciones para los mismos acerca de financiamiento para pequeños y medianos productores y los beneficios que esto trae consigo. El Banco

Interamericano de Desarrollo argumenta que facilitar el acceso a créditos es indispensable para disminuir riesgos, mejorar la producción, facilitar la implementación de innovaciones para la agricultura y mejorar la inclusión laboral, social y en el trabajo para este tipo de productores.

Una de las formas más recientes y modernas para conseguir financiamiento es el fondeo colectivo y en la publicación del Banco Mundial *Crowdfunding's Potential for the Developing World* (2013), se argumenta como este tipo de plataformas han sido de suma importancia para el desarrollo de proyectos en países en vías de desarrollo y el impacto que han generado dichas plataformas. Por ejemplo, en Brasil, la compañía Catarse, consiguió 4.1 millones de dólares americanos obteniendo el apoyo de más 40,000 inversionistas en su plataforma basada en recompensas. El crecimiento exponencial de estas plataformas lo podemos ver comparando los años 2010 y 2013, en los cuales se levantaron 450,000 USD, en 2010 tardaron más de 10 meses y en 2013 bastó únicamente con 45 días. (World Bank, 2013).

Con la literatura presentada se puede ver que existe una profunda necesidad de encontrar modelos innovadores de inversión agrícola en los que todos los actores de la cadena de valor agrícola se vean beneficiados. Los artículos y libros a los que se hace referencia en este trabajo invitan a actores principales en el mundo del financiamiento a voltear a ver a los campesinos, pero omiten un factor esencial en cualquier sociedad, la gente. Al enfocarse en instituciones financieras y gobierno, se olvidan del potencial que existe como humanos en conjunto y eliminan la posibilidad de que como individuos podamos ayudar al desarrollo de las comunidades que más lo necesitan. Para solucionar esta deficiencia del sistema, han surgido modelos de financiamiento alternativo que facilitan la inclusión de personas ya sea como inversionistas o como prestadores.

2.6 Métodos alternativos de financiamiento

Para poder solucionar el problema de financiamiento para el campo, en el mundo han surgido iniciativas privadas con modelos tecnológicos y financieros innovadores los cuales,

facilitan el acceso a recursos económicos para los campesinos y que benefician a inversionistas que de otra forma no podrían diversificar sus portafolios e invertir en el campo.

Cropital es una plataforma de fondeo colectivo apoyada internacionalmente por países como: Estados Unidos, Los Países Bajos, Malasia y las Filipinas. Mediante ésta, inversionistas pueden ayudar no sólo al proceso de siembra y cultivo del proyecto seleccionado, sino también, a un profundo cambio en el estilo de vida de los agricultores. Todo esto, obteniendo un retorno de inversión de entre 3% y 30%.

Harvest Returns es una empresa norteamericana encargada de diferentes tipos de proyectos de inversión relacionados con ganado, agricultura o acuicultura. Entre sus proyectos actuales se encuentran: una granja de cacao orgánico en Belice y crianza de ganado libre y sin hormonas.

Agfunder fue lanzada en 2014 y desde esa fecha ha juntado más de 50,000 miembros y suscriptores, convirtiéndose en la plataforma de inversiones más grande de comida y agricultura con enfoque tecnológico del mundo. Para invertir en Agfunder existen tres diferentes opciones: la primera es invertir en los fondos de coinversión con los que cuentan, la segunda es ser parte de un trato individual y la última únicamente es para inversionistas institucionales (bancos, fondos de inversión).

En México, aunque no existe una plataforma de fondeo colectivo para el campo, existen múltiples opciones similares enfocadas a otro tipo de inversiones como lo son; bienes raíces, créditos personales o PyMEs que buscan financiamiento y que pagarán intereses.

En el área de fondeo colectivo para bienes raíces encontramos empresas como: Expansive y Briq.mx. Ésta última se encarga de buscar desarrolladores que busquen financiar sus proyectos, los analiza y elige las mejores opciones para después publicarlos en su página web, los inversionistas interesados conocen las alternativas que tienen e invierten en la de su agrado, el inversionista puede monitorear sus inversiones y después del plazo establecido obtiene el rendimiento esperado.

Por su parte, empresas como Prestadero, kubo financiero, La Tasa, yotepresto.com, consiguen, entre otras, encargarse de conectar personas o empresas que necesitan un crédito con inversionistas sin la necesidad de que haya un banco como intermediario. El proceso para obtener un crédito en La Tasa es el siguiente: se realiza una solicitud en línea, inmediatamente al finalizar la solicitud se obtiene o no la pre aprobación del crédito, se suben los documentos necesarios, se recibe una oferta del crédito y si es aceptada, el proyecto es publicado en su plataforma. Para invertir en La Tasa se siguen los mismos pasos que se mencionaron anteriormente en el caso de Briq.mx.

El campo es un sector donde existen muchas áreas de oportunidad, tanto para agricultores como para actores externos a la agricultura. La tecnología facilita cada vez más el acceso a recursos, desde informáticos hasta monetarios, lo que, aunque no de manera inmediata, reducirá la brecha económica y social que existe en nuestro país y nuestro mundo. Los modelos presentados anteriormente funcionan a manera de proyecto, es decir, buscan levantar una cantidad específica de dinero y después devuelven el principal en su totalidad más el porcentaje acordado por la plataforma y cuyo interés es aportado por el agricultor.

2.7 Alcances de la investigación

La presente investigación analiza la factibilidad de hacer inversiones a base de productos agrícolas encontrados en la Central de Abasto de la Ciudad de México. A estos productos se les asocia un rendimiento y se obtiene su varianza con base en precios históricos de los mismos. Posteriormente se analiza la posibilidad de crear portafolios con estos productos. Esto, sentará las bases para que en un futuro saber si sería viable ofrecer estos productos en una plataforma de fondeo colectivo. En esta investigación no se analiza el modelo de negocio de la plataforma ni ningún tema relacionado al desarrollo de negocio de esta.

3. MARCO TEÓRICO

Para lograr entender mejor el funcionamiento básico de las plataformas que existen actualmente y que se podrían beneficiar de esta investigación, utilizando la información generada en este trabajo, primero se abordan temas relacionados con las mismas como emprendimiento social, fintech, microfinanzas y fondeo colectivo. Posteriormente, se hace una transición a nociones más relevantes para este trabajo, abordando conceptos teóricos financieros los cuales son la base de esta investigación y definirán si es factible o no ofrecer productos financieros basados en activos tangibles agrícolas.

3.1 Fondeo colectivo

El financiamiento colectivo (crowdfunding en inglés) es el uso de pequeñas cantidades de dinero aportadas por un gran número de individuos para financiar un negocio o proyecto sin tener que acudir a instituciones bancarias. Esta industria pasó de ser un experimento en Silicon Valley a valer más de \$34,000 millones de dólares en el año 2015. (PNUD, 2017). Convirtiéndose en la segunda opción más utilizada por PyMEs después del capital de riesgo. La manera de regresar la colecta de fondos varía según el proyecto apoyado, puede ser en forma de intereses, en especie o puede ser tomado en cuenta como una donación. Para su regulación en México se acaba de aprobar la Ley Fintech, la cuál establece los lineamientos necesarios para que empresas de este ramo puedan operar.

Existen diferentes tipos de fondeo colectivo, distintas organizaciones los han clasificado de diversas formas dependiendo de lo que se recibe a cambio por la aportación de dinero que se haga. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, en el artículo *Crowdfunding* (2017), identifica 4 tipos diferentes de fondeo colectivo, que son:

- A base de donaciones. No se espera nada a cambio del dinero que aportas.
- A base de recompensas. Este es el tipo más común de fondeo colectivo. En esta categoría se recibe alguna especie de regalo, recompensa o acceso a temprano al producto que estás apoyando.

- A base de préstamos. Este es el tipo de fondeo que más rápido ha crecido en los últimos años, en él, se los prestadores esperan un interés monetario por su dinero.
- A base de equity. Con esta categoría los prestamistas obtienen un porcentaje de la empresa en la que invierten.

Dentro de los beneficios que tiene este tipo de financiamiento a comparación de métodos tradicionales se encuentra la promoción de actitudes emprendedoras, se ofrecen nuevos canales para que inversionistas conozcan nuevos emprendedores, hace posible que cada vez más personas tengan acceso a poder emprender, al existir muchos inversionistas apoyando un proyecto, el riesgo se diluye entre todos estos, sirve como metodología de validación de nuevas ideas y prototipos y por último los costos de levantamiento de capital asociados al fondeo colectivo suelen estar por debajo de costos de financiamiento tradicional. (PNUD, 2017).

Por otro lado, existen riesgos que tienen que ser tomados en cuenta por parte de los inversionistas y que pueden ser disminuidos o controlados con regulaciones gubernamentales. Dentro de estos se encuentran posibles fallas en la seguridad de la plataforma utilizada, existe el riesgo de que exista fraude, la utilización de estas plataformas para lavado de dinero, lo imposibilidad de verificar la identidad de las personas a las que se les presta dinero o pérdida de reputación si se falla en entregar lo que se prometió a la hora de lanzar la campaña de fondeo. (PNUD, 2017).

Para los países en vías de desarrollo el fondeo colectivo, junto con otros métodos innovadores para emprender, puede ser una gran oportunidad de desarrollo económico y social. El Banco Mundial argumenta que debido a que los países en vías de desarrollo no cuentan con sistemas políticos y económicos tan bien establecidos, se puede adoptar con mucha mayor facilidad modelos innovadores como el fondeo colectivo, facilitando la creación de empresas y promoviendo la innovación entre sus habitantes. Si a esto le sumamos que se espera que para 2025 existan por lo menos 96,000 millones de dólares anuales disponibles para invertir en fondeo colectivo, provenientes de 344 millones de familias de

países en vías de desarrollo, se prevé que el fondeo colectivo sea uno de los principales motores de crecimiento para economías emergentes. (Banco Mundial, 2013).

El pasado 9 de marzo del 2018 México se unió al grupo de países que regulan la industria de la Tecnología Financiera con la publicación de la Ley Fintech, en el Diario Oficial de la Federación. Esta ley tiene como objetivo regular los servicios financieros ofrecidos por instituciones fintech (finanzas más tecnología en inglés) así como mejorar su operación y funcionamiento. Esta ley tiene como principales objetivos; fomentar la inclusión financiera, dar mayor seguridad a los usuarios de estos servicios, evitar el surgimiento de monopolios, incrementar el número de empresas dedicadas a esta industria, evitar el lavado de dinero y regular las transacciones en línea. (Deloitte Legal, 2018)

Para poder operar y obtener la autorización de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, la nueva Ley establece que las Instituciones de Tecnología Financiera deben reunir una serie de requisitos entre los que se encuentran; tener su domicilio en territorio mexicano y contemplar en su objeto social ser una institución avalada por la Ley. Dentro de las ITF se pueden distinguir dos grandes grupos de entes tecnológicos, Instituciones de Fondeo Colectivo e Instituciones de Fondos de Pago Electrónicos. (Deloitte Legal, 2018)

Las Instituciones de Financiamiento Colectivo se definen como aquellas organizaciones que conectan financiamiento del público en general con solicitantes y cuya conexión se hace mediante una plataforma digital. Este tipo de financiamiento puede ser de deuda, de capital o de regalías. Por otro lado, las Instituciones de Fondos de Pago Electrónicos son aquellas que tienen que ver con fondos de pago a través de plataformas digitales, es decir que manejan activos virtuales como lo pueden ser el Bitcoin, Ethereum o Ripple. (Deloitte Legal, 2018)

Especialmente para la agricultura, se requiere un modelo de fondeo colectivo a base de préstamos en el que los agricultores podrán obtener recursos para incrementar y mejorar la calidad de su producción, sin embargo, están obligados a pagar un interés por el acceso a este tipo de financiamiento que vaya acorde al riesgo que corren los inversionistas. Para

aliviar la carga de tener que pagar intereses constantes, surgen modelos en los que se facilita el acceso a servicios bancarios para personas en situación de pobreza.

3.2 Microfinanzas

Las microfinanzas surgen debido a la necesidad de poder acercar servicios bancarios a la base de la pirámide (personas que ganan menos de 2 USD al día (Financial Times, S.F.)) o que no tienen acceso a estos servicios por distintas razones como, no tener acceso a internet, no tener cuentas de banco, falta de acceso a créditos, etc. Principalmente cuando se habla de microfinanzas se habla de microcréditos que pueden empezar desde los 1000 pesos, pero normalmente las compañías de este giro también ofrecen otros servicios como cuentas de ahorros, micro seguros y/o educación financiera.

Dependiendo del sector al que va orientado la organización microfinanciera, diferentes sectores de la población se han visto beneficiados por este tipo de prácticas. Se ha observado que las microfinanzas son de gran ayuda para el empoderamiento de las mujeres, para emprendedores pequeños que a su vez crean empleos, comercio y mejoran a sus comunidades. Según la página de inversiones Investopedia (Kagan, 2018), el Banco Mundial estima que aproximadamente 500 millones de personas se han visto beneficiadas ya sea directa o indirectamente por las microfinanzas. Sin embargo, la accesibilidad a estos servicios sigue siendo un reto ya que se estima que únicamente el 20% de las 3 billones de personas que se encuentran en situación de vulnerabilidad pueden acceder a estos servicios.

Aunque recientemente este giro empresarial ha visto una gran expansión a nivel mundial, las microfinanzas no son un sector nuevo para la sociedad. Desde el siglo XVIII se tienen registros de pequeñas transacciones en Irlanda. Pero no fue hasta el surgimiento del Grameen Bank (banco que ofrece créditos para la base de la pirámide sin tener que dejar algún tipo de garantía (Grameen Bank, 2019)) en Bangladesh, que las microfinanzas captaron los reflectores de la comunidad internacional. La creación de este modelo de negocios fue suficiente para que en 2006 Muhammad Yunus se llevara el premio Nobel de la Paz en 2006. (Kagan, 2018).

Aunque el principal objetivo de las microfinanzas es ayudar a la base de la pirámide acercando servicios bancarios que no podrían conseguir de otra forma. Existen muchas críticas sobre este modelo de negocios. El principal argumento es que estos bancos se dedican a cobrarle dinero a los que menos tienen y debido a que los préstamos suelen ser muy pequeños y los intereses muy altos comparados con los de bancos tradicionales, e corre el riesgo de que, en lugar de una ayuda, las microfinanzas se conviertan en un riesgo. (Kagan, 2018).

3.3 Emprendimiento social

En los últimos años, el emprendimiento a nivel mundial ha visto un gran crecimiento. Nuevas empresas surgen y cierran día con día. Todos los actores en el ecosistema emprendedor quieren ser parte del próximo unicornio (empresas de reciente creación cuyo valor supera 1 billón de dólares (Stephan, 2018)). Y aunque esto es poco probable, el emprendimiento ha demostrado ser de gran ayuda para el crecimiento económico de una nación, trayendo consigo innovación, talento, tecnología, entre otras cosas.

Sin embargo, el pensamiento clásico sobre el emprendimiento en el cual se debe crear algo completamente disruptivo y escalable para que en cinco años se pueda tener un exit (salida por parte de los fundadores de la empresa, ya sea porque es comprada por otra empresa más grande, salió a la bolsa de valores o compraron su porcentaje de esta) tiene un gran problema. No se puede crecer exponencialmente en un mundo en el que los recursos no son exponenciales.

Por esta y otras razones surge el emprendimiento social el cual, además de fomentar el desarrollo económico de la nación, ataca problemáticas sociales y medioambientales, haciendo que un país no sólo crezca económicamente, sino que también contribuye al desarrollo social y bienestar ambiental, lo que hace que las naciones se acerquen cada vez más a sus metas educativas, de salud, ambientales, contra la pobreza, de seguridad y de oportunidades para la base de la pirámide.

A nivel histórico, según el Instituto de Emprendedores Sociales, se empezó a hablar de emprendimiento social desde 1950 cuando la ONU acuñó el término de ONG (Organización No Gubernamental), pero fue hasta 1998 cuando el profesor de Stanford Gregory Dees introdujo formalmente el término de emprendimiento social.

Múltiples organizaciones han creado definiciones de lo que es el emprendimiento social, pero dos son las que destacan sobre las demás. La primera según Ashoka:

“Los emprendedores sociales son individuos que mediante soluciones innovadoras atacan los principales retos sociales, culturales y ambientales. Son ambiciosos y persistentes, resolviendo problemas muy graves y ofreciendo nuevas ideas para cambios a nivel sistémico.” (Ashoka, S.F.)

Según la OCDE:

“Una empresa social es un actor en una economía social cuyo objetivo principal es tener un impacto social, contrario a lo que comúnmente se busca que es ganancia para los dueños o accionistas. Esta empresa ofrece productos y servicios para el mercado de una manera emprendedora e innovadora y usa sus ganancias principalmente para lograr objetivos sociales. Es administrada de manera responsable y particularmente, hace que todos los actores de la empresa se vean afectados por sus actividades comerciales, tanto empleados como clientes y stakeholders.” (OCDE, 2013)

Con todo lo mencionado anteriormente, he llegado a mi propia definición la cuál es: “el emprendimiento social es la combinación perfecta entre lo que busca un empresario (rentabilidad) y lo que el mundo necesita (impacto social y ambiental), es la única rama de los negocios que busca que toda la cadena de valor de la empresa sea beneficiada por las actividades comerciales de la misma”.

Por último, en el libro Emprendimiento Social – Propuesta de lineamientos para formular políticas públicas e iniciativas del sector privado, la consultora EY en colaboración

con Green St. The Earth's Fund, hacen nueve recomendaciones para fomentar este tipo de emprendimiento en México, las cuales son las siguientes:

1. Sensibilizar a la gente sobre las necesidades de la sociedad.
2. Fortalecer a los emprendedores sociales.
3. Fomentar la cultura de emprendimiento social.
4. Impulsar la innovación social.
5. Facilitar el acceso a mercados para empresas sociales.
6. Medir el impacto social y ambiental de la empresa.
7. Facilitar el acceso a fondeo.
8. Apoyos fiscales y regulatorios.
9. Profesionalizar este tipo de emprendimiento.

3.4 Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados

El componente principal de la investigación es el manejo de precios diarios de frutas, verduras y hortalizas. Para poder obtener estos datos, la Secretaría de Economía, dentro de sus múltiples tareas, ofrece el servicio de mapear el movimiento de los precios del sector económico primario, el cual incluye productos agrícolas, pecuarios y pesqueros que se venden a nivel nacional e internacional. Esta información es publicada en la plataforma del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM).

En la página de internet de este servicio se puede encontrar información gratuita relacionada a precios diarios, precios semanales, precios mensuales, precios históricos (desde 1998) y estadísticas de productos agrícolas (a su vez dividido en Frutas y Hortalizas, Flores, Granos Básicos, Azúcar, Aceites comestibles, Insumos agrícolas, Volúmenes de ingreso y Andén de subasta), productos pecuarios (dividido en Bovinos, Becerros, Porcinos, Caprinos, Ovinos Aves, Alimentos balanceados e Ingredientes para la formulación de raciones) y por último productos pesqueros de mercados nacionales y algunos internacionales.

Debido al enfoque de esta investigación, se trabajó dentro de la categoría de Frutas y Hortalizas de la sección de Mercados Agrícolas dentro de Mercados Nacionales en la que se encuentran listados 220 productos (ver Anexo 3) que se comercializan en todas las centrales de abasto del país.

Para poder hacer uso de esta herramienta se debe hacer una selección de parámetros de búsqueda para refinar los resultados. Dentro de los cuales se encuentran:

- Producto. Elegir uno de los 220 productos disponibles.
- Origen. Seleccionar una de las 32 entidades federativas de México.
- Mercado de destino. Elegir una central de abasto destino dentro de las 45 posibles opciones del país.
- Rango de fechas. Seleccionar el rango de fechas para la visualización de datos.
- Precios por. Seleccionar entre las opciones de visualización de precios siguientes; Presentación Comercial (encuestado) o por Kilogramo (calculado).

The screenshot shows the SNIIM website interface. At the top, there is a navigation bar with the date '26 de Febrero de 2019' and a language selector set to 'English'. Below this is a header with the SNIIM logo and the text 'Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados'. A menu bar contains links: 'Página Principal', 'Mercados Nacionales', 'Mercados del Exterior', 'Directorios', 'Expo- México', 'Enlaces comerciales', and 'Acerca de nosotros'. The main content area is titled 'Mercados Nacionales' and 'Frutas y Hortalizas'. A notice states: 'Esta información se actualiza los días hábiles de lunes a viernes.' Below this, a specific market is highlighted: 'NUEVO: Mercado "Adolfo López Mateos" de Cuernavaca, Morelos, la cual se actualiza los lunes.' The search form includes the following fields: 'Producto: Todos', 'Origen: Todos', 'Mercado de destino: Todos', 'Búsqueda del día: 26/02/2019 al 26/02/2019', and 'Precios por: Presentación Comercial (encuestado)'. At the bottom, there are 'Regresar' and 'Buscar' buttons.

Figura 3. Página web del SNIIM. Fuente: Página web del SNIIM

3.5 Holt Winters

Para poder entender el modelo de ajuste Holt Winters, primero se debe definir que es una serie de tiempo y la utilidad que tienen en la práctica. Una serie de tiempo es una lista de observaciones históricas en orden cronológico que sirven para pronosticar observaciones futuras. Existen diversos métodos para estudiar las series de tiempo que pueden o no tomar en cuenta estacionalidad, tendencia o nivel, dependiendo de los datos con los que se está trabajando.

El método de Holt Winters, se utiliza para describir el comportamiento de una serie de tiempo que cuenta con estacionalidad, tendencia y cambios de nivel. Es muy útil para hacer pronósticos debido a la sencillez del modelo y por lo anterior también es muy utilizado. Este método descompone las series de tiempo en tres categorías:

- Nivel. Son cambios bruscos en el comportamiento de la serie de tiempo que se encuentran aún después de quitarle la tendencia y a estacionalidad.
- Tendencia. Se interpreta como un cambio constante creciente o decreciente de los datos, la pendiente.
- Estacionalidad. Explica si los datos presentan un comportamiento similar cada cierto periodo de tiempo.

Cada una de las categorías cuenta con un factor de suavizado, entre 0 y 1, el cual ajusta el modelo para hacer pronósticos más exactos. Cada uno de estos parámetros determina cuanto peso se les da a observaciones más recientes de la serie de tiempo comparados con valores más antiguos.

- Alfa. Es el factor de ajuste para el nivel, entre más alto sea, más peso se le da al cambio de nivel de observaciones más recientes.
- Beta. Determina el grado de ajuste de tendencia que valores más recientes tienen sobre los más antiguos.

- Gamma. Explica el grado de ajuste que tiene que tener la estacionalidad, entre más cerca esté de uno, más peso les da a valores más nuevos.

El modelo Holt Winters cuenta con dos versiones diferentes, el modelo aditivo y el modelo multiplicativo. En esta investigación se utilizó el método multiplicativo por lo que es el único que será cubierto en el marco teórico. Las formulas para obtener los valores para hacer el pronóstico son:

$$S_T = \alpha \left(\frac{d_T}{C_{T-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{T-1} - B_{T-1})$$

$$B_T = \beta(S_T - S_{T-1}) + (1 - \beta)(B_{T-1})$$

$$C_T = \gamma \left(\frac{d_T}{S_T} \right) + (1 - \gamma)(C_{T-L})$$

$$F_{T+k} = (S_T + kB_T)(C_{T+k-L})$$

Donde:

d_T : observación del periodo T

S_T : estimación de factores estacionales

S_T : estimación del término constante

α, β, γ : ctes de suavizado

B_T : estimación componente de tendencia

3.6 Rendimiento y riesgo de un solo activo

El riesgo y el rendimiento son dos valores fundamentales en la valuación de cualquier activo en el que se quiera invertir ya que, estos son los principales puntos de referencia para determinar que tan buena o mala es la inversión que se quiere hacer. Normalmente, a mayor riesgo que se corra, el rendimiento debe ser mayor para justificar la posible inversión en ese activo. Por otro lado, entre más segura sea la inversión el rendimiento tenderá a disminuir.

El rendimiento de un activo es la variación porcentual que tiene su precio en un periodo determinado. Si se conoce el precio final W de un activo y el precio inicial I , entonces la tasa de retorno del periodo es:

$$R = \frac{W - I}{I}$$

Si no se conoce el valor final del activo, el método más común para aproximar el rendimiento que podría tener es mediante el cálculo de la esperanza del activo, asignando probabilidades p_i a posibles precios finales X_i para el número total de posibles eventos N , teniendo:

$$E(\tilde{X}) = \sum_{i=1}^N p_i X_i$$

Y posteriormente:

$$E(\tilde{R}) = \frac{E(\tilde{X}) - X_0}{X_0}$$

Por su parte, el riesgo se define como que tanto varían los precios de un activo y se aproxima mediante el cálculo de la varianza ya que es la medida de dispersión más utilizada por inversionistas para saber el riesgo de un activo.

$$VAR(\tilde{X}) = \sum_{i=1}^N p_i (X_i - E(\tilde{X}))^2$$

La varianza es difícil de interpretar debido a que se obtiene un valor cuadrático como resultado, por lo tanto, se utiliza la desviación estándar para saber concretamente el riesgo que se correrá al invertir en determinado activo.

$$\sigma(\tilde{X}) = \sqrt{VAR(\tilde{X})}$$

3.7 Teoría de portafolios

Un portafolio de inversión es un conjunto de N activos riesgosos cuya finalidad es maximizar el rendimiento y minimizar el riesgo optimizando el porcentaje de activos que se tiene. Esto lo logra al diversificar (elegir activos que no estén correlacionados) los productos que conforman el portafolio y eligiendo cuanto peso se le quiere otorgar a cada activo.

Si consideramos un portafolio con sólo dos activos de los cuales se tiene a% invertido en un activo y b% = (1-a%) en el otro, el rendimiento es:

$$\tilde{R} = a\tilde{X} + b\tilde{Y}$$

Entonces el rendimiento esperado será:

$$E(\tilde{R}) = aE(\tilde{X}) + bE(\tilde{Y})$$

Y la varianza estará dada por:

$$VAR(\tilde{R}_p) = E[\tilde{R}_p - E(\tilde{R}_p)]^2$$

Desarrollando esta ecuación se obtiene:

$$VAR(\tilde{R}_p) = a^2VAR(\tilde{X}) + b^2VAR(\tilde{Y}) + 2abE[(\tilde{X} - E(\tilde{X}))(\tilde{Y} - E(\tilde{Y}))]$$

Esta misma ecuación introduce el concepto de covarianza, que es la medida que explica que tanto se mueven las dos variables aleatorias en relación de una con la otra y está dada por:

$$COV(\tilde{X}, \tilde{Y}) = E[(\tilde{X} - E(\tilde{X}))(\tilde{Y} - E(\tilde{Y}))]$$

Si la covarianza es positiva las variables se mueven en la misma dirección, si la covarianza es negativa, las variables se mueven en direcciones opuestas. En teoría de portafolios la covarianza explica que tanto contribuye cada activo al riesgo del portafolio.

Otro concepto fundamental a la hora de hacer portafolios es la correlación. Esta explica que tan independientes son los activos entre sí y es un valor entre 1 y -1. Si la correlación es positiva los activos están relacionados de alguna forma, si es negativa, los activos son independientes uno del otro.

$$r_{xy} = \frac{COV(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

A continuación, se muestra una gráfica que ejemplifica el comportamiento de distintos índices de correlación teniendo en el eje x la desviación estándar (riesgo) y en el eje y el valor esperado (rendimiento).

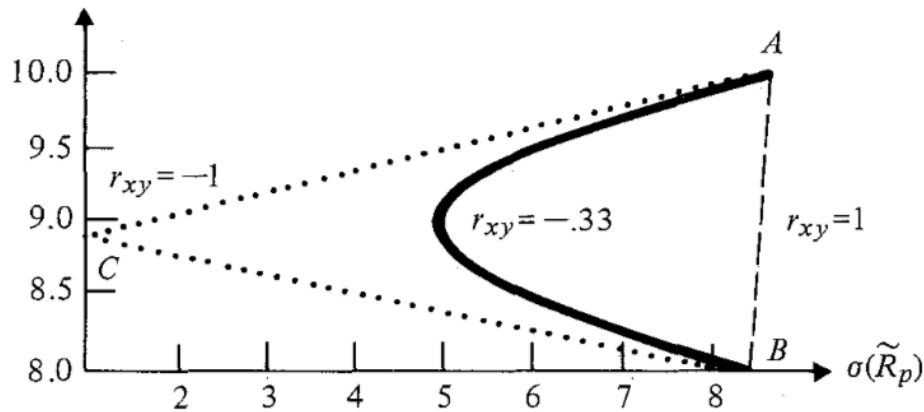


Figura 4. Distintos grados de correlación de dos activos. Fuente: Financial Theory and Corporate Policy (Copeland)

Dentro de la teoría de portafolios, existe un portafolio que minimiza la varianza (riesgo) lo más posible llamado Minimum Variance Portfolio en el que se obtiene cuánto peso debe tener cada activo para lograr varianza igual a cero y se calcula de la siguiente forma:

Se sabe que:

$$VAR(R_p) = a^2\sigma_x^2 + (1-a)^2\sigma_y^2 + 2a(1-a)r_{xy}\sigma_x\sigma_y$$

Si derivamos e igualamos a cero para minimizar la varianza:

$$\frac{dVAR(R_p)}{da} = a^2\sigma_x^2 + (1-a)^2\sigma_y^2 + 2a(1-a)r_{xy}\sigma_x\sigma_y = 0$$

Obtenemos el peso que debe tener cada activo para tener el portafolio con mínima varianza es:

$$a^* = \frac{\sigma_y^2 - r_{xy}\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 2r_{xy}\sigma_x\sigma_y}$$

Además, existen una serie de portafolios llamados Efficient Set en el cual para una determinada varianza (riesgo) no existe ninguna otra oportunidad de inversión que ofrezca un retorno de inversión mayor. Para calcular este portafolio se necesitan aplicar métodos de programación lineal que en esta investigación no serán cubiertos. Sin embargo, a continuación, se muestra una figura en la que se puede apreciar gráficamente el comportamiento de este portafolio.

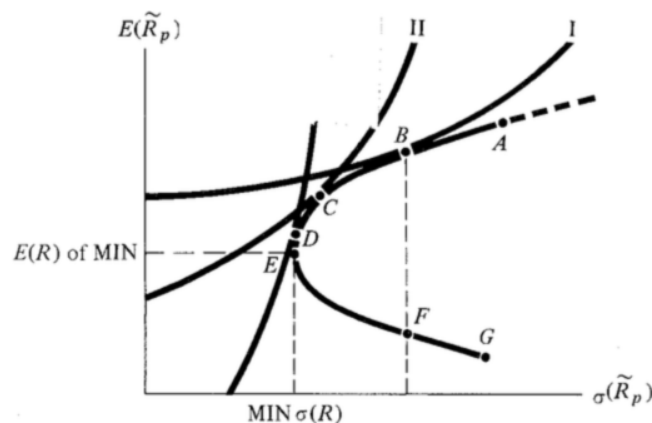


Figura 5. Frontera eficiente de un portafolio. Fuente: Fuente: Financial Theory and Corporate Policy (Copeland)

Los puntos en la curva AE representan los portafolios Efficient Set para diferentes tipos de inversionistas dependiendo del riesgo que busquen. A este conjunto de portafolios sobre la curva también se le llama el análisis Mean Variance portfolio y fue introducido por el economista Harry Markowitz en 1952.

Para un portafolio con N activos se utiliza la misma lógica que se presentó, pero las formulas cambian para tomar en cuenta todos los activos que se quieran incluir en el portafolio.

Si tomamos en cuenta n posibles activos riesgosos, con pesos w_i , retorno esperado $E(R_i)$, varianzas σ_i^2 y covarianzas σ_{ij} en un portafolio, el rendimiento esperado sería:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

La varianza (riesgo) del portafolio sería:

$$VAR(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

3.8 Mercado de valores y mercado de productos agrícolas

En esta investigación se quiere emular el comportamiento de un mercado de valores con la excepción de que, en lugar de comercializar instrumentos financieros clásicos, se propone el uso de productos del campo como principales y únicos activos en el mercado propuesto. Como definición, un mercado es “un sitio dónde la gente se reúne para vender, comprar o permutar bienes o servicios”. (RAE, 2019).

En un mercado de valores el principal activo comercializado son las acciones, instrumento financiero que representa el ser dueño de una pequeña parte de una empresa.

Comúnmente, cuando las empresas quieren empezar a expandirse recurren a dos principales fuentes de financiamiento; por medio de levantamiento de capital a cambio de una parte de la empresa o por medio de deuda, sin embargo, cuando estos dos tipos de financiamientos no son suficientes para seguir con los planes de crecimiento y el capital requerido es muy grande, se recurre a hacer una oferta pública inicial (IPO por sus siglas en inglés) pasando de ser una empresa privada a una empresa pública listada en mercados de valores como la BMV, haciendo posible que ahora cualquier inversionista pueda ser dueño de una pequeña parte de la empresa. El precio de estas acciones fluctúa continuamente y es establecido por el análisis de millones de inversionistas que evalúan constantemente el valor intrínseco de las acciones y deciden si comprar o vender, dando un ejemplo perfecto de fluctuación de precios debido a oferta y demanda. (Investopedia, 2019)

Por otro lado, aunque en esta investigación se trabajó con un mercado cuyos precios son determinados en función de la oferta y la demanda, al igual que un mercado de valores tradicional, existen muchos otros factores que pueden afectar directamente el comportamiento de los precios. En este tipo de mercado los precios son una combinación de los costos asociados que se tuvieron al producir el activo, el margen de ganancia que el vendedor quiere tener y la oferta y demanda que no sólo se ve afectada por los consumidores, también intervienen actores externos como podrían ser la caída de la producción por heladas o pestes, sobreproducción de un producto o fechas en las que un producto se consume más. Además, existen organismos reguladores que cuidan que los precios se encuentren entre ciertos límites y que ningún vendedor abuse del desconocimiento de los precios de mercado de sus clientes.

Como se puede observar tanto el mercado de valores como el mercado de productos agrícolas cumplen con las leyes de oferta y demanda que determinan los precios de mercado, sin embargo, el comportamiento de los precios es diferente debido a la introducción de un comportamiento determinístico en el mercado de productos agrícolas. Por un lado, al ser un mercado regido únicamente por oferta y demanda, los precios de las acciones se comportan como caminatas aleatorias, es decir, una ruta con una serie de pasos aleatorios imposibles de predecir. Por otro lado, al tener un componente determinístico los precios de productos

agrícolas pueden ser explicados hasta cierto grado, sin embargo, al contar también con un componente estocástico en el que influyen muchos más factores que la oferta y la demanda el precio no puede ser pronosticado en su totalidad.

3.9 Índices de Mercado

En el mundo de los mercados de valores, existen índices que representan el comportamiento de un segmento de un mercado financiero o del mercado mismo. Normalmente estos índices son portafolios que contienen una muestra representativa de las empresas más importantes del mercado que intentan describir y son utilizados como punto de comparación para saber que tan bien o mal un portafolio se está desempeñando. Algunos ejemplos clásicos son el S&P 500, el Dow Jones Industrial Average y el Nasdaq Composite.

En México, la Bolsa Mexicana de Valores cuenta con su propio índice llamado Índice de Precios y Cotizaciones (IPC, no confundir con el Índice Nacional de Precios al Consumidor) el cual está conformado por 35 empresas líderes (ver Anexo 4) que cotizan en la BMV y aproximan el comportamiento general del mercado accionario mexicano.

Estas empresas son seleccionadas con base en ciertos filtros en los que se incluye el tiempo que llevan operando, el porcentaje de acciones flotantes que tienen, el valor de capitalización flotado de la empresa, su factor de rotación, entre otros. A estas empresas se les da una ponderación diferente dependiendo de su valor de capitalización flotado. Si se quiere conocer más sobre estos temas se recomienda la búsqueda de bibliografía apropiada.



Figura 6: 6 últimos meses del IPC al 25 de marzo del 2019. Fuente: Yahoo Finance.

Esta información es relevante debido a que con los precios y productos con los que se trabajaron, se construyó una aproximación a un índice del mercado de la Central de Abasto de la CDMX.

PARTE 2 VIABILIDAD TÉCNICA DE LA PLATAFORMA

4. METODOLOGÍA

4.1 Obtención de información y creación de base de datos

Para poder empezar el análisis de rendimientos y riesgos individuales, así como la creación de portafolios primero fue necesario obtener la información requerida y limpiarla ya que, debido a que los precios de productos agrícolas no se utilizan comúnmente para análisis financieros de portafolios, la información no viene lista para poder ser manipulable. Hacer esto facilitó el trabajar con precios diarios y manipularlos como si fueran series de tiempo de acciones normales listadas en cualquier bolsa de valores.

Para poder crear esta base de datos donde se enlistan los productos en el eje x contra las fechas en el eje y, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones de acuerdo con los campos de búsqueda del SNIIM:

- **Producto.** Se revisó cada uno de los 220 productos disponibles para comprobar si contaba con información suficiente para ser considerado en la investigación.
- **Origen.** Para poder hacer un análisis lo más objetivo posible, se seleccionó la opción de “Todos los orígenes” lo que hace que las 32 entidades federativas del país sean consideradas.
- **Mercado de destino.** En esta sección y debido al alcance del trabajo, únicamente se trabajó con la Central de Abasto de la Ciudad de México, lo que nos permite acotar el tamaño del mercado y disminuir la complejidad del análisis. No se contaba con información de todos los productos del SNIIM con este destino en específico, por lo que éste fue el primer filtro para empezar a discriminar productos.
- **Rango de fechas.** Se consideró un rango de fechas desde el primero de enero de 1998 hasta el primero de enero del 2018. En caso de contar con muy poca información diaria (menos de 2000 datos para el producto entero) o en caso de que la serie de tiempo tuviera muchos intervalos vacíos se descartaba para el análisis.

- “Precios por”. La opción seleccionada fue *por Kilogramo (calculado)* lo que hace que la comparación de precios tenga una medida estándar para todos los productos en lugar de tener medidas diferentes como por caja, por paquete o por toneladas.

Una vez definidos los requisitos que un producto debía cumplir para ser considerado para el análisis, se siguieron los siguientes pasos para la obtención de información del producto:

1. Se creó un archivo de Excel maestro el cual sirvió como guía en la cual se enlistaron los 220 productos disponibles en la página del SNIIM para poder llevar un control sobre los productos que se iban revisando.
2. Este mismo archivo incluye información que fue útil a la hora de descargar la información de la web. Esta información incluye los códigos de cada producto, el rango de fechas en las que cuenta con información, si es comercializado en la Central de Abasto, el número de datos faltantes en la serie de tiempo (NAs), la ubicación y el porcentaje de los datos faltantes (Stats) y notas.

Producto	Código	Año		Datos	Notas	Nas	Stats
		inicial	final				
Acelga Primera	31	2006	2017	Sí	Se elimina la parte que no tiene datos (1:2333) primero, se corrigen los Nas y después se vuelve a hacer la serie completa	[1] " 1 NA in a row: 110 times" [1] " 2 NA in a row: 18 times"	[1] " Bin 1 (1305 values from 1 to 1305) : 1305 NAs (100%)"
Aguacate Hass Primera	133	1998	2017	Sí	No se realizó ningún cambio debido a que no era pertinente	[1] " 1 NA in a row: 254 times" [1] " 2 NA in a row: 41 times"	[1] " Bin 1 (1305 values from 1 to 1305) : 447 NAs (34.3%)"

...
Zapote Primera	888	1998	1998	No	No cuenta con información suficiente para el análisis	No aplica	No aplica

Tabla 3: Control de información de productos. Fuente: Elaboración propia.

- Una vez que se finalizó la recolección de datos de ese documento, se revisó producto por producto para ver si cumplía con los requisitos previamente establecidos.
- Se creó un código de computadora con la ayuda del software estadístico R que tomaba en cuenta el código del producto y los años con los que contaba con información y se descargaron los precios automáticamente de la web.
- Estos precios descargados no contaban con ningún formato por lo que en el mismo código se eliminaron las columnas y filas innecesarias y se condensó todo en una base de datos por producto que contaba con Origen del producto, la presentación, la fecha en la que fue recabada esa información, precios mínimos máximos y frecuentes.

Origen	Presentación	Fecha	Mín	Max	Frec
Michoacán	Cesta de 6 kg.	1/2/98	8.33	10	9.17
Michoacán	Cesta de 6 kg.	1/9/98	9.17	10.83	10.17
Michoacán	Cesta de 6 kg.	1/16/98	8.83	10.5	9.67
...
Michoacán	Caja de 5 kg.	12/29/17	30	40	34

Tabla 4: Información de precios del Aguacate. Fuente Elaboración propia con datos del INEGI.

- Estas bases de datos no estaban actualizadas a valores constantes y contaban con muchos datos faltantes por lo que para poder trabajar con ellas primero se debían llenar los espacios y posteriormente actualizar por inflación al día 1 de enero del 2018. Para esto primero se creó un vector de fechas con días hábiles, ya que el SNIIM sólo cuenta con información estos días, desde el primero de enero de 1998

hasta el primero de enero de 2018, lo que resultó en un vector con 5217 datos. Nuevamente con la ayuda de R se creó un código que insertó las fechas faltantes en las bases de datos dejando todos los productos con el mismo número de observaciones que días hábiles entre las fechas especificadas.

7. Para llenar los valores faltantes dentro de las bases de datos primero se analizaron cuantos valores faltantes tenían seguidos, si tenían más de 6 valores no existentes seguidos se omitía esa serie de tiempo para evitar errores a la hora de llenarlos. En caso de tener dos observaciones en la misma fecha se obtenía un promedio y se eliminaban las fechas repetidas. Después se utilizó la función `impute()` en R, que mediante una interpolación tipo spline, llenaba los espacios vacíos. Así se añadió una columna a las bases de datos normales llamada `Int`.

8. Para ajustar por inflación se creó otro vector de fechas igualmente desde el primero de enero de 1998 hasta el primero de enero de 2018, pero esta vez con fechas diarias y con la ayuda de la calculadora de inflación del INEGI se obtuvieron las inflaciones mensuales desde enero de 1998 con fecha base en enero del 2018. Posteriormente se dividió la inflación del mes entre el número de días existentes entre ese mes y el mes base, así se calculó la variación diaria de la inflación y se restó del valor obtenido por la calculadora.

Inflación calculada INEGI de 01/01/1998 al 01/01/2018	190.54%
Número de días entre el 01/01/1998 y 01/01/2018	7305
Inflación promedio diaria entre el 01/01/1998 y 01/01/2018 (190.54% / 7305)	0.0261%

Tabla 5: Cálculo de inflación diaria. Fuente: Elaboración propia.

Fecha	Inflación	Fecha	Inflación
1/1/1998	190.5400%	1/5/1998	190.4357%
1/2/1998	190.5139%	1/6/1998	190.4096%
1/3/1998	190.4878%
1/4/1998	190.4617%	1/31/1998	189.7575%

Tabla 6: Inflación diaria. Fuente: Elaboración propia.

9. Una vez contando con el vector de inflación diaria, se extrajeron únicamente los valores inflacionarios de días hábiles y estos se multiplicaron por los precios obtenidos después de la interpolación, el resultado se guardó en una nueva columna de la base de datos llamada Ajuste y se creó de nuevo una base de datos por producto.

Fecha	Origen	Presentación	Min	Max	Frec	Int	Ajuste
...
11/1/00	Michoacán	Cesta de 6 kg.	15	18.33	16.67	16.67	34.46
11/2/00	Valor Interpolado	NA	NA	NA	NA	15.31	31.65
11/3/00	Michoacán	Cesta de 6 kg.	13.33	18.33	15	15	31.00
11/6/00	Michoacán	Cesta de 6 kg.	12.5	14.17	13.33	13.33	27.54
...

Tabla 7: Información de precios del Aguacate con valores actualizados. Fuente: Elaboración propia.

10. Estos pasos se repitieron para todos los productos que cumplieran con las características necesarias para el análisis mencionadas anteriormente terminando con 55 productos (ver Anexo 5).
11. Se crearon dos tablas de todos los productos listados con las 5217 observaciones registradas. Una con todos los valores interpolados (precios corrientes) y la otra con todos los valores ajustados (precios constantes).

Fecha	Aguacate Hass	...	Fresa	Guayaba	...	Zanahoria Polvo
01/01/1998	12.89	...	26.64	23.01	...	2.90
02/01/1998	12.89	...	26.64	23.00	...	2.90
03/01/1998	12.94	...	27.86	25.73	...	2.88
...
29/12/2017	36.68	...	34.01	18.00	...	6.00

Tabla 8: Precios constantes de 55 productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

El resultado final de este proceso completo fueron dos tablas con 292,512 datos de precios diarios para los 55 productos finales que tuvieron la información necesaria para poder realizar el análisis requerido para la creación de portafolios.

4.2 Análisis de precios (series de tiempo)

Antes de calcular los rendimientos y riesgos asociados a los productos seleccionados, se hizo un análisis del comportamiento de los precios para poder tener una mejor idea de como trabajar con ellos. Se utilizó el método Holt Winters para poder determinar los cambios de nivel, la tendencia y la estacionalidad de los precios.

Para hacer las series de tiempo se tomaron en cuenta los últimos 10 años en los que el producto tenía datos, debido a esto hubo 4 productos que no contaban con toda la información necesaria. De los 55 activos listados en la base de datos creada no se incluyeron los siguientes: Brócoli, Cacahuete, Ciruela Moscatel y Jícama Mediana.

Con la ayuda de R se creó un código que convertía los precios de los productos listados en series de tiempo con una frecuencia de 261 días.

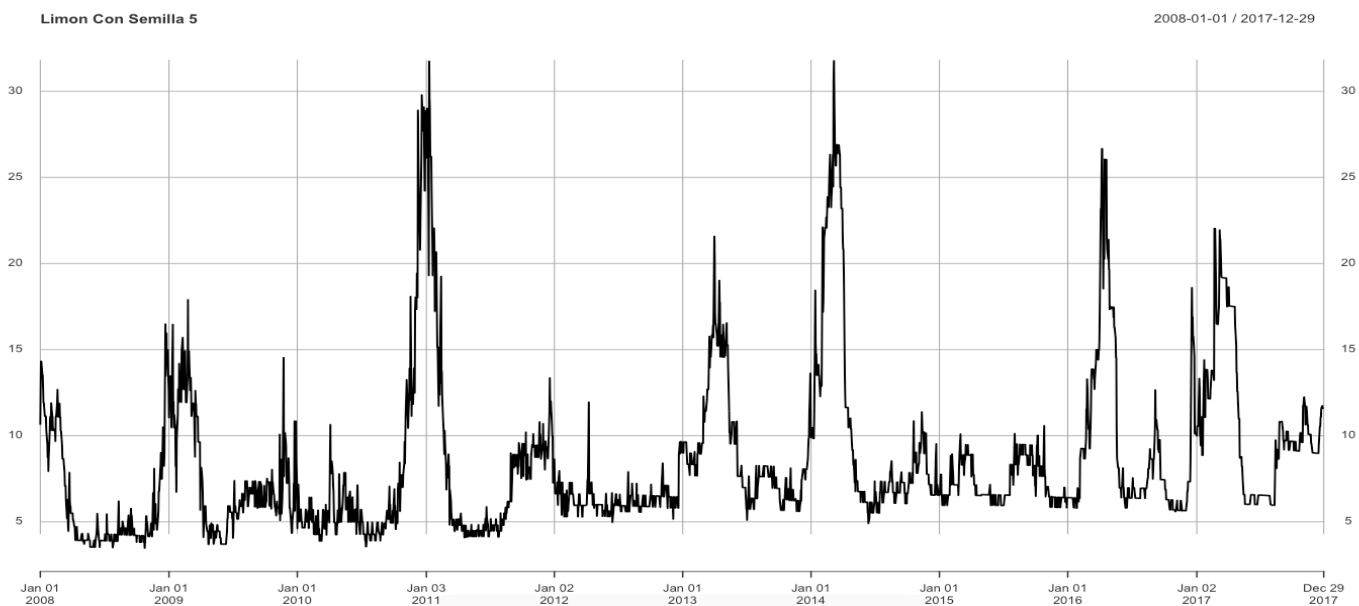


Figura 7: Precios del Limón Con Semilla 5 de 2008 a 2017. Fuente: Elaboración propia.

Una vez construidas las 51 series de tiempo se utilizó el método Holt Winters, en su versión multiplicativa, con la ayuda de R, para calcular los valores de ajuste alfa, beta y gamma y obtener la descomposición del precio observando los cambios de nivel, la estacionalidad y la tendencia. En la siguiente gráfica se muestra, en orden descendente: los

valores observados en la serie de tiempo (precios), el ajuste por cambio de nivel, el cambio en la tendencia y por último la estacionalidad del producto. Este procedimiento se repitió para precios corrientes y precios constantes para poder observar como afecta la inflación el comportamiento de los precios. Al final se hizo el análisis de 102 series de tiempo diferentes.

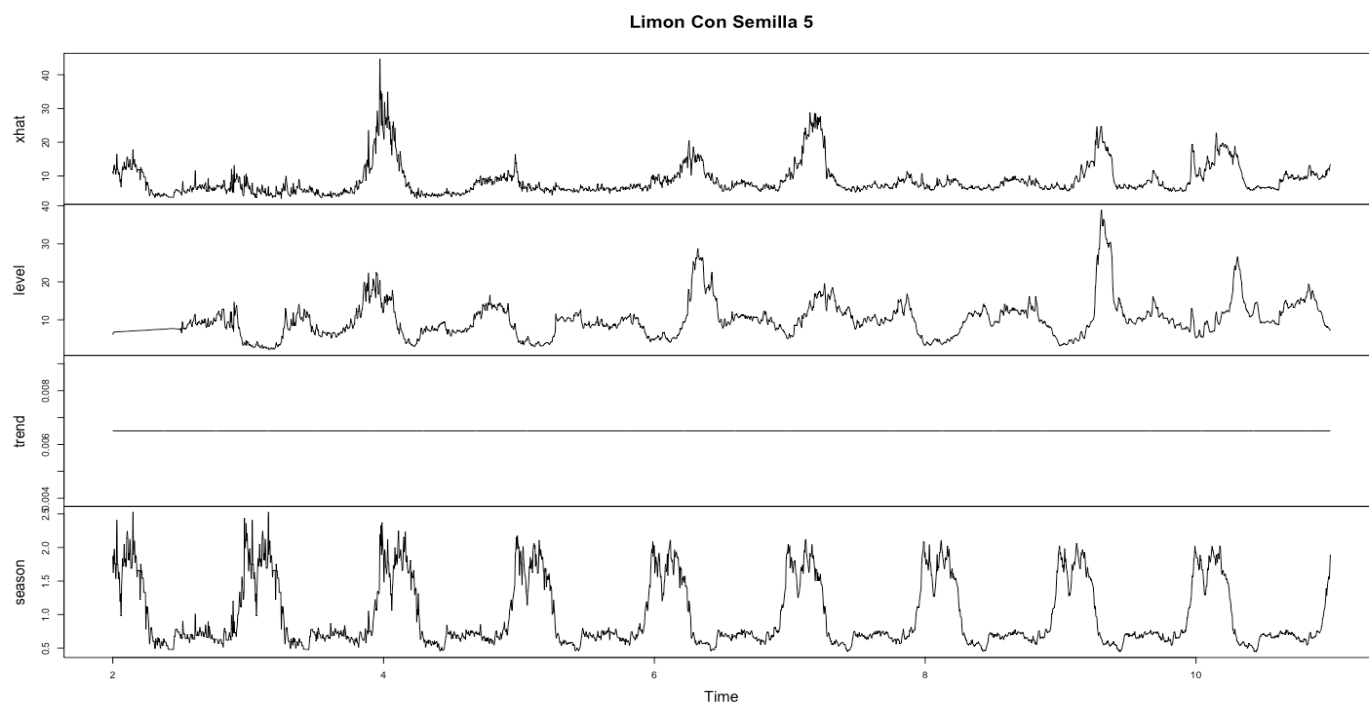


Figura 8. Análisis Holt Winters del Limón Con Semilla 5. Fuente: Elaboración propia.

Toda la información obtenida del análisis fue guardada en una tabla que incluye los valores de alfa, beta y gamma aproximados, así como el valor de la tendencia (la pendiente) y si cuentan o no con estacionalidad.

Producto	Con ajuste por inflación					Sin ajuste por inflación				
	Tendencia	Estacionalidad	Alfa	Beta	Gamma	Tendencia	Estacionalidad	Alfa	Beta	Gamma
Acelga	-0.0037	Sí	0.2525	0	0.3775	-0.0016	Sí	0.2589	0	0.3685
Aguacate										
Hass	-0.0043	Sí	0.7744	0	1	0.0017	Sí	0.7782	0	1
...
Zanahoria										
Polvo	0.0008	Sí	0.6971	0	1	0.0011	Sí	0.7115	0	1

Tabla 9: Datos del análisis Holt Winters de 51 productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos serán discutidos a profundidad en el Capítulo 5 “Análisis de los Resultados”.

4.3 Cálculo de riesgos y rendimientos

A diferencia de los precios de acciones normales que se comportan como caminatas aleatorias en donde los rendimientos y riesgos pueden ser calculados con facilidad, los precios dentro de una central de abasto presentan un comportamiento tanto determinístico como estocástico. Por lo tanto, para calcular el rendimiento total y el riesgo es necesario conocer el rendimiento determinístico y el rendimiento estocástico del producto. Para la realización de estos cálculos, únicamente se utilizaron los dos últimos años de información, es decir los años 2016 y 2017 completos a precios constantes.

El rendimiento determinístico es resultado principalmente del proceso productivo y puede llegar a ser pronosticado y modelado. Puede ser afectado por diversos factores como la estacionalidad, que no es más que saber cuando un producto es más caro o más barato dependiendo de la temporada. También, el precio podría tener una tendencia a ir incrementando o disminuyendo año con año debido a una constante variación en la oferta y la demanda. Por su parte, el rendimiento estocástico es generado por cuestiones que no pueden ser previstas, comúnmente ocasionado por eventos aislados que afectan directamente los cultivos como podría ser una helada, pestes o la sobreoferta de un producto causado por la devolución o la imposibilidad de introducir los productos a mercados externos causando que se intenten comercializar en mercados no previstos. Este último tipo de rendimiento se comporta como una caminata aleatoria y, debido a su comportamiento estocástico imposible de predecir, es al que se le asocia el riesgo de invertir en productos agrícolas.

Sin embargo, la coexistencia de los comportamientos determinístico y estocástico representó un gran reto debido a que, en la teoría existente en la bibliografía consultada, no existe un método establecido para identificarlos por separado y poder trabajar con cada uno por aparte. En esta sección, se propone un método de aproximación de los retornos determinísticos y estocásticos utilizando el método Holt Winters como principal herramienta.

El primer paso para poder obtener los rendimientos estocásticos y determinísticos, así como el riesgo asociado a los productos, fue el cálculo de los rendimientos totales diarios de cada producto. En este caso, como se trabajó con precios históricos, el cálculo del rendimiento en t es únicamente el porcentaje de variación entre el precio observado en t y el precio observado en $t-1$. Es decir:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Debido a la cantidad de datos que debían ser calculados, se creó un código en R que calculaba el rendimiento columna por columna de la base de datos con los 51 productos elegidos en la sección llamada series de tiempo. El resultado final del cálculo de los rendimientos totales es una nueva base de datos con el siguiente formato:

Fecha	Aguacate Hass	...	Fresa	Guayaba	...	Zanahoria Polvo
01/01/2016	-0.84%	...	8.52%	7.15%	...	6.67%
...
27/12/2017	-0.02%	...	-0.02%	-0.02%	...	-0.02%
28/12/2017	-0.02%	...	-5.57%	-0.02%	...	-0.02%
29/12/2017	3.10%	...	-0.02%	-0.02%	...	-0.02%

Tabla 10: Rendimientos diarios de productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculados los rendimientos totales, se continuó con el cálculo de los rendimientos determinísticos. Para esto, con el entendido de que el rendimiento determinístico es causado por factores predecibles, es decir, estacionalidad y tendencia, se utilizó el método de Holt Winters para poder obtener valores ajustados de los precios, datos que se interpretaron como los precios determinísticos y funcionarían para el cálculo de los rendimientos determinísticos.

Para hacer esto, se utilizó un código de R que primero convertía los precios de la base de datos en series de tiempo con una frecuencia de 261 días con el mismo procedimiento que se utilizó en la sección Series de Tiempo. Una vez que se tenían las 51 series de tiempo, se

utilizó el método Holt Winters para obtener la serie de tiempo ajustada y estos valores ajustados se interpretaron como el precio determinístico.



Figura 9: En azul valores ajustados Holt Winters, en rojo serie de tiempo normal del Limón con semilla 5. Fuente: Elaboración propia.

El resultado de este procedimiento fue una base de datos como la presentada a para rendimientos totales, sólo que ahora contiene los rendimientos determinísticos.

Fecha	Aguacate Hass	...	Fresa	Guayaba	...	Zanahoria Polvo
01/01/2016	11.88%	...	9.42%	10.29%	...	14.15%
...
27/12/2017	-2.66%	...	4.76%	-11.23%	...	-5.94%
28/12/2017	-1.68%	...	9.16%	-7.04%	...	11.98%
29/12/2017	8.39%	...	-21.95%	3.74%	...	-1.78%

Tabla 11: Rendimientos diarios determinísticos. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tenían ambas bases de datos y entendiendo que el rendimiento total o real es el resultado de la suma del comportamiento determinístico y el comportamiento estocástico de los precios, se tiene que:

$$\text{rendimiento total} = \text{rendimiento determinístico} + \text{rendimiento estocástico}$$

Se puede obtener el rendimiento estocástico haciendo un despeje para posteriormente calcular el riesgo de la caminata aleatoria obtenida.

$$\text{rendimiento estocástico} = \text{rendimiento total} - \text{rendimiento determinístico}$$

El resultado de este calculo es una nueva base de datos con todos los rendimientos estocásticos, como se muestra a continuación.

Fecha	Aguacate Hass	...	Fresa	Guayaba	...	Zanahoria Polvo
01/01/2016	-12.71%	...	-0.90%	-3.14%	...	-7.48%
...
27/12/2017	2.64%	...	-4.78%	11.21%	...	5.93%
28/12/2017	1.66%	...	-14.73%	7.02%	...	-11.99%
29/12/2017	-5.29%	...	21.93%	-3.76%	...	1.76%

Tabla 12: Rendimientos diarios estocásticos. Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, la volatilidad se define como la variación en el comportamiento de un precio. En acciones normales, al ser caminatas aleatorias, puede ser calculado directamente con los precios observados. En el caso particular de los productos agrícolas presentados en el trabajo, el valor del riesgo es aproximado mediante el cálculo de la varianza y de la desviación estándar de los rendimientos estocásticos calculados en el paso anterior, rendimientos que se comportan como una caminata aleatoria y pueden explicar en cierto grado el riesgo que se correría al invertir en un producto del campo. Esta información fue guardada en una base de datos como se muestra a continuación

	Aguacate Hass	...	Fresa	Guayaba	...	Zanahoria Polvo
Varianza	0.28%	...	2.35%	1.39%	...	1.89%
Desviación Estándar	5.33%	...	15.34%	11.78%	...	13.76%

Tabla 13: Varianza y desviación estándar de los rendimientos determinísticos. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos serán discutidos a profundidad en el Capítulo 5 “Análisis de los Resultados”.

4.4 Matriz de correlaciones

Antes de poder obtener la frontera eficiente de portafolios, es necesario saber si los productos con los que vamos a trabajar cuentan con correlaciones positivas o negativas. Esto servirá posteriormente para evitar problemas a la hora de obtener la frontera eficiente y al momento de crear portafolios, poder elegir aquellos correlacionados negativamente para lograr diversificar los portafolios.

Para obtener la matriz de correlaciones se utilizó el software R y se obtuvo como resultado una matriz diagonal inferior de 51 x 51, utilizando los 51 productos que se analizaron en la sección de series de tiempo, como se muestra a continuación:

	Acelga	Aguacate	...	Zanahoria Polvo
Acelga	1	0	...	0
Aguacate	0.19	1	...	0
...	1	...
Zanahoria polvo	0.25	0.02	...	1

Tabla 14: Correlaciones de precios de productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos serán discutidos a profundidad en el Capítulo 5 “Análisis de Resultados”.

4.5 Creación de portafolios

Una de las acciones que se realizó para validar la propuesta de una plataforma en donde se puedan ofrecer productos agrícolas a manera de acciones fue la creación de portafolios de inversión en los que se minimice el riesgo y se maximice el retorno sobre la inversión. Para esto se propusieron 5 portafolios diferentes de inversión agrupando los productos por diferentes categorías como lugar de origen, industria y características similares, entre otros que serán descritos más detalladamente a continuación.

El primer portafolio únicamente cuenta con dos activos, los cuales presentaron el valor de correlación más negativo, y servirá de ejemplo para ilustrar detalladamente la creación de los portafolios.

El primer paso que se realizó fue el cálculo de la matriz de correlaciones de cada portafolio, para saber que tan bien diversificado estaba y si tendría sentido o no crear ese portafolio.

	Coliflor Mediana	Epazote
Coliflor Mediana	1	0
Epazote	-0.43	1

Tabla 15: Correlación entre el Epazote y la Coliflor Mediana. Elaboración propia

Posteriormente, con la ayuda de R se creó un código en el que se introducía la base de 51 datos mencionada con anterioridad y se convertían todos los productos en series de tiempo. Se calculaba el rendimiento diario y con la ayuda del código se hacía un análisis de media-varianza para obtener la frontera eficiente y el portafolio que maximizaba el rendimiento y minimizaba el riesgo.

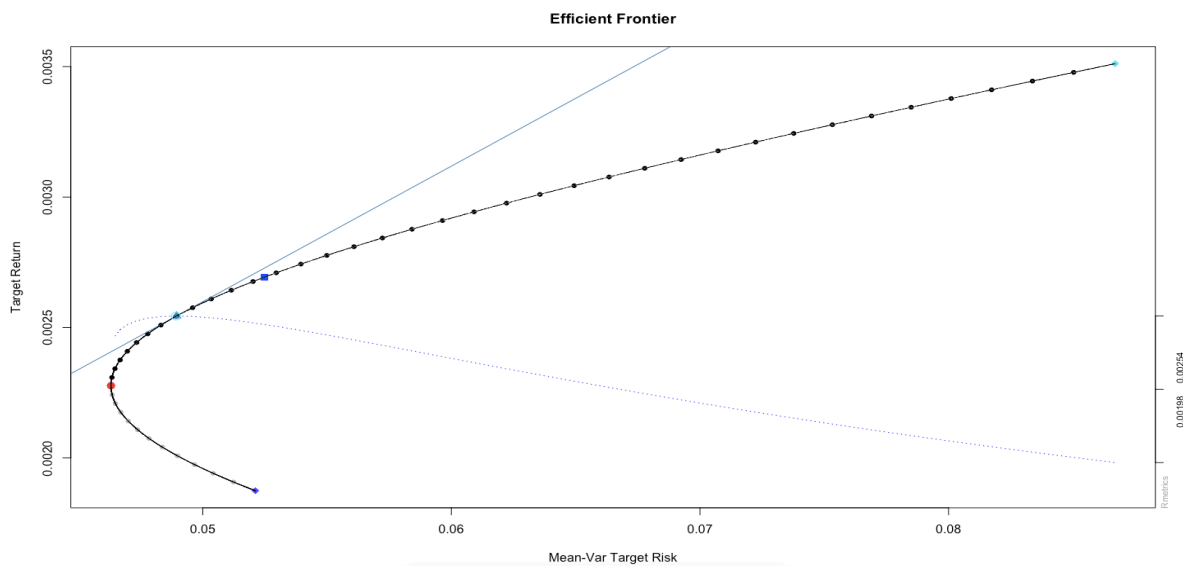


Figura 10: Frontera eficiente del portafolio compuesto por Epazote y Coliflor Mediana. Fuente: Elaboración propia.

Después, con ayuda del mismo código se obtuvo el peso que debería tener cada producto en diversos portafolios con sus respectivos riesgos y rendimientos. El primer

portafolio creado fue aquel que tenía la menor covarianza (el menor riesgo), el segundo fue el portafolio eficiente, es decir el que tenía el mayor rendimiento con el menor riesgo, en tercer lugar, fue el portafolio que contenía pesos iguales de todos los productos, en el cuarto se especifica un rendimiento fijo (en todos los casos fue de 0.25%) y por último un portafolio con un riesgo fijo (en todos los casos fue de 12%). Y se obtuvo una tabla como la siguiente:

	Coliflor Mediana	Epazote	Rendimiento	Riesgo
Varianza mínima	0.7541	0.2459	0.0023	0.0463
Portafolio eficiente	0.5909	0.4091	0.0025	0.0489
Pesos iguales	0.5	0.5	0.0027	0.0525
Rendimiento fijo	0.6178	0.3822	0.0025	0.0482
Riesgo fijo	-0.3848	1.3848	0.0041	0.12

Tabla 16: Diversos portafolios con Coliflor y Epazote. Fuente: Elaboración propia.

Los números negativos indican que se vende en corto ese producto, se recomienda revisar literatura adecuada ya que este tema no está dentro del alcance de la investigación.

Este mismo procedimiento fue utilizado para los siguientes 4 portafolios que se mencionaron anteriormente.

El segundo portafolio llamado “Michoacán” agrupa los 6 principales productos agrícolas que se cosechan en esta región del país. Los artículos son: Fresa, Guayaba, Melón, Limón, Aguacate y Tomate Bola. La matriz de correlaciones entre estos productos es la siguiente:

	Aguacate Hass	Fresa	Guayaba	Limón Con Semilla 5	Melón 36	Tomate Bola
Aguacate Hass	1	0	0	0	0	0
Fresa	-0.02	1	0	0	0	0
Guayaba	-0.16	-0.19	1	0	0	0
Limón Con Semilla 5	-0.17	-0.04	0.13	1	0	0
Melón 36	-0.25	0.03	-0.05	0.20	1	0
Tomate Bola	0.06	0.06	0.11	-0.06	0.06	1

Tabla 17: Correlaciones del portafolio Michoacán. Fuente: Elaboración propia.

El siguiente portafolio llamado “Saludable” incluye a aquellos productos que entran en dos categorías diferentes, los que cuentan con vitamina C y los que son hortalizas de hoja verde. Los productos incluidos en este portafolio son: Acelga, Col Mediana, Espinaca, Guayaba, Lechuga Romanita Grande, Limón Con Semilla 5, Limón Sin Semilla, Naranja Valencia Mediana y Piña.

	Acelga	Col Mediana	Espinaca	Guayaba	Lechuga	Limón Con	Limón Sin	Naranja	Piña
Acelga	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Col Mediana	0.25	1	0	0	0	0	0	0	0
Espinaca	0.27	0.08	1	0	0	0	0	0	0
Guayaba	-0.19	-0.18	0	1	0	0	0	0	0
Lechuga	0.13	-0.09	0.4	0.18	1	0	0	0	0
Limón Con	-0.02	0.23	-0.04	0.13	0.17	1	0	0	0
Limón Sin	-0.04	0.16	-0.24	0.17	-0.03	0.7	1	0	0
Naranja	-0.05	-0.1	0.25	0.15	0.14	-0.08	-0.11	1	0
Piña	0.04	0.25	0.3	-0.18	0.08	0.04	-0.13	0.14	1

Tabla 18: Correlaciones del portafolio Saludable. Fuente: Elaboración propia

El cuarto portafolio llamado “Taco y Salsa” agrupa a los productos en una de las industrias más redituables en México. Únicamente se incluyen productos agrícolas, no carnes de la industria taquera. Los productos incluidos en este portafolio son: Aguacate Hass, Ajo Morado, Cebolla Bola, Cilantro, Chile Jalapeño, Chile Serrano, Elote Grande, Limón con Semilla 5, Tomate Bola y Tomate Verde.

	Aguacate	Ajo	Cebolla	Cilantro	Jalapeño	Serrano	Elote	Limón 5	T. Bola	T. Verde
Aguacate	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ajo	-0.04	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cebolla	-0.33	0.11	1	0	0	0	0	0	0	0
Cilantro	0.19	0.05	0.04	1	0	0	0	0	0	0
Jalapeño	-0.1	0.08	0.27	0.04	1	0	0	0	0	0
Serrano	-0.17	0.03	0.2	0.04	0.5	1	0	0	0	0
Elote	-0.23	-0.04	0.02	-0.07	0.09	0.09	1	0	0	0
Limón 5	-0.17	0.34	0.03	-0.09	0.07	0.06	-0.01	1	0	0
T. Bola	0.06	0.27	0.19	0.01	0.17	0.22	-0.08	-0.06	1	0
T. Verde	-0.13	0.07	-0.03	-0.09	0.24	0.03	0.28	0.06	-0.03	1

Tabla 19: Correlaciones del portafolio Tacos y Salsa. Fuente: Elaboración propia

Por último, el portafolio más grande con los 20 productos más consumidos por los mexicanos que incluye: Aguacate Hass, Calabacita Italiana, Cebolla Bola, Chile de Árbol Fresco, Chile Jalapeño, Chile Poblano, Chile Serrano, Guayaba, Limón con Semilla 5, Melón Cantaloupe 36, Naranja Valencia Mediana, Papa Alpha, Papaya Maradol, Piña Grande, Plátano Chiapas Exportación, Sandía Sangría, Tomate Bola, Tomate Verde y Zanahoria Leña. Debido a la gran cantidad de datos de este portafolio, no se muestra la tabla de correlaciones y si se quiere conocer más se recomienda contactar al autor y solicitar más información.

Los resultados obtenidos serán discutidos a profundidad en el Capítulo 5 “Análisis de Resultados”.

4.6 Índice y frontera eficiente de una muestra representativa del mercado

Después de construir los portafolios, se aproximó como sería el comportamiento real del mercado creando la frontera eficiente y un índice estilo Índice de Precios al Consumidor en el que se utilizaron 51 artículos que representan más del 20% de productos publicados en el SNIIM. Y si se aplica la ley de Pareto, se puede decir que el 20% de productos explican el 80% del comportamiento del mercado. Si a esto le sumamos que dentro de los productos que se están trabajando se encuentran los que se comercializan más seguido, el resultado se acerca aún más al comportamiento real del mercado.

Para calcular la frontera eficiente, al igual que para el cálculo de rendimientos, únicamente se toman en cuenta los dos últimos años de información. Según la teoría para construir la frontera eficiente la matriz de datos debe ser no singular, es decir que su determinante no sea cero. Para que esto suceda, no puede haber un producto que sea la combinación lineal de otro. En este caso, debido a los altos valores de correlación que tenían algunos productos no se pudo calcular la frontera eficiente de primera instancia. Se eliminaron todos los productos que tenían un factor de correlación mayor a 0.9, como se mencionó en la sección 4.4 “Matriz de correlaciones”. A continuación, se presenta la frontera eficiente de una muestra representativa del mercado.

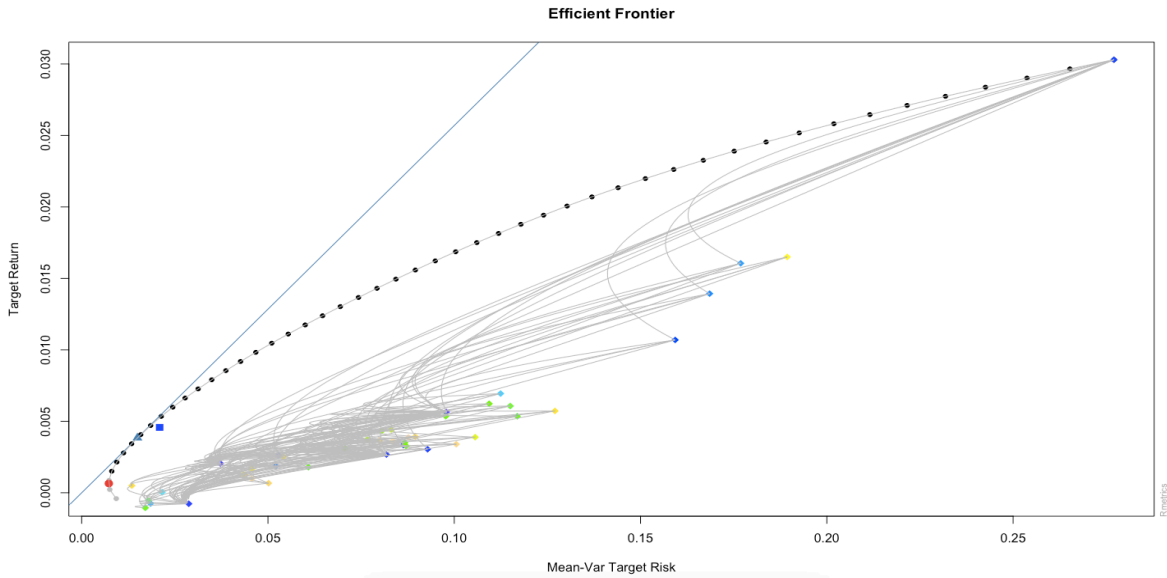


Figura 11: Frontera eficiente de una muestra representativa del mercado. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, con esta muestra representativa se creó un índice que aproximara el comportamiento del mercado en general. Primero se creó un promedio de variación del rendimiento diario, es decir se sacó un promedio de los 51 rendimientos por día. Se asignaron 100 puntos base antes del primer día y estos puntos se fueron multiplicando por los rendimientos promedio diarios hasta obtener la siguiente gráfica la cual funcionaría como funciona el IPC o el S&P500.

Índice Central de Abasto de la CDMX



Figura 12: Índice que aproxima el comportamiento general del mercado. Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

5.1 Series de tiempo

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis de series de tiempo que se realizó para los 51 productos (mencionados en el Capítulo 4 “Metodología”) de los cuales se escogieron los 3 productos que más relevancia tuvieron para el análisis. Como resultados generales previos al análisis detallado, se observó lo siguiente:

- Las 51 series de tiempo contaban con estacionalidad.
- 32 de los 51 productos con precios sin ajustar presentaron un valor de tendencia (pendiente) positivo.
- 28 de los 51 productos con precios ajustados por inflación presentaron un valor de tendencia (pendiente) positivo.
- El Chile Serrano fue el producto que presentó la pendiente con precios ajustados más positiva con un valor de 0.01258.
- El Chile de Árbol Fresco fue el producto que presentó la pendiente con precios ajustados más negativa con un valor de -0.04813.

Aguacate. Este producto presentó el comportamiento más interesante ya que por conocimiento general se esperaba que fuera el que presentara la pendiente más positiva, sin embargo, a la hora de ajustar por inflación el pendiente resultó negativa. Hay que tomar en cuenta que el análisis es de 10 años. En la gráfica se puede observar que, en los últimos dos periodos, es decir el año 2016 y 2017 presenta una tendencia positiva muy marcada que inclusive, podría ser identificada como un cambio de nivel resultando en precios mayores los últimos dos años.

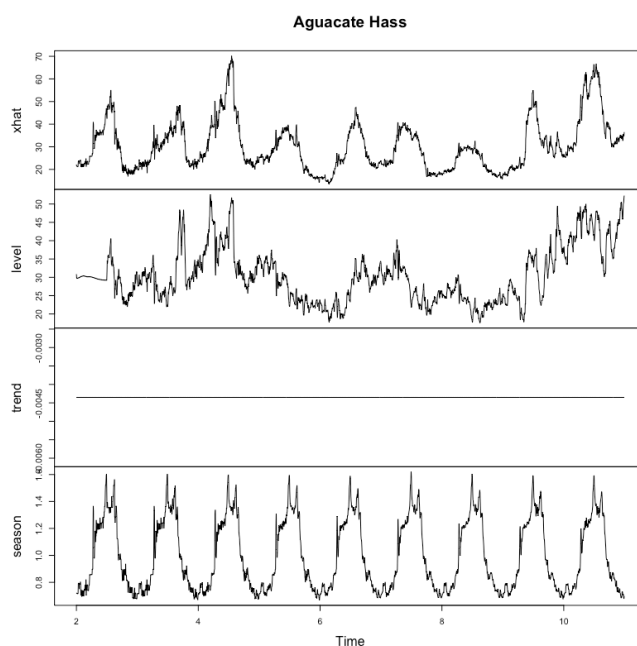


Figura 13: Análisis Holt Winters del Aguacate Hass. Fuente: Elaboración propia.

Chile Serrano. Este producto fue el que presentó la pendiente de tendencia más positiva, sin embargo, lo más interesante es la estacionalidad ya que se puede ver claramente que en la segunda mitad del año los precios disminuyen constantemente, esto es explicado por la temporalidad de cosecha del producto; según el Atlas Agroalimentario 2012-2018 este producto es más accesible de septiembre a diciembre ya que hay mucho mayor cosecha esos meses.

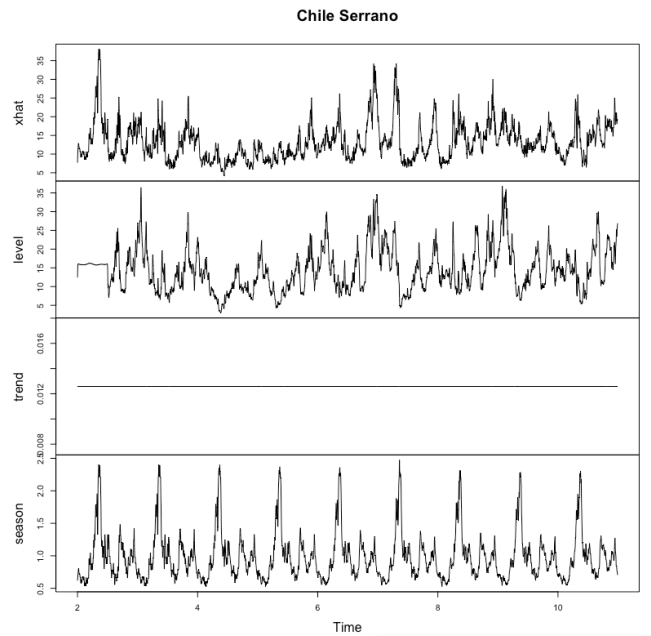


Figura 14: Análisis Holt Winters del Chile Serrano. Fuente: Elaboración propia.

Chile de Árbol Fresco. El comportamiento de este producto es muy similar al presentado anteriormente, sin embargo, a comparación del Chile Serrano, es el que presentó la pendiente más negativa, lo que valida la afirmación de que, aunque tienen casi el mismo comportamiento determinístico, el comportamiento estocástico está presente a la hora de valorar los precios y se comporta como una caminata aleatoria.

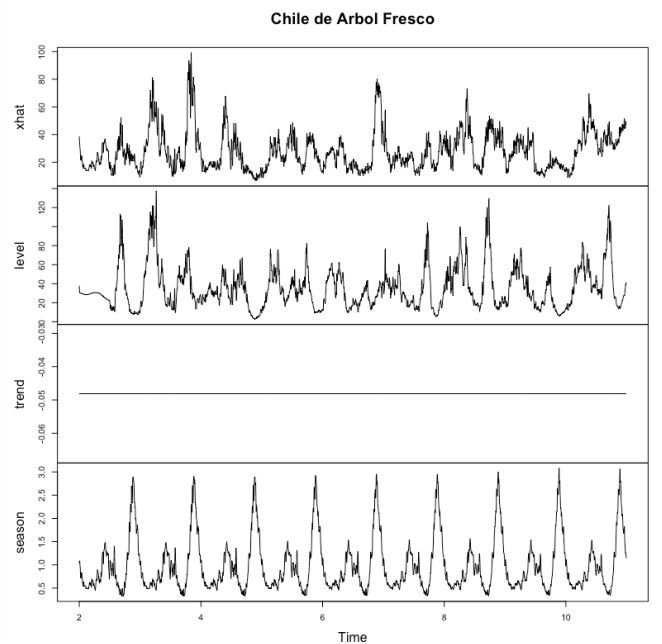


Figura 15: Análisis Holt Winters del Chile de Árbol Fresco. Fuente: Elaboración propia.

5.2 Rendimientos y riesgos

A continuación, se muestran los resultados de rendimientos diarios, promedio, calculados con precios ajustados por inflación y el riesgo que conllevaría invertir en ellos (calculado únicamente con el rendimiento estocástico).

Producto	Rendimiento Total	Varianza	Desv. Est.
Acelga	0.57%	1.84%	13.57%
Aguacate Hass	0.21%	0.28%	5.33%
Ajo Morado	-0.08%	0.25%	5.00%
Apio	0.27%	2.26%	15.04%
Calabacita Italiana	3.04%	39.33%	62.71%
Cebolla Bola	0.31%	69.03%	83.08%
Cebolla Rabo	0.33%	3.20%	17.90%
Cilantro	1.07%	7.47%	27.32%
Col Mediana	0.26%	0.81%	9.00%
Coliflor Mediana	0.19%	0.84%	9.15%
Chayote Sin Espinas	1.40%	21.08%	45.91%
Chícharo Arrugado	1.61%	322.72%	179.64%
Chile Ancho	-0.08%	0.26%	5.07%
Chile Árbol Fresco	0.70%	6.02%	24.53%
Chile Árbol Seco	0.00%	0.12%	3.50%
Chile Guajillo	-0.05%	0.17%	4.08%
Chile Jalapeño	0.61%	8.38%	28.94%
Chile Pasilla	-0.10%	0.22%	4.65%
Chile Pimiento Morrón	0.54%	9.40%	30.67%
Chile Poblano	0.54%	3.65%	19.10%
Chile Serrano	0.54%	3.65%	19.10%
Elote Grande	0.18%	0.94%	9.68%
Epazote	0.35%	1.93%	13.90%
Espinaca	0.62%	7.55%	27.48%
Fresa	0.33%	2.35%	15.34%
Guayaba	0.31%	1.39%	11.78%
Lechuga Romanita Grande	0.43%	1.70%	13.03%
Limón Con Semilla 3	0.48%	4.33%	20.80%
Limón Con Semilla 4	0.45%	2.35%	15.32%
Limón Con Semilla 5	0.37%	1.50%	12.25%
Limón Sin Semilla	0.44%	484.19%	220.04%

Melón Cantaloupe 27	0.35%	4.21%	20.52%
Melón Cantaloupe 36	0.39%	5.28%	22.98%
Naranja Valencia Chica	0.14%	0.78%	8.86%
Naranja Valencia Mediana	0.13%	0.64%	7.98%
Nopal Grande	1.65%	28.79%	53.66%
Papa Alpha	0.17%	0.62%	7.89%
Papaya Maradol	0.25%	0.71%	8.45%
Pepino	0.57%	3.89%	19.72%
Pera D'Anjou 100	0.05%	0.05%	2.22%
Piña Mediana	0.19%	0.70%	8.36%
Piña Grande	0.13%	0.56%	7.46%
Plátano Chiapas	0.29%	1.39%	11.81%
Plátano Chiapas Exportación	0.20%	0.88%	9.40%
Plátano Tabasco	0.39%	2.30%	15.15%
Sandía Sangría	0.07%	0.75%	8.68%
Tomate Bola	0.37%	6.96%	26.38%
Tomate Verde	0.34%	3.77%	19.42%
Uva Globo	0.10%	0.50%	7.09%
Zanahoria Leña	0.36%	1.71%	13.08%
Zanahoria Polvo	0.39%	1.89%	13.76%

Tabla 20: Rendimientos y riesgos del campo mexicano. Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el activo que más rendimiento promedio diario tiene es la Calabacita Italiana con 3.04% pero a su vez tiene una desviación estándar de 62.71%. Por otro lado, el activo que menor riesgo tiene es la Pera D'Anjou 100 con una desviación estándar de 2.22% y un rendimiento de 0.05%. Estos dos productos agrícolas confirman que entre mayor sea el rendimiento mayor será el riesgo y viceversa.

Otro aspecto importante para el análisis es que, de los 51 productos estudiados, únicamente 4 (el Ajo Morado, Chile Ancho, Chile Guajillo y Chile Pasilla) presentaron un rendimiento negativo, lo que confirma que el campo está creciendo por arriba de la inflación.

A continuación, se muestra una tabla con los instrumentos financieros en los que comúnmente invierten los mexicanos por su facilidad.

	Rendimiento anual	Rendimiento diario
CETES	8.05%	0.022%
Consubanco	9.65%	0.026%
Compartamos	8%	0.022%
Banco Inmobiliario	10%	0.027%

Tabla 21: Rendimiento de los instrumentos financieros más comunes. Fuente adiosatujefe.com

Si comparamos los rendimientos diarios de los productos del campo contra los instrumentos financieros presentados, se puede ver que por lo menos 46 productos agrícolas superan el rendimiento de estos instrumentos financieros aún al estar ajustados por inflación.

5.3 Correlaciones

Al obtener la matriz diagonal inferior de correlaciones se puede observar claramente que el comportamiento de las correlaciones de los precios de productos agrícolas podría llegar a parecerse al comportamiento de los precios de un conjunto de acciones elegidas aleatoriamente. Del total de los 1326 índices de correlación obtenidos, 430 son negativos que es lo que se busca en un portafolio de inversión para diversificar.

Por un lado, los productos con más correlaciones negativas fueron la Papa Alpha con 35 correlaciones negativas de 50 posibles, las Naranjas Valencia Chica y Mediana con 31 correlaciones negativas cada una, la Coliflor Mediana con 28 y el Aguacate Hass con 27 correlaciones negativas.

Por otro lado, los productos con menos correlaciones negativas fueron la Lechuga Romanita Grande con 9 correlaciones negativas, la Coliflor Mediana igual con 9 correlaciones negativas, la Cebolla Rabo con 8 y el Ajo Morado con 7 correlaciones negativas. Aunque estos productos tenían muy pocas correlaciones negativas, no hubo uno solo que no contara con correlaciones negativas por lo que todos pueden ser contados a la hora de hacer portafolios.

Adicional a esto, se encontraron productos con correlaciones positivas casi perfectas. Tal es el caso del Chile Poblano y el Chile Serrano con un valor de correlación mayor a 0.99,

el Limón con Semilla 3 tiene valores de correlación de 0.97 y 0.95 con el Limón con Semilla 4 y el Limón con Semilla 5 respectivamente, nuevamente el Limón con Semilla 4 tiene un índice de correlación de 0.96 con el Limón con Semilla 5, el Melón Cantaloupe 27 y el Melón Cantaloupe 36 tienen un índice de 0.95, la Naranja Valencia Chica y la Naranja Valencia Mediana tienen 0.98, la Piña Mediana y la Piña Grande tienen 0.91 y por último el Plátano Chiapas tiene 0.98 con el Plátano Chiapas Calidad Exportación y 0.98 con el Plátano Tabasco.

Las correlaciones casi perfectas se deben a que los productos resaltados comúnmente se siembran en el mismo lugar, presentan la misma estacionalidad e inclusive, podrían llegar a ser comercializados juntos como si fuera el mismo producto debido a la imposibilidad de los consumidores de distinguir entre, por ejemplo, Naranja Valencia Chica y Naranja Valencia Mediana.

Los índices de correlación más negativos encontrados fueron el Epazote con la Coliflor Mediana con -0.43, el Elote Grande con la Naranja Valencia Mediana con -0.42, la Fresa con el Plátano Tabasco igualmente con -0.42, el Chile de Árbol Seco con la Papa Alpha con -0.41 y el Aguacate Hass con la Sandía Peacock con -0.38.

5.4 Creación de portafolios

A continuación, se muestran los resultados del peso que debe tener cada producto agrícola para cumplir con una serie de requisitos establecidos previamente, con el respectivo riesgo y rendimiento de cada portafolio.

Portafolio 2 “Michoacán”.

	Aguacate Hass	Fresa	Guayaba	Limón con Semilla
Varianza mínima	0.5137	0.0806	0.1333	0.0828
Portafolio eficiente	0.3934	0.0900	0.1481	0.1193
Pesos iguales	0.1667	0.1667	0.1667	0.1667
Rendimiento fijo	0.6738	0.0680	0.1135	0.0343
Riesgo fijo	-1.5467	0.2420	0.3879	0.071

Tabla 22: Diversos portafolios Michoacán. Fuente: Elaboración propia.

	Melón 36	Tomate Bola	Rendimiento	Riesgo
Varianza mínima	0.0593	0.1304	0.0028	0.0261
Portafolio eficiente	0.0825	0.1667	0.0029	0.0270
Pesos iguales	0.1667	0.1667	0.0033	0.0338
Rendimiento fijo	0.0283	0.0821	0.0025	0.0277
Riesgo fijo	0.4575	0.7522	0.0060	0.12

Tabla 23: Diversos portafolios Michoacán 2. Fuente: Elaboración propia.

Y la frontera eficiente quedó de la siguiente manera:

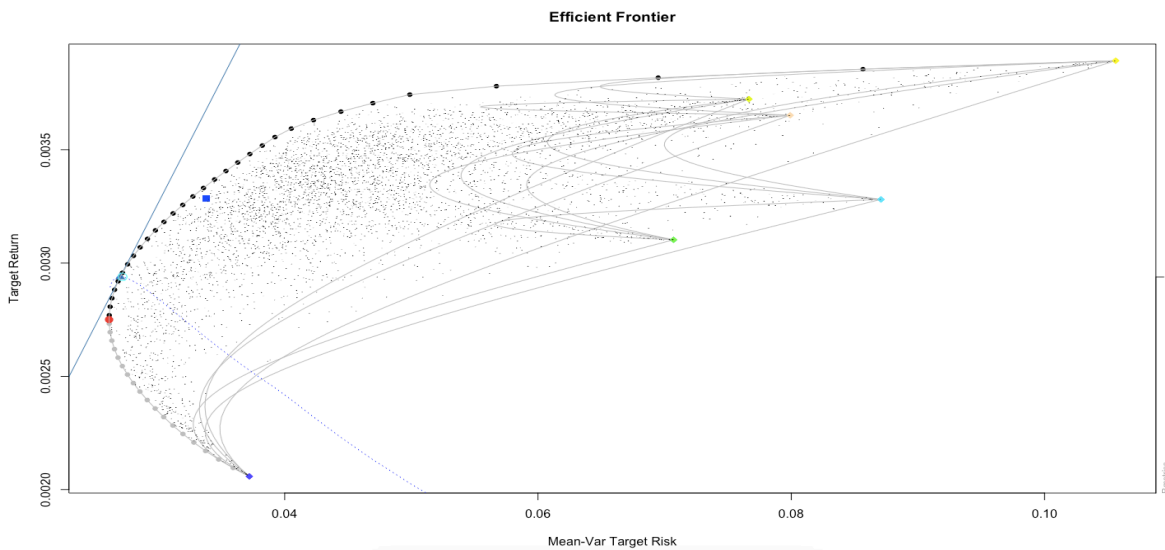


Figura 16: Frontera eficiente Michoacán. Fuente: Elaboración propia.

Portafolio 3 “Saludable”.

	Col				
	Acelga	Mediana	Espinaca	Guayaba	Lechuga
Varianza mínima	0.0429	0.1577	0.0259	0.0824	0.0807
Portafolio eficiente	0.0930	0.1762	0.0858	0.0874	0.1370
Pesos iguales	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111
Rendimiento fijo	0.0417	0.1572	0.0244	0.0823	0.0792
Riesgo fijo	0.4751	0.3181	0.5437	0.1258	0.5674

Tabla 24: Diversos portafolios Saludable. Fuente: Elaboración propia

	Limón con Semilla	Limón sin Semilla	Naranja	Piña	Rendimiento	Riesgo
Varianza mínima	0.0485	0.0643	0.2511	0.2464	0.0025	0.0226
Portafolio eficiente	0.0769	0.1052	0.1203	0.1182	0.0034	0.0264
Pesos iguales	0.1111	0.1111	0.1111	0.125	0.0041	0.0320
Rendimiento fijo	0.0478	0.0633	0.2545	0.2497	0.0025	0.0226
Riesgo fijo	0.29943	0.4172	-0.8800	-0.8616	0.0105	0.12

Tabla 25: Diversos portafolios Saludable 2. Fuente: Elaboración propia

Y la frontera eficiente quedó de la siguiente manera:

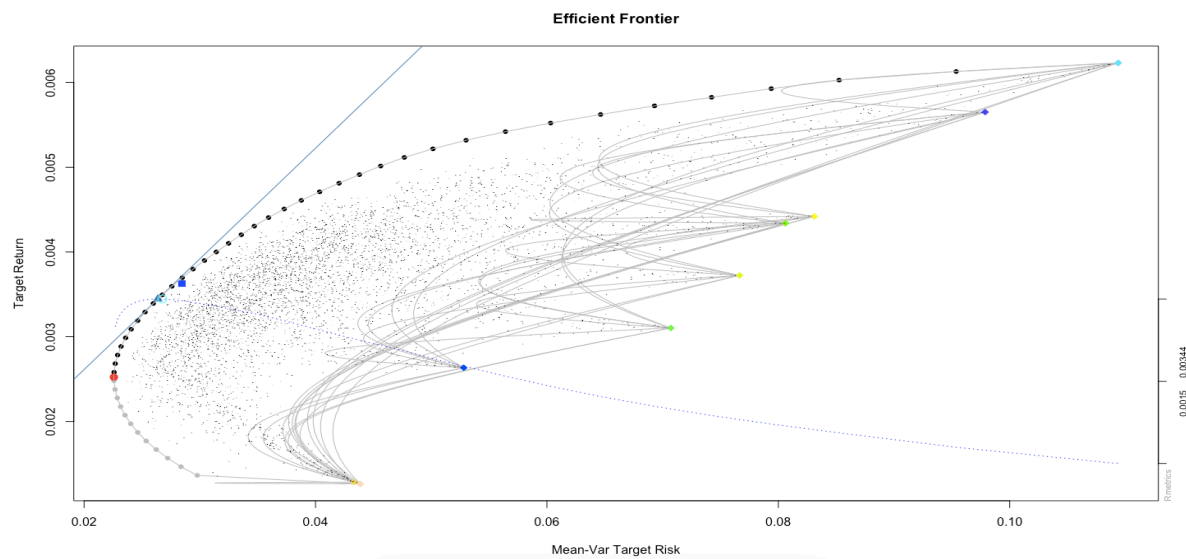


Figura 17: Frontera eficiente Saludable. Fuente: Elaboración propia

Portafolio 4 “Tacos y Salsa”

	Aguacate Hass	Ajo morado	Cebolla Bola	Cilantro
Varianza mínima	0.2481	0.3907	0.0323	0.0301
Portafolio eficiente	0.2800	0.0000	0.0605	0.1020
Pesos iguales	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
Rendimiento fijo	0.2740	0.2401	0.0429	0.0515
Riesgo fijo	0.7317	-2.4229	0.2319	0.4307

Tabla 26: Diversos portafolios Tacos y Salsa. Fuente: Elaboración propia

	Chile Jalapeño	Chile Serrano	Elote Grande	Limón con Semilla
Varianza mínima	0.0209	0.0390	0.0866	0.0638
Portafolio eficiente	0.0683	0.1027	0.0923	0.1464
Pesos iguales	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
Rendimiento fijo	0.0353	0.0599	0.0957	0.0911
Riesgo fijo	0.2895	0.4287	0.2566	0.5748

Tabla 27: Diversos portafolios Tacos y Salsa 2. Fuente: Elaboración propia

	Tomate Bola	Tomate Verde	Rendimiento	Riesgo
Varianza mínima	0.0592	0.0294	0.0017	0.019
Portafolio eficiente	0.1042	0.0435	0.0041	0.0266
Pesos iguales	0.1000	0.1000	0.0039	.0285
Rendimiento fijo	0.0747	0.0347	0.0025	0.0201
Riesgo fijo	0.3502	0.1288	0.0170	0.1200

Tabla 28: Diversos portafolios Tacos y Salsa 3. Fuente: Elaboración propia

Y la frontera eficiente quedó de la siguiente manera:

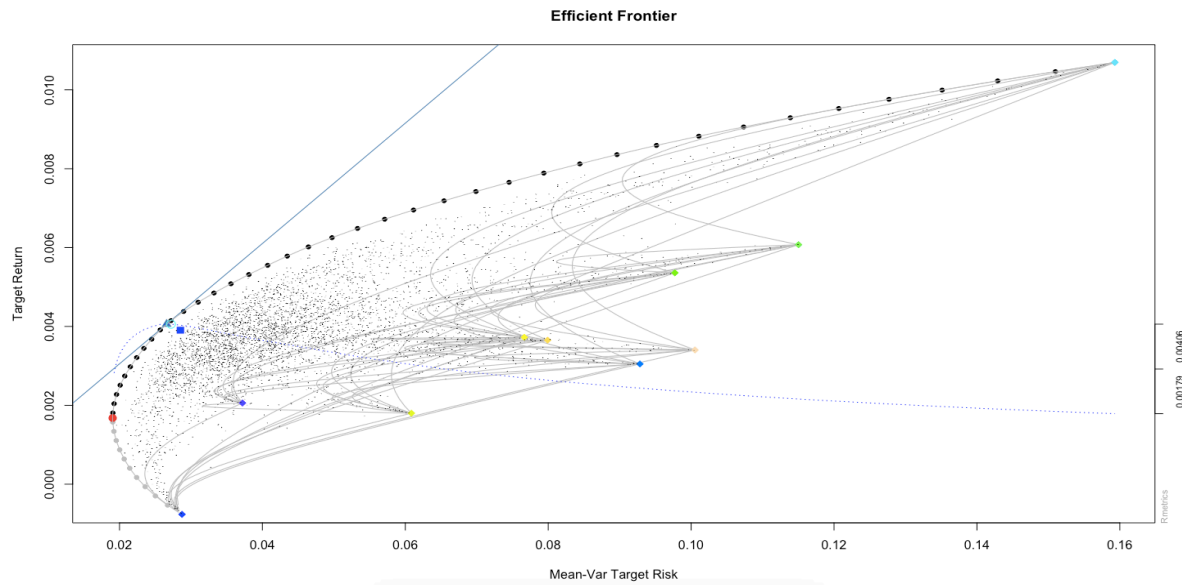


Figura 18: Frontera eficiente Tacos y Salsa: Elaboración propia

Portafolio 5 “Más consumidos”

Debido a la gran cantidad de datos de este portafolio, únicamente se muestra la frontera eficiente.

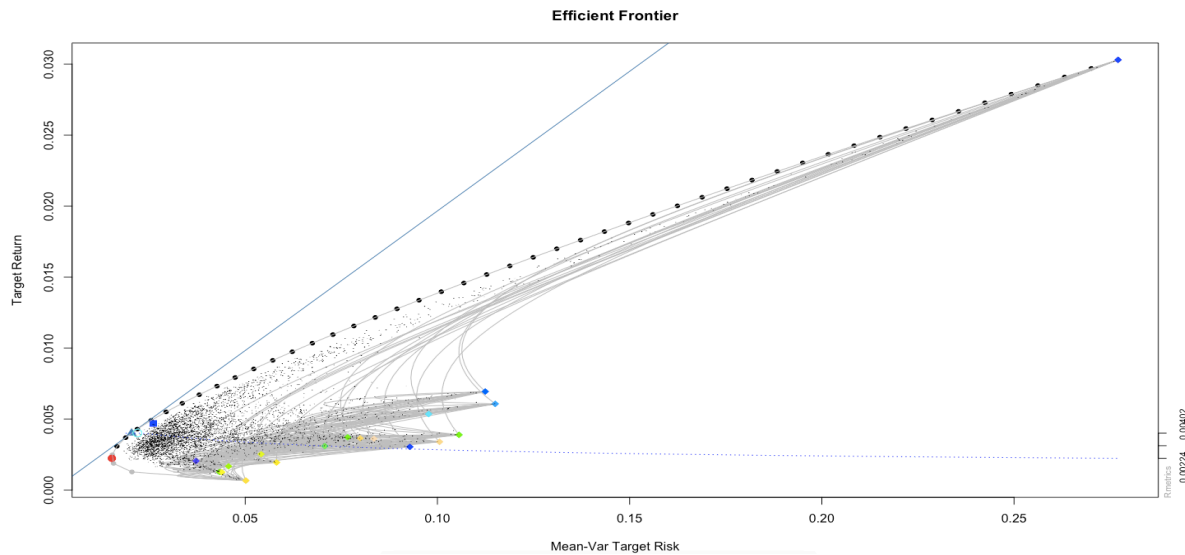


Figura 19: Diversos portafolios con Coliflor y Epazote. Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados podemos ver que el portafolio con el mejor rendimiento es de 1.7% de rendimiento diario en el portafolio “Tacos y Salsa” buscando un riesgo fijo del 12%. En segundo lugar, quedó el portafolio “Saludable” igualmente buscando un riesgo fijo del 12% obteniendo un rendimiento del 1.05% diario.

Por otro lado, los 2 portafolios que tuvieron a menor covarianza fueron: el portafolio “Tacos y Salsa” con una covarianza de 1.9% y un rendimiento de 0.17% diario. El otro portafolio con menor riesgo fue el llamado “Saludable” con una covarianza de 2.26% y un rendimiento diario de 0.25%.

PARTE 3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES

- Según el análisis de series de tiempo, existen ciertos productos agrícolas que aún descontando por inflación presentan una pendiente positiva. Es decir, si se invirtiera en estos productos seguirían teniendo un rendimiento positivo, aunque se descuenta la inflación de dicho rendimiento.
- Los precios de los productos agrícolas varían constantemente año tras año dependiendo de la temporada, respondiendo a la fecha en la que se pueda o no cosechar dicho producto.
- El rendimiento de activos tangibles tiene un componente determinístico y un componente estocástico al cual se le asocia el riesgo debido a su comportamiento como una caminata aleatoria.
- Aún con este comportamiento determinístico, los precios de los productos agrícolas pueden llegar a comportarse como precios de acciones.
- El riesgo y el rendimiento de productos agrícolas se comportan igual que el riesgo y rendimiento de instrumentos financieros comunes, a mayor riesgo mayor rendimiento y viceversa, pudiéndose comportar como inversiones seguras con poco rendimiento emulando el comportamiento de bonos gubernamentales o inversiones altamente redituables, pero con mucho riesgo, como podrían ser las llamadas *penny stocks*.
- Más del 90% de los productos tuvo un rendimiento promedio diario positivo, por lo que en caso de haber sido acciones reales se habría tenido un muy buen rendimiento en dos años.
- Existen productos agrícolas que de ser tratados como instrumentos financieros otorgan mayores rendimientos que bonos gubernamentales mexicanos y bonos emitidos por bancos.
- Del total de los 1326 índices de correlación, 430 son negativos, lo que implica que existe la posibilidad de crear portafolios de inversión con cierto grado de diversificación.

- Existen productos agrícolas diferentes cuyos precios se comportan casi exactamente de la misma forma llegando a tener índices de correlación por encima de 0.9.
- Se comprobó que los principios matemáticos de Markowitz en el que se crea un portafolio eficiente con el método media-varianza se cumple perfectamente para crear portafolios con productos agrícolas.
- Es posible obtener una serie de portafolios que creen la frontera eficiente de un conjunto de productos para así poder elegir el portafolio que más se acomode a las necesidades de los inversionistas.
- Se pueden diversificar bien los portafolios, pero se necesita primero buscar un portafolio que vaya de acuerdo con las necesidades del inversionista.
- No se puede llegar a hacer una diversificación perfecta ya que en las matrices de correlación obtenidas siempre se encontraron valores positivos.
- Al analizar los resultados y ver que en algunos casos los rendimientos son mejores que aquellos ofrecidos actualmente por instrumentos financieros comunes, se comprobó que es viable invertir en productos agrícolas para así poder ofrecerlos en una plataforma que funcione como un mercado de acciones de productos del campo.
- Al contar con un índice general del mercado se puede hacer la comparación de un portafolio armado contra el mercado general y ver si éste se puede vencer.
- El campo se encuentra en el olvido y se deben crear modelos innovadores de financiamiento en el que toda la cadena de valor del campo se vea beneficiada.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones finales y pasos a seguir, sin ningún orden en particular, se podría:

- Hacer el modelo financiero completo incluyendo comisiones costos de venta, impuestos, etc. para saber si la plataforma completa es viable
- Actualizar la información presentada con las nuevas políticas del gobierno entrante.
- Hacer una simulación Montecarlo sobre el rendimiento que se podría tener en un año tanto para productos individuales como para portafolios.
- Comparar o formular otros métodos de valuación de activos con comportamiento determinístico y estocástico.
- Crear el plan de negocios completo para la plataforma.
- Identificar nuevos portafolios mejor diversificados.
- Combinar alguno de los portafolios presentados con un activo sin riesgo como un bono gubernamental.
- Combinar alguno de los portafolios con otro tipo de instrumentos financieros, principalmente acciones.
- Valuar y hacer un análisis de los productos agrícolas como si fueran opciones financieras ya sea put o call, americana o europea.
- Crear el modelo lean canvas para identificar la propuesta de valor y el modelo de negocio.
- Utilizar nuevos y mejores métodos para analizar series de tiempo como lo podría ser el método Arima.
- Hacer el cálculo de un índice más detallado en el que se tomen en cuenta y se le asignen pesos distintos a los productos dependiendo del volumen de venta y los precios.
- Hacer una comparación entre los portafolios propuestos y portafolios que operan actualmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agfunder. (S.F.). Recuperado de: <https://agfunder.com>
- Ashoka. (S.F.) *Social Entrepreneurship*. Recuperado de: <https://www.ashoka.org/en/focus/social-entrepreneurship>
- Ávila, D. (2017). *El TLCAN y el campo mexicano*. Recuperado de: <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/el-tlcan-y-el-campo-mexicano-387356.html>
- BID, de Olloqui, Fernández. (2017). *Financiamiento del sector agroalimentario. Y desarrollo rural*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Financiamiento-del-sector-agroalimentario-y-desarrollo-rural.pdf>
- Briq.mx. (S.F.). Recuperado de: <https://www.briq.mx>
- Constantino, C. (2016). *Financiamiento de la agricultura a través de las microfinanzas*. UNAM Recuperado de: <http://132.248.9.195/ptd2016/marzo/0741640/Index.html>
- Copeland, T. Weston, J. Shastri, K. (2014). *Financial Theory and Corporate Policy*. Pearson: Estados Unidos de América.
- Cropital. (S.F.). Recuperado de: <https://www.cropital.com>
- Crowdfunding México. Plataformas en México. Recuperado de: <http://www.crowdfundingmexico.mx/plataformas.html>
- Deloitte Legal. (2018). *Decreto por el que se expide la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera (Ley Fintech)*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/legal/2018/Decreto-Ley-Fintech.pdf>
- Diethelm Wuertz, Tobias Setz, Yohan Chalabi and William Chen (2017). fPortfolio: Rmetrics - Portfolio Selection and Optimization. R package version 3042.83. <https://CRAN.R-project.org/package=fPortfolio>
- EY, Green St. the earth's fund. (2014). *Emprendimiento Social – Propuesta de lineamientos para formular políticas públicas e iniciativas del sector privado*.

- Financial Times (S.F.) *Definition of base of the pyramid*. Recuperado de <http://lexicon.ft.com/Term?term=base-of-the-pyramid>
- Frederick Novomestky (2012). *matrixcalc: Collection of functions for matrix calculations*. R package version 1.0-3. <https://CRAN.R-project.org/package=matrixcalc>
- FUNDAR. *Subsidios al Campo en México*. (2007). *¿Por qué es importante la pequeña agricultura?* Recuperado de: <http://subsidiosalcampo.org.mx/wp-content/themes/sac-v1/infografias/infografia-LaPequenaAgricultura.pdf>
- Gallegos, Z. (2018). *Campo mexicano: desigualdad, explotación e impunidad*. *El País*. Recuperado de: <https://elpais.com/especiales/2018/campo-mexicano/>
- Grameen Bank. (2019). *Introduction*. Recuperado de <http://www.grameen.com/introduction/>
- Gutiérrez, F. (2018). *Pequeños productores del campo fueron olvidados*. Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/Pequenos-productores-del-campo-fueron-olvidados-20180801-0120.html>
- Harvest Returns (S.F.). Recuperado de: <https://www.harvestreturns.com>
- IFC. (S.F.). *Agriculture finance*. Recuperado de: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Industry_EXT_Content/IFC_External_Corporate_Site/Industries/Financial+Markets/Retail+Finance/Agriculture+Finance/
- INEGI. (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2017*. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/ena/2017/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2018). *PIB y cuentas nacionales. Por actividad económica*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2018). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto Trimestral. Año Base 2013. Serie del primer trimestre de 1993 al segundo trimestre de 2018*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>
- INEGI. (S.F.). *Calculadora de Inflación*. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/CalculadoraInflacion.aspx>
- Investopedia. (2019). *How does the stock market work?* Recuperado de: <https://www.investopedia.com/articles/investing/082614/how-stock-market-works.asp>

- Investopedia. (2019). *Market Index*. Recuperado de:
<https://www.investopedia.com/terms/m/marketindex.asp>
- Jeffrey A. Ryan and Joshua M. Ulrich (2018). *quantmod: Quantitative Financial Modelling Framework*. R package version 0.4-13. <https://CRAN.R-project.org/package=quantmod>
- Jeffrey A. Ryan and Joshua M. Ulrich (2018). *xts: eXtensible Time Series*. R package version 0.11-1. <https://CRAN.R-project.org/package=xts>
- Kagan, J., Investopedia. (2018). *Microfinance*. Recuperado de
<https://www.investopedia.com/terms/m/microfinance.asp>
- La Tasa. (S.F.). Recuperado de: <https://www.latasax.com>
- Martínez, T. (1983). *Historia de la agricultura en México*. Recuperado de:
<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/09/Historia-de-la-agricultura-en-México.pdf>
- Mazabel, D., Tamayo Ricárdez, V. y Patiño, T. (2014) *Estructura agraria, evolución del sector agrícola y crisis en el campo mexicano*. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 201. Recuperado de:
<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2014/crisis-campo.html>
- Meléndez, J. (S.F.). El Universal. El campo mexicano está en el abandono. Recuperado de:
<http://www.eluniversal.com.mx/nacion/sociedad/el-campo-mexicano-esta-abandonado>
- OECD. (2013). *Policy Brief on Social Entrepreneurship*. Recuperado de
https://www.oecd.org/cfe/leed/Social%20entrepreneurship%20policy%20brief%20EN_FINAL.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017). *Crowdfunding*. Recuperado de:
http://www.undp.org/content/dam/sdfinance/doc/Crowdfunding%20_%20UNDP.pdf
- Quantide. (S.F.). *R Benefits*. Recuperado de: <http://www.quantide.com/r-benefits/>
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- R-project. (S.F.) *What is R?* Recuperado de: <https://www.r-project.org/about.html>

- SAGARPA. (2016). *Planeación Agrícola Nacional 2017 – 2030*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255627/Planeaci_n_Agr_cola_Nacional_2017-2030-_parte_uno.pdf
- Secretaría de Economía - SNIIM. *¿Qué es el SNIIM?* Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/que.asp>
- SIAP. (S.F.). *Historia de la agricultura*. Recuperado de: <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/01-agricultura/contexto-1.html>
- Sipper, D. Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la Producción*. Mc Graw Hill: México.
- Snapp, S. (2011). *How to Make Sense of The Natural Confusion with Alpha Beta Gamma*. Recuperado de: <https://www.brightworkresearch.com/demandplanning/2011/03/alpha-beta-and-gamma-in-forecasting/>
- SNIIM. (S.F.). *Cuadro Comparativo Anual*. Recuperado de: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/CuadroAnualCons.asp>
- Sosa, H. (2019) *¿Cuál es el banco que da más intereses en México 2019?* Recuperado de: <https://www.adiosatujefe.com/que-banco-da-mas-intereses/>
- Stephan, D. (2018). *What is a unicorn company?* Recuperado de <https://about.crunchbase.com/blog/what-is-a-unicorn-company/>
- Taiyun Wei and Viliam Simko (2017). R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.84). Available from <https://github.com/taiyun/corrplot>
- The Institute for Social Entrepreneurs. (2008). *Evolution of the social Enterprise industry: Achronology of key events*. Recuperado de <https://socialent.org/documents/EVOLUTIONOFTHESOCIALENTERPRISEINDUSTRY--ACHRONOLOGYOFKEYEVENTS.pdf>
- Torres, G. y M. Morales (2011) *Los grandes retos y perspectivas para el agro y el sector rural en México en el siglo XXI*. Estudios Agrarios, 49. México: Procuraduría Agraria.
- UNAM Global. (S.F.). *El campo en México, un sector en el abandono*. Recuperado de: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=7506>

- Vermeulen, S. & Cotula, L. (2010) *Making the most of agricultural investment: a survey of business models that provide opportunities for smallholders*, IIED/FAO/IFAD/SDC, London/Rome/Bern.
- Warman, A. (S.F.). *La reforma agraria mexicana: una visión a largo plazo*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/j0415t/j0415t09.htm#bm9>
- World Bank. (2018) *Agriculture Finance & Agriculture Insurance*. Recuperado de: <http://www.worldbank.org/en/topic/financialsector/brief/agriculture-finance>
- Yahoo Finance. (2019). *IPC MEXICO (^MXX)*. Recuperado de: <https://finance.yahoo.com/quote/%5EMXX?p=%5EMXX>

9. ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de crecimiento del campo desde 1998 hasta 2017

Año	Participación en el PIB	Aportación al PIB (millones de pesos)	Variación anual
1998	2.4%	115 451	
1999	2.1%	121 386	5.14%
2000	1.8%	120 780	-0.50%
2001	1.9%	132 283	9.52%
2002	1.8%	136 001	2.81%
2003	1.9%	148 329	9.06%
2004	1.9%	166 379	12.17%
2005	1.6%	156 460	-5.96%
2006	1.7%	185 752	18.72%
2007	1.9%	221 996	19.51%
2008	2.0%	243 382	9.63%
2009	2.0%	243 317	-0.03%
2010	2.0%	270 031	10.98%
2011	2.0%	288 581	6.87%
2012	2.0%	318 707	10.44%
2013	1.9%	313 581	-1.61%
2014	1.9%	325 071	3.66%
2015	1.9%	349 999	7.67%
2016	2.1%	419 827	19.95%
2017	2.2%	471 753	12.37%
Promedio	1.9%	Promedio	7.92%

Anexo 2. Productos básicos estratégicos

Agave

Aguacate

Algodón

Anaheim

Árbol

Arroz

Avena Forrajera

Bell

Cacao

Café

Canola

Caña de Azúcar

Cártamo

Cebada Grano

Cítricos
Frijol
Frutas del Bosque
Girasol
Habanero
Higuerilla
Jalapeño
Jatropha
Jitomate
Maíz Blanco
Maíz Amarillo
Mango

Manzana
Nuez Pecanera
Palma de Aceite
Palma de Coco
Papaya
Piña
Sorgo Dulce
Sorgo Grano
Soya
Trigo Grano
Uva
Vainilla

Anexo 3 Lista completa de productos del SNIIM

Acelga Primera
Aguacate Hass Primera
Ajo Blanco Primera
Ajo Morado Primera
Apio Primera
Brócoli Primera
Cacahuete Primera
Calabacita Criolla Primera
Calabacita Italiana Primera
Calabaza de castilla Primera
Caña Primera
Cebolla Bola Primera
Cebolla de rabo Primera
Cilantro Primera
Ciruela huesuda Amarilla Primera
Ciruela huesuda Roja Primera

Ciruela Moscatel Primera
Col mediana Primera
Coliflor mediana Primera
Chayote sin espinas Primera
Chícharo arrugado Primera
Chile ancho Primera
Chile de Árbol fresco Primera
Chile de Árbol seco Primera
Chile Guajillo Primera
Chile Habanero Primera
Chile Jalapeño Primera
Chile Pasilla Primera
Chile Pimiento morrón Primera
Chile Poblano Primera
Chile Serrano Primera
Durazno Amarillo Primera

Durazno Melocotón Primera	Manzana Starking Primera
Ejote redondo Primera	Melón Cantaloupe # 12 Primera
Elote grande Primera	Melón Cantaloupe # 15 Primera
Epazote Primera	Melón Cantaloupe # 18 Primera
Espinaca Primera	Melón Cantaloupe # 27 Primera
Fresa Primera	Melón Cantaloupe # 36 Primera
Granada Roja Primera	Melón Cantaloupe # 45 Primera
Guayaba Primera	Melón Cantaloupe # 48 Primera
Jícama mediana Primera	Melón Cantaloupe # 9 Primera
Jícama piñatera Primera	Naranja Valencia chica Primera
Kiwi Primera	Naranja Valencia mediana Primera
Lechuga Orejona grande Primera	Nopal Primera
Lechuga Romanita grande Primera	Nopal grande Primera
Limón c/semilla # 3 Primera	Nuez Wichita Primera
Limón c/semilla # 4 Primera	Papa Alpha Primera
Limón c/semilla # 5 Primera	Papa Marciana Primera
Limón s/semilla Primera	Papa San José Primera
Mandarina Primera	Papaya Amarilla Primera
Mandarina Mónica Primera	Papaya Maradol Primera
Mandarina Reyna Primera	Papaya Roja Primera
Mandarina Tangerina Primera	Pepino Primera
Mango Ataulfo Primera	Pera Bartlett # 135 Primera
Mango Criollo Primera	Pera D'anjou # 100 Primera
Mango Haden Primera	Pera Paraíso Primera
Mango Kent Primera	Piña grande Primera
Mango Manila Primera	Piña mediana Primera
Mango Manililla Primera	Plátano Chiapas Primera
Mango Oro Primera	Plátano Chiapas Exportación Primera
Mango Tommy Primera	Plátano Dominicó Primera
Manzana Golden Delicious Primera	Plátano Enano-Gigante Primera
Manzana Red Delicious Primera	Plátano Macho Primera

Plátano Tabasco Primera
Sandía Peacock Primera
Sandía Sangría Primera
Tejocote Primera
Tomate Bola Primera
Tomate Saladette Primera
Tomate Verde Primera
Toronja Roja Primera
Toronja Rosada Primera
Tuna Primera
Tuna Blanca Primera

Uva Calmeria Primera
Uva Cardenal Primera
Uva Globo Primera
Uva Perlette Primera
Uva Superior Primera
Uva Thompson Primera
Zanahoria leña Primera
Zanahoria mediana Primera
Zanahoria polvo Primera
Zapote Primera

Anexo 4. Empresas en el Índice de Precios y Cotizaciones

Becle
ALPEK
Grupo Cementos de Chihuahua
Gentera
Gruma
Alsea
Grupo Aeroportuario del Pacífico
Grupo Financiero Banorte
Banco del Bajío
Coca-Cola FEMSA
Grupo México
Arca Continental
Megacable Holdings
GMéxico Transportes
Kimberly-Clark de México

América Móvil
Grupo Lala
Infraestructura Energética Nova
Grupo Aeroportuario del Sureste
Promotora Operadora Infraestructura
Mexichem
Grupo Bimbo
Regional
CEMEX
Grupo Financiero Santander México
Grupo Televisa
Genomma Lab Internacional
El Puerto de Liverpool
Industrias Peñoles
Grupo Aeroportuario Centro Norte

Anexo 5. Lista de productos seleccionados

Acelga	Guayaba
Aguacate Hass	Jícama Mediana
Ajo Morado	Lechuga Romanita Grande
Apio	Limón Con Semilla3
Brócoli	Limón Con Semilla4
Cacahuate	Limón Con Semilla5
Calabacita Italiana	Limón Sin Semilla
Cebolla Bola	Melón Cantaloupe27
Cebolla Rabo	Melón Cantaloupe36
Cilantro	Naranja Valencia Chica
Ciruela Moscatel	Naranja Valencia Mediana
Col Mediana	Nopal Grande
Coliflor Mediana	Papa Alpha
Chayote Sin Espinas	Papaya Maradol
Chícharo Arrugado	Pepino
Chile Ancho	Pera D'Anjou100
Chile Árbol Fresco	Piña Mediana
Chile Árbol Seco	Piña Grande
Chile Guajillo	Plátano Chiapas
Chile Jalapeño	Plátano Chiapas Calidad Exportación
Chile Pasilla	Plátano Tabasco
Chile Pimiento Morrón	Sandía Sangría
Chile Poblano	Tomate Bola
Chile Serrano	Tomate Verde
Elote Grande	Uva Globo
Epazote	Zanahoria Lena
Espinaca	Zanahoria Polvo
Fresa	

Anexo 6. Software estadístico R

Debido a la gran cantidad de datos que se manejaron en este trabajo, software tradicional como MS Excel® más que ayudar a la realización de la investigación sería una traba y únicamente complicaría los cálculos realizados. Para facilitar el manejo de toda la información obtenida, se utilizó el software de uso libre R.

R es un lenguaje y ambiente de programación que sirve para cálculos estadísticos y la obtención de gráficos resultantes de los cálculos. Está basado en el ambiente de programación S y gracias a que es un software gratis y de código abierto, su uso incrementa cada vez más. Existen muchas comunidades que se dedican a compartir sus creaciones y por medio de paquetes aumentan los alcances que tiene el software, haciéndolo útil para un sinfín de necesidades.

Dentro de los beneficios generados por utilizar este software en específico se tiene que se puede trabajar con grandes cantidades de datos fácilmente, una gran variedad de soluciones para problemas estadísticos, es totalmente personalizable, cuenta con los mejores investigadores de las mejores universidades del mundo trabajando y realizando investigación con R, es muy fácil de integrar otro tipo de ambientes de programación y debido a que es de uso libre y de código abierto, es un lenguaje que tiene un excelente retorno sobre la inversión.