



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Maestría en Gestión de la Tecnología

Valuación financiera de proyectos cafetaleros de base tecnológica

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestro en Gestión de la Tecnología

Presenta:

Gerardo Sosa Cruz

Dirigido por:

Dr. Humberto Banda Ortiz

Co-dirigido por:

Nombre Completo del Co-Director del Trabajo.

Dr. Humberto Banda Ortiz  
Presidente  
Dra. Denise Gómez Hernández  
Secretario  
Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez  
Vocal  
Dr. Michael Demmler  
Suplente  
M. en A. Ma. Elena Díaz Calzada  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Octubre/2020  
México

## RESUMEN

La presente investigación surge como respuesta a la búsqueda de distintas técnicas para la valuación de proyectos de base tecnológica, mediante la siguiente pregunta rectora. ¿Cuál de las técnicas propuestas se ajusta mejor para la valuación financiera de proyectos cafetaleros de base tecnológica? En la investigación se analizaron cuatro distintos proyectos cafetaleros, con flujos de efectivo de 10 años para cada proyecto. Los cuatro proyectos tienen como ubicación distintos estados de la República Mexicana. Las características de los proyectos implican que cada uno de ellos es del sector cafetalero, se realizaron flujos de efectivos a diez años, y que en los proyectos se implementaron distintas tecnologías que busca el mejorar y eficientizar los cultivos de café. La metodología utilizada fue la metodología de casos, en esta metodología se aplicaron tres distintas técnicas las cuales son la técnica tradicional, en esta se utilizaron las herramientas de valor presente neto, tasa interna de retorno y payback, en este punto resaltando el VPN del proyecto 1 al 4 con los siguientes datos respectivamente: \$6,726,175.30, \$8,704,200.24, \$9,859,931.79 y \$9,271,634.75. En la técnica de opciones reales, se aplica el modelo Black & Scholes, dando como resultados \$9,535,239.07, \$10,133,952.08, \$10,249,197.64 y \$7,917,908.52 para los proyectos de 1 al 4 respectivamente, y en la técnica de conjuntos borrosos, se utiliza las herramientas de tasa de rendimiento contable borroso, el periodo de recuperación borroso y el valor presente neto borroso, resaltando esta última herramienta los resultados del escenario 3 de los proyectos 1 al 4 por \$2,134,266.43, \$2,083,786.33, \$3,718,455.06 y \$3,008,550.34 respectivamente. Por lo tanto, al aplicar todo lo anterior, los resultados obtenidos muestran que las opciones reales apoyan a tener una mejor valuación de los proyectos cafetaleros de base tecnológica, ya que en esta técnica se logra implementar variables de incertidumbre y riesgo para generar mayor certeza en la toma de decisiones en comparación a las otras técnicas.

(Palabras clave: Valuación Financiera, Proyectos Cafetaleros, Opciones Reales, Conjuntos Borrosos)

## SUMMARY

The present investigation appears in response to the search for different techniques for the valuation of technology-based projects, using the following guiding question. Which of the proposed techniques is best suited for the financial valuation of technology-based coffee projects? The research analyzed four different coffee projects, with 10-year cash flows for each project. The four projects are in different states of the Mexican Republic. The characteristics of the projects imply that each one is in the coffee sector, cash flows were made over ten years, and that different technologies were implemented in the projects that seek to improve and make coffee crops more efficient. The methodology used was the case methodology, in this methodology three different techniques were applied, which are the traditional technique, in which the tools of net present value, internal rate of return and payback were used, at this point highlighting the NPV of project 1 to 4 with the following data respectively: \$6,726,175.30, \$8,704,200.24, \$9,859,931.79 and \$9,271,634.75. In the real options technique, the Black & Scholes model is applied, resulting in \$9,535,239.07, \$10,133,952.08, \$10,249,197.64 and \$7,917,908.52 for projects from 1 to 4 respectively, and in the fuzzy set technique, the performance rate tools are used accounting fuzzy, the recovery period fuzzy and the net present value fuzzy, highlighting this last tool the results of scenario 3 of projects 1 to 4 for \$2,134,266.43, \$2,083,786.33, \$3,718,455.06 and \$3,008,550.34 respectively. Therefore, when applying all of the above, the results obtained show that the real options support having a better valuation of technology-based coffee projects, since in this technique it is possible to implement variables of uncertainty and risk to generate greater certainty in the decision making compared to the other techniques.

(Key words: Financial Valuation, Coffee Projects, Real Options, Fuzzy Sets)

## DEDICATORIAS

A mis padres Roberto y Sonia por su apoyo y su enseñanza de perseguir tus sueños.

A mi hermano Roberto por estar conmigo y apoyarme en todas las situaciones.

A mis abuelitos Olve, Herlinda y Olga por estar ahí conmigo siempre que lo necesitaba.

A mi mejor amigo Kevin que a pesar de la distancia me motiva a cumplir mis sueños.

Dirección General de Bibliotecas UAO

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis maestra fue posible gracias al apoyo y dirección del Doctor Humberto Banda Ortíz, a quien debo de agradecerle todas las asesorías, comentarios, retroalimentación, aportaciones y paciencia para culminar mi tesis, desarrollando un ambiente de amistad y confianza. A la Doctora María de la Luz Fernández Barros por su amistad y motivación para la realización de mi investigación.

Agradezco de igual forma al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada a mi persona con base al programa de estudios que está incluido en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC). También agradezco al Clúster Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico ITMx por el apoyo y la facilitación de los proyectos utilizados para el desarrollo de la presente tesis y de igual forma al Dr. Tito Figueroa Castellanos por su atención, apoyo y motivación para la realización de esta investigación.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
RESUMEN.....	i
SUMMARY .....	ii
DEDICATORIAS .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. OBJETIVOS .....	5
1.1. Objetivo general .....	5
1.2. Objetivos específicos .....	5
1.3. Pregunta de investigación .....	5
1.4. La hipótesis .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Sector agrícola y cafetalero.....	7
2.2. Datos económicos .....	12
2.3. Empresas o proyectos de base tecnológica .....	17
2.4. Información del consejo nacional de ciencia y tecnología.....	18
2.5. Técnica de opciones reales.....	19
2.6. Técnica de los conjuntos borrosos .....	23
2.7. Flujos de efectivo de un proyecto .....	25
3. METODOLOGÍA .....	30
3.1. Técnica tradicional .....	31

3.1.1.	<i>Análisis y evaluación de proyectos de inversión</i> .....	32
3.2.	Técnica de opciones reales.....	37
3.2.1.	<i>Modelo de Black y Scholes</i> .....	42
3.3.	Técnica de conjuntos borrosos.....	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
4.1.	Datos .....	51
4.1.1.	<i>Inversión</i> .....	51
4.1.2.	<i>Flujo de efectivo</i> .....	52
4.2.	Resultados técnica tradicional.....	54
4.2.1.	<i>Valor presente neto</i> .....	54
4.2.2.	<i>Tasa interna de retorno</i> .....	57
4.2.3.	<i>PayBack</i> .....	58
4.3.	Resultados opciones reales.....	60
4.4.	Resultados conjuntos borrosos.....	62
4.5.	Comparación de técnicas.....	66
	CONCLUSIONES .....	71
	REFERENCIAS.....	76

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa Opciones Reales y Financieras.....	39
Tabla 2. Ejemplos de las operaciones con números borrosos. ....	48
Tabla 3. Inversión de los proyectos.....	51
Tabla 4. Flujos de efectivo de cada proyecto.....	52
Tabla 5. Valor presente de cada proyecto. ....	55

Dirección General de Bibliotecas UAQ



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Volumen de producción de café cereza en toneladas. ....	11
<i>Figura 2.</i> Distribución de la producción de café en México.....	12
<i>Figura 3.</i> Participación del Sector Primario en el PIB Trimestral a Precio Corriente.....	14
<i>Figura 4.</i> Participación del sector primario en el PIB trimestral a precios 2013.....	15
<i>Figura 5.</i> Distribución de las hectáreas para toda actividad agrícola. ....	16
<i>Figura 6.</i> Personas ocupadas en sector primario expresada en millones de personas. ....	17
<i>Figura 7.</i> Histórico de monto de apoyo del CONACyT en el PEI (millones pesos).....	19
<i>Figura 8.</i> Comportamiento del flujo de efectivo. ....	29
<i>Figura 9.</i> Flujo de efectivo de cada proyecto. ....	53
<i>Figura 10.</i> Valor presente neto de cada proyecto.....	56
<i>Figura 11.</i> Tasa interna de retorno de cada proyecto.....	57
<i>Figura 12.</i> Periodo de recuperación de cada proyecto.....	59
<i>Figura 13.</i> Valoración de los proyectos de inversión con opciones reales. ....	60
<i>Figura 14.</i> Valor de cada proyecto. ....	61
<i>Figura 15.</i> Tasa de rendimiento contable borroso de cada proyecto y escenario. ....	63
<i>Figura 16.</i> Periodo de recuperación borroso de cada proyecto y escenario. ....	64
<i>Figura 17.</i> Valor presente neto borroso de cada proyecto y escenario.....	65
<i>Figura 18.</i> Comparación B&S, VPN & VPNB .....	67
<i>Figura 19.</i> Comparación <i>PayBack</i> vs PRB.....	68
<i>Figura 20.</i> Comparación TIR vs TRCB.....	69

## INTRODUCCIÓN

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016), en la actualidad el sector agrícola de México se enfrenta a grandes desafíos, como el tener disponibilidad de agua, aumentar la producción, al mismo tiempo reducir el uso de fertilizantes químicos y herbicidas.

México es uno de los grandes productores de café cereza a nivel mundial, según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación & el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA & SIAP, 2018) en su Atlas Agroalimentario 2012-2018, el país se encuentra en el onceavo lugar como productor mundial de este producto, anteriormente se encontraba en la décima posición. De igual forma, exporta café verde a 13 de los 15 mayores países que importan este producto.

Por tal motivo es importante buscar alternativas diversas para asegurarse que los proyectos que se desean desarrollar cumplan y sean exitosos en el futuro. Por ello en este documento se busca el determinar de distintas técnicas analizadas cuál de las técnicas de opciones reales, conjuntos borrosos y técnica tradicional se ajusta más para la valuación financiera de proyectos cafetaleros de base tecnológica.

Es de destacar la importancia del sector agrícola, en México se ha logrado desarrollar dicho sector en los últimos años, dando como resultado un crecimiento de 5.6% anual y

en diferentes tipos de alimento México ocupa el primer lugar de producción. Por ello se puede observar que en México la producción agrícola es de suma importancia para el país.

Así mismo, en datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) el terreno ocupado para la producción agrícola en México es de aproximadamente 118.7 millones de hectáreas repartidas en todo el territorio nacional, y de igual forma en datos proporcionados por este Instituto las personas en el sector agrícola han ido aumentando con los años, pasando de 6.67 a 6.81 millones de personas trabajando en este sector.

De igual forma se puede observar que actualmente se buscan nuevas fuentes para el mejoramiento del campo, de las palabras del secretario de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), quien señaló en una conferencia que impartió en 2017, que la aplicación de Ciencia, Innovación y Tecnología en el Sector Agroalimentario Nacional permitió, en los últimos años, un crecimiento del 74 por ciento en la producción de alimentos, al tener una diferencia de 120 millones de toneladas, así como un superávit en la balanza comercial de 7,000 millones de dólares.

Por tal motivo, se debe considerar importante el desarrollo de nuevas tecnologías para el campo, ya que estos son procesos manuales y la implementación de tecnologías lograría una automatización, tecnificación y mejoramiento del campo. El inconveniente que se puede encontrar al momento de desarrollar nuevas tecnologías es que las personas que actualmente están desarrollando o innovando en tecnologías agropecuarias, se quedan en papel y no logran desarrollarlas a su plenitud, ya que al ir a buscar el apoyo de

inversionistas o personas que les financien sus proyectos, no saben el valor que tienen sus proyectos o productos o inclusive no tienen idea del impacto o magnitud que este podría tener.

Ahora bien, otro punto importante que se debe de hacer hincapié es sobre la inversión semilla que se otorga, ya que esta favorece el desarrollo, pero hay que analizar y saber perfectamente a quien se les otorgará, ya que en 2009 el entonces director del CIEBT-IPN, presentó el libro El orgullo de ser empresario Politécnico, en el que se presentan 40 casos de éxito de negocios con el apoyo del Centro. Sin embargo, el problema es que algunas de las empresas que se presumen en la obra, están en la lista elaborada en abril de 2013 por el Funtec de morosos que no han pagado el financiamiento recibido desde 2005 y 2006, tienen una cartera vencida que asciende en total a 47.3 millones de pesos.

Actualmente se utiliza para la valuación de proyectos la técnica tradicional, la cual consiste en Valor Presente Neto (VPN), Flujo de Efectivo (FE) y proyecciones a futuro, comúnmente dejando atrás los riesgos o la flexibilidad para los proyectos, es por ello, que las técnicas de Conjuntos Borrosos y Opciones Reales pueden ser aplicables a estos proyectos tecnológicos por la incertidumbre y flexibilidad que se puede generar en estos.

El presente documento se organiza de la siguiente manera: en el primer capítulo se presenta el objetivo general, los objetivos específicos, la pregunta de investigación y la hipótesis de dicho documento. En capítulo 2 se presenta el marco teórico o revisión literaria acerca de la implementación de opciones reales y conjuntos borrosos en México y en el mundo, así como definiciones, datos y estadísticas del sector agrícola y cafetalero,

datos económicos e información del CONACyT. En el capítulo 3 se describe la metodología a utilizar, que en este caso será la implementación las técnicas tradicionales, la de opciones reales y la de conjuntos borrosos. En el capítulo 4 se efectúa un análisis de los datos utilizados, la aplicación de las tres técnicas utilizadas y se demuestran los resultados. Posteriormente a este capítulo, se plantean las conclusiones.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo general

Determinar de las técnicas analizadas (tradicional, opciones reales y conjuntos borrosos) la que es más robusta para la valuación financiera de proyectos cafetaleros de base tecnológica que se obtuvieron del Clúster Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico ITMx en el periodo analizado de 10 años.

### 1.2. Objetivos específicos

- Determinar la aplicabilidad de las técnicas de opciones reales, tradicional y conjuntos borrosos para la valuación financiera en los proyectos cafetaleros de base tecnológica.
- Determinar la posibilidad de utilizar una combinación de las técnicas de opciones reales, tradicional y/o conjuntos borrosos para la valuación financiera de los proyectos cafetaleros de base tecnológica.
- Corroborar y seleccionar la(s) técnica(s) de opciones reales, tradicional y/o conjuntos borrosos que se ajusta(n) mejor para la valuación financiera de los proyectos cafetaleros de base tecnológica.

### 1.3. Pregunta de investigación

¿Cuál de las técnicas propuestas (tradicional, opciones reales y conjuntos borrosos) es más robusta para la valuación financiera de proyectos cafetaleros de base tecnológica?

#### **1.4. La hipótesis**

Hi: Las técnicas de conjuntos borrosos y opciones reales son más robustas que la técnica tradicional para la valuación financiera óptima de los proyectos cafetaleros de base tecnológica.

Ha: Las técnicas de conjuntos borrosos y opciones reales son menos robustas que la técnica tradicional para la valuación financiera óptima de los proyectos cafetaleros de base tecnológica.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Sector agrícola y cafetalero

Como parte fundamental se definirán los conceptos que se requieren para profundizar en el tema objeto de esta tesis.

*The State Of Maryland* (2014) define a las actividades agrícolas como:

**“Las actividades que incluyen el arado, la labranza, el cultivo, la administración de mejores prácticas, la siembra y la cosecha para la producción de alimentos y fibra (excepto la tala comercial y las operaciones de extracción de madera), el pastoreo y la cría de ganado, la acuicultura, la producción de césped, los huertos, los viveros y otros productos cultivados como parte de una empresa comercial reconocida.”**

Así mismo, *The European Commission* (2015), define a la actividad agrícola como:

**“La producción, la cría o el cultivo de productos agrícolas, incluida la cosecha, la ordeña, la cría de animales y el mantenimiento de animales con fines agrícolas; o mantener la zona agrícola en un estado que la haga adecuada para el pastoreo o el cultivo sin ninguna acción preparatoria particular que vaya más allá de los métodos y maquinaria agrícola habituales.”**

En una connotación similar, para Ceriani & Vigil (2015), la actividad agrícola es *“la gestión, por parte de una empresa, de la transformación biológica de animales vivos o plantas (activos biológicos) ya sea para su venta, para generar productos agrícolas o para obtener activos biológicos adicionales”*.

Ucha (2010) designa al término de actividad agrícola como la actividad que realizar el ser humano y que se encuentra orientada al cultivo del campo, así como a la crianza de animales.



Como se puede leer en párrafos anteriores, existen variados puntos de vista de lo que se trata y a que va dirigido el sector agropecuario o agrícola, pero se observa que la mayoría de los autores concuerdan que para el término de sector agrícola, se puede definir como todas aquellas actividades que se deriven del cultivo, cosecha y cuidado de alimentos, la cría, ordeña y reproducción de animales de pastoreo, así como cualquier otra actividad que esté relacionada con la agricultura, ganadería, acuicultura, forestal y caza.

Partiendo de las definiciones presentadas en los párrafos anteriores se tienen que conocer datos acerca de la actividad agrícola, con los cuales se entenderá la importancia de este sector y su situación en México.

En el sexto informe de labores 2017-2018 proporcionado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2018), en el programa de fomento a la agricultura, más específico en el componente de innovación y desarrollo tecnológico, el Gobierno Federal, del mes de septiembre de 2017 a junio de 2018 autorizó 210 proyectos por un monto total de 1,244.1 millones de pesos y logró beneficiar a 1,076 mujeres y 2,234 hombres.

Sin embargo, un año atrás en su quinto Informe de labores 2016-2017, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2017) en el programa de fomento a la agricultura, en su componente específico de innovación y desarrollo tecnológico, del mes de septiembre 2016 a junio de 2017 autorizó 350 proyectos por un monto de 1,000 millones de pesos, beneficiando de manera directa a más de 11,400 productores que cultivan maíz, tomate, chile habanero, mango, cactáceas, papaya,

manzana, nuez, agave, fresa, vainilla, aguacate, naranja, limón, piña, frijol, cacao, café, caña de azúcar, plátano, arroz y soya, entre otros.

En contraste en su cuarto informe de labores 2015-2016 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016), en el programa de fomento a la agricultura, en este caso en su componente de innovación agroalimentaria, de septiembre 2015 a junio de 2016 autorizó más de 250 proyectos por un monto de 950 millones de pesos, entre los que se incluye la creación de un centro de innovación y transferencia de tecnologías agrícolas sustentables en el Estado de Querétaro, además el equipamiento de los centros ya existentes; así como el apoyo para el desarrollo de innovaciones y tecnologías que deriven en la transferencia de insumos, maquinaria y equipo que elevarán la productividad y competitividad de los principales productos agrícolas.

De igual forma en su tercer informe de labores 2014-2015 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2015), en el programa de innovación, investigación, desarrollo tecnológico y educación, en el componente para el desarrollo tecnológico aplicado, de septiembre 2014 a julio 2015 se autorizaron 26,764 solicitudes, por un monto de 664.5 millones de pesos. asimismo, en cumplimiento a la estrategia nacional de centros de innovación y transferencia de tecnología, se han invertido 169.6 millones de pesos, de los cuales 52.3 millones de pesos corresponden al presupuesto de 2015, para la creación de nueve centros de innovación y transferencia de tecnología.

Como dato adicional haciendo referencia a otro país, Juan Pablo Vélez, especialista en agricultura de precisión del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Manfredi, Córdoba, Argentina menciona en la gaceta del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2017) que:

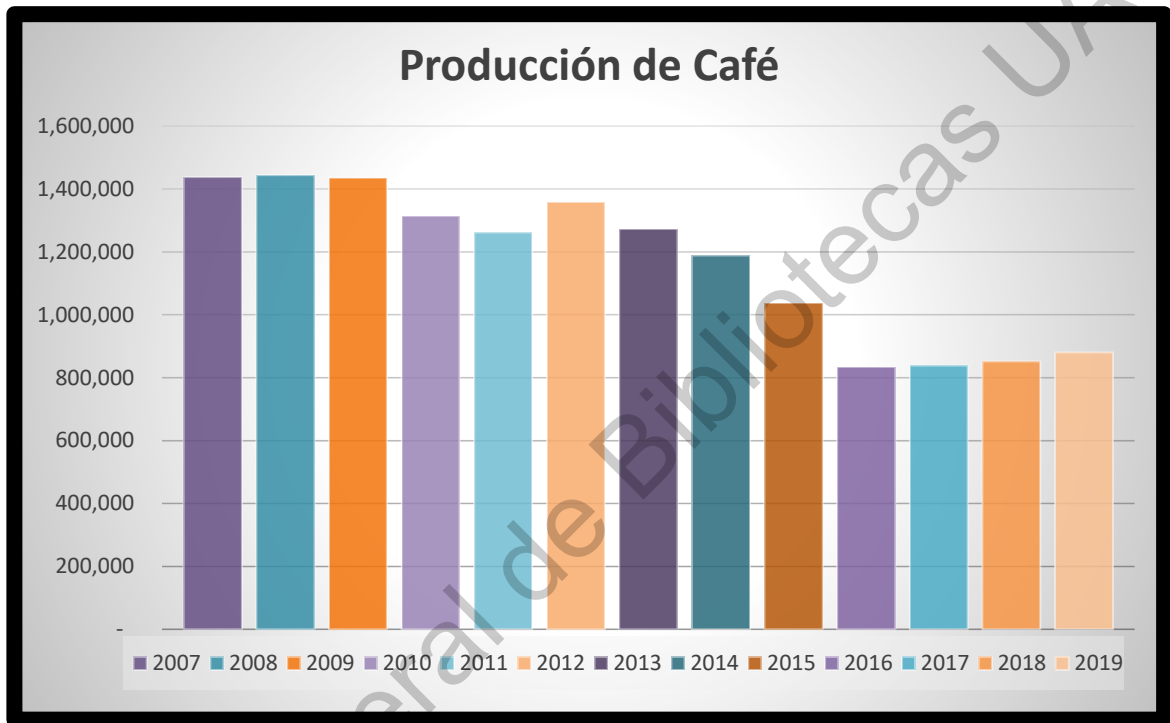
**“Los estabilizadores en cuerpo de siembra permiten obtener una uniformidad tanto en la profundidad de siembra como en la distribución de semillas sobre la línea, entre otras variables; en consecuencia, se logró un incremento de hasta un 10 % en la producción de granos de maíz”.**

Otro punto importante sobre el sector agrícola mexicano se da en el Atlas agroalimentario 2012-2018, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación & el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA & SIAP, 2018) que dan a conocer la situación del café dentro del país, donde México actualmente es uno de los grandes productores de café cereza a nivel mundial ya que actualmente el país se encuentra en el onceavo lugar como productor mundial de café en el ranking mundial, anteriormente se encontraba en la décima posición, esto se debe que en los últimos años el país ha tenido un fuerte problema con una enfermedad denominada roya naranja. De igual forma México exporta café verde a 13 de los 15 mayores países que importan este producto, entre los principales consumidores se encuentra Estados Unidos y Bélgica.

También, dentro de este Atlas Agroalimentario de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación & el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA & SIAP, 2018), se da a conocer el volumen de producción de café cereza en el país desde el 2008, comparando los periodos de 2008 y 2019, se tuvo una disminución en la producción en 557,108 toneladas de café. A

continuación, en la figura 1 se puede observar el histórico de la producción de café cereza anualmente desde el año 2008.

Figura 1. Volumen de producción de café cereza en toneladas.



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA & SIAP (2018).

Ahora bien, cabe destacar que los tres principales productores de café cereza del país son: Chiapas, Veracruz y Puebla, con una participación en la producción de aproximadamente 40%, 23% y 15% respectivamente, dando casi el 80% de la producción tan solo a estos tres estados.

Como se puede observar en la figura 2 se muestra la distribución de la producción de café en la República Mexicana, resaltando los estados de Chiapas, Veracruz y Puebla como los mayores productores de café.

Figura 2. Distribución de la producción de café en México.



Fuente: Atlas Agroalimentario 2012-2018 de SAGARPA & SIAP (p.50).

## 2.2. Datos económicos

Después del repaso anterior acerca de la actividad agrícola y los apoyos que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación otorgó a los productores mexicanos, se analizarán las definiciones y la relevancia que tiene esta actividad dentro del Producto Interno Bruto (PIB).

Para comprender acerca de la importancia del sector agrícola, se tiene que definir y entender el concepto de Producto Interno Bruto (PIB), que para Rodas & Rodas (2015), el PIB es: *“La suma monetaria de todos los bienes y servicios terminados y producidos por una economía durante un periodo dado. Los activos generadores de riqueza deben*

*localizarse dentro de las fronteras del país sin importar si los posee extranjeros o nacionales.”*

De igual forma, Coyle (2017) define el PIB como: “Un indicador clave de la política económica y que se considera un referente para la medición de la magnitud de la economía de un país y es comúnmente el anclaje de otros indicadores importantes, como el déficit fiscal y el índice de desarrollo humano (IDH).”

Otra definición proporcionada por el Fondo Monetario Internacional (2017), menciona que el PIB es un indicador que:

**“Mide el valor monetario de los bienes y servicios finales, es decir, los que compra el usuario final, producidos en un país en un período de tiempo determinado. Cuenta toda la producción generada dentro de las fronteras de un país. El PIB se compone de bienes y servicios producidos para la venta en el mercado y también incluye cierta producción no de mercado, como servicios de defensa o educación provistos por el gobierno.”**

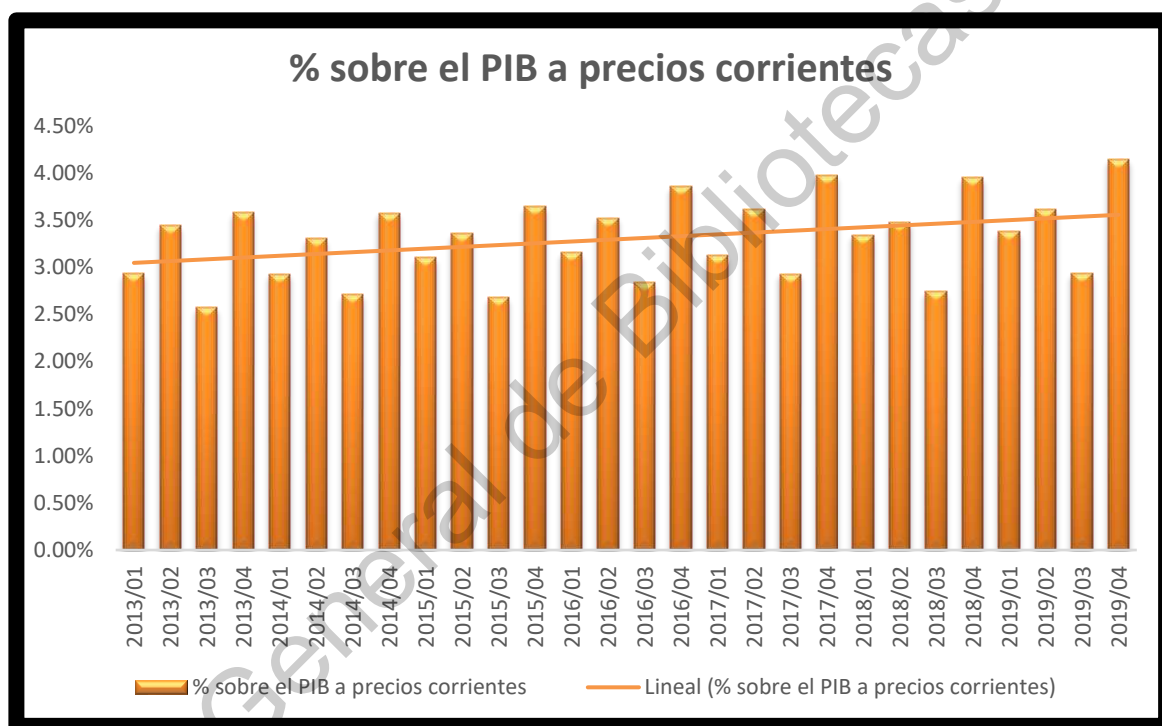
Basado en las definiciones anteriores, es factible definir el PIB como la suma del valor de todos los bienes y servicios terminados y producidos por un país y que estos bienes y servicios sean hechos dentro de las fronteras de ese país.

Una vez explicadas las definiciones y el apoyo que se ejerce al sector agrícola expuestas en los párrafos anteriores, es importante conocer la relevancia que tiene este sector en la economía del país, por ello entendiendo el concepto de PIB, lo que a continuación se analizará es qué tanto influye el sector agrícola en el PIB del país.

Para ello se profundizará en datos sobre este tema, como se puede observar en la información obtenida del portal de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), en sus datos de estructura porcentual para el PIB con base en los valores a precios

corrientes, desglosa el porcentaje de cada actividad que realiza México y específicamente el sector primario tuvo un aumento en su aporte del 2013 al 2019 de 0.38% del total del PIB, de igual forma en la figura 3 se puede observar el porcentaje sobre el PIB histórico desde el primer trimestre del 2013 hasta el cuarto trimestre del 2019.

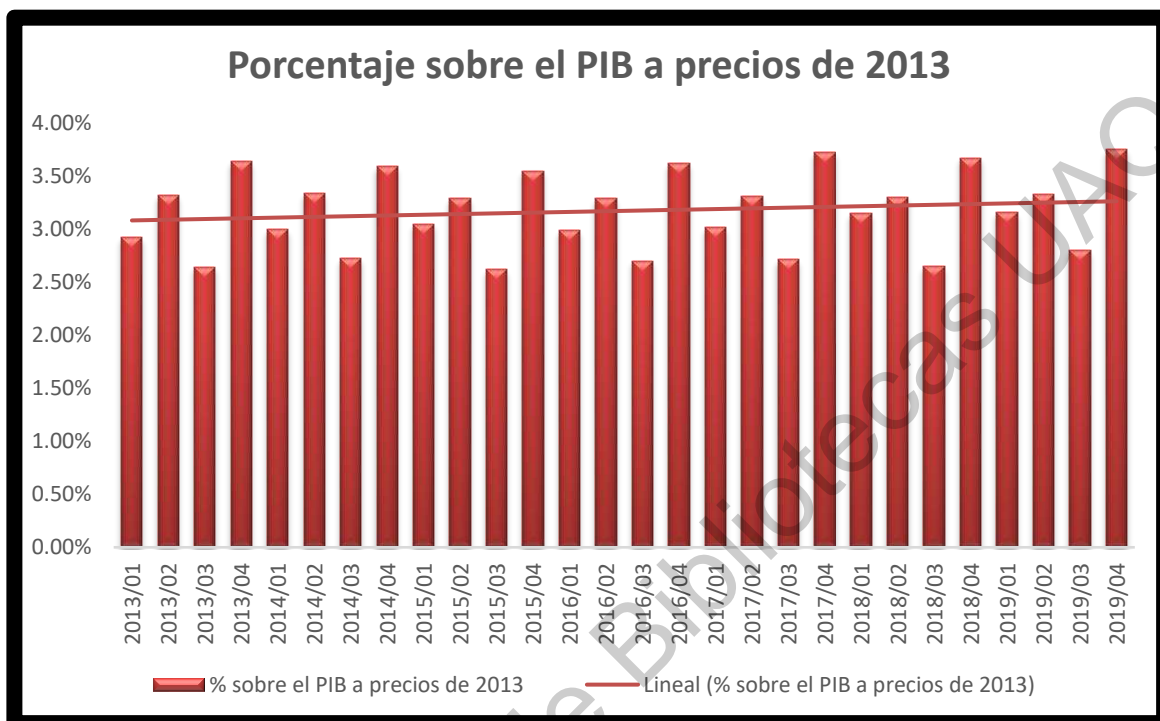
Figura 3. Participación del Sector Primario en el PIB Trimestral a Precio Corriente.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Anteriormente se hizo mención del porcentaje que el sector primario contribuye al PIB en precios corrientes, ahora en el mismo PIB del país, pero en este caso a precios del 2013, solo hubo una pequeña variación del año 2013 al año 2019 de 0.13% del PIB a precios del 2013. En la figura 4 se puede observar el comportamiento de los datos históricos proporcionados por Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) desde el primer trimestre del 2013 hasta el cuarto trimestre del 2019.

Figura 4. Participación del sector primario en el PIB trimestral a precios 2013.

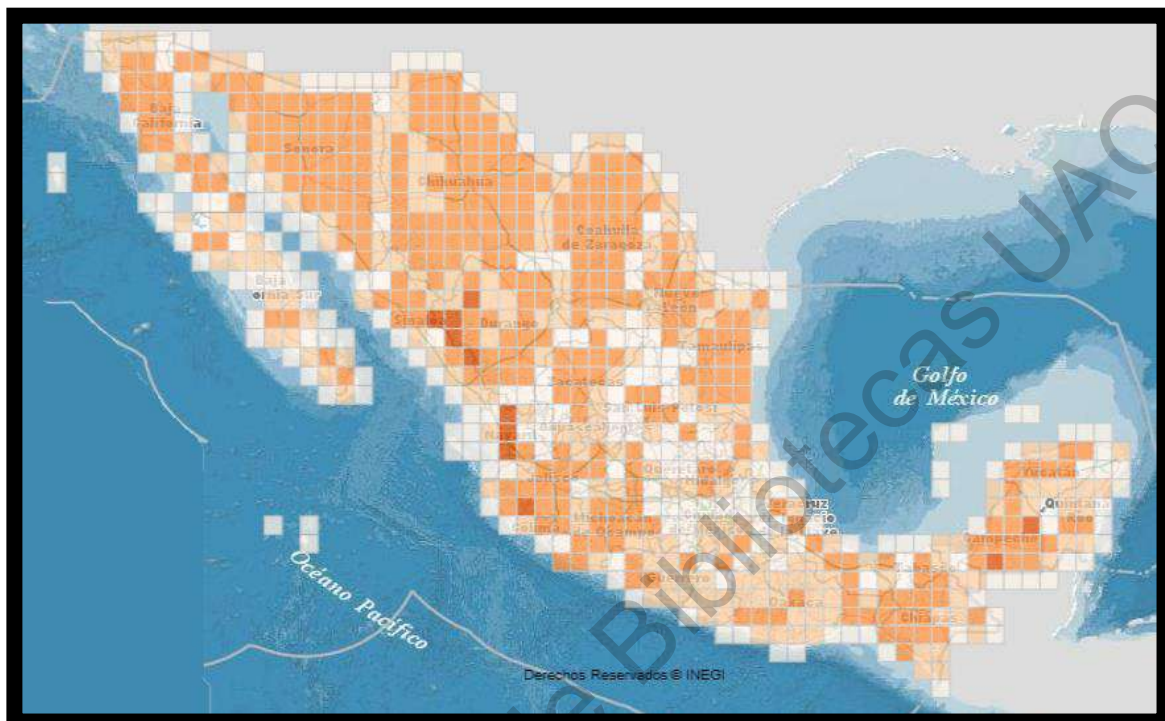


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Así mismo, en otros datos que arroja Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016) en su actualización del Marco Censal Agropecuario 2016, la superficie total en la cual se practica o se realiza alguna actividad agrícola (actividad primaria) abarca aproximadamente 118.7 millones de hectáreas, esta distribución se puede observar en la figura 5.



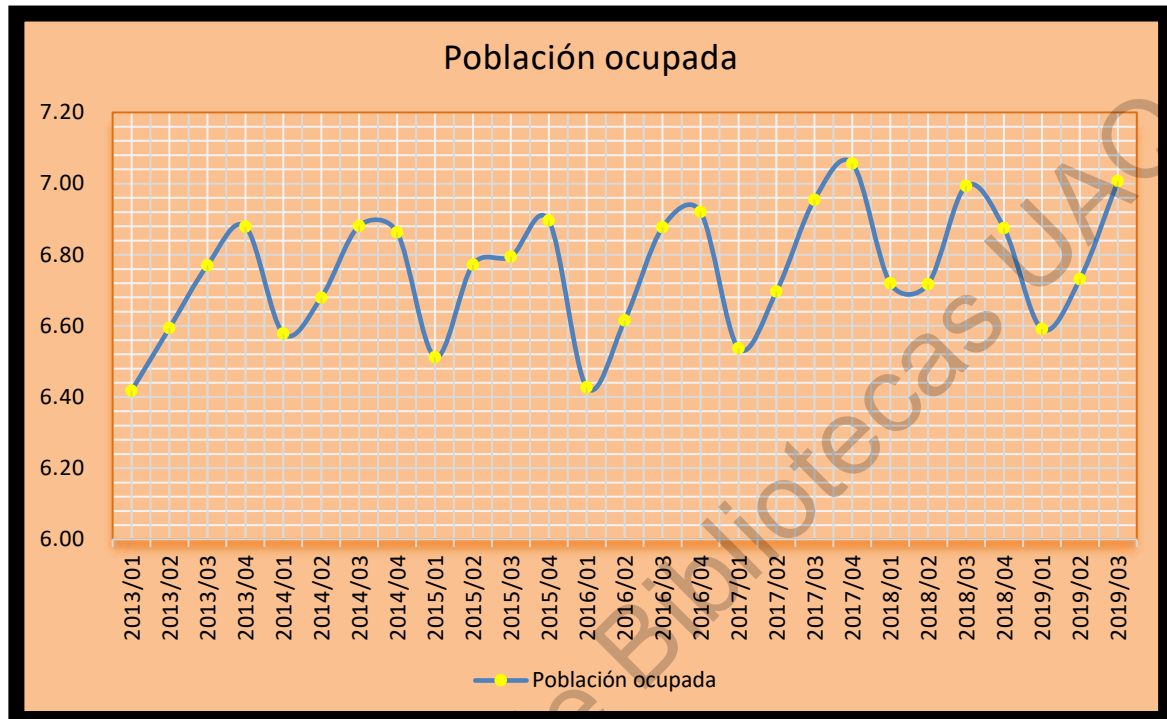
Figura 5. Distribución de las hectáreas para toda actividad agrícola.



Fuente: INEGI (2016). Mapa Digital de México.

Otro punto importante obtenido en los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), ahora haciendo referencia a la población del sector agrícola o sector primario, en México en términos de personas, hubo un aumento de 144,313 personas en la población económicamente activa dedicadas al sector primario, datos que se pueden observar en la figura 6.

Figura 6. Personas ocupadas en sector primario expresada en millones de personas.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2020).

### 2.3. Empresas o proyectos de base tecnológica

Ahora que se tiene en cuenta la relevancia que el sector agrícola tiene en el país, se profundizará más en un concepto que puede considerarse de cierta forma más complicado, el cuales son las empresas o proyectos de base tecnológica.

Realizando una investigación de las definiciones, se encontró que para el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, 2016) las Empresas de Base Tecnológica (EBT) son:

**“Aquellas que tienen como fin explotar nuevos productos y/o servicios a partir de resultados de investigación científica y tecnológica. La creación de EBT es una importante vía para transferir tecnología y llevar los resultados de investigación del laboratorio a la sociedad, así como para crear empleos calificados y de calidad.”**

Una definición de lo que se comprende como proyecto tecnológico, para la OBS Business School (2016) el proyecto tecnológico *“es la creación, modificación o adaptación de un producto específico gracias al empleo de la tecnología. El producto tecnológico, que es el resultado del proceso, tiene como función satisfacer una necesidad, demanda o servicio”*.

Otra definición más amplia es la proporcionada por la Universidad Internacional de Valencia (2017), un proyecto tecnológico es:

**“Un plan que se ha definido para crear un producto o modificarlo atendiendo a las necesidades de los usuarios y siempre con el objetivo de mejorar la calidad de vida de estos. La elaboración de un proyecto tecnológico siempre va a surgir a partir de una necesidad, aunque también se puede llevar a cabo atendiendo a un fallo del producto o simplemente a una oportunidad de mejora. En cualquier caso, desde que surge la idea hasta que finaliza todo el proceso el proyecto tecnológico va a pasar por diferentes fases hasta que se llegue al objetivo deseado”**.

#### **2.4. Información del consejo nacional de ciencia y tecnología**

Para identificar cuándo se habla de proyectos o empresas de base tecnológica, será necesario sumergirse a datos más concretos.

En información proporcionada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT, 2017) en su Programa de Estímulo a la Innovación (PEI), en el año 2016 el programa dio un apoyo con recursos públicos por el monto de 1,261 millones de pesos a un total de 153 proyectos, de los cuales el 18% de estos proyectos fueron en el sector de alimentos y agroindustrial. En relación con los montos de apoyo que ha otorgado el CONACyT en el PEI, del 2014 al 2016 ha decrementado 324 millones de pesos. Este decremento histórico de apoyos que ha otorgado en el PEI desde el año 2009 hasta el 2016, puede observarse en la figura 7.

Figura 7. Histórico de monto de apoyo del CONACyT en el PEI (millones pesos).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONACyT.

Sin embargo, un ejemplo para ser conscientes del impacto tan importante que va a suponer la tecnología en el mundo de la agricultura y la alimentación, según Futurizable (2016), recomiendan conocer la *Open Agriculture Initiative*, que se desarrolla desde el MIT, liderada por Caleb Harper. Este es un proyecto que se aplica a la producción de alimentos, muchas de las técnicas y tecnologías que se han desarrollado en los últimos años, con el objetivo de mejorar la situación del campo, de los agricultores y de los alimentos consumidos a diario.

## 2.5. Técnica de opciones reales

La técnica de opciones reales consiste en analizar y calcular el valor que tiene un proyecto, esta técnica cuenta con una flexibilidad en su implementación, ya que analiza, calcula y

genera un valor al riesgo y la incertidumbre con la que cuenta el proyecto. Cabe destacar que esta técnica se basa en la teoría de opciones financieras.

La idea de esta técnica es que las decisiones que se vayan tomando del proyecto se puedan modificar con mayor facilidad a lo largo de la vida del proyecto, esto quiere decir, que estas decisiones pueden irse adecuando con mayor facilidad a la situación en la que se encuentre el mercado, la empresa, o cualquier otra situación que pueda favorecer o afectar al proyecto.

Arango, Montes & Arboleda (2017) en su artículo tomaron en cuenta elementos econométricos, simulación de Montecarlo, análisis de riesgos, análisis de opciones reales y opciones financieras, concluyeron que la inversión del proyecto, en este caso en Colombia, es viable, por tal motivo es factible que se puede poner en marcha las operaciones de este mismo. Además, encontraron que la simulación de Montecarlo complementa en las opciones reales, las limitaciones que existen en los modelos de Black & Scholes y la de árboles binomiales.

De igual forma, autores como Jiménez, Acevedo & Rojas (2016) implementaron la técnica de opciones reales, teniendo como lugar de estudio Colombia, quienes por medio de esta técnica observaron a medida que la información es recibida, la situación, condiciones y características en la que se encuentra el mercado, se logra reducir la incertidumbre, reducir o evitar las pérdidas y/o obtener mayores ganancias por parte del proyecto. A pesar de que, el caso de estudio que ellos utilizaron posee un VPN negativo, mediante esto logran demostrar que no es suficiente el realizar un análisis que solo sea

basado en el VPN del proyecto, ya que como en este caso el VPN era negativo, se hubiera desestimado el proyecto.

Otros autores como Tresierra & Carrasco (2016) demuestran que en Perú el evaluar proyectos aplicando las opciones reales logra valorizar los beneficios económicos reales del proyecto, esto es provocado ya que se implementa un trinomio entre rentabilidad, riesgo y flexibilidad.

De la misma forma Setiawan (2016) estima que no se puede aplicar solo como una herramienta las opciones reales para realizar la toma de decisiones, sino que puede considerarse como una forma para lidiar con el riesgo y/o la incertidumbre, incluyendo a todas las afectaciones que pueden ser provocadas por externalidades.

Así mismo García-Ramos, Díaz-Díaz, & Luna-Sotorrío (2016) demostraron, en su artículo desarrollado en España, que las técnicas tradicionales de valoración comúnmente subestiman el valor de la inversión, al dar por hecho los flujos esperados de la inversión. Además de que la valoración utilizando opciones reales logra incorporar flexibilidad para la gestión y así tomar una mejor decisión generando un mayor valor agregado a la inversión.

De igual forma Valencia & Zetina (2016), en su investigación realizada en México, concluyeron que, por medio de la evaluación mediante VPN, el productor rechazaría el proyecto, pero si se considera la evaluación por medio de las fórmulas de Black-Scholes y la opción de expansión *call*, la rentabilidad se eleva más en el lapso calculado.

Por su parte Isaza (2015), en su artículo aplicado al contexto colombiano, concluye que la implementación de las opciones reales proporciona soluciones analíticas a la valoración de alternativas, permitiendo valorar no solo la inversión sino también la utilidad de diferir dicha alternativa de inversión y el precio óptimo que actúa como base para la ejecución de la inversión. El resultado de la valoración mediante opciones reales puede utilizarse para evaluar los estudios y derechos de explotación de proyectos no desarrollados.

De una manera muy similar, autores como Pareja & Cadavid (2016) en su artículo desarrollado en México, determinan que, aunque la técnica tradicional de flujos de caja descontados es la más utilizada en finanzas para la valoración de diversos activos, al tomar en cuenta activos intangibles los resultados se vuelven poco realistas, ya que no se incluyen la incertidumbre y la flexibilidad, elementos que influyen en el éxito o fracaso en cada etapa de desarrollo. Estos elementos sí se encuentran incluidos en las opciones reales.

Otra similitud con lo anterior lo dan Micán-Rincón, Acosta-Ortíz & Sánchez-Muñoz (2015), determinaron que el análisis de opciones reales permite una gestión activa de las inversiones y sobre el comportamiento del mercado. Para estos autores, si las condiciones de mercado son favorables se debe proceder a invertir, pero si es lo contrario no se debe de invertir, esto permite limitar y reducir las pérdidas, pero de igual forma permite potenciar las ganancias.

De la misma forma Calle & Tamayo (2009), consideran que utilizar opciones reales en la actualidad puede convertirse en una sencilla, pero útil, herramienta para la evaluación de proyectos, ya que esta técnica involucra condiciones de riesgo e incertidumbre, las cuales no son involucradas y consideradas en las técnicas tradicionales.

Por su parte Vedovoto & Prior (2015), mencionan que la utilización de opciones reales se basa en una teoría financiera sólida por lo que, aunado al incremento del grado de dificultad de la técnica de análisis del proyecto, son una buena alternativa para la evaluación de los impactos, ya que cuentan con información más precisa y detallada acerca de la evaluación de proyectos de I+D.

Por último, con una connotación muy similar, Lara-Galera, Sánchez-Soliño & Galindo-Aires (2016) consideran que es adecuada la utilización de opciones reales en la valoración de los préstamos de participación, debido a que incorpora valores de incertidumbre. El uso de las técnicas tradicionales generalmente subestima el valor de los proyectos, ya que no toman en cuenta el valor de la incertidumbre, lo que no permite que sus resultados se modifiquen de acuerdo con el desarrollo de los eventos.

## **2.6. Técnica de los conjuntos borrosos**

Los conjuntos borrosos es una técnica que busca la semejanza del como razona el ser humano para realizar la toma de decisiones de los proyectos. Esta técnica busca ayudar a los directivos o a las personas en la toma de decisiones para la implementación de proyectos que cuentan con grandes condiciones de incertidumbre y que pueden presentarse en un escenario incierto.



Díaz, Coba, Hidalgo, Valencia & Bonilla (2017) consideran que la aplicación de los conjuntos borrosos, en Ecuador, favorece a la comprensión humana y da pauta a que, al comparar con otras herramientas de mayor certidumbre a la hora de tomar decisiones, se genera una interpretación más precisa de los resultados que se tiene y apoya al momento de comparar y realizar toma de decisiones para las personas que lo necesiten.

En un punto similar, Morales & Vilorio (2006) así como Ferrer, Valera & Flores (2018), consideran que el enfoque que genera la utilización de los conjuntos borrosos, en este caso para clasificar los suelos en Venezuela, permitió una mejor eficiencia al momento de agrupar las clases de suelos y generó una mejor evaluación de los resultados de la clasificación.

Por su parte para Valderrama (2015), en su artículo publicado con caso de estudio en Venezuela, considera que la utilización de los conjuntos borrosos favorece una mejor toma de decisiones del personal a escoger, ya que se demostró que agrega elementos objetivos y genera mayor certeza para garantizar que se cumpla la selección óptima del personal para la empresa.

Otros autores como Lazzari, Chiodi & Moulia (2015) concluyeron que en funciones económicas y en cuestiones de incertidumbre, la utilización de los conjuntos borrosos se considera una herramienta adecuada para la representación del beneficio, de los costos e ingresos totales; ya que, al momento de realizar la toma de decisiones, los conjuntos borrosos permiten visualizar distintos escenarios, por lo cual tendrás un mayor panorama de la situación y perspectiva real del negocio.

Así mismo, para Fernández (2015) en su artículo de un caso de estudio argentino, considera que la utilización de la técnica de conjuntos borrosos es una herramienta que genera una mayor flexibilidad para el estudio de los fenómenos de las ciencias sociales y así ver los matices en un aspecto global del fenómeno de la pobreza, de igual forma concluyó que el uso de los conjuntos borrosos permite un mejor diagnóstico y por consecuencia localizar mejores soluciones para la pobreza.

Por último, Gutiérrez (2006) considera que el uso de los conjuntos borrosos es inevitable en los próximos años, ya que facilita ajustar la realidad porque incorpora datos certeros, de aleatoriedad y basados en la percepción, en cambio los enfoques tradicionales los considera como imprecisos, no contemplan a la incertidumbre y cuenta con verdades parciales.

## **2.7. Flujos de efectivo de un proyecto**

Como se ha observado al utilizar las técnicas antes mencionadas, hay un dato de gran relevancia que se necesita y se aplica para todas ellas el cual se denomina Flujo de efectivo (FE), que Banda, Almaraz, & Gómez (2012) definen al flujo de efectivo de un proyecto como un estado de situación financiera, como el balance general y de estado de resultados, que al usarse de forma apropiada y en conjunta con estos estados financieros, genera información que le permite a los usuarios poder evaluar los cambios que con el tiempo se generan en los activos obtenidos, en la estructura financiera y en la capacidad para modificar los importes como las fechas de cobros y pagos. Esta información obtenida es de gran utilidad para lograr un análisis y evaluación óptima de la capacidad con la que la

empresa cuenta para generar efectivo y sus equivalentes, lo que permite a los usuarios perfeccionar y crear modelos que logren evaluar y comparar el valor presente de los flujos netos de efectivo de la empresa o de distintos proyectos y tomar una decisión.

Dentro del análisis de los FE de una empresa se puede clasificar como positivos y negativos, que según Arboleda (2014) se realiza mediante los estados de resultados proforma que señala el flujo de efectivo operativo que va a generar el proyecto. Dentro de este reporte financiero el único flujo de efectivo positivo son las ventas proyectadas y los ahorros en costos, siempre debe ser numéricamente superior a la suma de todos sus flujos negativos para que la empresa o proyecto de inversión sea rentable.

Otra cuestión que se puede resaltar de los FE es la clasificación para el tipo de FE, en el que se puede encontrar según Block, Hirt & Danielsen (2013) los siguientes:

- Flujo de efectivo de operación. Este flujo de efectivo conlleva todas las entradas y salidas de efectivo que se generan de la operación de la empresa
- Flujo de efectivo de inversión. Este flujo de efectivo conlleva todas las entradas y salidas referentes a los procesos de inversión de activos fijos.
- Flujo de efectivo de financiamiento. Este flujo de efectivo conlleva todas las entradas y salidas referentes a los productos financieros con los que cuenta la empresa.

Por último, algo que se tiene que aprender y comprender acerca de los FE, es acerca de la metodología a utilizar en ellos, ya que, de acuerdo con Rodríguez, Bao & Cárdenas

(2013) existen dos diferentes métodos para realizar el cálculo de flujo de efectivo los cuales son:

- a) Método directo. Este método se caracteriza porque se presentan por separado las principales categorías de cobros y pagos en sus valores brutos.

El formato que se maneja para el método directo es el siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Entradas de efectivo (operación)} \\ & - \text{Salidas de efectivo (operación)} \\ & \qquad \qquad \qquad + \\ & \qquad \qquad \qquad \text{Entradas (inversión)} \\ & \qquad \qquad \qquad - \text{Salidas (inversión)} \\ & \qquad \qquad \qquad + \\ & \qquad \qquad \qquad \text{Entradas (financiamiento)} \\ & \qquad \qquad \qquad - \text{Salidas (financiamiento)} \\ & \qquad \qquad \qquad = \text{Flujo de efectivo total} \end{aligned}$$

- b) Método indirecto. Este método se caracteriza ya que se comienza presentando la pérdida o ganancia en términos netos, cifra que se corrige luego por los efectos de las transacciones no monetarias, por todo tipo de partidas de pago diferido y devengos que son la causa de cobros y pagos en el pasado o en el futuro, así como de las partidas de pérdidas o ganancias asociadas con flujos de efectivo de actividades clasificadas como de inversión o financiación.

El formato que se maneja para el método indirecto es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 & \text{Utilidad después de impuestos} \\
 & + \text{Gastos que no resultaron en salida de efectivo} \\
 & - \text{Ganancias que no resultaron en entrada de efectivo} \\
 & \qquad \qquad \qquad + \\
 & \qquad \qquad \text{Entradas (inversión)} \\
 & \qquad \qquad - \text{Salidas (inversión)} \\
 & \qquad \qquad \qquad + \\
 & \qquad \text{Entradas (financiamiento)} \\
 & \qquad - \text{Salidas (financiamiento)} \\
 & \qquad \qquad \qquad = \text{Flujo de efectivo total}
 \end{aligned}$$

Ya explicitado el concepto de flujo de efectivo, la fórmula que responde al Flujo de Efectivo es la siguiente:

$$FNE = INDI - PV \dots \dots \dots (12)$$

**En donde:**

**FNE** = Flujo Neto de Efectivo

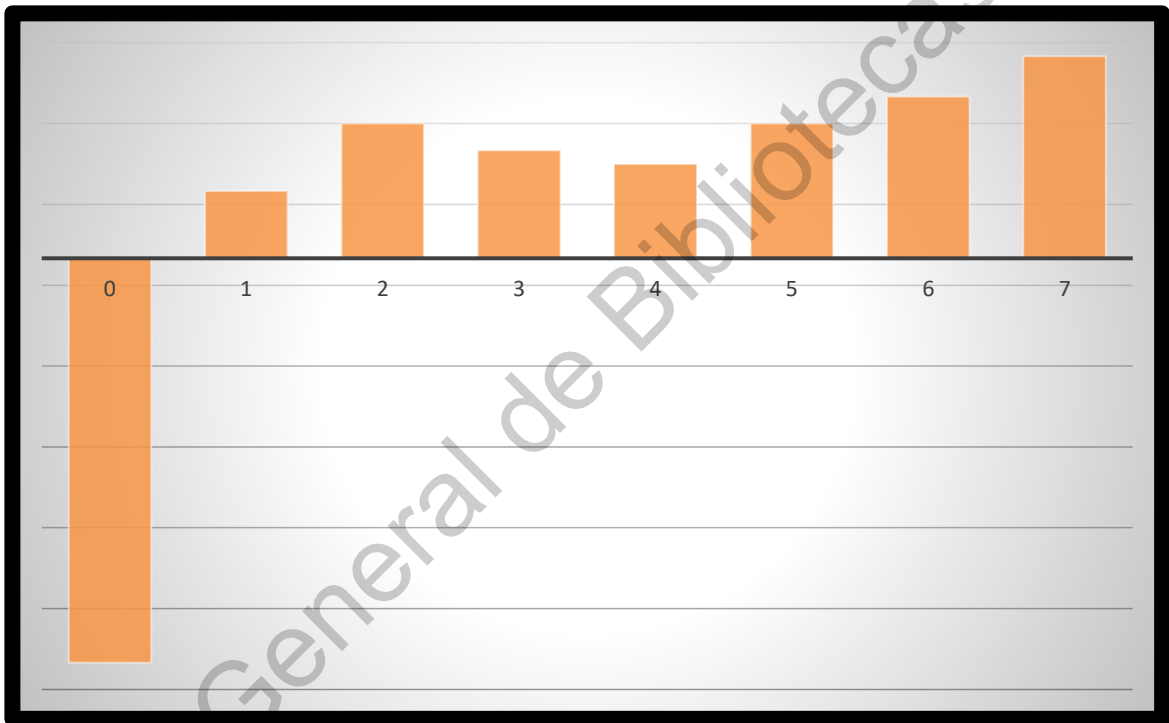
**INDI** = Ingreso Neto Después de Impuestos

**PV** = Partidas Virtuales

Así mismo se puede observar en la figura 8 el comportamiento de los flujos de efectivo asociados a cualquier tipo de proyecto. Donde se puede observar que el año 0

equivale a la inversión desembolsada por la empresa, y los siguientes años del 1 al 7 son las ganancias a futuro que se prevé que la empresa obtendrá cada uno de esos años, aclarando, no siempre es certero que se obtendrán ganancias en los primeros años, hay veces que se pueden tener pérdidas en algunos años.

Figura 8. Comportamiento del flujo de efectivo.



Fuente: Elaboración propia

### 3. METODOLOGÍA

La metodología de casos es el objeto de esta tesis, en la cual se aplicaron las técnicas de opciones reales, conjuntos borrosos y técnica tradicional para la evaluación de proyectos de base tecnológica del sector cafetalero.

La metodología de casos según Leenders, Mauffette-Leenders & Erskine (2001), Luna & Rodríguez (2011) el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2001) consiste en que la persona comprenda y aprenda mediante el análisis, la participación y colaboración en discusiones acerca de los casos que se plantearon, estos casos fomentan que los participantes aprendan en base a las experiencias y los diversos escenarios que pueden presentarse en la vida real. Este método relaciona la teoría con la práctica, es decir, que la persona analice, procese y aprenda como utilizar lo que se enseña en teoría y lograr aplicarlo a casos que han ocurrido en la vida real.

De la misma forma autores como Martínez (2006) y Estrada & Alfaro (2013) consideran que el método de casos es una estrategia para el desarrollo, fortalecimiento y crecimiento de teorías existentes, y también que fomenta diversas interacciones con los alumnos, como una mayor participación por parte de ellos y genera una mejora en el aprendizaje.

Para implementar la metodología, se obtuvo información de cuatro proyectos sobre caficultura, todos proporcionados por Clúster Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico ITMx; estos datos conllevaron un convenio de confidencialidad para utilizar

solamente los datos económicos de los proyectos y evitar la publicación de los nombres de los proyectos y empresas.

Cabe destacar que en las tres técnicas utilizadas se usaron de referencia los flujos de efectivos anuales por un periodo de 10 años y no de 5 como estaban plasmados en los proyectos originales. Todos estos flujos de efectivo se trabajaron y se trajeron a valor presente.

A continuación, se explican las tres técnicas utilizadas que facilitan la evaluación de un proyecto que se desea implementar: la tradicional, la de opciones reales y la de conjuntos borrosos.

### **3.1. Técnica tradicional**

Anteriormente se expusieron definiciones y datos relevantes necesarios para entender las diversas técnicas, ahora especificará sobre la técnica tradicional para valuación de proyectos. Para Banda, Almaraz & Gómez (2012) un proyecto del modo tradicional utiliza la siguiente estructura:

- Análisis de la oferta y la demanda de mercado
- Costos y presupuesto de manufactura
- Estudio técnico
- Estudio financiero
- Análisis financiero



- Análisis del punto de equilibrio
- Análisis y evaluación de proyectos de inversión

Para fines de esta tesis, en esta técnica tradicional se enfocará exclusivamente en el último punto, el análisis y evaluación de proyectos de inversión. Para todas las técnicas que se presentarán, se implementaron en ellas, cuatro proyectos obtenidos del Clúster Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico ITMx y dentro de estos proyectos se aplicaron flujos de efectivo proyectados a 10 años.

### ***3.1.1. Análisis y evaluación de proyectos de inversión***

Según Rodríguez, Bao & Cárdenas (2013), un proyecto de inversión es un conjunto de análisis y estudios que permiten fundamentar, implementar y desarrollar una base para la idea de un negocio que se pretende crear, y que en base a los objetivos preestablecidos inicialmente, logre ejecutar, identificar o satisfacer alguna necesidad del mercado meta, esto se realiza mediante la asignación y distribución de los recursos que se plantearon destinar al momento de desarrollar el plan de inversión del proyecto.

Los proyectos de inversión pueden ser clasificados de diversas formas, sobresaliendo la clasificación de Banda, Almaraz & Gómez (2012):

- a) Proyectos no rentables. Son aquellos que buscan producir una salida de recursos y cuyo objetivo final es el de no obtener utilidades directas, aunque esto no signifique cero utilidades.

- b) Proyectos no medibles. Son los que buscan producir una salida de recursos y cuyo objetivo primordial es lograr generar utilidades directas.
- c) Proyectos de reemplazo. Estos proyectos son aquellos que buscan generar una salida de recursos y cuyo objetivo final es buscar reemplazar los equipos y maquinaria que permitan mantener o mejorar el posicionamiento que actualmente se tiene en el mercado, ya sea mediante el mejoramiento de la calidad, la reducción de sus costos de operación, etc.
- d) Proyectos de expansión. Estos proyectos son aquellos que buscan el producir una salida de recursos y cuyo objetivo primordial es lograr generar un incremento de la inversión realizada, para así aumentar la capacidad de producción, esto originado por un incremento importante en las ventas y de un aumento de la demanda de los productos.

Después de haber establecido la clasificación del tipo de proyecto, una de las estrategias que es necesario utilizar para la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, es implementar los métodos necesarios para realizar el análisis. De acuerdo con Almaraz (2013), algunos de los métodos que se tienen que considerar para implementarse son los siguientes:

- a) El método empírico. En este método no se realiza ningún tipo de cálculo, sino que su característica principal es que se selecciona al proyecto mediante la intuición, mediante una corazonada y/o en ciertas situaciones mediante la imitación de otras empresas.

b) El método científico. Consiste en un método matemático, en el cual se pueden usar cierto número de herramientas para lograr evaluar los proyectos de inversión y con las cuales se puede decidir si los proyectos deben ser aceptados o rechazados. Algunas de las herramientas que se pueden utilizar en este método científico son las siguientes:

- Valor presente neto (VPN).

Para iniciar se analizará una de las herramientas importantes que se utilizan, esta herramienta es el Valor Presente Neto (VPN), el cual para Izar (2016) lo maneja sencillamente como todos los pronósticos y valores que se prevén que el proyecto va a generar en el futuro, esto se tiene que traer al presente, ahora para realizar el cálculo de este valor presente se utiliza lo que se denomina tasa de descuento. La expresión para calcular el VPN es la siguiente:

$$VPN = -I + \frac{FNE_1}{(1+k)^1} + \frac{FNE_2}{(1+k)^2} + \frac{FNE_3}{(1+k)^3} + \frac{FNE_n}{(1+k)^n} \dots \dots \dots (1)$$

**En donde:**

**VPN** = Valor Presente Neto

**I** = Inversión inicial

**FNE** = Flujo Neto de Efectivo del año correspondiente

**n** = Es el año correspondiente.

**k** = Correspondiente a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

- Tasa interna de rendimiento (TIR).

Otra de las herramientas que se pueden utilizar en el método científico para el análisis y evaluación de proyectos es la Tasa Interna de Rendimiento o de Retorno (TIR), que para Rodríguez, Bao, & Cárdenas (2013) esta Tasa representa de los flujos de efectivo el rendimiento que estos generan, de igual forma es la tasa de descuento que iguala el valor en el futuro de la inversión con la sumatoria de los valores futuros equivalentes a las ganancias, es decir, compara el dinero que se obtiene al final del periodo de análisis. La fórmula de la TIR es la siguiente:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{FNE}{(1+i)^n} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

**En donde:**

**TIR** = Tasa Interna de Retorno

**FNE** = Flujo Neto de Efectivo del año correspondiente

**n** = Es el año correspondiente.

**i** = Correspondiente a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)

Una vez obtenida la TIR, esta se debe de comparar con la TMAR, dando como resultado de esta comparación que, si el rendimiento que genera el proyecto es mayor o igual que la tasa requerida por el inversionista, debe de ser aceptado e invertir en ello; en caso contrario, se debe de rechazar la inversión o proyecto.

- Periodo de recuperación o *PayBack*.

Una vez ya obtenido el VPN y la TIR, otra de las herramientas es el periodo de recuperación (*PayBack*), que para Sapag, Sapag, & Sapag (2014) el *PayBack* consiste en

determinar el número de años o periodos necesarios que el proyecto requiere para recuperar el monto de la inversión inicial que se utilizó en él. La fórmula para calcular esto es la siguiente:

$$PayBack = a + \frac{I-b}{VP_{a+1}} \dots \dots \dots (3)$$

**En donde:**

*a* = Es el número del periodo anterior a recuperar la inversión

*I* = Es la inversión Inicial

*b* = Es la sumatoria del  $VP_a$

De acuerdo con Canales (2015), para ser aceptado o rechazado un proyecto mediante esta herramienta, antes de ser calculo el *PayBack*, se debe de seleccionar un periodo de recuperación máximo aceptable, es decir, el máximo periodo de recuperación que el inversionista aceptará para recuperar su inversión. Una vez que ya se determinó el máximo periodo de recuperación que sería aceptado por el inversionista y se calculó el *PayBack* del proyecto, entonces estos dos resultados se compararan y el resultado de esa comparación se interpretará de la siguiente forma:

Si el *PayBack* es menor que el periodo máximo de recuperación aceptable, entonces esto implicar que el proyecto será aceptado, pero si al contrario el *PayBack* es mayor que el periodo máximo de recuperación aceptable entonces el proyecto sería rechazado.

### 3.2. Técnica de opciones reales

Anteriormente se mencionó que la técnica tradicional es la más utilizada para la evaluación financiera de un proyecto y se enseña que esta técnica tiende a no ser apropiada cuando el proyecto incluye incertidumbre en el comportamiento de los flujos del proyecto en el futuro.

Ahora bien, existen algunos cuestionamientos acerca del VPN y según Izar (2016) son los siguientes:

- Suponer que se conocen los flujos del proyecto con certidumbre, ya que durante la vida del proyecto pueden modificarse.
- Suponer y considerar que la tasa de descuento es constante y conocida.
- Realizar proyecciones de precios a todo el proyecto.
- Suponer que los flujos son aditivos.

De igual forma se considera que dentro de un proyecto exista preferiblemente una mayor flexibilidad, ya que se generará mayores probabilidades de modificarse.

Dentro de un proyecto es preferible que exista una mayor flexibilidad por lo que para Brealey, Myers & Allen (2011) el análisis de opciones reales es de suma importancia ya que se puede usar cuando en:

- El proyecto exista decisiones de inversión contingentes.
- El proyecto conlleve mucha incertidumbre.

- El proyecto se tenga la posibilidad de crecimiento.
- El proyecto pueda ocurrir cambios durante su implementación.
- El VPN del proyecto está cercano a su punto de rentabilidad.

Para comenzar es necesario comprender el término de Opción, que Izar (2016) lo define como el derecho, mas no la obligación, de tomar una decisión futura. Por esta razón, las opciones tienen valor en situaciones de incertidumbre pues dependiendo de lo que suceda se tomará una decisión.

Ahora bien, entonces una opción real, para Amram & Kulatilaka (2000), es la extensión de la aplicación de la teoría de evaluación de opciones financieras al caso de cualquier activo no financiero, es decir, activos reales.

Como antes se mencionó las opciones reales son una extensión de las opciones financieras y para lograr diferenciar entre estos tipos de opciones, Fernández (2008) ha hecho una comparativa acerca de las variables utilizadas en cada uno de ellos, como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1.

Tabla comparativa Opciones Reales y Financieras.

Opción Financiera	Variable	Opción Real
Precio del activo financiero: VA de los flujos de caja que genere el activo financiero.	$S_0$	Valor de los activos operativos que se van a adquirir: VA de los flujos de caja que genere el activo real.
Precio de ejercicio al que se tiene derecho a adquirir el activo financiero.	X	Desembolsos requeridos para adquirir el activo real: Costo del proyecto de inversión.
Tiempo hasta el vencimiento de la opción de compra.	T	Longitud del tiempo que se puede demorar la decisión de realizar el proyecto de inversión.
Varianza de los rendimientos del activo financiero.	$\sigma^2$	Riesgo del activo operativo subyacente: Volatilidad del VA de los flujos de caja.
Tasa de interés sin riesgo.	r	Valor temporal del dinero.
Dividendos del activo subyacente.	D	Flujos de caja a los que se renuncia por no realizar ahora mismo el proyecto de inversión.

Fuente: Mascareñas (2008, p.5)



Una vez que identificadas las diferencias entre opciones reales y opciones financieras, para lograr comprender con mayor profundidad el tema de opciones reales, se tiene que entender ciertos conceptos primordiales de ello, para esto en palabras de Hull (2014), Schwartz & Trigeorgis (2004) e Izar (2016) se necesita comprender cierta terminología que a continuación se presenta:

1. Opción de compra (*Call option*): este concepto es una opción que consiste en permitirle al titular de la opción comprar de los derechos de un bien o activo.
2. Opción de venta (*Put option*): este concepto es una opción que consiste en permitirle al titular vender los derechos de un bien o activo.
3. Tenedor de la opción (*Option holder*): este concepto es la persona que compra la opción.
4. Escritor de la opción (*Option writer*): este concepto es la persona que vende la opción.
5. Precio de ejercicio (*Exercise or striking Price*): este concepto equivale al precio de compra o venta que se fijó de la opción en la fecha pactada.
6. Fecha de vencimiento (*Expiration or maturity date*): este concepto se refiere a la fecha que se pactó para que expire o se venda la opción, después de esta fecha la opción pierde valor.
7. Ejercer la opción: este concepto hace referencia al acto de hacer válida la compra o venta de la opción que está estipulado en el contrato.

8. Opción europea: este concepto se refiere a la modalidad de la opción con la cual se puede ejercer únicamente en su fecha de vencimiento.
9. Opción americana: este concepto se refiere a la modalidad de la opción con la cual se puede ejercer antes o durante la fecha de vencimiento.
10. Opción negociada en el mercado (*Exchange traded option*): este concepto se refiere a las opciones que son negociadas en instituciones financieras.
11. Opción sobre el mostrador (*Over the counter option*): este concepto se refiere a las opciones que son negociadas entre dos entidades particulares.

Ya teniendo de base la terminología antes mencionada, se puede decir que existen diversas categorías para las opciones reales las cuales para Trigeorgis (1996) se clasifican de la siguiente forma:

1. Opción de diferir: esta opción consiste en tener contratos de arrendamientos, ya sea de tierras o recursos que se consideren valiosos y esperar X cantidad de tiempo para analizar si los precios de salida justifican o no la construcción de una planta o el desarrollo del campo.
2. Opción de tiempo de construcción: esta opción consiste en realizar inversiones en etapas, con la cual puedes analizar el continuar o abandonar el proyecto si la información dada en cada etapa es favorable o desfavorable.
3. Opción de alterar: esta opción consiste en alterar la producción, acelerar o frenar la utilización de recursos, ya sea dependiendo de las condiciones favorables o

desfavorables del mercado, incluso puede llegarse al extremo de detener y reiniciar la producción.

4. Opción de abandonar: esta opción consiste en que cuando disminuyen drásticamente las condiciones de mercado, el administrador puede abandonar permanentemente las operaciones y realizar la venta del equipo y otros recursos.
5. Opción de cambiar: esta opción consiste en poder cambiar la mezcla de salida usando diversos tipos de entradas si ocurre un cambio en la demanda, esto implica tener una flexibilidad en el producto.
6. Opciones de crecimiento: esta opción consiste en realizar inversiones tempranas en cadenas de proyectos interrelacionados, para así generar oportunidades de crecimiento en el futuro.
7. Múltiples opciones de interacción: esta opción consiste en la utilización de múltiples y diversas combinaciones de opciones, que pueden favorecer en su valor combinado a sus valores por separado.

El modelo de Black & Scholes es el que se utilizó como parte de la técnica de opciones reales.

### **3.2.1. Modelo de Black y Scholes**

Ahora bien, una vez explicitado el concepto y las bases de las opciones reales, uno de los modelos que se utilizan en esta técnica es el modelo que fue desarrollado por Fischer Black y Myron Scholes (1973) a partir de la ecuación de difusión que describe la

transferencia de calor y el movimiento browniano de partículas, asumiendo que el comportamiento del precio de una acción es estocástico y se asemeja al de las partículas.

La idea básica de su modelo según Izar (2016) es armar un portafolio que imite los pagos de una opción *call* y el costo de este portafolio será el valor de la opción.

En palabras de Trigeorgis (1996) el modelo se basa en los siguientes supuestos:

1. La tasa de interés a corto plazo es conocida y constante.
2. El precio de la acción es aleatorio y continuo, con una varianza proporcional al cuadrado del precio de la acción. Con esto la distribución del precio de la acción es lognormal y la varianza del rendimiento de la acción es constante.
3. La acción no paga dividendos.
4. La opción solo puede ejercerse a su vencimiento.
5. No hay costos de transacción en la compra o venta de acciones y opciones.
6. Es posible pedir dinero prestado por una fracción del valor del bien, para comprarlo o mantenerlo, a la tasa de interés de corto plazo.
7. No hay penalización a la venta en corto, que es vender bienes o activos financieros de un tercero a un comprador.

Tanto Trigeorgis (1996), Izar (2016) y Fernández (2008) enseñan que la ecuación para obtener el valor actual de una opción *call*  $C_0$  es:

$$C_0 = S_0N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) \dots\dots\dots (4)$$

**En donde:**

$C_0$  = Valor actual de la opción *call*

$S_0$  = Valor de la Inversión

$X$  = El VPN de los Flujos de Efectivo

$r$  = Tasa de interés libre de riesgo (CETES)

$t$  = Tiempo que resta para la fecha de vencimiento

$N(d_1)$  = Función de densidad normal acumulada de  $i$

Por su parte también mencionan que  $d_1$  y  $d_2$  vienen dadas por las siguientes expresiones matemáticas:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \dots\dots\dots (5)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t}{\sigma\sqrt{t}} = d_1 - \sigma\sqrt{t} \dots\dots\dots (6)$$

**En donde:**

$S_0$  = Valor de la Inversión

$X$  = El VPN de los Flujos de Efectivo

$r$  = Tasa de interés libre de riesgo (CETES)

$t$  = Tiempo que resta para la fecha de vencimiento

$\sigma^2$  = Varianza de los Flujos de Efectivo

$\sigma$  = Desviación Estándar de los Flujos de Efectivo

En cambio, para calcular el valor de una opción *Put*, dan a conocer la siguiente fórmula:

$$P_0 = -S_0(1 - N(d_1)) + Xe^{-rt}(1 - N(d_2)) \dots\dots\dots (7)$$

**En donde:**

$P_0$  = Valor actual de la opción *Put*

$S_0$  = Valor de la Inversión

$X$  = El VPN de los Flujos de Efectivo

$r$  = Tasa de interés libre de riesgo (CETES)

$t$  = Tiempo que resta para la fecha de vencimiento

$N(d_1)$  = Función de densidad normal acumulada de  $i$

Entonces el valor real del proyecto quedaría de la siguiente forma:

$$Valor Proyecto = C_0 - VPN \dots\dots\dots (8)$$

### 3.3. Técnica de conjuntos borrosos

Con anterioridad, como parte de esta investigación para la valuación financiera de un proyecto, se explicaron y utilizaron la técnica tradicional y la técnica de opciones reales; ahora bien, otra de las técnicas que se utilizó fue la técnica de conjuntos borrosos.

Para introducirse en el tema de la técnica de los conjuntos borrosos es importante mencionar que fue introducida por primera vez por Zadeh (1965), en su publicación del artículo *Fuzzy Sets*. Esta técnica considerada por Zadeh busca el investigar y tratar de introducir un nuevo punto de vista, en donde se es aceptado como algo verídico en la naturaleza humana lo borroso.

Por ello se considera que los tiempos de hoy en día existe una caracterización especial, la cual consiste que en la actualidad ocurren cambios rápidamente y que dichos cambios implican mayor incertidumbre en lo que podrá ocurrir.

Por tal motivo Díaz, Coba, Hidalgo, Valencia & Bonilla (2017) consideran la utilización de los conjuntos borrosos como una herramienta de gran ayuda para plasmar el pensamiento del ser humano.

Zadeh (1972) considera que la teoría de los conjuntos borrosos logra alcanzar una combinación entre el mundo real y la utilización precisa de las matemáticas clásicas utilizadas. Todo esto ocurre por la búsqueda del ser humano para obtener una mejor comprensión de los caminos mentales y del conocimiento.

De igual forma Azorín Poch (1979) considera que lo fundamental de esta teoría de conjuntos borrosos es la mezcla de diversas corrientes, por una parte, las cuestiones que tienen que ver con la probabilidad, el razonamiento lógico y la lazitud, por otro lado, las cuestiones que se refieren a las nociones de agregado, partición y clasificación.

Para conseguir realizar las operaciones con conjuntos borrosos, éstas se efectúan mediante la utilización de los números borrosos que Casanovas y Pérez (2003) los definen como aquel subconjunto borroso que cumple con tres características primordiales las cuales son:

- Las variables con las que se cuenta tendrán valores en el campo de los números reales.

- La función de pertenencia es normal, y en este caso se considera que la normalidad tendrá asociada por lo menos un valor de la variable al nivel máximo de presunción, esto se considerará como la unidad.
- La función de pertenencia es convexa, esto quiere decir que, desde punto inferior hasta el valor de mayor posibilidad, la presunción o la posibilidad incrementan, o en su caso se mantienen, pero en ningún caso disminuyen. De igual forma, desde el valor de mayor posibilidad hasta el punto superior, la presunción disminuye o se mantienen, pero no aumentan.

Existen diversas clasificaciones de números borrosos que se pueden aplicar, pero el que se utilizó en esta tesis son números borrosos triangulares (NBT), estos NBT quedan determinados por tres números reales, lo cuales son el valor mínimo, el valor máximo y el valor esperado.

Los números borrosos triangulares para Gutiérrez (2006), surgen debido a la estimación o a los conocimientos de los resultados que se obtendrán de las variables tomadas en cuenta, estas estimaciones o conocimientos que se genera por parte de los expertos se define como la triplete de confianza.

Cada una de las operaciones que se utilizan para números borrosos, conlleva una lógica, como se puede observar en tabla 2 los ejemplos de las operaciones y su fórmula aplicada a los números borrosos.

En la Tabla 2 se considera a “ $\alpha$ ” como el número de cortes o grados de pertenencia que puede tener un elemento a los conjuntos borrosos.



Tabla 2.

Ejemplos de las operaciones con números borrosos.

Operación	Números borrosos
Suma	$(a_1\alpha, a_2\alpha, a_3\alpha) + (b_1\alpha, b_2\alpha, b_3\alpha) = (a_1\alpha + b_1\alpha, a_2\alpha + b_2\alpha, a_3\alpha + b_3\alpha)$
Resta	$(a_1\alpha, a_2\alpha, a_3\alpha) - (b_1\alpha, b_2\alpha, b_3\alpha) = (a_1\alpha - b_3\alpha, a_2\alpha - b_2\alpha, a_3\alpha - b_1\alpha)$
Multiplicación	$(a_1\alpha, a_2\alpha, a_3\alpha) * (b_1\alpha, b_2\alpha, b_3\alpha) = (a_1\alpha * b_1\alpha, a_2\alpha * b_2\alpha, a_3\alpha * b_3\alpha)$
División	$(a_1\alpha, a_2\alpha, a_3\alpha) / (b_1\alpha, b_2\alpha, b_3\alpha) = (a_1\alpha / b_3\alpha, a_2\alpha / b_2\alpha, a_3\alpha / b_1\alpha)$
Potencia	$(a_1\alpha, a_2\alpha, a_3\alpha)^n = (a_1\alpha)^n (a_2\alpha)^n (a_3\alpha)^n$

Elaboración: Madrigal (2011, p.104)

Como fue mencionado, se utilizaron números borrosos triangulares y estos números borrosos son parte de los conjuntos borrosos, por tal motivo para las cuestiones de proyectos de inversión según Madrigal (2011) se aplicaron las siguientes fórmulas:

- a) La tasa de rendimiento contable borrosa (TRCB).

$$TRCB = \sum_{T=0}^n \frac{FEB}{(1+i)^n} = 0 \dots \dots \dots (9)$$

**En donde:**

**TRCB** = Tasa de Rendimiento Contable Borrosa.

**FEB** = Flujo de Efectivo Borroso.

**n** = Es el año correspondiente.

**i** = Es la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (por parte del inversionista)

- b) El periodo de recuperación borroso (PRB).

$$PRB = \frac{I}{FEBP} \dots \dots \dots (10)$$

**En donde:**

*I* = Monto de la Inversión.

*PRB* = Periodo de Recuperación Borroso.

*FEBP* = Flujo de Efectivo Borroso Promedio.

c) El valor presente borroso

$$VPB = \sum_{i=1}^n \frac{FEB}{(1+i)^n} - IB \dots \dots \dots (11)$$

**En donde:**

*VPB* = Valor Presente Borroso.

*FEB* = Flujos de Efectivo Borroso.

*i* = Tasa de descuento.

*IB* = Inversión Borroso.

También se aplicó el VPB a los números borrosos, que tiene una particularidad especial consistente en que para obtener el VPB de cada periodo, es decir, el FEBx traerlo al año x-1 y ese resultado sumarlo al FEBx-1 y así sucesivamente hasta llegar al año 0. Un ejemplo de esto, aplicándolo a un Flujo de Efectivo Borroso en un periodo de 3 años el VPB se comportaría de la siguiente forma:

$$VPB_3 = \frac{FEB_3}{(1+i)^1}$$

$$VPB_2 = \frac{VPB_3 + FEB_2}{(1 + i)^1}$$

$$VPB_1 = \frac{VPB_2 + FEB_1}{(1 + i)^1}$$

Dirección General de Bibliotecas UAQ

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para desarrollar el análisis de valuación financiera de los proyectos de inversión cafetaleros de base tecnológica, se aplicaron tres técnicas distintas. La primera de estas técnicas es la técnica tradicional, en la que se utiliza el valor presente neto, flujos de efectivo, periodo de recuperación y tasa interna de retorno. La segunda técnica que se utilizó es la de opciones reales, la cual utiliza el modelo Black & Scholes y la tercera técnica utilizada es la de conjuntos borrosos, la cual utiliza el valor presente neto borroso, el periodo de recuperación borrosa y la tasa de rendimiento contable borrosa.

##### 4.1. Datos

A continuación, se muestran los datos utilizados para la valuación de los proyectos.

##### 4.1.1. Inversión

En la tabla 3, se presentan los datos del costo de inversión de cada uno de los proyectos presentados.

*Tabla 3.*

*Inversión de los proyectos.*

<b>Proyecto #</b>	<b>Inversión</b>
Proyecto 1	\$ 12,097,981.00
Proyecto 2	\$ 12,500,240.00
Proyecto 3	\$ 12,586,715.90
Proyecto 4	\$ 11,500,000.00

Fuente: Elaboración propia.

**4.1.2. Flujo de efectivo**

En la tabla 4 se observa los flujos de efectivo correspondientes a cada proyecto por los siguientes 10 años.

*Tabla 4.*

*Flujos de efectivo de cada proyecto*

<b>Proyecto #</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Proyecto 1	\$ 2,741,314.10	\$ 2,801,408.33	\$ 2,904,866.88	\$ 2,944,098.48	\$ 3,075,010.93
Proyecto 2	\$ 2,791,334.00	\$ 3,192,525.70	\$ 3,121,461.80	\$ 3,431,614.12	\$ 3,319,169.06
Proyecto 3	\$ 3,359,367.27	\$ 3,277,157.15	\$ 3,198,363.84	\$ 3,610,486.61	\$ 3,664,953.74
Proyecto 4	\$ 2,937,632.04	\$ 3,077,179.81	\$ 3,407,945.37	\$ 3,937,129.78	\$ 4,098,611.84

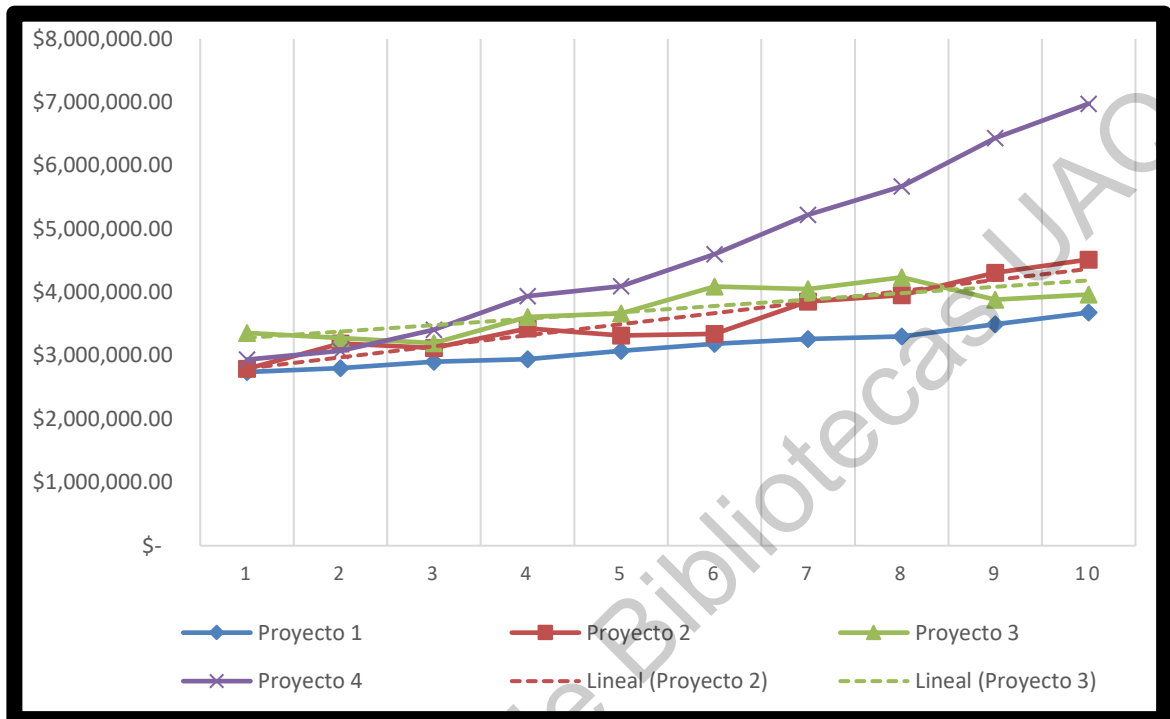
Continúa Tabla 4...

<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
\$ 3,185,749.19	\$ 3,263,642.31	\$ 3,302,950.90	\$ 3,493,399.99	\$ 3,679,847.16
\$ 3,341,221.13	\$ 3,854,008.86	\$ 3,954,665.14	\$ 4,310,585.00	\$ 4,517,504.39
\$ 4,090,147.57	\$ 4,051,371.08	\$ 4,236,209.49	\$ 3,884,010.57	\$ 3,964,400.22
\$ 4,601,550.34	\$ 5,224,673.82	\$ 5,670,058.62	\$ 6,433,930.65	\$ 6,977,774.01

Fuente: Elaboración propia.

De la información obtenida en la tabla 4, se desarrolló la figura 9 donde se puede observar el comportamiento que presentan los flujos de efectivos, de los proyectos evaluados, a través del tiempo.

Figura 9. Flujo de efectivo de cada proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Los flujos de efectivo que se presentan en la figura 9, corresponden a cada uno de los proyectos. Son diferentes porque como puede observarse en cada proyecto este es único en su forma, ya que los flujos de efectivo de cada proyecto son afectados por factores que los integran de manera distinta, como por ejemplo el gasto generado por cada proyecto, el sueldo pagado, la amortización de los activos, la luz, agua o teléfono pagado, etc., así como los ahorros e ingresos generados y pronosticados a tener como consecuencia la implementación del proyecto.

De los distintos resultados analizados en la figura 9, se observa que el comportamiento que tienen los flujos de efectivo de cada proyecto es único, aunque se

puede considerar que los proyectos 2 y 3 manifiestan la misma tendencia a través del tiempo.

Una vez establecidos y comprendidos los datos utilizados para las distintas técnicas se procedió a introducir los resultados de cada una de ellas. La primera técnica analizada fue la técnica tradicional.

#### **4.2. Resultados técnica tradicional**

Con la técnica tradicional se calculó el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el *PayBack* para los cuatro proyectos analizados.

##### **4.2.1. Valor presente neto**

Una vez obtenido los datos sobre el flujo de efectivo de cada proyecto que se presentaron en la figura 9 y tabla 4, se procedió a aplicar la fórmula (1), con una tasa de descuento de 10% (cabe destacar que para el cálculo de este porcentaje se tomó el valor de los CETES más la inflación anual del país). En este caso al aplicar la fórmula (1) no se realizó la sumatoria de todos los años, tampoco se sustrajo la inversión realizada, lo anterior con el fin de generar y obtener el valor presente de cada uno de los años de todos los proyectos involucrados, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5.

Valor presente de cada proyecto.

Proyecto #	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proyecto 1	\$ 2,492,103.73	\$ 2,315,213.50	\$ 2,182,469.48	\$ 2,010,858.87	\$ 1,909,339.85
Proyecto 2	\$ 2,537,576.36	\$ 2,638,450.99	\$ 2,345,200.45	\$ 2,343,838.62	\$ 2,060,942.85
Proyecto 3	\$ 3,053,970.25	\$ 2,708,394.34	\$ 2,402,978.09	\$ 2,466,010.93	\$ 2,275,647.92
Proyecto 4	\$ 2,554,462.64	\$ 2,326,790.03	\$ 2,240,779.40	\$ 2,251,066.73	\$ 2,037,734.45

Continua Tabla 5...

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$ 1,798,272.36	\$ 1,674,764.55	\$ 1,540,850.97	\$ 1,481,542.61	\$ 1,418,740.38
\$ 1,886,032.22	\$ 1,977,715.93	\$ 1,844,880.47	\$ 1,828,108.83	\$ 1,741,693.50
\$ 2,308,781.67	\$ 2,078,993.96	\$ 1,976,222.99	\$ 1,647,199.63	\$ 1,528,447.90
\$ 1,989,377.20	\$ 1,964,148.41	\$ 1,853,552.22	\$ 1,828,924.64	\$ 1,724,799.02

Fuente: Elaboración propia.

Después que se obtuvieron los datos anteriormente presentados, se procedió a realizar la sumatoria de todos los años, así como restar la inversión realizada al inicio del proyecto, por lo cual se aplicó en su totalidad la fórmula (1), los resultados de cada proyecto se observan en la figura 10. Para un mejor entendimiento de la aplicación de la fórmula (1) se ejemplifica la aplicación de dicha fórmula aplicado al proyecto 1.

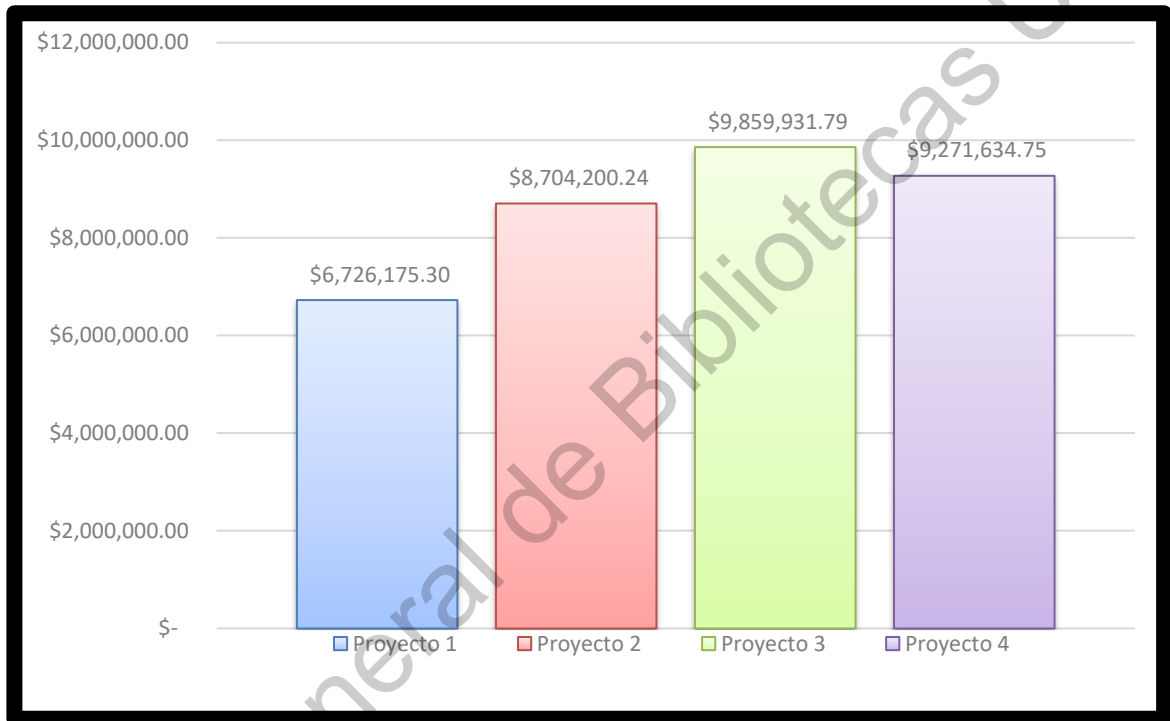
$$\begin{aligned}
 VPN_{P1} &= -i + \frac{FNE_1}{(1+k)^1} + \frac{FNE_2}{(1+k)^2} + \frac{FNE_3}{(1+k)^3} + \frac{FNE_n}{(1+k)^4} + \frac{FNE_n}{(1+k)^5} + \frac{FNE_n}{(1+k)^6} + \frac{FNE_n}{(1+k)^7} + \frac{FNE_n}{(1+k)^8} + \frac{FNE_n}{(1+k)^9} + \frac{FNE_n}{(1+k)^{10}} \\
 VPN_{P1} &= -12,097,981 + \frac{2,741,314.1}{(1+0.1)^1} + \frac{2,801,408.33}{(1+0.1)^2} + \frac{2,904,866.88}{(1+0.1)^3} + \frac{2,944,098.47}{(1+0.1)^4} + \frac{3,075,010.93}{(1+0.1)^5} + \frac{3,185,749.19}{(1+0.1)^6} + \frac{3,263,642.31}{(1+0.1)^7} \\
 &\quad + \frac{3,302,950.90}{(1+0.1)^8} + \frac{3,493,399.99}{(1+0.1)^9} + \frac{3,679,847.16}{(1+0.1)^{10}}
 \end{aligned}$$



$$VPN_{p_1} = -12,097,981 + 2,492,103.7 + 2,315,213.5 + 2,182,469.48 + 2,010,858.87 + 1,909,339.85 + 1,798,272.36 + 1,674,764.55 + 1,540,850.97 + 1,481,542.61 + 1,418,740.38$$

$$VPN_{Proyecto\ 1} = 6,726,175.30$$

Figura 10. Valor presente neto de cada proyecto.



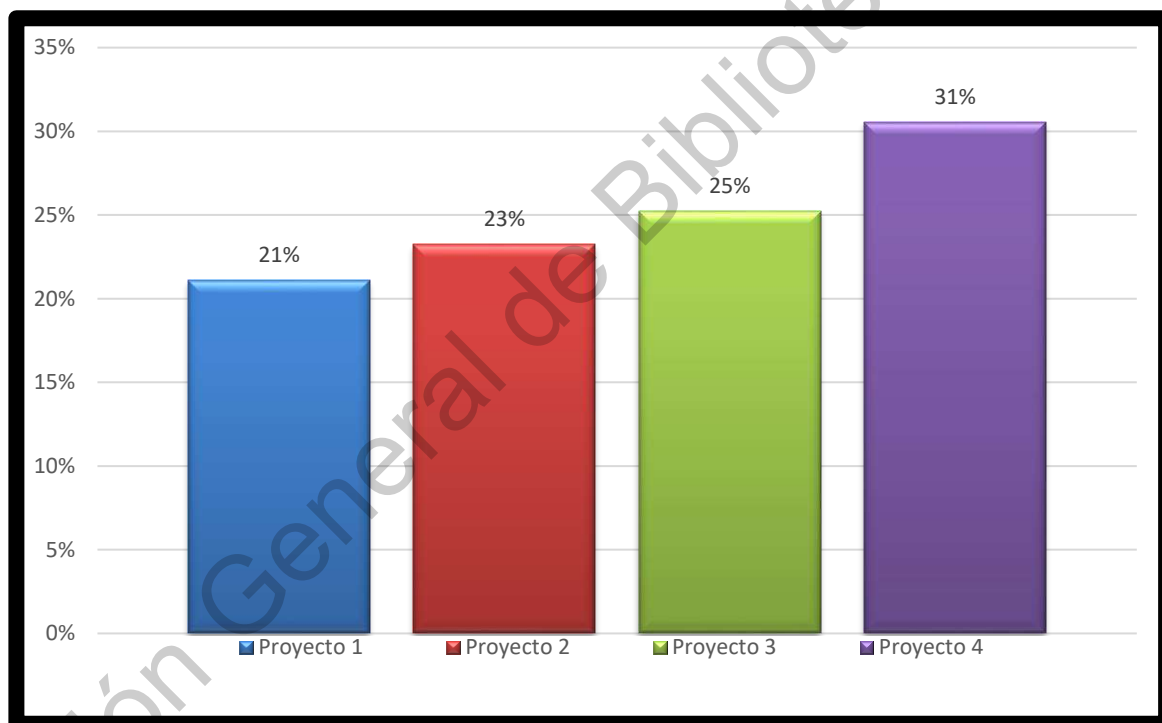
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 10, el valor presente neto de cada uno de los proyectos es diferente, debido, entre otros factores, a que la inversión requerida por cada uno de los proyectos es distinta, por lo cual el proyecto 3 se puede considerar como el proyecto más redituable entre todos, entonces de acuerdo a la clasificación proporcionadas por Banda, Almaraz & Gómez (2012), estos proyectos se considerarían un proyecto de expansión, esto debido a que se logró generar un incremento importante a los ingresos en comparación a la inversión realizada.

#### 4.2.2. Tasa interna de retorno

Ya determinado el valor presente neto de cada proyecto se calculó la tasa interna de retorno (TIR), para generar este resultado se aplicó la fórmula (2). En esta fórmula se utilizaron los flujos de efectivo que se presentaron en la tabla 4. Los resultados obtenidos se presentan en la figura 11.

Figura 11. Tasa interna de retorno de cada proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 11, cada proyecto tiene una TIR diferente, esto quiere decir que cada proyecto que se plantea es redituable, ya que al comparar según Rodríguez, Bao, & Cárdenas (2013) la TIR con la TMAR en todos los casos da un resultado favorable, sin embargo si se diera al inversionista o se solicitara de parte del inversionista una TMAR por arriba de la TIR, esto provocaría que el proyecto no sea

redituable para quien este desarrollando el proyecto, pero al ser una tasa amplia como el caso de estos proyectos, puede ofrecerle una tasa considerable para llamar la atención e inviertan en el proyecto, pero sin sacrificar los beneficios para quien desarrolla el proyecto.

#### 4.2.3. *PayBack*

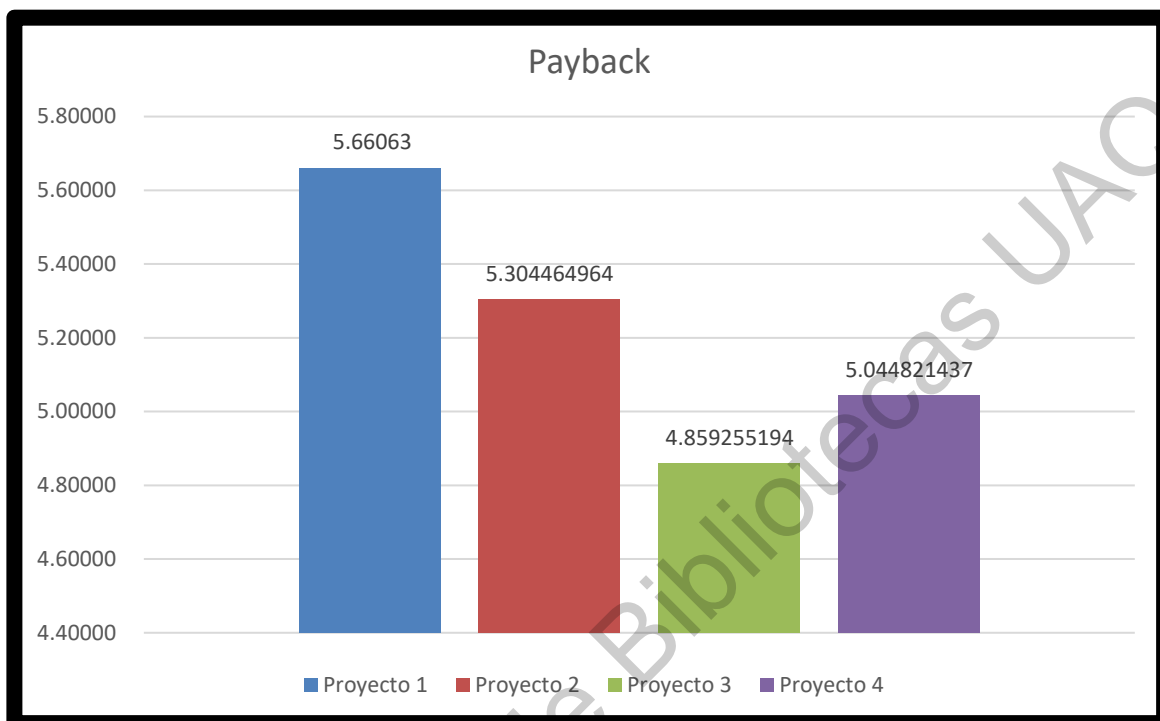
Una vez calculados el valor presente neto y la tasa interna de retorno de cada proyecto, se continuó a realizar el cálculo del periodo de recuperación, o también conocido como *PayBack*, de los cuatros proyectos seleccionados. Para realizar este cálculo se aplicó la fórmula (3) a los datos que se presentaron anteriormente en la tabla 3 y en la tabla 4. El periodo de recuperación de cada proyecto se presenta en la figura 12. De igual se presenta una ejemplificación de la utilización de la fórmula (3) en el proyecto 1.

$$PayBack_{p_1} = a + \frac{I - b}{VPN_{a+1}}$$

$$PayBack_{p_1} = 5 + \frac{12,097,981 - (2,492,103.73 + 2,315,213.50 + 2,182,469.48 + 2,010,858.87 + 1,909,339.85)}{1,798,272.36}$$

$$PayBack_{p_1} = 5.66063$$

Figura 12. Periodo de recuperación de cada proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

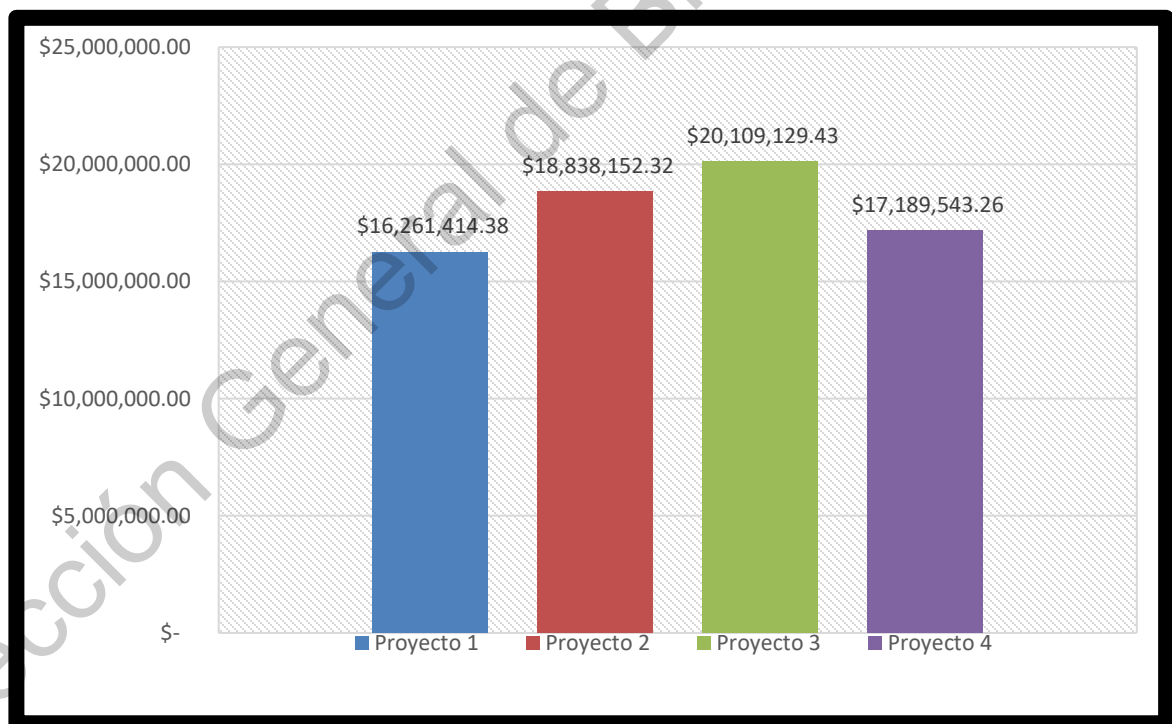
En la figura 12 se puede observar que los periodos de recuperación de cada proyecto varia, se podría decir al analizar la figura 12 que entre más años tengas es mejor, pero al contrario, el periodo de recuperación implica en cuantos años recuperarás la inversión que destinaste al proyecto, por tal motivo debes de buscar que la inversión del proyecto sea recuperado en el menor tiempo posible, por lo cual el proyecto con menor periodo de recuperación sería el proyecto 3, indicando que la inversión de ese proyecto puede ser recuperada en aproximadamente casi 5 años. Esto al igual que Canales (2015), se consideran como proyectos factibles, ya que se regresaría la inversión en la mitad del tiempo de vida del proyecto.

### 4.3. Resultados opciones reales

Una vez utilizadas las herramientas de la técnica tradicional para las evaluaciones de cada proyecto de inversión, se procedió a utilizar la técnica de opciones reales.

Para comenzar a evaluar los proyectos de inversión mediante la técnica de opciones reales se utilizó el modelo conocido como Black & Scholes, en la cual se aplicó la ecuación (4) a los datos anteriormente presentados y mencionados en la tabla 3 y en la tabla 4, los resultados obtenidos se presentan en la figura 13.

Figura 13. Valoración de los proyectos de inversión con opciones reales.



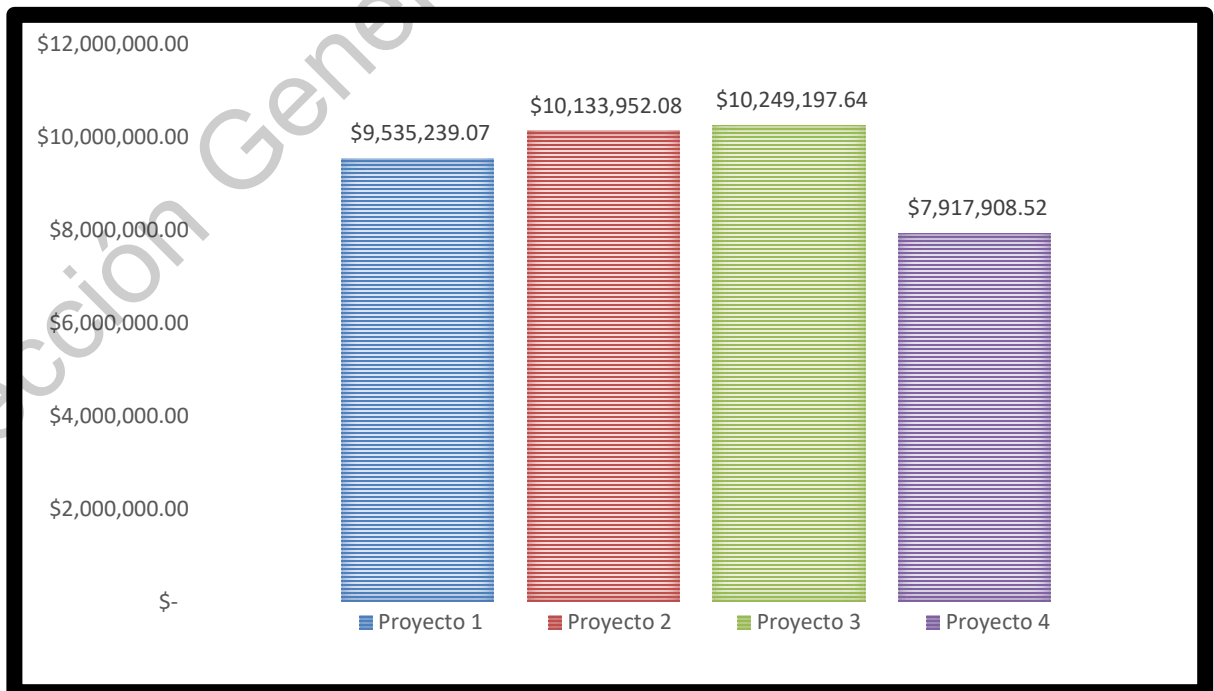
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede analizar y observar en la figura 13, con la aplicación y utilización de la técnica de opciones reales, el valor que genera cada uno de los proyectos fue mayor a

comparación de la técnica tradicional y analizando más a detalle se detecta que el proyecto mayor factibilidad era el proyecto 4, pero al utilizar la técnica de opciones reales e incluyendo los riesgos, se identifica que en la implementación de esta técnica los proyectos más redituables son el proyecto 2 y el proyecto 3. Estos datos generados de la técnica, al igual que autores como Arango, Montes & Arboleda (2017) y Jiménez, Acevedo & Rojas (2016) consideran que genera una mayor certeza para la persona que toma decisiones en el proyecto y así lograr una disminución en la incertidumbre y/o en las pérdidas, por lo cual facilita una mejor toma de decisión.

Por último, dentro de la técnica de opciones reales se debe de implementar un último paso, el cual consiste en utilizar los datos de la tabla 3 y de la figura 13 para obtener los datos que se presentan en la figura 14, para ello se aplicó la ecuación (8).

Figura 14. Valor de cada proyecto.



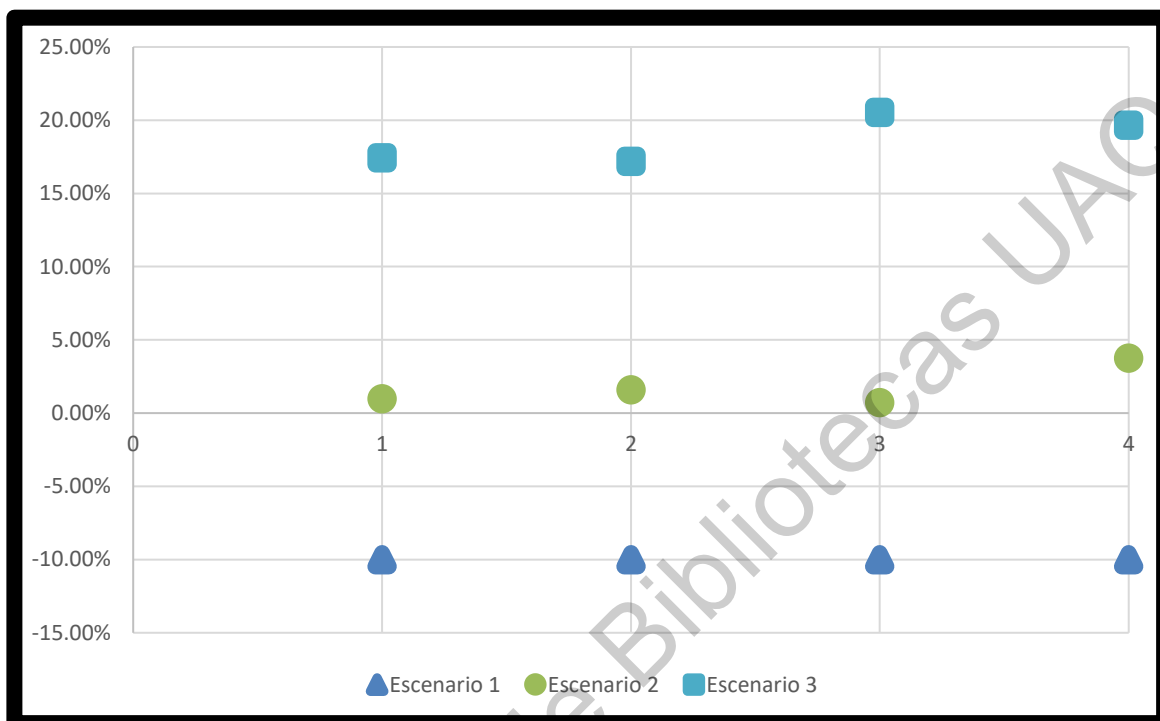
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se puede observar, al compararla con la figura 10, que tres de los proyectos son más redituables cuando se utiliza la técnica de opciones reales, no obstante, solo uno de los proyectos tuvo un valor inferior al utilizar la técnica de opciones reales y compararla con la técnica tradicional, pero este proyecto que salió inferior es el que en la técnica tradicional se consideró en todos los factores como el proyecto más redituable de todos. Por lo cual al igual que García-Ramos, Díaz-Díaz, & Luna-Sotorrío (2016) se considera que puede llegarse a subestimar la inversión o sobreestimarse los flujos de efectivo esperados cada año.

#### **4.4. Resultados conjuntos borrosos**

Después que se obtuvieron los resultados de la técnica tradicional y de la técnica de opciones reales, se procedió a aplicar la técnica de conjuntos borrosos. Para obtener los primeros resultados se aplicó la fórmula (9), dentro de ella se utilizaron los datos de la tabla 4 y la tabla 5. Los resultados obtenidos de la aplicación de la fórmula (9) se observa en la figura 15.

Figura 15. Tasa de rendimiento contable borroso de cada proyecto y escenario.



Fuente: Elaboración propia.

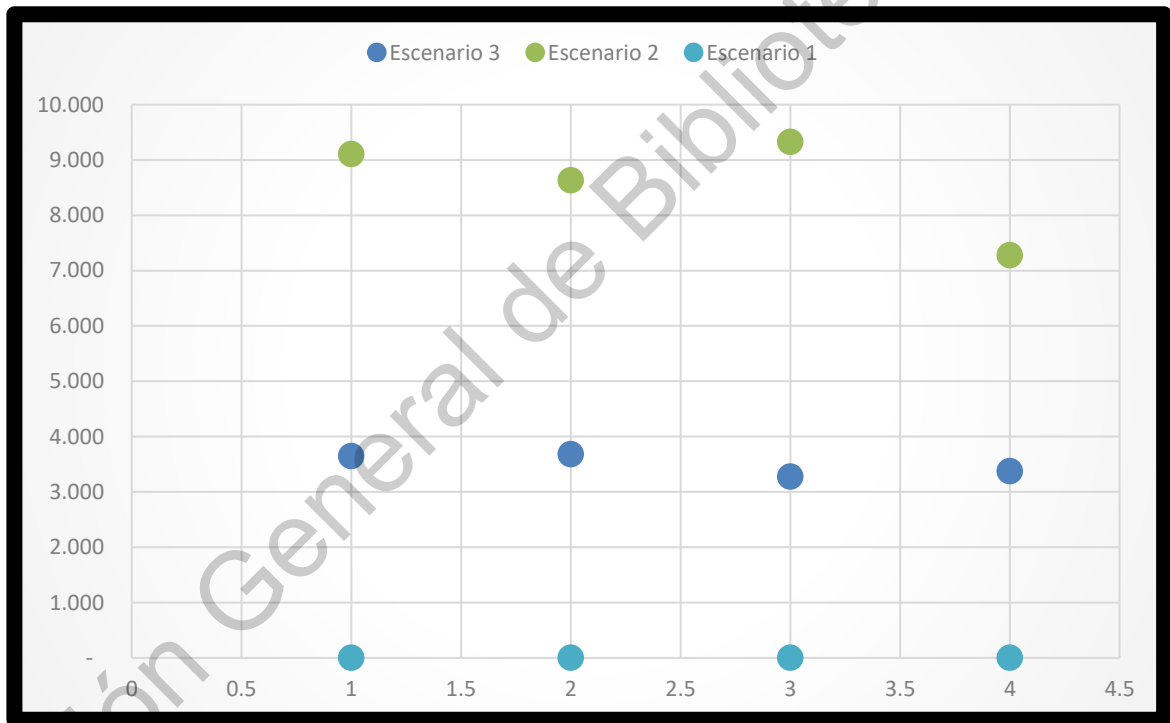
En la figura 15, dentro de cada uno de los escenarios que se caracteriza la implementación de la técnica de conjuntos borrosos, cada escenario y en cada proyecto varia la tasa de rendimiento contable borroso, esto quiere decir que en un escenario desfavorable se tendría una tasa de rendimiento borroso de -10%, tal porcentaje implica que no es redituable la implementación de los proyectos en este escenario, ahora en un escenario intermedio el proyecto 4 tendría el máximo porcentaje que sería del 3.75%, esto implicaría que se puede implementar dichos proyectos, todo depende de que el porcentaje solicitado por el inversionista no supere este porcentaje dado y en un escenario favorable el mayor porcentaje lo tendría el proyecto 3 con un 20.54% como tasa de rendimiento, lo cual implica que los proyectos se consideran redituables para implementar. Estos distintos



valores como dice Gutiérrez (2006), son de gran utilidad, ya que facilita el adaptarse a la realidad ya que se incluyen datos aleatorios y con mayor certeza.

Otro de las herramientas aplicadas en esta técnica sería el periodo de recuperación borroso, en el cual se aplicó la fórmula (10) utilizando los datos de la tabla 4. Los resultados se observan en la figura 16.

Figura 16. Periodo de recuperación borroso de cada proyecto y escenario.



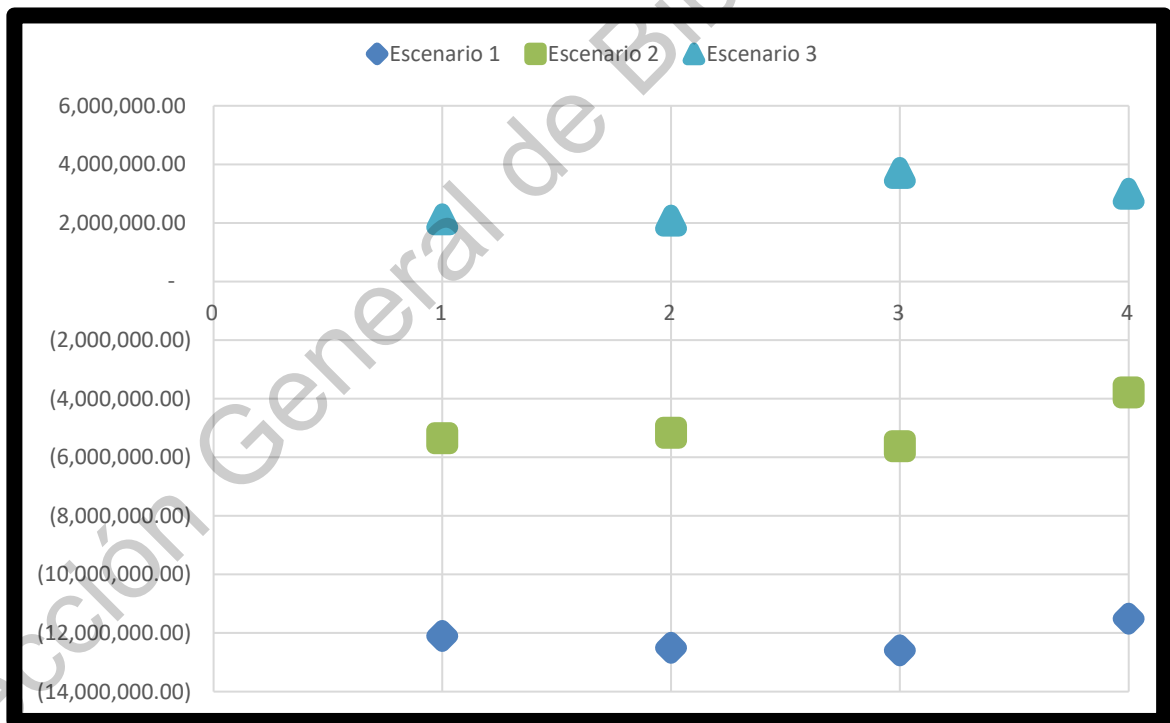
Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 16 que el periodo de recuperación borroso de cada proyecto tiene tres escenarios diferentes, los cuales consisten en un escenario desfavorable, un escenario intermedio y un escenario favorable, dando como resultado que todos los proyectos en un escenario desfavorable no podrán recuperar su inversión en ningún año, ya que considera que los proyectos en este escenario con el riesgo que implica no lograría

recuperar lo invertido, en un escenario intermedio en promedio los cuatro proyectos recuperaran la inversión en 8.5 años, lo cual para las personas puede considerarse como un tiempo muy largo para recuperar su inversión, y en un escenario favorable en promedio se recupera la inversión en 3.4 años, esto puede considerarse un tiempo más aceptable.

La última de las herramientas utilizadas en esta técnica de conjuntos borroso, fue la de valor presente neto borroso, utilizando la tabla 4 y aplicando la fórmula (11) se obtuvo los resultados de la figura 17.

Figura 17. Valor presente neto borroso de cada proyecto y escenario.



Fuente: Elaboración propia.

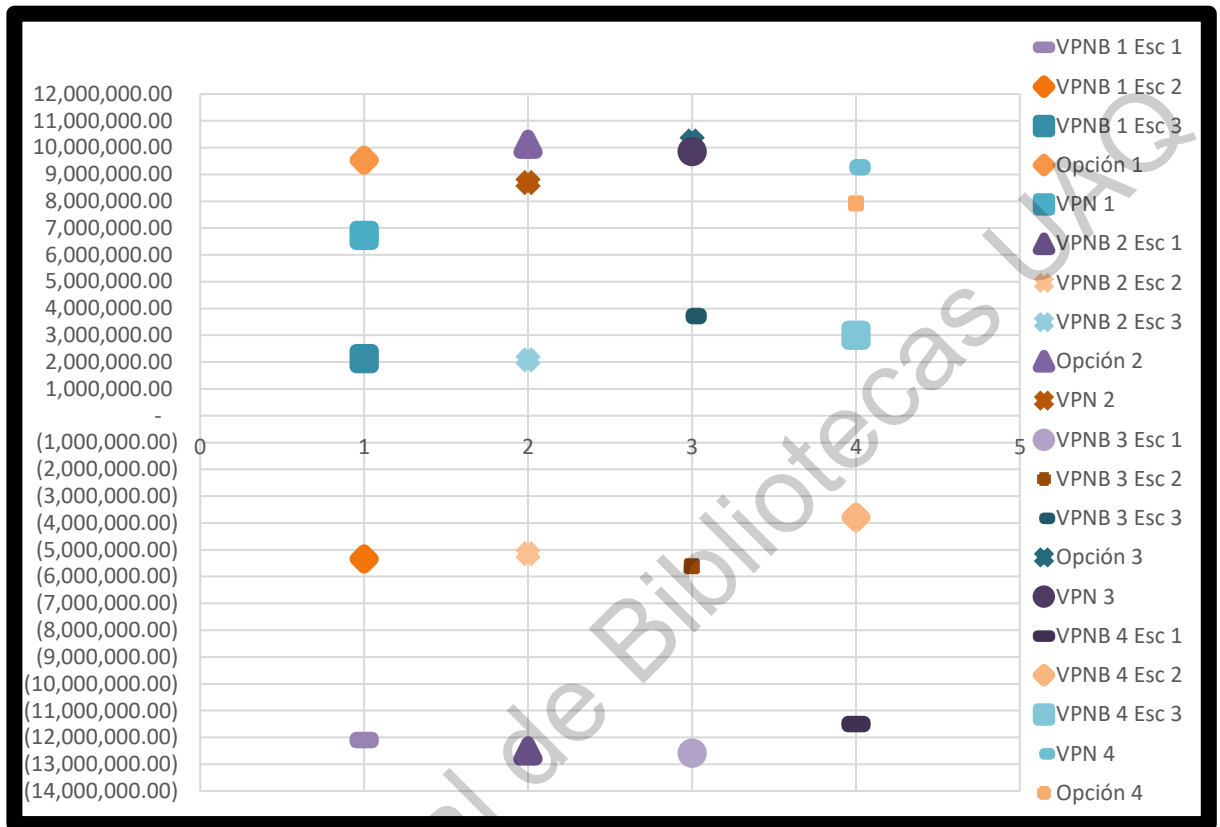
Como se puede observar en la figura 17, cada uno de los escenarios calculados es distinto y en un escenario desfavorable o intermedio, da como resultado un valor presente neto borroso negativo en todos los proyectos esto implica que en esta técnica no es factible

la implementación de estos proyectos en los dos primeros escenarios, pero la cuestión es que en un escenario denominado favorable todos los proyectos dan un resultado positivo para todos los proyectos lo cual es recomendable implementar los proyectos al tener ese tipo de escenario.

#### **4.5. Comparación de técnicas**

Una vez obtenidos los resultados de cada una de las técnicas que se implementaron para los proyectos, ahora se pueden hacer comparaciones entre las diferentes técnicas. Para iniciar el comparativo entre las técnicas, se realizará el comparativo entre las tres técnicas, las cuales serían el valor de la opción, el valor presente neto y el valor presente neto borroso, esto de cada uno de los proyectos involucrados, como se observa en la figura 18.

Figura 18. Comparación B&S, VPN & VPNB



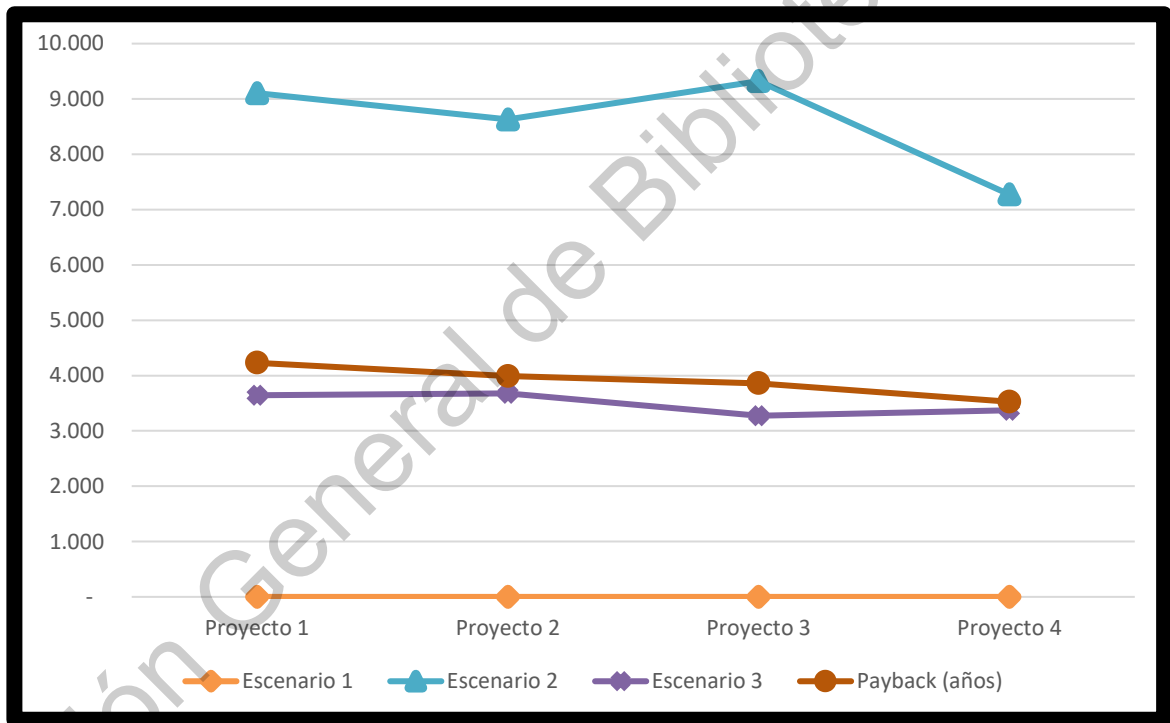
Fuente: Elaboración propia.

En la comparación de los resultados de cada una de las técnicas que se observa en la figura 18, en los escenarios 1 y 2 del VPNB son valores negativos y de esta técnica se deduce que solo con el escenario 3 podría obtenerse ganancias, en cambio en casi todos los resultados obtenidos con la técnica de opciones reales se presentaron resultados más benéficos, incluyendo tasas conservadoras, ya que dio un mejor resultado en los proyectos 1, 2 y 3, a excepción del proyecto 4 que el mejor resultado lo obtuvo el escenario 1 de los conjuntos borrosos. Es por estos resultados de la técnica de opciones reales que son valores superiores a las otras técnicas que puede observarse que al igual que Lara-Galera,

Sánchez-Soliño & Galindo-Aires (2016) si no se toma en cuenta el riesgo y la incertidumbre en los proyectos, estos pueden subestimarse.

Ahora bien, otra de las comparaciones que se puede realizar es solo entre conjuntos borrosos y la técnica tradicional, pero con la herramienta del periodo de recuperación de los proyectos. Esto puede observarse en la figura 19.

Figura 19. Comparación PayBack vs PRB



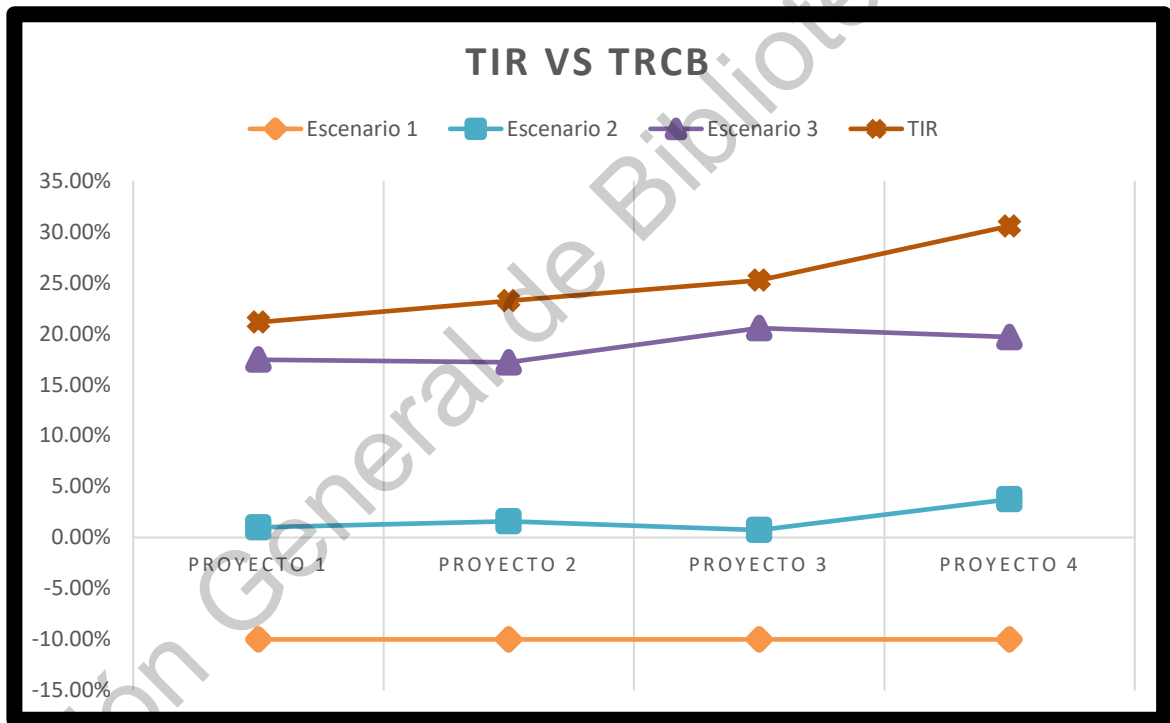
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19 cada uno de los escenarios de los conjuntos borrosos es diferente, pero al compararlo con el PayBack de la técnica tradicional se observa que para tener una recuperación en el mismo tiempo que te marca la técnica tradicional tienes que optar por el escenario 3, esto quiere decir que para la técnica de conjuntos borrosos, debe tenerse un escenario sumamente favorable para poder recuperar en un tiempo aceptable la inversión,

sino ocurriera esto, la inversión se recuperaría en un tiempo prolongado o incluso llegar al punto de no poder recuperarla.

La última comparación que se realizará de las herramientas aplicadas en las técnicas de conjuntos borrosos y técnica tradicional es la de las tasas de retorno de los proyectos, como se observa en la figura 20.

Figura 20. Comparación TIR vs TRCB



Fuente: Elaboración propia.

Analizando y observando la figura 20 se puede comprender que en los diferentes escenarios de cada proyecto en los conjuntos borrosos varía la tasa de retorno de cada proyecto, dando como resultado que en comparación con la técnica tradicional en el escenario 2 se tendrá una tasa de retorno muy cercana al cero, pero en un escenario favorable, que en este caso sería el escenario 3, la tasa de retorno se puede comparar con

la tasa de retorno que muestra la técnica tradicional dando como rango entre estas dos técnicas que en cada uno de los proyectos podría tener desde el 17% hasta un 31% de retorno de la inversión, esto dependiendo del escenario y la técnica aplicada.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## CONCLUSIONES

El presente trabajo realiza una comparación de la técnica tradicional, la técnica de opciones reales y la técnica de conjuntos borrosos, estas técnicas se implementaron para realizar valuaciones de inversión en proyectos cafetaleros, esto con el fin de determinar cuál de las presentes técnicas puede aplicarse mejor para dicha valuación. En la actualidad la técnica más utilizada para implementar en la evaluación de cualquier proyecto es la técnica tradicional, la cual tiene grandes ventajas, ya que son cuestiones financieras que comúnmente tienen las empresas y para ellos facilita su obtención y cálculo, pero la desventaja que de igual forma se llega a concluir en semejanza es con Izar (2016) y esta es que la técnica tradicional no cuentan o no prevén el riesgo ni la incertidumbre que pueda haber en el futuro, así como no cuenta con flexibilidad durante la vida del proyecto.

Otra de las técnicas que se están tratando de incluir para la valuación de proyectos es la técnica de conjuntos borrosos porque puede incluir datos de riesgo e incertidumbre en el mercado, por lo cual generar mayor certeza al momento de valorar los proyectos, pero el inconveniente que puede tener es que al igual que la técnica tradicional no cuenta con una flexibilidad para modificar durante la vida del proyecto la situación esta. Aunque con esta técnica se puede generar una mayor certeza, ya que se concluye de igual forma que Lazzari, Chiodi & Moulia (2015), esta técnica permite visualizar distintos escenarios.

En cambio, la técnica que complementa y cumple la utilización de las dos técnicas mencionadas, es la de opciones reales. Esta técnica al analizarla y compararla se asemeja a lo dicho por Brealey, Myers & Allen (2011) y Micán-Rincón, Acosta-Ortíz & Sánchez-Muñoz (2015) que esta técnica incluye en sus cálculos datos de riesgo e incertidumbre



que pueda tener el mercado, también incluye una flexibilidad en la vida útil del proyecto, ya que puede adaptarse con el paso del tiempo a la situación que se le presente, ya sea al proyecto, a la empresa, al mercado, etc. Por lo que la persona encargada de tomar las decisiones puede tener más información y certeza durante la implementación y desarrollo del proyecto. Esta información generada y certeza llega a favorecer que se busque un mayor impacto al sector cafetalero en México, y así generar mayor producción y de mejor calidad posible.

Como antes se mencionó, el inconveniente de la técnica tradicional es que usualmente cuando se aplica no se ve contemplados datos de riesgo ni de incertidumbre en los proyectos, así como no genera una flexibilidad en el tiempo de duración del proyecto. En esta técnica se dieron los siguientes resultados: para el primer proyecto se obtuvo un VPN de \$6,726,175.30, así como una TIR de 21% y un retorno de inversión de 4.23 años, para el proyecto 2 se calculó un VPN de \$8,704,200.24, una TIR de 23% y un PayBack de 3.99 años, para el tercer proyecto se obtuvo un VPN de \$9,859,931.79, una TIR de 25% y un retorno de la inversión de 3.86 años, y para el último proyecto se calculó un VPN de \$9,271,634.75, así como una TIR de 31% y un PayBack de 3.53 años, a todos estos proyectos se les aplicó una tasa de descuento del 10%.

Ahora bien, la técnica de conjuntos borrosos incluye en sus cálculos datos de riesgos e incertidumbre que se puedan generar en los proyectos, en esta técnica se calcularon tres distintos escenarios para cada uno de los proyecto dando como mejor resultados el escenario tres en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: para el proyecto 1, se calculó un VPNB de \$2,134,266.43, una TRCB de 17.44% y un periodo de recuperación

borroso de 3.644 años, para el segundo proyecto se obtuvo un VPNB de \$2,083,786.33, así como una tasa de rendimiento contable borrosa de 17.19% y una recuperación en 3.678 años, para el proyecto 3 se calculó un VPNB de \$3,718,455.06, una TRCB de 20.54% y un periodo de recuperación borroso de 3.274 años y para el cuarto y último proyecto se calculó un VPNB de \$3,008,550.34, una tasa de rendimiento contable borrosa de 19.66% y una recuperación de la inversión en 3.371 años.

Por último, en la técnica de opciones reales se calcularon los siguientes resultados: para el primer proyecto se obtuvo un valor de la opción de \$16,261,414.38 y realizando las sustracciones necesarias dentro de la fórmula generó un valor del proyecto de \$9,535,239.07, para el proyecto 2 se calculó un valor de la opción por el monto de \$18,838,152.32, dando un valor de proyecto de \$10,133,952.08, para el tercer proyecto se obtuvo un valor de la opción de \$20,109,129.43 y generando un valor de proyecto por el monto de \$10,249,197.64, por último para el proyecto 4, se calculó un valor de la opción por 17,189,543.26 y esto derivó a un valor del proyecto por el monto de \$7,917,908.52.

Estos ultimo resultados que equivalen a la técnica de opciones reales, se consideran al igual que Pareja & Cadavid (2016) y Calle & Tamayo (2009) como unos resultados más exactos e importante, ya que esta técnica aparte de incluir dentro de su cálculo cuestiones de riesgo e incertidumbre, también se puede aplicar una mayor flexibilidad en ella, esto a su vez implica que durante la vida del proyecto y mientras vaya transcurriendo el mismo, la persona encargada del proyecto puede tomar mejores decisiones como continuar con el proyecto, pausarlo, detenerlo, invertirle alguna cantidad mayor o menor, o cualquier otra necesidad que el proyecto requiera, es genera que se considera a esta

técnica de opciones reales como una técnica más certera y exacta para pronosticar y adaptar situaciones de un proyecto a futuro.

Por ello se puede decir que al momento de utilizar o aplicar la técnica de opciones reales en proyectos, esta técnica genera un valor agregado para la compañía o empresa en la situación que la persona encargada tiene la necesidad de tomar alguna decisión importante de invertir o no en el proyecto, así como de pausar, cancelar o cualquier otra necesidad que el proyecto requiera, esto como motivo de que ya se incluye cierto grado de incertidumbre y flexibilidad, y estas dos cuestiones llegan a tomar un rol importante en la toma de decisiones y para la valuación del mismo proyecto. Esto sumado a que la técnica de opciones reales está vinculado a la técnica de opciones financieras, la cual se implementa para el cálculo de opciones a futuro en el mercado bursátil.

Entonces se puede determinar que la presente investigación logró cumplir su principal propósito, aun con las limitantes generadas durante la investigación acerca de la disponibilidad de proyectos, aunque se planea seguir investigando acerca de otros proyectos para continuar con una recolección considerable de proyectos para realizar una base de datos y tener una mayor cantidad de datos para comparaciones futuras.

La utilización de opciones reales tiene un campo muy amplio por lo cual no puede tan solo limitarse a valorar proyectos cafetaleros de base tecnológica. Por tal motivo, se puede aplicar a diferentes tipos de proyectos de base tecnológica, ya sean proyectos de maíz, frijol, cacao, cualquier tipo de agricultura. Es importante mencionar que lo primordial al valorar proyectos de inversión es la seguridad y certeza de que dicho proyecto

rendirá beneficios a futuro, no solo a la economía de México, sino también poder mejorar la calidad de vida de los productores de café en este país.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

## REFERENCIAS

- Almaraz, I. (2013). *Administración Financiera como estrategia para lograr ventajas competitivas en las organizaciones*. Querétaro: Fontamara.
- Amram, M., & Kulatilaka, N. (2000). *Opciones Reales. Evaluación de inversiones en un mundo incierto*. Barcelona: Gestión 2000.
- Arango, M. A., Montes, L. F., & Arboleda, D. C. (2017). Aplicación de una opción real de abandono con simulación de Monte Carlo y Volatilidad condicional GARCH: Un caso de estudio para un proyecto de inversión minera. *Revista Espacios*, 22. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a17v38n52/17385222.html>
- Arboleda, G. (2014). *Proyectos: Identificación, formulación, evaluación y gerencia*. México: Alfaomega.
- Astudillo, M. (2012). *Fundamentos de Economía*. México: Probooks.
- Azorín, P. (1979). *Algunas aplicaciones de los conjuntos borrosos a la estadística*. Madrid: I.N.E.
- Baca, G. (2010). *Fundamentos de ingeniería económica*. México: McGrawHill.
- Banda, H., Almaraz, I., & Gómez, D. (2012). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión: aspectos económicos y financieros*. México: Probooks.
- Black, S., Hirt, G., & Danielsen, B. (2013). *Fundamentos de Administración Financiera*. México: McGrawHill.

Calle, A. M., & Tamayo, V. M. (2009). Decisiones de Inversión a través de Opciones Reales. *Estudios Gerenciales*, 107-126.

Callen, T. (29 de julio de 2017). *International Monetary Fund*. Obtenido de Gross Domestic Product: An Economy's All: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/gdp.htm#author>

Canales, R. (2015). CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN DE INVERSIONES. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 101-117.

Casanovas, M., & Pérez, A. (2003). *La gestión de la tesorería en la incertidumbre*. Madrid: Pirámide.

Ceriani, M., & Vigil, J. (01 de abril de 2015). Divulgación: Problemas y desafíos recientes de las normativas contables para los estados financieros en la actividad agropecuaria. *Ciencias Económicas*, 75-89. Obtenido de <http://www.normasinternacionalesdecontabilidad.es/nic/pdf/nic41.pdf>

Cevipyme. (3 de septiembre de 2014). *Cevipyme*. Obtenido de Empresas de base tecnológica: [http://www.cevipyme.es/herramientas/documentacion/Guia\\_sebt/cevipyme\\_minigua2\\_EBT.pdf](http://www.cevipyme.es/herramientas/documentacion/Guia_sebt/cevipyme_minigua2_EBT.pdf)

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). (27 de noviembre de 2017). *CONACyT*. Obtenido de Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación México 2016:

general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2016/3835-informe-general-2016/file

Consejo Nacional de Investigaciones (CONICET). (21 de marzo de 2016). *CONICET*.

Obtenido de Empresas de Base Tecnológica:

<http://vinculacion.conicet.gov.ar/empresas-de-base-tecnologica-2/>

Coyle, D. (2017). *El producto interno bruto. Una historia breve pero entrañable*. México:

Fondo de Cultura Económica.

Díaz, J., Coba, E., Hidalgo, C., Valencia, E., & Bonilla, J. (2017). Conjuntos borrosos aplicado al sector cooperativo del Ecuador. *Política y Cultura*, 227-253.

Erskine, J. A., Leenders, M. R., & Mauffette-Leenders, L. A. (2003). *Teaching with cases*.

London: Richard Ivey School of Business.

Estrada Cuzcano, A., & Alfaro Mendives, K. L. (2013). El método de casos como alternativa pedagógica para la enseñanza de la bibliotecología y las ciencias de la información. *INVESTIGACION BIBLIOTECOLOGICA*, 195-212.

European Commission. (30 de enero de 2015). *Definedterm*. Obtenido de Agricultural

Activity: [https://definedterm.com/agricultural\\_activity](https://definedterm.com/agricultural_activity)

Fernandez, M. (2015). Modelo para medir grados de pobreza en Argentina. *Visión de Futuro*, 65-84.

Fernández, P. (2008). Valoración de Opciones Reales: Dificultades, Problemas y Errores.

*IESE Business School*, 1-34.

Ferrer, J., Valera, A., & Flores, B. (2018). Aplicación de la teoría de conjuntos borrosos en el agrupamiento de suelos de ladera en la cuenca del río Caramacate, estado Aragua. *Terra Nueva Etapa*, 97-117.

Futurizable. (27 de mayo de 2016). *Futurizable*. Obtenido de Aplicando la tecnología a la agricultura podremos salvar el mundo: <https://futurizable.com/agrotech>

García, D. (3 de octubre de 2015). *Universidad Autónoma del Estado de México*. Obtenido de Métodos de Valuación para la Rentabilidad: <http://ri.uaemex.mx/oca/bitstream/20.500.11799/33866/1/secme-18865.pdf>

García-Ramos, R., Díaz-Díaz, B., & Luna-Sotorrío, L. (2016). La Utilidad de las Opciones Reales para valorar inversiones en el sector pesquero: Aplicación a la pesquería de Merluza. *Agrociencia*, 533-549.

Gutiérrez, J. (2006). Aplicación de los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión. *Ad-Minister*, 62-85.

Hull, J. (2014). *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*. Pearson.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (31 de diciembre de 2016). *INEGI*. Obtenido de Número de terrenos y superficie total según principal actividad por entidad federativa, municipio y tipo de terreno: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/agro/amca/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (10 de marzo de 2018). *Mapa Digital de México*. Obtenido de



<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jIzLjIwNDc0LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmNhZ3Jv&theme=ceagro>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (31 de enero de 2020). *INEGI*.

Obtenido de Sistema de Cuentas Nacionales de México:

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=10200035#D10200035>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (31 de enero de 2020). *INEGI*.

Obtenido de Sistema de Cuentas Nacionales de México:

<http://www.inegi.org.mx/Sistemas/BIE/Default.aspx?Topic=0&idserPadre=10100190#D10100190>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2 de octubre de 2017). *INTA*

*Informa*. Obtenido de Siembra de precisión: tecnología que aumenta 10% la producción de maíz: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=40318>

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (01 de julio de

2001). *Educación Superior para el siglo XXI*. Obtenido de Método del caso: <http://sitios.itesm.mx/va/dide/red/6/educacion/caso.htm>

Isaza, F. (2015). Generación de Electricidad: Un enfoque desde las opciones reales.

*Cuadernos de Administración*, 45-64.

Izar, J. (2016). *Gestión y evaluación de proyectos*. México: Cengage Learning.

- Jiménez, L. M., Acevedo, N. M., & Rojas, M. D. (2016). Valoración de opción real en proyectos de generación de energía eólica en Colombia. *Revista Espacios*, 26. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a16v37n26/16372626.html#conc>
- Lara-Galera, A. L., Sánchez-Soliño, A., & Galindo-Aires, R. (2016). First generation highways. Participation loans valuation in the framework of real options. *Revista de la construcción*, 115-124.
- Lazzari, L., Chiodi, J., & Moulia, P. (2015). Funciones económicas en un entorno incierto. *Vision de Futuro*, 75-91.
- Leenders, M. R., Mauffette-Leenders, L. A., & Erskine, J. A. (2001). *Writing cases*. London: Richard Ivey School of Business.
- Luna, E., & Rodriguez, L. (1 de Marzo de 2011). Pautas para la elaboración de Estudios de Caso. Washington D.C, Washington D.C, Estados Unidos.
- Madrigal, F. (noviembre de 2011). *Los conjuntos borrosos en la administración financiera, una alternativa para el caos, la complejidad y la incertidumbre*. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.
- Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica. *pensamiento y gestión*, 165-193.
- Mascareñas, J. (febrero de 2008). Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión. doi:1988-1878

Mauffette-Leenders, L. A., Erskine, J. A., & Leenders, M. R. (2007). *Learning with cases*.

London: Richard Ivey School of Business.

Micán-Rincón, C. A., Acosta-Ortiz, P. Y., & Sánchez-Muñoz, A. F. (2015). Evaluación de un proyecto estratégico de administración de capacidad considerando flexibilidad operativa y opciones reales. *Entramado*, 226-239.

Morales, A., & Vilorio, J. (2006). Aplicabilidad del enfoque de conjuntos borrosos a la clasificación de suelos de la depresión del Lago. *Asociación Interciencia*, 598-604.

OBS Business School. (9 de febrero de 2016). *OBS Business School*. Obtenido de Proyecto tecnológico: definición y características: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/tipos-de-proyecto/proyecto-tecnologico-definicion-y-caracteristicas>

Pareja, J., & Cadavid, C. (2016). Valoración de patentes farmacéuticas a través de opciones reales: equivalentes de certeza y función de utilidad. *Contaduría y Administración (UNAM)*, 794-814.

Rodas, A. R., & Rodas, C. A. (2015). *Economía básica I*. México: Limusa.

Rodríguez, V., Bao, R., & Cárdenas, L. (2013). *Formilación y evaluación de proyectos*.

México: Limusa.

Sapag, N. (2011). *Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación*. Pearson.

Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos*. México:

Mc Graw Hill.

Schwartz, E., & Trigeorgis, L. (2004). *Real Options And Investment under Uncertainty*.

USA: MIT Press.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (20 de agosto de 2015). *SAGARPA*. Obtenido de Tercer informe de Labores 2014-2015:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102891/3er\\_Informe\\_de\\_Labores\\_SAGARPA\\_2014\\_-\\_15.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102891/3er_Informe_de_Labores_SAGARPA_2014_-_15.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (25 de agosto de 2016). *SAGARPA*. Obtenido de Cuarto informe de Labores 2015-2016:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/254118/CuartoInformeDeLabores\\_SAGARPA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/254118/CuartoInformeDeLabores_SAGARPA.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (16 de agosto de 2016). *SAGARPA*. Obtenido de Desarrollo tecnológico para el campo mexicano:

<https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/desarrollo-tecnologico-para-el-campo-mexicano/>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (31 de agosto de 2017). *SAGARPA*. Obtenido de 5to. Informe de Labores de la SAGARPA 2016 - 2017:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255710/5TO\\_INFORME\\_2017\\_web.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/255710/5TO_INFORME_2017_web.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). *Atlas Agroalimentario 2012-2018*. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Setiawan, K. (2016). Mainstreaming Disaster Risk Management for Finance: Application of Real Options Method for Disaster Risk Sensitive Project. *AD-Minister*, 223-242.

The State of Maryland. (1 de enero de 2014). *Definedterm*. Obtenido de Agricultural Activity: <https://definedterm.com/a/definition/109356>

Tresierra, Á., & Carrasco, C. M. (2016). Valorización de opciones reales: modelo Ornstein-Uhlenbeck. *Journal Of Economics, Finance and Administrative Science*, 56-62.

Ucha, F. (26 de Mayo de 2010). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/agropecuaria.php>

Universidad Internacional de Valencia. (3 de junio de 2017). *Universidad Internacional de Valencia*. Obtenido de Proyecto tecnológico, definición y etapas principales: <https://www.universidadviu.es/proyecto-tecnologico-definicion-etapas-principales/>

Valderrama, Y. (2015). Aplicación de la teoría de los subconjuntos borrosos en la gestión de personal. Caso: Valderrama Barrios & Asociados, Trujillo Venezuela. *Visión Gerencial*, 325-340.

Valencia, K., & Zetina, A. M. (2016). Evaluación de un proyecto de inversión usando opciones reales para diferenciar el aguacate. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 232-248. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572016000100232&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572016000100232&lang=es)

Vedovoto, G. L., & Prior, D. (2015). Opciones reales: una propuesta para valorar proyectos de I+D en centros públicos de investigación agraria. *Contaduría y Administración*, 145-179.

Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 338-353.

Zadeh, L. (1972). A fuzzy set interpretation of linguistic hedges. *Journal of Cybernetics*, 4-34.