



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN



**EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN
MEDIANTE OPCIONES REALES. EL CASO DEL CAFÉ
MEXICANO.**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA: GABRIEL DELGADO JUÁREZ

ASESOR: DR. PABLO PÉREZ AKAKI

SANTA CRUZ ACATLÁN, EDO. DE MÉXICO

NOVIEMBRE, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**Evaluación de un proyecto de inversión mediante
opciones reales.
El caso del café mexicano**

Gabriel Delgado Juárez

Indice General

Introducción

1. Incertidumbre, riesgo y decisiones de inversión

1. 1. Incertidumbre

- 1.1.1. Principio de Incertidumbre
- 1.1.2. Incertidumbre científica

1.2. Riesgo

- 1.2.1. Riesgo e incertidumbre
- 1.2.2. Tipología de riesgos
 - 1.2.2.1. Riesgo crédito
 - 1.2.2.2. Riesgo país
 - 1.2.2.3. Riesgo de modelo
 - 1.2.2.4. Riesgo económico

1.3. Decisiones de inversión bajo incertidumbre

2. Las problemáticas del café

2.1. Situación internacional del café

2.2. Situación nacional del café

- 2.2.1. Organismos, precios y perfil del productor
- 2.2.2. El café orgánico
- 2.2.3. Cuidados para la producción orgánica de café
- 2.2.4. Cifras actuales del café en México

3. El enfoque usual de las inversiones y las opciones reales

3.1. Consideraciones generales sobre un proyecto de inversión

- 3.1.1. Las partes de un proyecto de inversión
- 3.1.2. El valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés
- 3.1.3. Interés simple y compuesto
- 3.1.4. Valor presente y valor futuro

3.2. Criterios clásicos para la evaluación económica

- 3.2.1. Valor presente Neto
- 3.2.2. Tasa Interna de Retorno o Rendimiento

3.2.3. Periodo de recuperación o payback

3.2.4. Índice de rentabilidad

3.3. De las opciones financieras a las opciones reales

3.3.1. Semejanzas y diferencias entre opciones reales y métodos tradicionales

3.3.2. Tipología de opciones reales

3.3.2.1. La opción de diferir

3.3.2.2. La opción de reducir

3.3.2.3. La opción de cierre temporal

3.3.2.4. La opción de cierre definitivo

3.3.3. El caso de periodos mayores a uno

3.3.4. La ecuación Black-Scholes

4. Aplicación del método de opciones reales a los costos del café orgánico

4.1. Costos en el café

4.2. Los costos de la conversión orgánica del café

4.3. Los ingresos de la conversión orgánica del café

4.4. El Valor Presente Neto aplicado a café orgánico

4.5. La importancia de la incertidumbre y el método de Opciones Reales

4.6. Opciones reales para evaluar el cambio de tecnología

Conclusiones

Bibliografía

Introducción

La economía es una ciencia abundante en teorías y modelos, los supuestos de las teorías se incorporan a los modelos para obtener conclusiones más realistas, aproximaciones útiles de los fenómenos económicos y mejores descripciones del comportamiento de los agentes económicos. El uso de modelos que poco o equivocadamente explican la realidad de un fenómeno económico expone a los agentes económicos a situaciones adversas de incertidumbre y en consecuencia a más y mayores riesgos, las pérdidas por el uso de modelos económicos inadecuados o poco realistas en las diferentes áreas de la economía se traducen en millonarias pérdidas económicas, políticas inadecuadas e incluso crisis económicas de grandes proporciones, nacionales e internacionales.

Las finanzas tanto públicas como privadas hacen frente a las condiciones económicas de diferentes maneras, una de ellas es seleccionando de un conjunto de opciones de inversión, aquella que se espera tenga el mejor resultado económico, para lograrlo, los criterios más comunes y ampliamente manejados en el ambiente financiero son los construidos a partir del Valor Presente Neto (VPN), que es la base de la teoría neoclásica sobre las inversiones donde se usa la regla del método incremental (invertir hasta que una unidad de incremento en el capital, sea igual a su costo), con los respectivos problemas sobre cómo determinar las unidades incrementadas y los costos.

Sin embargo, una visión alternativa afirma que las decisiones óptimas de los inversionistas se toman con base en tres elementos: la irreversibilidad de la inversión, la incertidumbre de los ingresos futuros y, finalmente, el mejor momento para la inversión (*timing*). De acuerdo a Dixit y Pindyck. (1994), la teoría ortodoxa de la inversión no considera como estos tres factores interactúan y siguiendo las predicciones de los modelos más recientes, las decisiones de inversión parecen estar determinadas más bien por la volatilidad y la incertidumbre que por la tasa de interés y las políticas sobre los impuestos.

Los supuestos iniciales de los métodos más usados en un proyecto de inversión dan una característica estática a los criterios del VPN y le impiden considerar la naturaleza cambiante de la economía y en ocasiones hay que ajustar o incluso cambiar los planes debido a las circunstancias lo que implica un coste de oportunidad. A medida que una empresa pueda valorar mejor sus opciones durante el ejercicio del proyecto, tendrá mejores posiciones en la estrategia de competencia con las demás empresas; según Jean Tirole (1990), las estrategias de las empresas además de los costos, responden a la entrada, permanencia y salida de otras empresas, todo ello como parte de la interacción estratégica de los empresarios.

La estrategia del empresario abarca el conjunto de posibilidades de acción alrededor del proyecto de inversión, como son postergar, incrementar y abandonar entre otras es lo que suele llamarse la opcionalidad del proyecto de inversión. En el proyecto de inversión, los factores como la opcionalidad, la incertidumbre de los precios y sus respectivas recompensas futuras, junto con el costo de oportunidad sobre las decisiones a tomar y finalmente su inclusión en el cálculo del proyecto, son factores que permiten identificar al VPN como un caso específico del método de opciones reales, el caso específico en que se decide ejercer la opción de invertir (Dixit y Pindick, 1994).

En las finanzas ya se reconocen las ventajas de la nueva metodología, por el lado de la opcionalidad una opinión esclarecedora es la de Juan Mascareñas, “el análisis de opciones reales aplicado a evaluación de proyectos [...] permite destacar la opcionalidad por encima de otros métodos como el flujo de efectivo” (Mascareñas, 2005:19). Mientras que por el lado estratégico, un juicio que exalta las bondades del método es el perteneciente a los autores del libro *Opciones reales: Evaluación de inversiones en un mundo incierto*, “las opciones reales constituyen una filosofía importante en relación a la valoración y a la toma de decisiones estratégicas, y la fuerza de su método está empezando a cambiar la ecuación económica de muchos sectores”. (Amram y Kulatilaka, 2000).

No obstante que la metodología de las opciones reales se muestra, por encima de los métodos tradicionales, como una alternativa de mayor realismo amén de que existe una considerable cantidad de documentos que evalúan inversiones mediante ella y hay empresas trasnacionales que lo practican, la nueva herramienta no se ha popularizado y las ventajas del método no han llegado ampliamente a todos los sectores, en las propias palabras de Martha Amram (2006), “algunas compañías han adoptado el uso de opciones reales, pero su adopción no ha sido tan acelerada” . Pocas aplicaciones han aparecido en los sectores agrícolas y aún menor es el caso del café.

Aunque el café es una actividad que genera ingresos millonarios en divisas para el país que lo exporta y que para el caso de México le representa dos sitios trascendentales a nivel mundial -principal productor de café arábica y segundo productor más importante de café orgánico- las características nacionales e internacionales de la economía del café, sus problemáticas, los retos y alternativas de sus participantes así como las consecuencias que ha tenido la liberalización del mercado del grano a partir de 1989, han dado como resultado un sector de productores empobrecido, con pocas posibilidades de desarrollo y crecimiento para las familias que dependen del café y un beneficio expuesto a las adversidades originadas por la incertidumbre de precios del aromático, la cuál se manifiesta gravemente en crisis de precios bajos con los que no se logra siquiera cubrir los costos de los factores de producción.

Ante estos retos y dificultades del mercado de café, los productores mexicanos han incursionado en alternativas como la producción de cafés diferenciados y se ha encontrado en el café orgánico una alternativa viable que mejora los ingresos y por lo tanto las condiciones de los productores.

Con las características de la metodología de opciones reales y las del sector cafetalero en México, se sostiene la hipótesis de que el método de las opciones reales, por encima de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, es una metodología aplicable al café porque permite modelar y valorar las oportunidades y posibilidades (costos de oportunidad) que se crean a lo largo de un proyecto de inversión en el sector cafetalero.

El objetivo general que se pretende alcanzar es argumentar que las opciones reales son un complemento y una alternativa viable que describe, de manera más realista, el proceso de inversión en el café, a comparación del VPN y que las ventajas y bondades del método sean aprovechadas por los productores de ese grano en México, finalmente bajo la óptica de la nueva metodología identificar las variables y elementos del proceso de producción que permitan lograr proyectos exitosos en el sector bajo un ambiente de incertidumbre.

Se adaptará un tipo de Opción Real para evaluar la decisión estratégica de invertir en café orgánico y la operatividad de la conversión de un sistema de cultivo tradicional hacia el orgánico, para una Cooperativa en la región de Huatusco, Veracruz con costos del año cafetalero 2008-2009.

Como objetivos específicos se pretende: destacar la importancia de valorar los costos de oportunidad en la evaluación de proyectos de inversión; exponer el uso de las opciones reales como método de toma de decisiones y resaltar su importancia respecto a otros métodos tradicionales; establecer la situación económica actual del café mexicano y finalmente modelar la operatividad de un proyecto de inversión en café orgánico para la región de Huatusco, Veracruz tomando en cuenta la incertidumbre y opcionalidad, para identificar las variables que permitirán una transición exitosa al sistema orgánico.

Para la exposición detallada de los resultados, el presente trabajo se organizó en cuatro capítulos. El primer capítulo de este documento hace énfasis en la importancia que tienen para la toma de decisiones tanto la incertidumbre como sus riesgos; decisiones como la de llevar a cabo un proyecto de inversión.

En los últimos años ha ocurrido una creciente preocupación por los efectos de la actividad humana en el ambiente y también por las consecuencias en la salubridad. La agricultura orgánica integra estas dos preocupaciones y se ha expandido a más bienes con rapidez. Los beneficios de la agricultura orgánica también son sociales pues permite al productor obtener mejores ganancias y oportunidades comerciales. En términos del café ante la situación tan adversa de sus productores, éstos han encontrado una solución, aunque no la única, en

el café orgánico. La situación del café mundial y nacional, la de sus participantes y las razones por las que los productores mexicanos han encontrado en lo orgánico una buena alternativa contra las desventajas económicas y comerciales del sector, se exponen en el capítulo 2 con mayor detalle.

Los modelos que se utilizan en economía y en sus diferentes áreas como la financiera han experimentado mejoras debido a que una insuficiente o equivocada interpretación de la realidad se traduce en una mayor exposición a los diferentes riesgos implícitos en lo que se hace. En este sentido han venido apareciendo en los últimos años métodos como las opciones reales que permiten describir de una manera más realista la toma de decisiones en un proyecto de inversión. Este método a diferencia de sus rivales basados en el Valor Presente Neto, si considera los riesgos del proyecto y permite modelar las diferentes decisiones estratégicas que se pueden tomar a lo largo de la existencia de la inversión, afirmación que se sustenta en el capítulo 3 basado en una revisión de las metodologías tradicionales y algunos de las variantes ofrecidas por la metodología de opciones reales.

En el último capítulo se desarrolla una evaluación de proyecto de inversión en el sector cafetalero mexicano, donde las bondades de esta herramienta se aplican desde el punto de vista del pequeño productor de café. Se sostiene que es aplicable y adecuado el uso del método en este producto porque las características de su economía consistente en costos diferenciados y crisis de precios resultan en una gran incertidumbre de ingresos para el productor y por lo tanto en la calidad de vida y el desarrollo de las regiones cafetaleras de México.

Finalmente no queda más que invitar al lector a conocer los resultados de esta investigación, esperando que la su lectura le resulte enriquecedora, motive a reflexionar sobre lo aquí presentado, que la importancia de los temas haya sido bien expuesta y que, como a cada uno de los que hemos aprendido sobre el café y sus actores, descubra la razón por la cuál este fruto nos ha apasionado.

Capítulo 1

Incertidumbre, riesgo y decisiones de inversión

Existen diferentes clasificaciones de riesgo y aquí se abordan algunas de ellas con el objetivo de dejar establecido el impacto que tiene la incertidumbre y los riesgos creados por ella en los modelos y por lo tanto de la importancia que tiene usar modelos adecuados, en el sentido de que consideren la incertidumbre; esto con el fin de tomar mejores mediciones y decisiones, particularmente en la valuación y evaluación de un proyecto de inversión.

1.1. Incertidumbre

1.1.1 Principio de Incertidumbre

Para conocer la incertidumbre se puede empezar por la certidumbre, lo cual es todo aquello en cuya posibilidad de ocurrencia no existe duda, ocurrirá. A manera de ejemplo, todo el que nace irremediablemente tiene que morir, si se extrae una bola de una urna que contiene 10 bolas negras, no cabe la menor duda que será de color negro. Pero la certeza empieza a perder forma cuando no se puede determinar cuál será el momento exacto en que una persona fallezca, interrogante que es la esencia de un seguro de vida, o cuando no se puede asegurar si se obtendrá una bola blanca de una urna al primer intento, sabiendo que las otras nueve son oscuras.

Cuando se espera un resultado futuro se quiere estar seguro de él porque brinda confianza y tranquilidad, amén de que permite hacer planes. Por ejemplo, si un par de novios planea casarse, tanto a uno como a otro le gustaría saber si esa es la persona indicada y estar seguro de que será correspondido. Parecería poco trascendente calcular más dígitos de un número especial como Pi (3.1415...) o el número de Euler (2.718281...). Sin embargo para un ingeniero es información relevante si su objetivo es asegurar la resistencia de la obra; cuando se utiliza una serie de observaciones de variables económicas en econometría, primero se verifican diferentes fuentes, se constata cómo se construyó y pasos más o pasos menos, se selecciona la técnica apropiada para el manejo de la información con el fin de incrementar la

credibilidad del pronóstico y/o las conclusiones de teoría económica contrastada. En todos estos casos se busca una mayor certeza de aquello con lo que se vive y trabaja. En las diferentes ciencias la pesquisa de la certidumbre no es una excepción, pues con el objetivo de conocer mejor, se descubren y formulan aseveraciones sobre el comportamiento de los objetos como los astros, los átomos e incluso acerca del proceder humano; tales aseveraciones han sido llamadas leyes, debido a que describen patrones de comportamiento regulares que se pueden generalizar, aunque hay que aceptar que todas ellas cuentan con un mayor o menor grado de validez.

La certidumbre y la certeza se asocian con el determinismo científico, según el cual debe existir un conjunto de leyes científicas que permiten predecir lo que sucede en el universo en un instante del tiempo. Según Hawking (1988), el científico francés marqués de Laplace a principios del siglo XIX, afirmó que el universo era completamente determinista inclusive el comportamiento humano. Por supuesto, el pensamiento determinista, encaró críticas, en el ámbito científico la más famosa ocurrió en 1926, como lo relata Hawking, cuando otro científico de nombre Werner Heisenberg, formuló su famoso principio de incertidumbre: Para poder predecir la posición y la velocidad futuras de una partícula, hay que ser capaz de medir con precisión su posición y velocidad actuales. Heisenberg demostró que la incertidumbre en la posición de la partícula, multiplicada por la incertidumbre en su velocidad y por la masa de la partícula, nunca puede ser más pequeña que una cierta cantidad (constante de Planck).

El principio de incertidumbre tiene profundas implicaciones sobre el modo que tenemos de ver el mundo, en aquellos tiempos finalizó la concepción de Laplace sobre un mundo completamente describable, en la actualidad, aunque es un tema controversial a más de 80 años, éste tema motiva a la apreciación generalizada que favorece a un modelo de universo con pocas o nulas certezas, un mundo repleto de aseveraciones falibles y no de creencias exactas. Al no saber el estado presente o actual del universo, no podemos conocer su estado futuro, y al intentar conocerlo, la constante siempre será un error, por un lado el inherente a la medición y por el otro la alteración del objeto

de estudio debida a la interacción con él. Regresando a los primeros ejemplos: el enamorado no tiene la seguridad del amor eterno por más evidencias que acumule de ello, el ingeniero depende en gran medida de sus instrumentos de aproximación y el economista construye escenarios a partir de muestras y obtiene inferencias con recursos estadísticos, los cuales por supuesto no son dogmas, ya que conllevan un nivel de confianza.

Decidir cuándo no es seguro lo que ocurrirá es una constante inevitable en el mundo y por lo tanto de los objetos de estudio de las ciencias como la física, química y economía por mencionar algunas, debido al factor incertidumbre. El medio ambiente del dinero, de las tasas de interés y del ingreso, entre otras variables económicas, aunado a la conducta de los individuos, presenta una naturaleza impredecible, el ejemplo más claro de esta aleatoriedad son los mercados financieros, invertir en activos financieros no es sinónimo de ganancia asegurada. La inversión en activos reales como lo son los bienes de capital, tampoco es tan segura como parece, un inversionista común escoge los momentos adecuados para usar su dinero, y escoge aquellos donde la economía está en crecimiento, es decir aquellos donde la ganancia es recuperable, donde existe mucha confianza y se tiene la certidumbre de que recuperará lo invertido (Vernengo, 2008). Implícitamente en la opinión de Vernengo, se encuentra el elemento incertidumbre, este punto de vista también lo comparten Dixit y Stiglitz (1994) al afirmar que la incertidumbre hace a los inversionistas menos impacientes para gastar.

La incertidumbre en estos casos es fuente de dudas, de inseguridad respecto a la ganancia futura. Pero aunque este elemento representa un importante desconocimiento sobre algo, él mismo puede ser objeto de descripción y delimitación. Un elemento tan importante como éste y tan inherente a la actividad humana no podía estar exento de ser objeto de observación en las diferentes disciplinas, razón por la cual es susceptible a una clasificación y definición, propias de un objeto de estudio. En la ciencia una vez percibida la presencia de un fenómeno, se prosigue a su definición. En filosofía nombrar es crear y si no se nombra no existe (Reyes, 2003). Se presenta por lo tanto la noción de incertidumbre científica.

1.1.2. Incertidumbre científica

Ahora que se tiene una mejor idea de lo que es la incertidumbre y su presencia en ciencias como la economía, es necesario delimitarla, una referencia al respecto por su claridad la constituye un extracto de Comunicación de la Comisión de la Comunidad Europea sobre el recurso al principio de precaución

En la teoría de las decisiones bajo incertidumbre, se supone que el actor conoce las salidas posibles (el espacio de resultados) de cualquier curso de acción, pero no puede asignarles ninguna probabilidad, o ningún rango de probabilidades. [...].Cuanto más aplicamos nuestras teorías hacia el futuro, menos proporcionan valores numéricos. (Comisión de las comunidades Europeas, 2000).

La imposibilidad de medir los fenómenos sociales y naturales tiene un componente humano, el de la percepción y de la eficacia del método para abordar la realidad. El otro componente corresponde a una parte de esa realidad, el cual no es abordable, ni sujeto a descripción o que en el mejor de los casos solamente es aproximable. Esta situación es insalvable no importando la superioridad del método de observación empleado o de la capacidad del investigador. En el contexto del principio de precaución, la explicación de esta imposibilidad de medición es la siguiente:

La incertidumbre científica se deriva, habitualmente, de cinco características del método científico: la variable escogida, las medidas realizadas, las muestras tomadas, los modelos utilizados y la relación causal empleada. La incertidumbre científica también puede proceder de una controversia sobre los datos existentes o sobre la falta de algunos datos pertinentes. La incertidumbre puede estar en relación con elementos cualitativos o cuantitativos del análisis (Comisión de las comunidades Europeas, 2000).

Al parecer, sólo pocos recursos, entre ellos la prudencia y la precaución aparecen como mejores respuestas ante la eventualidad futura para la cual no hay certezas contundentes. Los posibles resultados de un evento conllevan un tipo de riesgo asociado, quienes hacen frente a la incertidumbre asumen los posibles riesgos e intentan medirlos, pero toman estas posturas tanto de prudencia como de precaución, concientes de sus limitaciones ante lo incierto. El riesgo es un elemento muy asociado a la incertidumbre, tanto que en ocasiones se usa como sinónimo.

1.2. Riesgo

En el medio financiero es donde se puede delimitar y explicar el concepto de riesgo de la manera más clara, con el objetivo de trasladar la esencia de su significado hacia la economía en su conjunto, empezaremos por la definición que brinda Banco de México.

La palabra riesgo proviene del latín “risicare” que significa “atreverse”. En finanzas, el concepto de riesgo está relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento que se traduzca en pérdidas para los participantes en los mercados financieros, como pueden ser inversionistas, deudores o entidades financieras. El riesgo es producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo. Banco de México (2005).

De la definición anterior, se puede extraer que el riesgo es la posibilidad de ocurrencia de un evento y también es el daño potencial asociado a él. Al referirse a una situación potencial el daño puede ocurrir o no. Es claro que la magnitud de este evento adverso está determinada por el tipo de actividad en que tiene origen cada riesgo. De forma natural, la teoría de probabilidades en un esfuerzo por comprender y valorar el daño o la pérdida, se adentra en el estudio de los riesgos. Hay una medida, un cálculo o una probabilidad asociada a ellos de tal suerte que esta cuantificación es una característica que los distingue.

La economía en su conjunto es contingente y es un medio ambiente de riesgos, la aceleración y diversificación de la actividad económica han creado nuevos riesgos. En el ámbito económico y financiero son ejemplo de ello las aperturas comerciales, el surgimiento de nuevos mercados, las políticas económicas simpatizantes de una u otra teoría, la estructura legal, las estrategias de inversión y el desarrollo de los mercados financieros por mencionar algunos. Cada una de las anteriores realidades ha potenciado el surgimiento de un conjunto de posibilidades para el uso de los recursos o activos como el dinero, bienes muebles, dinero plástico, entre otros, y en consecuencia aparecen nuevos riesgos asociados a cada actividad. Aunque el riesgo y la incertidumbre son conceptos en esencia diferentes, en la esfera económica se combinan de una manera tal que es difícil distinguirlos.

1.2.1. Riesgo e incertidumbre

Una referencia interesante por su claridad respecto a las diferencias entre incertidumbre y riesgo es la de Jon Elster en *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, obra donde se ilustra el uso de teoría de decisiones para elegir entre alternativas. Respecto al riesgo y la incertidumbre, ambas se constituyen como dos formas de ignorancia que difieren profundamente en sus cursos de acción.

Las decisiones bajo riesgo están presentes cuando podemos asignar probabilidades numéricas a las diversas respuestas a la pregunta ¿Qué sucederá?. Las decisiones bajo incertidumbre implican que podemos a lo sumo enumerar las respuestas posibles, no calcular sus probabilidades. [...] Así la teoría de las decisiones bajo riesgo supone que la información es imperfecta, pero cuantificable, en el sentido de que para cada curso de acción hay una distribución de probabilidades conocida para el conjunto de resultados Elster (2000).

De manera simple, la incertidumbre consiste en escenarios no medibles, aunque considerados como posibles y el riesgo es en cambio posible y medible, al que se le puede asignar una cantidad o un número, son elementos diferentes pero no independientes. Para Peters (1999) están complejamente relacionados: la incertidumbre es la fuente de los riesgos. Peters argumenta que existe una relación causal, tal relación es tan inmediata que justifica por qué es tan difícil separar ambos elementos y tan fácil el asociarlos como lo mismo.

La incertidumbre, aunque es origen de riesgos, ella misma también puede disminuirlos si se admite en la forma de abordar el fenómeno la existencia de este elemento. En el marco de las inversiones estratégicas, si se identifican los cursos de acción, las oportunidades, al mismo tiempo que se dispone de un método que considere el factor incertidumbre, el manejo de estos últimos puede ser una ventaja para la toma de decisiones, por encima de quienes teniendo que hacer frente al mismo tipo de incertidumbre, en sus razonamientos continúan usando métodos deterministas para valorar elementos inciertos (Amram y Kulatilaka, 2000). El entendimiento de la incertidumbre hace posible conocer los movimientos de algunas áreas de la economía, como las inversiones, la incertidumbre abordada con un método adecuado a ella, le permite ser una fuente de ventajas y oportunidades respecto a los demás.

Así como fue importante definir la incertidumbre, igual de importante es la clasificación de los riesgos que, en comparación con la incertidumbre, se convierten en un objeto más analizado, estudiado y citado en los documentos académicos y financieros.

1.2.2. Tipología de riesgos

Para el mejor entendimiento de los riesgos, conviene definir algunos de ellos que ejemplifican la presencia de lo impredecible en nuestro entorno, que son muy comunes en el ambiente académico de los que estudian la economía y que en últimos tiempos han cobrado más importancia. Se presentan entonces ejemplos que dan testimonio de la importancia de lo contingente.

Las categorizaciones de riesgos pueden variar según el autor que los clasifica, el cual puede ser en la mayoría de los casos, una institución financiera o económica como una aseguradora, un banco central o las comisiones de valores. Sin embargo existen riesgos que por su importancia están presentes en la mayoría de las clasificaciones.

A manera de ilustrar la amplia gama de clasificaciones, la CNBV (2008), tiene dentro de sus clasificaciones, una que, atendiendo a la naturaleza de las operaciones consiste en: riesgo crédito, de liquidez, de mercado (dentro de él hay una clasificación en la que sobresalen el riesgo de tipo de cambio y el de tasa de interés) y el operacional, mientras que Banco de México (2005), por su parte resalta el riesgo crédito, contraparte y liquidez.

Dentro del ambiente económico el riesgo país y el riesgo del modelo son los más conocidos. Precisamente en estos últimos, además de los riesgos de crédito y económico, se explicarán a detalle con el objetivo de ahondar en el estudio de las relaciones entre riesgo, incertidumbre y economía que se ha venido exponiendo en el transcurso de este capítulo.

1.2.2.1. Riesgo crédito

Este tipo es un caso particular de otra clase de riesgo, el riesgo contraparte. El cual existe cuando se da la posibilidad de que una de las partes de un contrato financiero sea incapaz de cumplir con las obligaciones financieras contraídas, haciendo que la otra parte del contrato incurra en una pérdida. Banco de México (2005).

En un contrato, ambas partes pueden pactar tipos de interés, ventas a futuro o créditos por mencionar algunos ejemplos, éste último se puede definir como sigue:

El riesgo de crédito es el caso particular cuando el contrato es uno de crédito, y el deudor no puede pagar su deuda. Recientemente, además del caso de incumplimiento, se han incorporado eventos que

afectan el valor de un crédito, sin que necesariamente signifique incumplimiento del deudor. Esto ocurre típicamente por cambios en la calidad de un crédito, cuando una calificadora lo degrada. Cuando esto ocurre, significa que la calificadora considera que ha aumentado la probabilidad de incumplimiento del emisor de la deuda, y por lo tanto el crédito vale menos ya que se descuenta a una tasa mayor (Banco de México, 2005).

El crédito y su no pago finalizaron en el año 2008 con una creciente importancia, los economistas los señalan a ambos como promotores de la actual crisis económica y financiera en Estados Unidos. Destaca Vilariño (2008) que este riesgo manifestado en las malas prácticas como el préstamo a segmentos de la población con baja o nula capacidad de pago para financiar la compra de inmuebles, el aumento de las facilidades de financiación y los ratios o *ratios* de financiación (*loan to value*) cercanos o iguales al 100%, sólo por mencionar algunas causas, originaron la ampliación del crédito de mala calidad.

Aunque el crédito puede llevar, por un lado, a escenarios económicos de recesión y crisis, por otro lado puede significar la estabilidad y el crecimiento si se hace un uso responsable del dinero: hay casos en países de América que han sostenido niveles de endeudamiento grandes, que con esos niveles de deuda son capaces de manejarse logrando resultados positivos en sus economías. La explicación al respecto es que no hay un nivel óptimo de la deuda, el problema no es el monto de la deuda sino el uso el dinero (Vernengo, 2008). Los estudiosos de la economía regional incluso van más allá al argumentar que el uso del dinero (inversión pública) debe impactar no solo en el momento que se lleva a cabo sino en el transcurso del tiempo posterior (Cuadrado, 2008).

Las posturas de los tres autores anteriores respecto al crédito y uso del dinero, llegan en un momento a ser confusas, pues por una lado parece riesgoso el uso y aumento del crédito en monto o frecuencia y habrá quién esté a favor o no de deudas o créditos en aumento, sin embargo lo interesante es que

implícitamente se encuentra la recomendación de ser cauteloso con el crédito y la inversión para obtener el resultado deseado, para no sufrir las consecuencias del riesgo asociado. Se debe ser cuidadoso para disminuir la incertidumbre, la cual, de acuerdo a las opiniones anteriores, está presente en las principales discusiones económicas: el caso de los créditos hipotecarios que menciona Vilaríño, o Vernengo y Cuadrado quienes se refieren a un uso del dinero que garantice la ida y también la vuelta del mismo, de invertirlo en actividades productivas para que no se pierda su efecto.

Ya sea en Microeconomía con los créditos a particulares, en Macroeconomía con el Gasto de gobierno, o en la economía regional, las decisiones sobre como se deben usar los recursos, muestran rastros de que la incertidumbre está considerada en las distintas ramas económicas, y el riesgo crédito en sus distintas áreas de estudio de la economía, es un buen ejemplo de ello.

1.2.2.2. Riesgo país

El hecho de que un inversor compre bonos del estado de un país específico o conceda préstamos a empresas del mismo, implica la posibilidad de que ante una convulsión social o económica no recupere su dinero, este tipo de riesgo es el denominado riesgo país (Mankiw, 2000). Es decir se trata de la probabilidad de que un país que emite deuda, sea incapaz de responder a sus compromisos de pago en los términos acordados.

Se pueden mencionar tres fuentes de las que proviene el riesgo de incumplimiento de una obligación: Riesgo Soberano, Riesgo de Transferencia y Riesgo Genérico (Montilla, 2007). El primero indica la probabilidad de que una entidad soberana no cumpla con sus pagos de deuda por razones económicas y financieras. El riesgo de transferencia es la imposibilidad de pagar el capital, los intereses y los dividendos, debido a la escasez de divisas que tiene un país por una situación determinada consecuencia del momento económico en la que se encuentre. Finalmente, el riesgo específico es el éxito o fracaso del sector empresarial debido a conflictos sociales, devaluaciones o recesiones que se susciten en un país.

Sea cual fuera el caso específico que origine el riesgo país, en la lógica del dinero, el capital privado busca el mejor lugar, aquel donde sea posible realizar la ganancia. El riesgo país es un ejemplo más de cómo la poca certeza de la obtención de la ganancia condiciona las decisiones de los inversionistas públicos y privados. Para ejemplificar este tipo de riesgo y cómo afecta las decisiones de inversión existen casos como el de CEMEX.

CEMEX es la empresa cementera más grande de México, en el año 2008 enfrentó un litigio legal por la nacionalización de los bienes que posee en Venezuela. Todo empezó a raíz de que el gobierno que representa Hugo Chávez, el actual presidente de ese país, expropió en agosto del año 2007 todas las filiales de cementeras extranjeras en el país, la francesa Lafarge, la suiza Holcim y la mexicana Cemex, por considerar al sector como de valor estratégico para el desarrollo nacional. (BBCMundo.com, 2008) El gobierno de ese país ofrece 650 millones de dólares mientras que la empresa mexicana pide 1300 millones de dólares. En caso de que la resolución favorezca al estado venezolano, la pérdida para CEMEX, resultado de las medidas políticas, sería significativa, sumado a los costos y menores ventas en que ha incurrido por lo menos desde que este proceso legal inició el 30 de octubre del año 2008 (Merlo, 2008).

1.2.2.3. Riesgo de modelo

Un modelo es una representación simplificada de la realidad. Es una herramienta construida bajo una lógica para abordar una parte específica del mundo (Varian, 2001).

Un modelo debe regirse por el principio de parsimonia, es decir que con poco pueda explicar mucho, pero no existe modelo que lo explique todo, si queremos explicar cada detalle, es necesario incluir más y más en el modelo, pero dejaría de ser reducido. La incorrecta especificación, el uso incorrecto de un modelo o la deficiente estimación, son ejemplos de la exposición al riesgo modelo, (Izquierdo, 2000). También es todo aquello derivado de lo que no es capaz de explicar esa representación simplificada, es el riesgo de creerlo adecuado cuando la realidad no sea exactamente como la describe.

Considerando que el modelo es una aproximación, el mejor de estos es el menos malo, ya que siempre existen factores que se escapan a la modelización. Las hipótesis permiten un tratamiento matemático operativo y la selección de variables se realiza suponiendo que las excluidas no son esenciales. Pero en algún momento, algunas de ellas se convierten en principales ya sea porque reflejan fenómenos nuevos o al superar algún umbral, esas variables comienzan a ser operativas. Por otra parte, algunos parámetros se consideran constantes, o no aleatorios, para simplificar las hipótesis, por ejemplo, en el modelo de Black y Scholes de cálculo del precio de opciones, se supone que la volatilidad de la rentabilidad del subyacente es constante, mientras que otros modelos relajan esa hipótesis y llegan a otros resultados.

Las consecuencias en los sectores financieros debidas al modelo pueden significar pérdidas económicas cuantiosas, por ejemplo, la firma Capital Market Risk Advisors (CMRA), calificaba en uno de sus últimos informes al ejercicio de 1997 como el año de las pérdidas causadas por los modelos. Esta misma firma estimaba que, de un total de 23.8 billones de pérdidas acumuladas por operaciones con derivados entre 1987 y 1997, 4.7 billones de dólares podían atribuirse a la acción del riesgo de modelo (Izquierdo, 2000). Por ello existe una creciente preocupación entre los poseedores del dinero por contar con mejores instrumentos de modelación y disminuir en la medida de lo posible el riesgo que estos envuelven.

Esta incapacidad de aproximación por parte de los modelos que usamos, por ejemplo en economía, a lo que realmente define el comportamiento del objeto de estudio, constituye la cantidad de incertidumbre insalvable que señala el principio de Heisenberg, lo cual nos vuelve a recordar que las variables económicas no son determinísticas, y por tanto los modelos determinísticos para situaciones aleatorias no son apropiados. Pero tampoco hay que creer que por el hecho de considerar lo incierto serán mejores ni perfectos.

1.2.2.4. Riesgo económico

El riesgo económico deriva de la posibilidad de sufrir una pérdida y se registra alrededor de una variable que es resultado de la propia actividad económica. Dicha variable puede ser el beneficio contable, un margen de rentabilidad, el valor de mercado de una cartera de activos, el importe de una liquidación en efectivo de un contrato de opciones, el valor de mercado de los recursos propios de una empresa, o los flujos de efectivo, en términos generales se trata de una disminución de la ganancia.

El riesgo económico hace referencia a la incertidumbre producida en el rendimiento de la inversión debida a los cambios producidos en la situación económica del sector en el que opera la empresa. Dicho riesgo puede provenir de la política de gestión de la empresa, la política de distribución de productos o servicios, la aparición de nuevos competidores y la alteración en los gustos de los consumidores (Mascareñas, 1994). La estructura junto con las políticas en que se distribuye el uso de los activos de las empresas determinará el nivel y la variabilidad de los beneficios. Podemos decir que a cada empresa le corresponde un riesgo económico específico.

El riesgo económico puede surgir por diversos motivos, por ejemplo la sensibilidad de la demanda de los productos o servicios de la empresa respecto de las condiciones generales de la economía, la actividad y nivel de la competencia, la diversificación de la producción, el apalancamiento operativo, las perspectivas del crecimiento empresarial y el tamaño de la empresa.

El riesgo económico es pues, una consecuencia directa de las decisiones (estrategia y necesidad) de inversión. Por tanto, la estructura de los activos de la empresa es responsable del nivel y de la variabilidad de los beneficios de explotación.

Ante el riesgo económico las empresas afrontan posibilidades de pérdida, las cuales pueden ser, grandes y de consecuencias muy prolongadas al grado que pueden impactar a las instituciones gubernamentales. Ante la entrada de

nuevos competidores el beneficio de la inversión seguramente se reducirá por las menores ventas como resultado de compartir al mercado; ante una recesión, los menores beneficios implican menores impuestos y por lo tanto recursos disminuidos para las instituciones públicas o los gobiernos en sus distintos niveles. Por razones como ésta, para Dixit y Pyndick (1994) la mejor política es aquella en la cual un gobierno reduce las condiciones de incertidumbre asegurando en la medida de lo posible que la inversión empresarial tenga el rendimiento que espera.

El riesgo económico depende en gran medida de muchas circunstancias y es específico para diferentes tipos de productos y planes de inversión. Las decisiones que se toman para afrontar cada tipo de riesgo y severidad se vuelven más importantes cuando está asociada la incertidumbre.

1.3. Decisiones de inversión bajo incertidumbre

La economía define la inversión como el acto de incurrir en un costo inmediato por la expectativa de una recompensa futura (Dixit y Pindick, 1994), en este sentido las decisiones óptimas de los inversionistas se toman con base en:

- i) Si la inversión es parcial o completamente irreversible (irreversibilidad),
- ii) Si existe incertidumbre respecto a las recompensas futuras de la inversión (incertidumbre),
- iii) Si se tiene algún plazo o periodo de tiempo acerca del mejor momento para la inversión (*timing*).

Dixit y Pindik argumentan que con base a los modelos más recientes y sus predicciones, las decisiones de inversión parecen estar determinadas más bien por la volatilidad y la incertidumbre que por la tasa de interés y las políticas sobre los impuestos. Esta opinión coincide con lo declarado en las secciones anteriores por Vernengo y Cuadrado respecto a la inversión.

La teoría ortodoxa de la inversión no considera cómo estos tres factores (irreversibilidad, incertidumbre y *timing*) interactúan. En la valuación de empresas y la consecuente toma de decisiones de inversión, el criterio central ha sido por años el del Valor Presente Neto (VPN), el cual es la base de la teoría neoclásica sobre las inversiones. En este método se usa la regla del método incremental (invertir hasta que una unidad de incremento en el capital, sea igual a su costo) con los respectivos problemas sobre como determinar las unidades incrementadas y los costos.¹

Asociado al VPN aparecen otros modelos tradicionales de valuación que se respaldan en reglas como el periodo de recuperación de la inversión, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la técnica de flujos de caja descontados por mencionar algunos. Estos métodos asumen que el proyecto reunirá el flujo de caja esperado sin la intervención de la gerencia en el proceso, además toda la incertidumbre es mantenida en la tasa de descuento, la cual es ajustada de acuerdo a un riesgo uniforme y poco realista.

La principal hipótesis normalmente establecida en la evaluación de proyectos de inversión es la de suponer que los valores únicos del desembolso inicial y los flujos netos de caja anuales representan toda la naturaleza de la inversión por tanto, permiten su correcta evaluación sin necesidad de más elementos. Sin embargo, estas magnitudes dependen de un conjunto de factores: el costo de factores como las materias primas, el nivel de ventas, el horizonte temporal de la inversión planeada; cuyos valores efectivos se desconocen con certeza, originando circunstancias en las que cada variable puede tomar un número de valores diferentes que al combinarse unos con otros, generarían una amplia gama de flujos netos de caja posibles y consecuentemente, el VPN y la TIR, y el periodo de recuperación de la inversión serán variables inciertas (Lauchy y Domínguez, 2006).

¹ Ante estos problemas Jorgensen propone comparar por periodo el valor de una unidad de incremento marginal (producto marginal) y un respectivo costo por el uso calculado a precios de compra, tasa de interés y depreciación e impuestos aplicables. Otra alternativa, la de Tobin, compara el valor capitalizado de la inversión marginal a su costo de compra. La q de Tobin mide la ganancia esperada futura y la ganancia corriente. En todos estos casos la base es la regla del valor presente neto. (Dixit y Pindick, 1994)

Aunado al problema de la incertidumbre de las variables, se encuentra la situación de que los empresarios no son inversionistas pasivos. La gerencia tiene la flexibilidad de optar en el transcurso del proyecto por posibilidades como: reasignar recursos, abandonar el negocio cuando los resultados no son los esperados o en caso contrario la expansión del mismo si el negocio marcha mejor de lo previsto, vender el activo, invertir después debido a que se prefiere esperar el mejor momento o ver cómo se comporta la competencia, finalmente inclusive se puede optar por abandonar el proyecto. (Amram y Kulatilaka, 2000)

Dicha flexibilidad en el curso de acción no es tomada en cuenta en los modelos tradicionales, resultando en análisis erróneos y costo de oportunidad.² Pero cuando las decisiones de inversión son ejercidas en forma adecuada, todas estas opciones proporcionan una flexibilidad que aumenta el valor del proyecto y de la compañía.

En conclusión, el panorama brindado por los métodos tradicionales para evaluar un proyecto de inversión, se compone del manejo de variables inciertas sobre los costos e ingresos futuros, y a la vez de una incapacidad para modelar tanto el riesgo como la flexibilidad de acción gerencial, que son elementos propios de la naturaleza de la inversión y su entorno.

Para corregir estas dificultades, y ante un entorno económico cada vez más incierto e imprevisible se requiere visualizar las posibilidades de acción y de sus consecuencias futuras que los métodos anteriores no pueden ofrecer, razón por la cual se han desarrollado métodos, teorías y enfoques que incluyan el riesgo y sus efectos en la evaluación de inversiones. De esta manera surge una metodología complementaria llamada opciones reales la cual es una analogía de las opciones financieras.

El Método de opciones reales permite el tratamiento del riesgo e incertidumbre en la evaluación y selección de proyectos de inversión, respondiendo a dos

² En economía, el costo de oportunidad o costo alternativo designa el costo de la inversión de los recursos disponibles, en una oportunidad económica, a costa de las inversiones alternativas disponibles, o también el valor de la mejor opción no realizada (Beker y Mochón, 2004).

interrogantes: cuál es la mejor decisión de inversión y cuándo es el mejor momento para llevarla a cabo. A la vez, constituye una herramienta muy útil y necesaria para modelar la incertidumbre. La técnica de opciones reales no reemplaza a los métodos de valuación tradicionales, sino que permite ampliar su entendimiento, mejorar las decisiones y considerar principalmente el valor de la flexibilidad y la estrategia empresarial. (Lauchy y Domínguez, 2006).

En este trabajo, el lector descubrirá, entre otras cosas, que el criterio del VPN es un caso específico del método de opciones reales, el caso específico en el que se decide ejercer la opción de invertir (dejando de lado el costo de oportunidad). Argumentos como el siguiente, ejemplifican muy bien la aseveración anterior

Quando una empresa tiene la opción de invertir, esto es análogo a tener una opción financiera de tipo *call* (tiene el derecho pero no la obligación de comprar el activo en un futuro de su elección) y hace uso de ella al ejercer este derecho en un gasto irreversible de inversión. Si las condiciones son desfavorables para la inversión, el poder aplazar implica no afrontar la desventaja y ejercer la compra en el mejor momento (se salta el costo de oportunidad) es necesario añadir al costo original, el costo de mantener viva la opción de invertir, a la regla del VPN (Dixit y Pindick, 1994).

Los siguientes capítulos muestran al lector cómo la nueva propuesta de opciones reales es recomendable en la evaluación y selección de proyectos de inversión en condiciones de incertidumbre y riesgo.

CAPITULO 2

Las problemáticas del café

En este capítulo se describen las características de la economía del café, problemas internacionales y nacionales que definen las problemáticas del sector, la situación de sus productores, la incertidumbre de los precios y por lo tanto de los ingresos. Situación ante la cual aparecen alternativas para mejorar el ingreso, como lo son las certificaciones del grano. Los productores mexicanos han encontrado en el café orgánico una salida para afrontar las desventajas originadas con la liberación del mercado del aromático a partir de 1989, sin embargo como se verá a continuación, la producción orgánica no es la única alternativa viable.

2.1. Situación internacional del café

El café es actualmente un producto básico e importante en la economía mundial, genera grandes divisas al país que lo exporta; mundialmente tuvo un valor comercial en el año cafetero 2006/07 (comprende de octubre a septiembre) de aproximadamente 12.4 billones de dólares y se embarcaron 5.6 millones de toneladas (94.9 millones de sacos). El café es producido en cerca de 70 países, de los cuales 45 son responsables de más del 97% de la producción mundial y son casi todos ellos miembros exportadores de la Organización Internacional del Café (ICO por sus siglas en inglés)³.

Las anteriores estadísticas aunque son una muestra de que tan grande es el negocio del café, no describen las problemáticas del sector y de sus participantes; una buena forma de acercarse al origen de tales adversidades es a partir de la localización geográfica de su producción.

³ Para mayores detalles consulte www.ico.org, La ICO ha servido como referencia importante en lo concerniente al mercado del aromático, desde su creación en 1963 y hasta nuestros días, a pesar de su pérdida de influencia en el sector a partir de 1989.

Las regiones donde se sitúa la producción del café, están entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio, las cuales cuentan con las condiciones climáticas y geográficas que permiten su reproducción, se trata de una zona distinguida porque en ella predominan los países subdesarrollados (Martínez, 1996). En estos países la mano de obra es abundante, pero las condiciones económicas y sociales que rodean a los trabajadores del campo son desfavorables.

Por otra parte, la forma en la que se comercia el café, desde hace veinte años, obedece las reglas del mercado liberalizado. Para un mejor entendimiento de cómo se llegó a las características actuales y los retos que enfrentan los productores conviene hacer una revisión del desarrollo que ha tenido el mercado del café en la segunda mitad del siglo XX.

En 1962, se firmó el convenio Internacional de Café (CIC) por lo países productores y consumidores del grano con el objetivo de estabilizar la oferta en el mercado. Posteriormente la OIC promovió los acuerdos de 1968, 1976 y 1983, entre otros los logros conseguidos que se pueden destacar son la estabilización de precios, aseguramiento de ingresos complementarios a los países productores, se abasteció regularmente a los consumidores, se disminuyó la especulación de la bolsa de valores y aunado a estos beneficios se permitió la inversión en el sector (Pérez y Echanove, 2006); durante los años del convenio se utilizó un sistema de cuotas que establecía los niveles de café que cada país productor ofertaría al mercado según su influencia en el mercado, así se logró estabilizar los precios entre los 120 y 160 dólares las 100 libras (Salinas, 2000).

El sistema de cuotas beneficiaba al sector productor básicamente, pero no era perfecto. Entre otras desventajas este sistema de control de oferta no incentivaba la competitividad y mejoramiento de la calidad del producto, se sumaron a los problemas los casos de corrupción de los institutos públicos que administraban las cuotas. Con éstos elementos cada año la negociación entre productores y consumidores se dificultó.

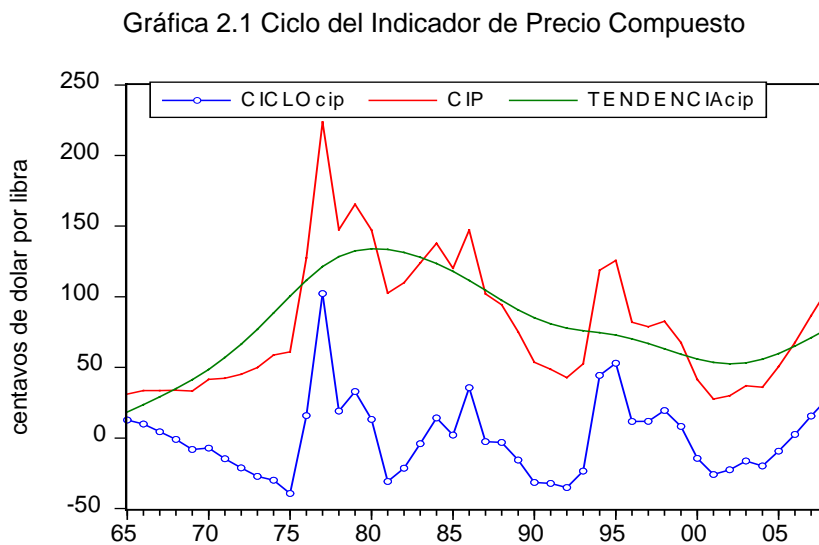
El detrimento de tal sistema de cuotas y sus benéficos resultados llegó cuando la oferta de los productores fue creciendo y las cuotas no se actualizaron a los nuevos niveles de producción, originando excedentes, parte de los cuales fueron colocados en un mercado alternativo y paralelo al mercado regulado. De acuerdo con Pérez y Echánove (2006) y Salinas (2000), estos acuerdos se mantuvieron vigentes hasta 1989, año en el que los países consumidores tomaron una postura diferente ante la creciente sobreoferta y el fortalecimiento de un mercado paralelo, formado principalmente por productores africanos y asiáticos, de esta manera optaron por no suscribir nuevamente el convenio.

La década de los ochenta finalizó con una tendencia a la baja de los precios, aunque existieron algunos repuntes por escasez. A partir de 1989 con la sobreoferta y la expansión de tipos de grano de menor cotización que ofrecían los nuevos productores, los precios cayeron drásticamente, haciendo al café un negocio no rentable para el productor. Un ejemplo claro de las crisis en los precios lo muestra el Precio Medio Indicativo⁴ o PMI que en el ciclo 1991-1992 fue de 64 dólares las 100 libras, con un mínimo histórico de 48 dólares en septiembre de 1992, (Salinas, 2000). Precio muy por debajo del logrado durante el sistema de cuotas (en el ciclo 1986-1987 se llegó a un PMI de 171 dólares las 100 libras).

Para Salinas (2000), los efectos a partir de la desregulación están determinados fundamentalmente por el mayor problema de su producción, que es la sobreoferta, argumenta que la caída de los precios internacionales se explica por un crecimiento de los niveles de oferta mayores a los crecimientos de la demanda. Los incrementos en precios se han debido a situaciones extremas como las mermas en la producción de Brasil y Colombia que han sido los principales productores históricos de café. Concluye que en la sobreoferta ha regido un crecimiento descontrolado en los países que cultivan café mientras que la demanda al estar sujeta a tendencias de consumo ha crecido moderadamente.

⁴ El Precio Medio Indicativo es un Índice o Indicador de precios del café que elabora la USDA

Debido a que el precio puede variar drásticamente de un año cafetalero a otro o incluso en los meses que lo componen, resulta de gran utilidad para la valuación del proyecto en el capítulo cuarto, identificar el ciclo y la tendencia de la serie de los precios y de igual manera establecer si es un buen momento o no para la inversión en café. La gráfica 2.1 muestra los precios del café desde 1965 hasta 2008 medidos por el Indicador de Precio Compuesto anual (CIP por sus siglas en inglés) publicado por la ICO.



Fuente: Elaboración propia con datos de la ICO, versión internet. Consulta efectuada el 25 de Junio 2009

El CIP es analizado mediante un Filtro de Hodrick-Prescott en donde se extrajeron los componentes tendencia y ciclo de la serie de precios, los periodos de producción 91/92 y 2001/2002 permiten identificar los periodos de crisis del café posteriores a la desregulación de 1989 y una onda cíclica en los precios que coincide con lo encontrado por Salinas (2004) usando PMI como variable. En este caso las oscilaciones de los precios a partir de 1977 ocurren en espacios de 4,5,6,3 y 6 años, finalmente, a partir de 2002/2003 la tendencia de los precios es a la alza, lo que significa que es un buen momento (*timing*) para ejercer una opción de inversión en el sector cafetalero como lo es la conversión a un sistema orgánico, ya que las expectativas en los precios e ingresos son favorables de acuerdo a la historia estadística de la serie de precios.

Siguiendo con el componente cíclico de la serie del CIP, a partir de 1989, la caída en el ciclo llegó hasta 1992 (3 años después), tiene un auge en 1995 (3 años). Y finalmente vuelve a tener otro mínimo en 2001 (después de una caída que duró 6 años, pasando por un pequeño repunte en 1998 que sin embargo no detuvo la tendencia a la baja), a partir de 2001 la tendencia es a la alza y el ciclo se encuentra en su parte creciente (gráfica 2.1).

Finalmente y como se ha visto en éste apartado, el resultado inmediato de la desregulación en la producción y comercialización es la modificación del sistema de precios, la gran incertidumbre de ellos y en consecuencia de los ingresos, pero también su determinación está subordinada a la interacción entre el mercado de físicos y el mercado de futuros en el cuál no participan productores, (Pozo, 2006). De tal manera que a los determinantes del precio del café como lo son: la situación que guarda la oferta (inventarios y producto) y el comportamiento de la demanda,⁵ las expectativas de producción,⁶ y las posiciones de fuerza de quienes pueden controlar la demanda y/o la oferta; se suman las acciones de los intermediarios financieros como *brockers* y *traders* consistentes en la celebración de contratos a futuro por parte de grandes compañías.

2.2. Situación nacional del café

2.2.1. Organismos, precios y perfil del productor.

En 1809 la rubiácea de Abisinia mejor conocida como café, se propagó en los terrenos de la región de Xalapa propiedad de don Jaime Salvet, para posteriormente esparcirse en otras zonas de Veracruz. En 1854 se inició el cultivo en Oaxaca en la región de San Agustín Loxicha, para 1910 el café ya se cultivaba en otros estados y se convirtió en uno de los principales productos agrícolas de exportación (Salinas, 2000). Durante la etapa porfirista el café se consolidó como un producto agrícola de exportación teniendo en los norteamericanos su principal comprador y es en la primera mitad del siglo XX cuando se consolidan las regiones cafetaleras que hasta la fecha ostentan los

⁵ En el caso del café en el verano la oferta es alta mientras que en el invierno es la demanda

⁶ Si las expectativas de producción son a la baja, los precios suben, si son altas los precios bajan

primeros lugares de producción nacional (Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla). La segunda mitad del siglo XX es de particular importancia porque resalta la etapa de regulación en la oferta del café mexicano, en manos de un organismo descentralizado, el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE).

En 1959 por decreto presidencial fue creado el INMECAFE primer organismo regulador en nuestro país, cuya existencia fue paralela al periodo de regulación internacional (Pérez, 2007). Inició actividades en 1960 y estuvo vigente hasta 1989. Durante su existencia tuvo como funciones la asistencia técnica, investigación, adaptación tecnológica, acopio, comercialización y financiamiento del sector cafetalero. Este apoyo sirvió para consolidar al café durante estos años como el producto agrícola más importante en México, sin embargo como consecuencia de las pérdidas en la producción mexicana de café de 1989 y el TLCAN, pasó a ocupar el segundo sitio detrás de las hortalizas (Salinas, 2000).

La década de los noventa tenía un panorama poco alentador debido entre otras cosas a la desaparición del INMECAFE y las pérdidas de cosecha por las heladas de 1989, como respuesta se creó un programa de financiamiento al café por parte de la SEDESOL, el cuál existió de 1989 a 1996, año en que fue cancelado en un contexto de alza de precios. Este programa logró abarcar a 203 mil productores que eran el 98% del total nacional y privilegiaba la ayuda a los productores en pobreza extrema con hasta dos hectáreas de cafetos, proporción que correspondía al 75% del total de caficultores del país (De la Fuente, 1995 citado en Salinas, 2000).

En 1993 se crea el Consejo Mexicano del Café (CMC) para apoyar y dar seguimiento al sector cafetalero mexicano, mientras internacionalmente su existencia coincidió con la fase de precios a la baja, aplicó cinco programas para apoyar la producción, prestigio y competitividad del café (Martínez, 1994). Finalmente en 2006 el CMC es sustituido por la Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café (AMECAFE).

A partir de la desregulación, el café de México ha pasado por diferentes organismos rectores y su precio ha estado sometido a los altibajos de internacionales del mercado. Ante la eliminación del sistema de cuotas, los inventarios se acumulan y desacumulan para estabilizar los precios de contado (*spot*),⁷ pero en el caso del café al no haber un solo tipo de grano en el mundo, se fijan cuatro bandas de precios para los cuatro tipos de grano: *colombiano*, *brasileño*, *otros suaves* y *robusto*.

México posee una producción de café que entra en la clasificación de *otros suaves*. Para el año 2000 en el tipo de *otros suaves*, México controlaba el 20% del producto pero no tenía inventarios significativos, Centroamérica generaba el 30% del producto y en promedio el 20% de los inventarios. La otra mitad del producto se repartía entre asiáticos y africanos. En este grupo de *otros suaves* nadie tiene una posición fuerte para intervenir en el precio.

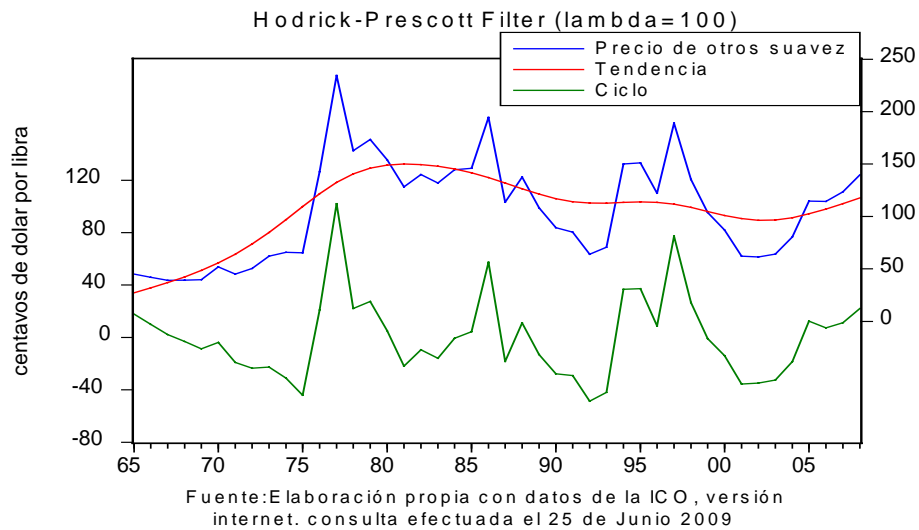
México es un tomador de precios a pesar de ser el principal productor de *otros suaves*. Vive inmerso en un mercado que del lado de la producción presenta un duopolio y del lado del consumo un oligopsonio mientras que toma los precios del café que produce determinados por los movimientos de otros cafés que no produce (Salinas, 2000).

La gráfica 2.2 muestra el CIP de la variedad de café más producida en el territorio nacional, el componente cíclico de la serie de precios coincide con las épocas de auge y crisis de los precios internacionales mostrados en la gráfica 2.1, aunque con ligeras modificaciones en el tamaño de los periodos de los ciclos a la alza y a la baja durante la existencia del INMECAFE pero iguales a partir de la desaparición de éste.

La tendencia a la alza es similar a la anteriormente encontrada con el CIP indicando nuevamente un buen momento de emprender un proyecto de inversión para el productor mexicano.

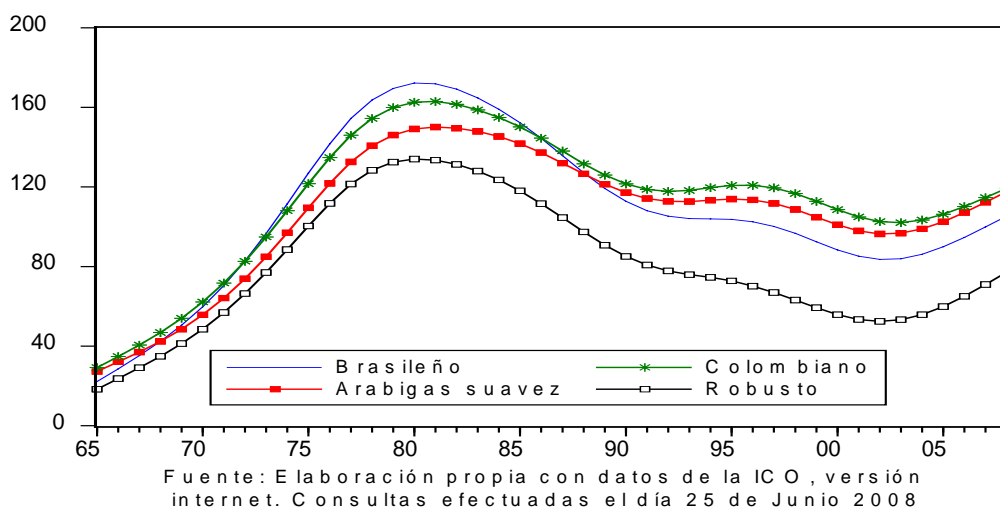
⁷ Precio base fijado en el mercado de físicos, que sirve de referencia para fijar los contratos de futuro considerando la incertidumbre y el riesgo de éste.

Gráfica 2.2 Ciclo del Indicador de Precio Compuesto de la variedad otros suaves



La etapa posterior a 1989 integró aún más el mercado cafetalero mexicano al mercado internacional y su incertidumbre. México es tomador de precios a pesar de ser el principal productor de otros suaves. Vive inmerso en un mercado que del lado de la producción presenta un duopolio y del lado del consumo un oligopsonio mientras que toma los precios del café que produce determinados por los movimientos de otros cafés que no produce (Salinas, 2000).

Gráfica 2.3 Tendencias de las diferentes variedades medidas por el CIP



La gráfica 3 considera las tendencias de los cuatro grupos de café, *brasileño, colombiano, otros suaves y robusto* medidos con el CIP anual como variable de precios nuevamente. Se puede observar como antes de la década de los ochenta los precios tienden a subir, resultado de los convenios de la OIC, sin embargo durante la década de los ochenta, la tendencia de los precios es a la baja, lo que llevaría finalmente a la conclusión del sistema de cuotas de 1989 que anteriormente fue descrita.

Antes del año de la liberalización los precios de los diferentes tipos de grano presentaban tendencias comunes como fruto de los convenios internacionales, pero a partir de la libre comercialización del café, que supondría un comportamiento diferenciado para cada mercado según su variedad, oferta y demanda, las caídas y recuperaciones de los diferentes precios tienen tendencias comunes, esto evidencia la dependencia de los precios de una variedad respecto a los precios de otra variedad.

La etapa posterior a 1989 integró aún más el mercado cafetalero mexicano al libre mercado internacional y su incertidumbre. México es un tomador de precios a pesar de ser el principal productor de otros suaves. Vive inmerso en un mercado que del lado de la producción presenta un duopolio y del lado del consumo un oligopsonio mientras que toma los precios del café que produce determinados por los movimientos de otros cafés que no produce (Salinas, 2000).

Respecto al perfil social de los productores mexicanos (Salinas, 2000) para el año 1995, el 98% de los productores eran campesinos que poseían el 80% de la superficie de cultivo de café con predios que van de 1 a 10 hectáreas (has) de los cuales 91.8% son minifundistas con 62.5% de la superficie. Los productores llamados transicionales (5-10 has.) son 1.5% del total con 8.6% de la superficie y finalmente los empresariales (mas de 20 has.) son el 0.5% con 11.4% de la superficie. Un alto porcentaje de la superficie cafetalera está distribuido en productores con predios pequeños.

Los minifundistas son la población más afectada ante la caída de los precios porque aunque sus costos son menores relativamente, también lo es su producción lo que no les permite sobrellevar el mal momento si sus ingresos se reducen considerablemente como ha ocurrido. De acuerdo a Salinas (2004) los productores de café en México fueron los más afectados en la crisis de la coyuntura de precios 2001 y 2002.

Históricamente los censos agropecuarios han mostrado el aumento de los productores con menos de cinco hectáreas, es decir la gran mayoría de los productores de café en México no tienen las posibilidades de mejor calidad y elementos tecnológicos, invirtiendo menos en esta actividad o en su defecto abandonándola hacia otras de mayor rentabilidad, ya sea reconvirtiendo su producción a otro cultivo o migrando para buscar otros empleos. (Pérez y Echánove, 2007).

2.2.2 El café orgánico

A partir de la desregulación no todo es desfavorable, uno de los resultados de la desregulación y por lo tanto de la etapa de libre comercio del café, para el caso de México, es la aparición del grupo de cafés llamados sustentables, donde figuran el café de comercio justo, el café de sombra y el orgánico, por mencionar algunos, este último hasta el 2005 le daba a México el segundo lugar en importancia a nivel mundial aunque México ya ha sido el primer lugar como productor (OIC, 2009). El café orgánico en México tiene su origen a partir de la importancia que adquirió la menor utilización de fertilizantes e insecticidas químicos en Chiapas⁸ a finales de los ochentas.

El café orgánico ha evolucionado y crecido a tasas muy rápidas, mundialmente en la producción de este café destacan países como Perú, México, Colombia y Nicaragua (Pérez, 2007). Su crecimiento se explica porque del lado del consumo ha ocurrido un cambio importante en la demanda mundial de café ante la conciencia ecológica y la preocupación por el uso de fertilizantes y

⁸ La finca Irlanda en Chiapas es llamada así por haber sido comprada a un Irlandés a inicios del siglo XX es la pionera en México de la producción orgánica de café

herbicidas en plantaciones explotadas intensamente, así también por las consecuencias en la salud del consumidor. Ante la nueva demanda, el cultivo de café se empezó a orientar en la dirección de la agricultura orgánica, la cual se distingue precisamente por integrar la biodiversidad, agrodiversidad y conservación de suelos mediante la práctica de agricultura de baja intensidad pero extensiva, (Pérez, 2005).

El Sistema de Cultivo Orgánico o Biológico como algunos le llaman, consiste en que se cultiva con una mayor intensificación de prácticas culturales, pero sin el uso de productos químicos, los cuales son sustituidos por productos orgánicos o biológicos tales como, abonos o compostas preparados a base de pulpa de café y lombrices entre otros, para mejorar la composición física y nutricional del los suelos, así como también el uso de hongos (Entomopatogeno - *Beauveria Bassiana*) e insectos como el (*Cephalonomia Stephanoderis*) para el control biológico de plagas como la Broca del grano del café (Sistema Producto Café, 2008).

La agricultura orgánica, para el caso del café, significa además la posibilidad de alcanzar mejoras en el desarrollo de las zonas cafetaleras y de sus productores, no debe disminuirse únicamente a una importancia ambiental, como lo describe la siguiente definición:

La agricultura orgánica es un sistema que se apoya en la rotación y el intercalamiento de cultivos, labranza mínima, uso de abonos animales, desechos vegetales, abonos verdes, rocas minerales, siembra de leguminosas y control biológico de insectos, malezas y enfermedades. Es un método que debe establecerse con base en un tipo de terreno, clima, topografía y considerando específicamente los aspectos sociales (Martínez y Peters, 1993).

Según Martínez y Peters el aspecto social no puede dejarse de lado en la práctica orgánica. La agricultura ecológica representa un buen negocio pero también un negocio ético y moralmente aceptable, es una alternativa a las desventajas del libre comercio y aporta un beneficio social.

Los cafés sustentables se distinguen por repartir ganancias y beneficios más equitativos debido a que su cadena de acopio, distribución y comercialización no está dominada por grandes compañías, esto se traduce en ventajas para el pequeño productor. Como lo afirma Pérez (2005), para muchos organismos internacionales estas alternativas de producción son una solución en la calidad de vida de los productores al permitirles acceso a precios más altos, mientras que al mismo tiempo permiten preservar y conservar las características agroecológicas del lugar de cultivo.

Los productos orgánicos tienen un precio por encima de sus equivalentes cultivados de manera convencional, por lo general el consumidor de café orgánico (aunque también el de comercio justo) es un consumidor que paga más por el producto, conciente de que al adquirirlo contribuye al cuidado del ambiente, a la mejora de la situación del productor y por supuesto de que es más saludable para él (Maldonado, 2009)

La producción de café orgánico se presenta entonces como una medida de protección al ingreso del productor ante la incertidumbre mundial de los precios del mercado.

2.4. Cuidados para mantener una producción orgánica de café

A continuación se detallarán cada uno de los cuidados necesarios para producir café orgánico. Estos cuidados del cultivo serán de gran utilidad en el capítulo cuatro para cuantificar los costos y evaluar el proyecto de inversión.

Para mantener la práctica de la producción orgánica del café se deben tener en cuenta muchos elementos los cuales van desde la planta o semilla a utilizar hasta la forma de cosechar, pasando por la poda y otras actividades necesarias (González y Sosa, 1995). Se trata de un conjunto de cuidados que los productores procuran realizar pues determina el nivel de su producción y respectivos ingresos. En términos de los costos, representa un ahorro debido a la no utilización de agroquímicos, sin embargo, la labor en los cafetales orgánicos se multiplica, implica más trabajo que en el sistema convencional. De

acuerdo con González y Sosa (1995), los cuidados necesarios para mantener un cultivo de café orgánico son los siguientes.

a) La planta

En la experiencia mexicana, se prefiere usar variedades de café que están mejor adaptadas a las condiciones de cada lugar, ya que ofrecen más resistencia a las adversidades del medio, las variedades más utilizadas son la Típica, Árabe o Criolla, Bourbon, Mundo Novo y Pluma Hidalgo. La planta puede ser traída de alguna plantación libre de agroquímicos u obtenida de un vivero (el cual se alimenta de un semillero cuidadosamente tratado para lograr los fines orgánicos), son seleccionadas las mejores plantas y las que no presentan enfermedades.

b) Sombra

La sombra para el cafetal tiene muchas ventajas tanto para el cafetal mismo como para el suelo y el entorno de la plantación, la sombra puede ser proveída por árboles nativos del lugar, por especies que dan fruto o sirven como madera posteriormente, otro tipo es la sombra especializada representada por leguminosas arbóreas como el Chalum por mencionar alguna. Al seleccionar la sombra se da prioridad a que sea variada para evitar problemas de plagas y especies, se prefiere la que tengan hoja abundante para que al llegar al suelo protegen de la erosión y provean nutrientes al café. En México hay combinaciones de sombra de Chalum combinada con árbol de mamey, Cedro, Ciprés u alguna especie que sea de utilidad adicional a su sombra. La distancia entre los árboles de sombra también se considera cuidando que a mayor calor en la región menor distancia entre los árboles de sombra.

c) Trazo de la plantación

La recomendación de establecer las plantas de café siguiendo una curva de nivel es poco aplicable ya que la mayoría de los cafetales ya están establecidos y en la práctica no es tan sencillo. Los distanciamientos entre planta y planta son tales que la densidad por Ha. es poca, se trata de entre 1500 y 2500 plantas como recomendación, es decir un distanciamiento de entre los 2 y 3 metros.

d) Conservación del suelo

El manejo del suelo es muy importante, para conservarlo se construyen terrazas individuales y de banco, pero son caras por lo que se recomienda mucho la utilización de barreras vivas.

e) Fertilidad de suelos

La mejor recomendación es la elaboración propia de compostas, existen muchas experiencias al respecto de su elaboración pero suele usarse la pulpa del café, hoja seca, hierba verde, cal y ceniza. Este suele ser un trabajo pesado pues en una año se aplican de 3 a 10kg de abono por mata, sin embargo se pueden tomar medidas para que la plantación se autofertilice, por ejemplo se ha utilizado una sombra tal, que cuando es podada o la hoja cae, ésta forma una capa de materia orgánica utilizable por el cafeto, si estas medidas se combinan con barreras vivas, se puede reducir el uso de composta hasta a un kg. por año. En caso de que la tierra sea muy ácida (el café prospera mejor con pH entre 4.5 y 5.5) se aplica cal y se recomienda hacerlo mezclada con la composta.

f) Control de hierbas

La hiera se corta con machete, dejando un tallo hasta de 7 cm, para que sirva de barrera y la maleza cortada se esparce uniformemente sirviendo de cubierta protectora. La maleza se puede controlar biológicamente usando plantas leguminosas como el “pega-pega” o el matali que se propagan fácilmente y no son trepadoras, de tal forma que sirvan como coberturas para el suelo.

g) Control de plagas

El ataque de plagas se reduce significativamente manteniendo una variedad de cafetales y de árboles de sombra, procurando la poda del cafeto, regulando la sombra y la hierba. Sin embargo al aparecer la broca, una de las principales plagas, la cual afecta el grano del café y ahí se reproduce, estas medidas son insuficientes, ante su aparición se puede recolectar el fruto que quedó después de la cosecha en piso y en los mismos cafetos para posteriormente hervirlos. Se pueden dispersar avispas parasitoides y aplicar hongo *Beauveria bassiana*.

También resultan muy útiles las trampas y las aplicaciones de cal. Estos no son los únicos métodos contra la broca.

h) Prevención de enfermedades

Entre los más común está la roya, el mal de hilachas, el ojo de gallo, el requemo o derrite y la mancha de hierro o cercospora. Para prevenir se distancian las plantaciones, se hace poda de sanidad, regulación de sombra, control de hierba y abonado oportuno, en caso de mucha humedad, se drena el terreno.

i) Regulación de sombra

Demasiada sombra implica menor fruto y propagación de enfermedades, poca sombra debilita el cafeto y lo hace susceptible al minador de la hoja. Es por eso que la sombra tiene que ser regulada podando o plantando más árboles respectivamente.

j) Poda de los cafetos

Entre las podas comunes están el agobio ,suspensión de crecimiento, poda sanitaria o de cariño y la recepa. La poda sanitaria es la más común, en ella se eliminan ramas quebradas, enfermas, improductiva y secas, al mismo tiempo se quita el musgo, se hace por lo menos una vez al año terminada la cosecha. La recepa se aplica para cafetales viejos y poco productivos, se corta por el tallo después de la cosecha, meses después salen hijuelos que se seleccionan para ser plantados.

k) Recolección de café

La recolección se debe hacer de forma tal que no se dañe el cafeto, las hojas o los demás frutos, se hacen las pasadas necesarias y solo se corta el fruto maduro.

Estas actividades pueden variar y ser diferentes de una región a otra, lo que no se modifica es una mayor participación del productor en el orgánico que en el convencional.

2.5. Cifras actuales del café en México

México tiene cuatro regiones cafetales. La vertiente del Golfo (Veracruz, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro y el norte de Oaxaca). La vertiente del pacífico (Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca) El Soconusco al sureste y el centro-norte de Chiapas y finalmente y los Altos con Chiapas y Tabasco).

Mapa 2.1 Distribución geográfica de la producción de café mexicano.

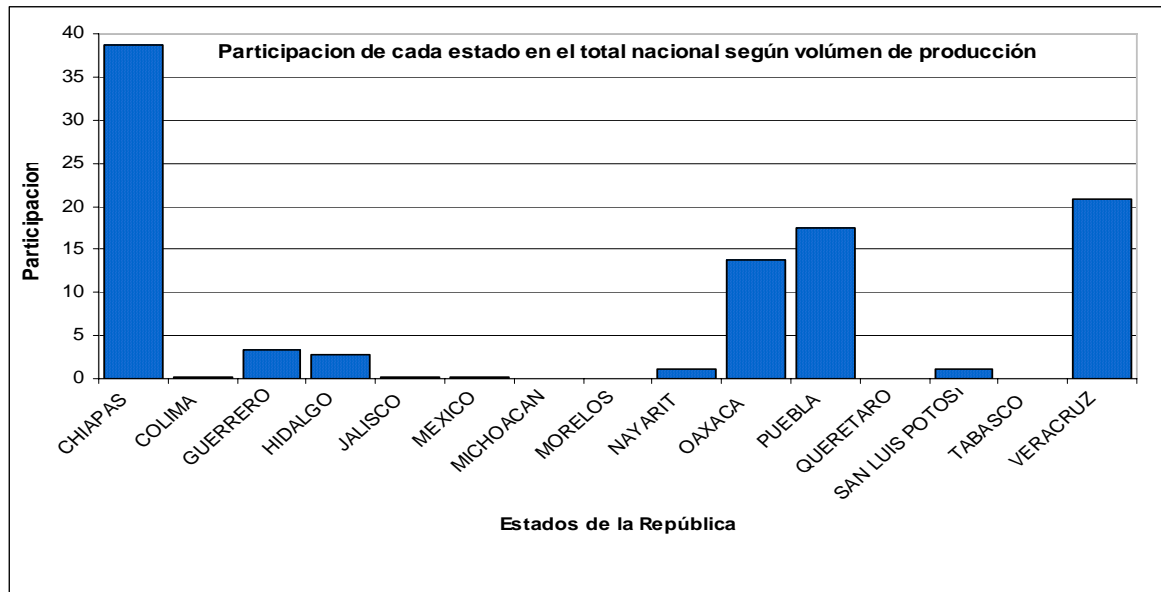


Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON y SAGARPA.

Como lo muestra el mapa 2.1 La mayor concentración de producción de café corresponde a Chiapas, Veracruz y Oaxaca. Históricamente también así ha ocurrido, pues partir de 1989, estos estados aumentaron su participación en la producción, y por el lado de la exportación, los destinos se han diversificado (Pérez y Echánove, 2006), aunque los destinos de exportación no forman parte de los alcances de este documento, cabe mencionar que destaca el consumo de los sustentables en el gusto del consumo europeo.

La gráfica 2.4 muestra el porcentaje de participación de cada estado de la república de acuerdo a su volumen de producción respecto al total nacional en el año 2007, destacan los estados de Chiapas con un 38.78%, seguido de Veracruz con un 20.89%, Puebla con el 17.58 y Oaxaca con el 13.73 %.

Gráfica 2.4. Participación estatal en el total nacional de la producción.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON y de SAGARPA

Entre estos cuatro estados se obtuvo una producción total en el año 2007 de 1,327,194.63 toneladas de café cereza equivalentes al 91% de la producción cafetalera nacional para ese año. El 9% restante se lo repartieron 11 estados más, entre ellos Hidalgo que ocupó el sexto lugar nacional en producción con una participación de 2.78%, es decir 41,825.53 toneladas, debajo del quinto lugar nacional que fue Guerrero.

Para el 2008, las cifras preliminares de la SAGARPA muestran un ordenamiento de los principales productores sin cambios respecto al año anterior, así Chiapas se mantiene como primer lugar con un total de 512,184 toneladas (35.47%), le sigue Veracruz con 319,915 (22.15%), Puebla con 298,942 (20.7)%, Oaxaca 170,029 (11.77%), en sexto lugar se encuentra Hidalgo y sus 36,991 toneladas (2.56%), debajo nuevamente del estado de Guerrero.

Respecto al café orgánico, a nivel internacional México es el segundo exportador detrás de Colombia (OIC, 2009). Localmente el cuadro 2.1 muestra a Chiapas como el líder en la producción nacional de café orgánico, le siguen Oaxaca, Veracruz y Puebla.

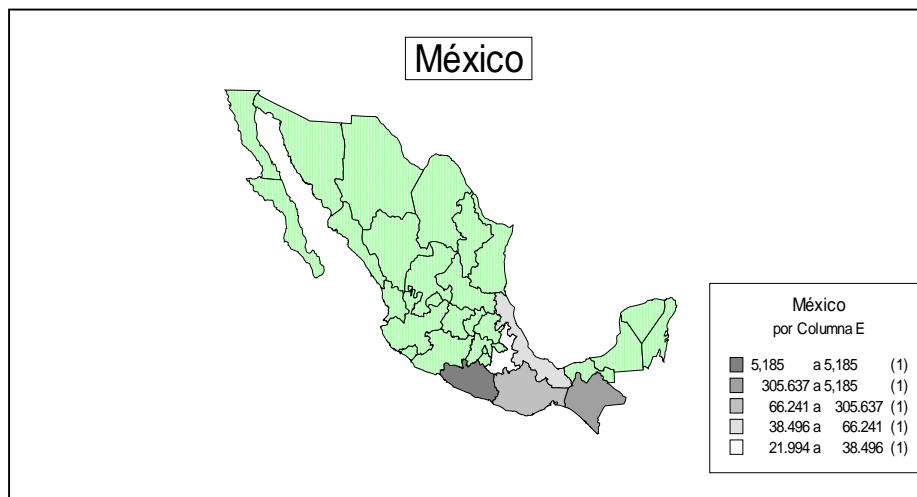
Cuadro 2.1 Distribución estatal de café orgánico

Estados	Superficie (ha)	Productores	Producción (qq)
Chiapas	38.445	18.337	305.637
Oaxaca	20.636	6176	66.241
Veracruz	2463	1079	38.496
Puebla	3678	1983	21.994
Guerrero	1168	741	5185
Total	66.39	28.316	437.553

Fuente: Escamilla y otros 2005.

El mapa 2.2 da cuenta de la poca extensión territorial utilizada para el café orgánico y por lo tanto de la potencial posibilidad de conversión hacia ese modo de producir que actualmente se limita a cinco estados principalmente.

Mapa 2.2 Distribución geográfica de café orgánico nacional



Fuente: Elaboración propia con datos de Escamilla y otros (2005).

Durante éste capítulo se ha descrito la problemática de la economía del café y algunas alternativas. Según Salinas (2000), los críticos de la desregulación argumentan que los pequeños productores enfrentan desventajas que les impiden la realización de proyectos de inversión: la volatilidad de mercados financieros de café debido a la acción ahora más directa del mercado de futuros, ampliación de márgenes de especulación a la alza y las bajas cotizaciones para generar ganancias extraordinarias pero no al productor, estadísticas poco confiables de las instituciones gubernamentales que impiden programar la producción y venta del café. Asociado a estos elementos se

encuentra la ausencia de políticas económicas que refuercen la estabilidad de producción y comercialización.

Hasta este momento se puede identificar que internacionalmente el pequeño productor afronta la incertidumbre alrededor de los precios del café y la pérdida económica respectiva, localmente asume un conjunto de costos inherentes a los cuidados de mantener una producción convencional u orgánica según su caso. Para apoyar la toma de decisiones en esta alternativa de convertirse al sistema orgánico, la cual se puede analizar como un proyecto de inversión, el siguiente capítulo proporciona técnicas y criterios que permitan describir mejor, la decisión que algunos productores como los de Chiapas, Puebla, Veracruz y Oaxaca quienes ya han emprendido proyectos orgánicos logrando mejorar su situación, adicionalmente los métodos descritos a continuación aportaran información relevante para los demás estados que no han explotado el potencial de esta alternativa.

CAPITULO 3

El enfoque usual de las inversiones y las opciones reales

En éste capítulo se exponen los métodos tradicionales para evaluar un proyecto de inversión como lo son el VPN, la TIR, el *Payback* y los criterios relacionados con ellos que justifican la toma de decisión respecto a la alternativa que se va a considerar, se describe también el método de opciones reales y las variantes que presenta según la decisión que el analista quiera modelar.

3.1. Consideraciones generales sobre un proyecto de inversión

Los proyectos de inversión implican una suma de operaciones y procedimientos multidisciplinarios, que después son transformadas al lenguaje financiero en valores numéricos mejor conocidos como flujos, los cuales serán valuados y evaluados a partir de criterios estandarizados y cuyo uso es una práctica generalizada en el medio del análisis de inversiones. En esta parte del documento se revisarán las etapas de un procedimiento de toma de decisión para inversiones, se centrará la atención en la etapa de valuación económica y las técnicas propias a esta fase. Pero antes de conocer algunos de los criterios más utilizados por el evaluador de proyectos, son necesarios algunos elementos inherentes a este proceso de decisión como lo son la incertidumbre, el valor del dinero en el tiempo, la tasa de interés y los cálculos relacionados con ella.

3.1.1. Las partes de un proyecto de inversión.

Durante muchos años se pensó que la riqueza de una nación y su crecimiento dependía del monto de las inversiones, ante esta lógica se sacrificaba el consumo para que se le diera prioridad al criterio de aumentar el ahorro destinado a la inversión, hoy es claro que no es importante únicamente la cantidad de los recursos sino la administración eficiente de ellos, es decir de la calidad de las inversiones públicas y privadas emprendidas.

En la microeconomía ortodoxa, el fin principal de los empresarios es maximizar la utilidad, para la microeconomía heterodoxa el fin es la permanencia en el mercado, cual sea el enfoque, a los empresarios siempre les interesará poder incrementar las utilidades de su entidad, sin embargo, si para lograrlo requieren invertir recursos, entonces necesitan valorar si los beneficios que se espera obtener justifican el gasto a efectuar en el presente.

Ante la necesidad de valorar y evaluar de mejor manera los recursos, se han emprendido una serie de intentos por encontrar métodos alternativos a la evaluación de un proyecto de inversión, sin embargo para comprenderlos es necesario conocer en que consiste la metodología de la evaluación tradicional o clásica.

En el estudio de un proyecto de inversión se pueden identificar algunas partes o etapas como lo son:

1) Estudio de mercado: contempla aspectos como la identificación del producto, segmentación del mercado, análisis de la demanda, análisis de la oferta, análisis de precios, comercialización del producto o servicio.

2) Estudio técnico: abarca el costo de la materia prima, determinación del tamaño de la planta, estudio de ingeniería, identificación técnica del producto, proceso de producción, distribución de la planta, selección de maquinaria y equipo, determinación de proveedores

3) Estudio financiero: involucra determinación de costos, costos de producción, costos de administración, de venta y financieros, cronograma de inversiones, depreciaciones y amortizaciones, estimación de presupuestos y estados financieros.

4) Evaluación económica: se hace uso de métodos de evaluación, valor presente neto, tasa interna del rendimiento, análisis de sensibilidad, evaluación social, entre otros.

5) Estudio administrativo y legal: se refiere al organigrama de la empresa, al manual de funciones y a la sociedad mercantil propuesta.

Este capítulo centra su atención en los métodos o indicadores de evaluación clásicos, destinados a la evaluación económica de un proyecto. Los indicadores de evaluación, permiten cuantificar recursos, asignando un número o valor (valuación) y sobre éstos dar opiniones basadas en ciertos criterios acerca de la viabilidad de un proyecto de inversión (evaluación). Los criterios de evaluación económica para proyectos de inversión a mediano y largo plazo, incluyen el factor tiempo y su efecto en el valor del dinero.

Los efectos en la ejecución de un proyecto de inversión son siempre duraderos y prácticamente irreversibles, las utilidades se obtienen a futuro, por lo tanto se hace imprescindible el pronóstico de lo que durante la vida del proyecto pudiera suceder. El futuro es algo que se desconoce con certeza, por lo tanto el analista debe concebir escenarios donde existe una proyección en el ambiente comercial, técnico, económico y financiero con carácter dinámico.

3.1.2. El valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés

Cuando se habla de la proyección a futuro, se hace indispensable el conocimiento de un elemento, el factor tiempo y su incidencia en el valor del dinero, ambos aparecen en todos los criterios de evaluación que expresan períodos de tiempo superior al año (a diferencia de la economía, contablemente el corto plazo es un periodo menor a un año).

Para ganar comprensión sobre ese nuevo elemento, que es el tiempo, pensemos en el escenario donde se nos pide prestado un peso, que será pagado mañana, pero un peso hoy no es lo mismo que un peso el día de mañana. Si se acepta el trato el prestador restringe su necesidad de consumo al día de hoy para hacerlo hasta el día siguiente y no solo eso, existe un factor incertidumbre, representado en las innumerables situaciones por las cuales el día de mañana no le sea pagado el peso, ante el riesgo de que el peso no sea devuelto y la ya mencionada necesidad de consumo restringida, bien valdría la

pena recibir una compensación o prima. Por si fuera poco el factor inflación aparece como un elemento más de la incertidumbre, de tal forma que aunque el peso fuera pagado, vale menos que el día anterior. La conclusión es que ante la incertidumbre y la necesidad de consumo, el tiempo es dinero.

La preferencia por disponer hoy de un dinero o un bien sobre la posición futura tiene un precio y quien lo determina es la tasa de interés. El interés puede definirse como una compensación pagada o recibida por el uso u otorgamiento del dinero.

Las razones para la compensación son múltiples, entre ellas podemos citar:

- Pérdida de la oportunidad de hacer otras transacciones atractivas desde el punto de vista económico.
- Estar sujeto al riesgo de perder recursos.
- Disminuyen los bienes que se tienen a la mano.
- Un recurso es un bien económico y el usuario de este va a lograr beneficios por su uso. Es justo que el dueño del recurso participe de dichos beneficios.

Se suele considerar a la tasa de interés como la representación del valor del dinero en el tiempo, veamos cual es la justificación.

3.1.3. Interés simple y compuesto

En áreas de conocimiento como las matemáticas financieras, finanzas corporativas y la ingeniería económica, el dinero es considerado una mercancía, para tal bien o mercancía, el derecho de usarlo en calidad de alquiler o de préstamo, genera un monto conocido como interés. El interés que se cobra (al prestar el dinero) o el interés que se paga (al pedir el dinero) en un periodo de tiempo pactado, puede ser de tipo simple, compuesto o continuo. Para efectos de este documento, nos referiremos al primer y segundo tipo. Una reflexión inicial sobre la importancia del valor del dinero en el tiempo puede ser la siguiente, un consumidor cualquiera que pose un nivel de renta M puede consumir su ingreso o ahorrarlo, si lo ahorra podría prestarlo a una tasa de

interés, de modo que al final del periodo pactado, la cantidad de dinero final será lo prestado más el interés generado. En otro caso el consumidor podría preferir gastarlo hoy pensando que por el efecto inflación, su dinero al cabo de un mes no le alcanzará para comprar lo mismo que el día de hoy, su poder adquisitivo disminuye, Para una misma persona, enfrentar diferentes circunstancias le dan conciencia de la importancia del valor del dinero en el tiempo.

Cuando hablamos de interés simple, se trata de un monto de interés que se calcula exclusivamente sobre el capital inicial invertido, durante toda la vigencia del instrumento financiero. Los intereses generados no son reinvertidos para así obtener un valor de intereses creciente. Dicho de otra manera, los intereses no generan intereses.

Si se define:

C: Capital invertido inicial.

S_n : Monto o valor acumulado al final del periodo n-ésimo.

i: Tasa de interés que promete pagar el título o deuda.

n: Tiempo en años.

I: Monto por concepto de interés

La formula para representar al interés simple es: $S_n = C + I = C(1 + in)$.

Observe que el incremento por cada unidad de tiempo es lineal, es del tipo de una progresión aritmética donde la parte que se incrementa (siempre en la misma magnitud) a medida que pasa el tiempo es "it".

En aquellos casos en que se paga intereses por el uso o alquiler del dinero, se suele decir que el interés se capitaliza. En el caso del interés compuesto, tanto el capital inicial como los intereses ganados generan nuevos intereses. Dicho de otra manera, los intereses se incorporan al capital cuando ocurre un pago de los mismos. Es ésta la única diferencia entre la metodología de interés simple y la de interés compuesto.

La siguiente fórmula representa el monto o valor acumulado cuando los intereses se capitalizan al final del periodo n-ésimo.

$$S_n = C(1+i)^n$$

Donde $(1+i)^n$: es el monto compuesto o capitalizado a la tasa "i" durante "n" períodos. Observe que el aumento es del tipo de una progresión geométrica, el aumento no es de tipo lineal.

Una forma de interpretar la ecuación es: si quisiera hacer un gasto hoy por la cantidad de C, eso equivale a hacer un gasto en "n" periodos de tiempo futuro por un monto de $C(1+i)^n$.

A partir de la expresión anterior, al despejar C, obtenemos:

$$C = \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Su interpretación puede ser: un gasto de una cantidad S_n en "n" periodos de tiempo (en el futuro), es equivalente a un gasto de $S_n/(1+i)^n$ el día de hoy. Esta expresión es precisamente la que se refiere al concepto de valor presente.

3.1.4. Valor presente y valor futuro

En función de como se analice el movimiento del dinero, si es de presente a futuro o de futuro a presente se denominará tasa de interés (i) o tasa de descuento.

El proceso de capitalización es el incremento del capital a una tasa de interés determinada, donde al finalizar cada período, el importe, resultado del cálculo del interés sobre el capital se le adiciona, para entonces generara un interés nuevo. Se representa al multiplicar por $(1+i)^n$ la cantidad original si el periodo es de "n". El resultado de tal operación es llamado valor futuro.

El proceso de actualización o descuento (valor presente), es el proceso inverso a la capitalización. Ante la posibilidad de un crecimiento a futuro del capital a una tasa de actualización prefijada, podemos determinar a cuanto asciende la inversión que debemos hacer hoy. Se representa al dividir por $(1+i)^n$ la cantidad original si el periodo es de "n". El resultado de tal operación es llamado valor presente.

3.2. Criterios clásicos para la evaluación económica

Al evaluar un proyecto, usualmente se compara con otras alternativas, es por ello que de acuerdo a la relación que existe entre las diferentes posibilidades de inversión, los proyectos se suelen clasificar en: Mutuamente excluyentes (si se realiza un proyecto se excluye la realización del otro); se llaman independientes si se pueden aceptar varios proyectos, son complementarios cuando un proyecto mejora la propuesta de otro y finalmente se llaman contingentes cuando el realizar el proyecto depende de la realización previa de otro proyecto.

La identificación de los diferentes tipos de proyectos siguiendo la clasificación anterior es importante porque los métodos que se desarrollarán a continuación pueden no ser concluyentes e incluso erróneos de acuerdo al tipo de proyectos analizados.

Respecto a los criterios para evaluar un proyecto de inversión, se considera a ese criterio como bueno si en primer lugar si está considerando todos los flujos (ingresos y egresos), en segundo lugar si toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y finalmente si considera o valora los riesgos asociados al proyecto

3.2.1. Valor presente Neto

Mide la utilidad del proyecto a partir de la diferencia entre el valor de un flujo de egreso y el valor actual de un flujo de ingresos, se conoce con las siglas de VAN o VPN.

El valor actual neto es igual al costo de la inversión en el momento actual más la corriente de efectivo actualizada, resultado de la puesta en marcha del

proyecto. Es decir el valor actual neto es la diferencia entre el monto de inversión inicial para poner en marcha el proyecto y el valor actual de cada ingreso futuro que genera más el valor de salvamento expresado también en valor presente. Si FN_n es el ingreso del periodo n -ésimo futuro, S el valor de salvamento en el n -ésimo periodo y P el monto de inversión inicial, el VPN se calcula:

$$VPN = -P + \frac{FN_1}{(1+i)^1} + \frac{FN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FN_n}{(1+i)^n} + \frac{S}{(1+i)^n}$$

Los aspectos a considerar en el cálculo del VPN son: un factor de actualización (para valorar al día de hoy los flujos de efectivo futuros), el horizonte del proyecto (tiempo de duración) y el valor de desecho (salvamento o valor residual)

a) Factor de actualización

El factor de actualización se utiliza para descontar el crecimiento del dinero futuro: $1/(1+i)^n$. En un análisis de proyecto de inversión a futuro se requiere homogeneizar la corriente de efectivo a un momento en el tiempo, es decir el año en que se incurre en los costos de inversión. Este factor representa el costo por utilizar el dinero en otra alternativa.

Los criterios para determinar la tasa de actualización o descuento son los siguientes:

- Tasa máxima de interés bancario
- Tasa mínima de rendimiento de acuerdo al tipo de sector
- Costo de oportunidad del capital para el inversionista
- Costo medio ponderado del capital. No es más que el costo incurrido en cada una de las fuentes de financiamiento de los fondos utilizados.

b) Horizonte del proyecto

La extensión temporal del proyecto toma más importancia cuando se tiene conciencia de que el valor del dinero en el tiempo tiene un costo. El horizonte del proyecto es el número de periodos a considerar, tal cantidad depende de la

naturaleza de cada proyecto. Una consideración importante es que la vida física de un activo fijo no necesariamente debe coincidir con su vida económica. El éxito en fijar un horizonte para el proyecto dependerá de la demanda del producto o servicio, la tecnología utilizada en el proceso que permita los niveles de calidad y competitividad que exige el mercado.

La extensión temporal del proyecto toma más importancia cuando se tiene conciencia de que el valor del dinero en el tiempo tiene un costo, razón por la cual hay que tener en consideración que el tiempo ocasiona costos, de ahí la necesidad de reflexionar hasta dónde prolongar el período de vida útil de un proyecto y éste continúe siendo eficiente.

c) Valor de salvamento

Al término del período de vida de un proyecto, no todos los activos se deprecian en su totalidad, es muy común que un activo fijo no tenga ningún valor contable, pero su venta puede generar un ingreso por ejemplo los terrenos, un automóvil, maquinaria, entre otros, los cuales conservan un valor remanente, que al venderse en ese momento, le proporcionaría a la entidad una entrada de efectivo en ese año, lo cual se traduce en un crecimiento de los beneficios a obtener en el futuro.

De acuerdo al signo del VPN, su interpretación es la siguiente:

- VPN = 0 Significa que los flujos de efectivo, resultado del proyecto actualizados a una tasa determinada, son justamente suficientes para reembolsar el capital invertido
- VPN > 0 El proyecto genera más efectivo del que se necesita para reembolsar sus deudas y alcanzar una tasa de rendimiento.
- VPN < 0 El proyecto no es capaz de en el tiempo, lograr beneficios que suplan los costos de la inversión, por tanto no es eficiente.

Por lo tanto, un proyecto es aceptado si su VPN es positivo. Para determinar si el proyecto en si mismo es rentable, se suele omitir el valor de salvamento, de esta manera se elimina su aportación a los ingresos, mientras que el criterio de decisión es el mismo. Un criterio de decisión como el VPN está muy ligado a otro llamado Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.2.2. Tasa Interna de Retorno o Rendimiento

Este criterio busca un número que sirve para medir los méritos del proyecto. Se calcula determinando la tasa de descuento que hace que se igualen los costos con los beneficios del proyecto, es decir busca una tasa de descuento que haga el $VPN=0$. Si omitimos el valor de salvamento, TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. Si i representa la TIR, se tiene la siguiente formula.

$$VPN = 0 = -P + \frac{FN_1}{(1+i)^1} + \frac{FN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

$$\text{o bien } P = \frac{FN_1}{(1+i)^1} + \frac{FN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

El número o tasa que se busca no depende del interés que prevalece en el mercado de dinero, es intrínseco al proyecto que se estudia y no depende de otra cosa que no sea el flujo de efectivo del propio proyecto.

En un análisis de proyecto, la TIR siempre se compara con la tasa de descuento (TD). En ocasiones se tiende a confundir ambos conceptos. La TIR es una medida de rentabilidad que depende de la cuantía y duración de los flujos del proyecto mientras que la tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital, es un estándar de rentabilidad para el proyecto, que se utiliza para calcular qué costo podría implicar el uso de la alternativa en estudio.

Los criterios de decisión asociados a la TIR son:

-
- Si al calcular la Tasa interna de retorno, el resultado coincide con la Tasa de descuento del mercado ($TIR = TD$), sería indiferente efectuar la inversión. No hay atractivo.
 - Si la Tasa Interna de retorno supera a la Tasa de descuento ($TIR > TD$), existe un superávit, podemos invertir. Mientras más se amplíe la diferencia mucho más conveniente resulta la decisión. $TIR - TD = TRN$, donde TRN es la Tasa Neta de Rentabilidad, por lo tanto si la TRN es positiva, se debe invertir.
 - Si por el contrario la TIR resultara menor que el interés de descuento del mercado ($TIR < TD$), el proyecto se rechaza.

Otra definición que se le da a este concepto: es la tasa de descuento intertemporal a la cual los ingresos netos del proyecto son igual a cero. Es la tasa de interés de oportunidad para lo cual el proyecto apenas será aceptable. Supongamos que la tasa de interés de oportunidad es 10% (el VPN es cero), eso significa que para tasas menores a 10 el valor presente es positivo, pero si son mayores a 10, el VPN será negativo. Si consideramos el VPN como una función que depende de i_{op} (tasa de interés de oportunidad), entonces el cálculo de la TIR puede ser muy complicado si la vida útil del proyecto es mayor a dos años. La ecuación del VPN igual a cero se ve de la siguiente forma:

$$\sum_{j=0}^n \frac{FN_j}{(1+i_{op})^j} = 0$$

Al despejar i_{op} , la ecuación llega a ser un polinomio de grado "n" y la TIR es una de las raíces positivas del polinomio.

Con $n > 2$, el polinomio se vuelve de difícil solución y se puede buscar una solución manual a través de un proceso de aproximación mediante interpolaciones lineales.

El proceso es sencillo pero largo: se busca una tasa de interés para la cual el VPN es positivo; y otra para la cual el VPN es negativo, la TIR exacta está situada entre las dos.

Por proceso de tanteo se puede llegar a la tasa i que hace el VPN cero. Se estima la TIR por interpolación lineal, basado en las reglas de triángulos similares. Arbitrariamente se seleccionan dos tasas de interés, i_1 e i_2 . Se utiliza cada una como la tasa de oportunidad del dinero en el cálculo del VPN del proyecto que se evalúa: VPN_1 y VPN_2 , respectivamente.

La regla indica que la razón de las diferencias debe ser igual a la razón de las diferencias correspondientes a la TIR y una de las tasas de interés.

Sabiendo que $VPN_{TIR}=0$ por definición; se tiene:

$$\frac{i_2 - i_1}{VPN_2 - VPN_1} = \frac{i_2 - TIR}{VPN_2 - 0} \Rightarrow$$

$$TIR^* = i_2 - VPN_2 \left[\frac{(i_2 - i_1)}{(VPN_2 - VPN_1)} \right]$$

Esta TIR^* es apenas una aproximación, ya que se supone que la función que relaciona el VPN y la tasa de interés es lineal, cuando en realidad es un polinomio. Por esta razón se agrega el (*) al símbolo TIR^* ; este símbolo señala que no es un valor exacto. Se calcula el VPN con esta tasa para validar, si este valor presente es en verdad igual a 0, se acepta que la verdadera TIR es TIR^* .

La tasa de retorno representa en términos económicos, el porcentaje o la tasa de interés devengada sobre el saldo aún no recuperado de una inversión. El saldo pendiente de una inversión puede verse como la porción de la inversión inicial que está por recuperarse después que los pagos de intereses y los ingresos se han agregado y deducido respectivamente, hasta el momento sobre la escala de tiempo que se está considerando.

Existen situaciones, donde la Tasa interna de retorno como único criterio de evaluación resulta inoperante, de presentarse, solo el análisis de la rentabilidad del proyecto a través de VAN resultará efectiva en la decisión de la mejor alternativa de inversión, ejemplos de ello ocurren cuando las tasas de descuento varían a través del tiempo; dos proyectos con la misma tasa interna de retorno pero con flujos en sentido opuesto; múltiples tasas internas de retorno, consecuencia de flujos de efectivo positivo y negativos durante el horizonte de vida del proyecto; dos proyectos mutuamente excluyentes. No todos los flujos tienen una sola TIR, existen flujos con diferentes alternativas.

En las inversiones simples: solamente puede haber un cambio de signo, esto garantiza la existencia de una sola tasa de retorno. También se conoce como flujos convencionales. En las inversiones no-simples (o complejas), pueden existir varios cambios de signo. Se les conoce como flujos no convencionales.

Los métodos de VPN y TIR dan resultados distintos, siempre se debe elegir la de mayor TIR o la de mayor VPN; para este caso cualquiera de las dos alternativas cumple el objetivo. La explicación para este resultado es que se utilizan tres tasas diferentes para descontar los flujos, por esta razón los resultados al traerlos al valor presente son contrarios a lo esperado.

Se debe utilizar una tasa de descuento para analizar dos o más alternativas. La única tasa admisible es la tasa de interés de oportunidad por ser la tasa de referencia.

Cuando se tiene esta discrepancia el método más recomendado es el VPN por ser calculado con base en una tasa propuesta y no en aproximaciones como la TIR.

3.2.3. Periodo de recuperación o *payback*

Algunas empresas requieren que su inversión se recupere en un periodo de tiempo determinado. Se entiende al periodo de recuperación como la cantidad de años que ha de transcurrir para que los beneficios acumulados resultado del proyecto se igualen a los costos incurridos. Si P es la inversión inicial, N el

número de años para recuperar la inversión inicial y FN_n el beneficio en el periodo n -ésimo, el periodo de recuperación cumple:

$$P = \sum_{n=1}^N FN_n$$

La inversión se acepta si el payback es menor que el horizonte máximo fijado por la empresa. Es un método muy simple, a menor payback menor incertidumbre y menor riesgo. Sin embargo no descuenta por tiempo ni por riesgo.

Una variante de este criterio es el período de recuperación con descuento, el cual considera la presencia del factor de tiempo, de ahí su carácter dinámico. Los flujos acumulados se actualizan según la tasa de descuento que impera en el mercado:

$$P = \sum_{n=1}^N \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

El período de recuperación, marca un momento (en años, meses), en que los costos del proyecto se suplen con los beneficios logrados. La limitante de este criterio está en no permitir el análisis de la naturaleza de los flujos de efectivos antes y después de ese momento.

3.2.4. Índice de rentabilidad

El Índice de Rentabilidad (IR) o Razón de costo/beneficio (RCB) se expresa como el valor presente de las entradas de caja previstas en el futuro, dividido entre inversión inicial. Mide el valor presente de los beneficios por unidad de inversión.

$$IR = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}}{P}$$

El criterio de decisión para éste cálculo es:

IR > 1 = Se debe invertir

IR = 1 = Costos igual a beneficios. Se es indiferente

IR < 1 = Se rechaza el proyecto

Si la inversión inicial es superior al costo, la inversión tendrá un VPN positivo, si es menor que la inversión, tendrá un VPN negativo. Por lo tanto el IR conduce a un resultado similar al del VPN, no obstante en el caso de proyectos mutuamente excluyentes, donde debemos escoger una alternativa, seleccionar la de mayor índice puede conducirnos a errores, pues en estos casos es importante saber la cuantía del monto a invertir, en tanto las utilidades a futuro deben estar en correspondencia con este valor.

Además de los criterios antes mencionados, existen una amplia variedad de reglas de decisión como el VPN compuesto, BAUE y CAUE, por mencionar algunos, sin embargo en la mayoría de los métodos, la base sigue siendo el VPN.

En el siguiente apartado se introducen las razones por las cuales la metodología de opciones financieras es adaptable a la evaluación de un proyecto de inversión sobre un bien físico, tangible, de ahí el nombre de opciones reales. Sus coincidencias y disidencias respecto a los métodos tradicionales como el VPN. Además se expone una tipología de las opciones reales que corresponde a las condiciones del proyecto de inversión y la opcionalidad que enfrenta la gerencia de la empresa, así como la respectiva forma de cálculo.

3.3. De las opciones financieras a las opciones reales

En el siguiente apartado se introducen las razones por las cuales la metodología de opciones financieras es adaptable a la evaluación de un proyecto de inversión sobre un bien físico, tangible, de ahí el nombre de opciones reales; sus coincidencias y disidencias respecto a los métodos tradicionales como el VPN. Además se expone una tipología de las opciones reales que corresponde a las condiciones del proyecto de inversión y la opcionalidad que enfrenta la gerencia de la empresa, así como la respectiva forma de cálculo.

La valoración de opciones reales como la opción de diferir, expandir o abandonar un proyecto de inversión, puede ayudar a la gerencia de la empresa en la asignación de recursos de manera más eficiente incrementando el valor de los activos. Por ejemplo, un horizonte de tiempo más largo o mayor volatilidad del flujo de caja no se traducen necesariamente en pérdida de valor, ya que si existen opciones de abandonar o diferir la inversión, las pérdidas pueden limitarse, y si el escenario es favorable, el proyecto puede expandirse incrementando su valor.

Muchas empresas están empezando a considerar el enfoque de las opciones reales para mejorar su estrategia competitiva, especialmente las dedicadas a la explotación de recursos naturales, investigación y desarrollo y tecnologías avanzadas. De hecho, en este tipo de empresas los gerentes suelen valorar subjetivamente las opciones y se adaptan de manera natural al análisis de opciones reales si las técnicas utilizadas son accesibles (Miller y Park, 2002).

Los modelos más utilizados en la valoración de opciones son el método binomial (Cox et al., 1979), que asigna probabilidades a los dos posibles escenarios y los modelos multinomiales (Park y Herath, 2002) para opciones complejas de tipo americano y el método de Black-Scholes (1973) para opciones simples de tipo europeo. Para tipos de opciones más generales, se utilizan modelos en ecuaciones diferenciales estocásticas que permiten obtener soluciones aproximadas mediante Simulación Montecarlo.

Todos estos modelos están diseñados para valorar opciones financieras y se basan en dos supuestos básicos: que los activos subyacentes son negociados en mercados eficientes y que la dinámica de su precios sigue un movimiento geométrico browniano, procesos estocásticos con reversión a la media o procesos de Poisson con saltos (Hull, 1998).

Sin embargo, las opciones reales son más complejas y los activos reales subyacentes, generalmente no pueden ser transados de manera eficiente, tal es el caso de los precios del café. Además, la mayoría de estos métodos

utilizan valoración neutral al riesgo, lo que implica la existencia de un activo gemelo en los mercados financieros perfectamente correlacionado que permita construir una cartera de réplica utilizada para cubrir el riesgo de la opción y utilizar una tasa descuento libre de riesgo. Esta última condición rara vez se cumple para los activos reales.

Otra diferencia importante de las opciones reales y las opciones financieras es la determinación de la volatilidad de los retornos del activo subyacente que es un parámetro clave en todos los modelos de valoración. Mientras que en las opciones financieras la volatilidad puede calcularse a partir de los rendimientos históricos de los activos, esta información no existe en muchas de las opciones reales, además que las fuentes de incertidumbre pueden ser múltiples y dependientes del tiempo (Hull y White, 1998).

Por otro lado, variables fundamentales para la valoración de las opciones reales como el precio de ejercicio y la fecha de expiración pueden no estar bien definidas porque dependen del tiempo o de otras opciones relacionadas. También pueden existir dividendos en forma de pagos o rentas que generan fugas y dificultan la valoración de la opción real (Amram y Kulatilaka, 1999).

Todas estas dificultades en la valoración de las opciones reales se traducen en la necesidad de adaptar los modelos existentes de valoración de opciones financieras a las condiciones específicas de los activos reales, de su entorno y de las características que definen sus variables económicas, es necesario construir modelos específicos para casos particulares, en ausencia de un modelo general de valoración de opciones reales.

3.3.1. Semejanzas y diferencias entre opciones reales y métodos tradicionales

La posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un gran parecido con una opción para comprar una acción. Ambos implican el derecho, pero no la obligación, de adquirir un activo pagando una cierta suma de dinero en cierto momento o, incluso, antes. El derecho a comprar una acción recibe el nombre de opción de compra y su sistema de valoración a través de la fórmula

desarrollada por Black y Scholes para las opciones de tipo europeo (las que sólo se pueden ejercer en la fecha de vencimiento) que no pagan dividendos, se basa en cinco variables: el precio de la acción (S), el precio de ejercicio (E), el tiempo hasta el vencimiento (t), la tasa de interés sin riesgo (r) y la desviación típica de los rendimientos de la acción (s).

Por su parte, la mayoría de los proyectos de inversión implican la realización de un desembolso para comprar o realizar un activo; lo que es análogo a ejercer una opción. Así, la cantidad invertida es el precio de ejercicio (E) y el valor del activo comprado o producido es el precio de la acción (S), el tiempo que la empresa puede esperar sin perder la oportunidad de invertir es el tiempo hasta el vencimiento (t), y el valor del riesgo del proyecto viene reflejado por la desviación típica de los rendimientos de la acción (s). El valor temporal viene dado por la tasa de interés sin riesgo (r_f).

Como ya vimos anteriormente la regla de decisión del VAN dice que un proyecto es factible siempre que su VAN sea positivo lo que se produce cuando el valor actual de los flujos netos de caja esperados, VA(FC), supera al valor actual de los desembolsos necesarios para realizar el proyecto, VA(A). Podríamos rescribir la regla anterior y ponerla en forma de cociente con lo que obtendríamos el valor del *índice de rentabilidad* (IR):

$$IR = \frac{VA(FC)}{VA(A)} = \frac{S}{VA(E)} \quad \text{La inversión se efectúa si } IR > 1.$$

Obsérvese cómo utilizando las variables de una opción financiera, el VA(FC) puede ser sustituido por S (el valor actual del activo) y, a su vez, el VA(A) puede sustituirse por VA(E) (el valor actual del precio de ejercicio). Hay que resaltar que el VAN y el IR en la fecha de vencimiento de la opción coinciden a la hora de decidir si un proyecto es o no realizable, lo que no tiene porqué ocurrir antes de la misma.

De la misma forma, una opción de compra será ejercida siempre que $S > VA(E)$, es decir, siempre que $S/VA(E)$ sea mayor a 1 (en este caso la opción de compra se denomina *dentro del dinero*). Por tanto, el sistema tradicional para decidir si

se invierte en un proyecto de inversión es el mismo que para decidir si se ejerce una opción de compra. El IR incluye cuatro de las cinco variables que anteriormente se analizaron : S , E , r_f y t . Además, el valor de la opción tiene una relación directa con el valor del IR puesto que cuanto más grande sea éste último más valdrá aquélla. Si una decisión de inversión no puede retrasarse, tanto la opción de compra como el proyecto se pueden analizar utilizando el clásico método del VAN. Pero si tal posibilidad existiese nos encontraríamos ante una opción que aún no ha vencido, en este caso el IR (o el VAN) siguen siendo importantes pero ahora necesitamos incorporar en la valoración el riesgo del proyecto (s).

La variabilidad, por unidad de tiempo, de los rendimientos del proyecto viene medida por la varianza de sus rendimientos (s^2). Si la multiplicamos por la cantidad de períodos de tiempo que aún quedan hasta el vencimiento obtendremos la *varianza acumulada*, S_{2t} , que mide cuanto podrían variar las cosas antes de llegar al final del horizonte temporal a lo largo del que podemos tomar la decisión de invertir. Cuanto mayor sea la varianza acumulada mayor será el valor de la opción.

Tanto la varianza acumulada como el IR son suficientes para valorar una opción de compra europea. Las opciones de inversión para las que s ó t sean cero no tendrán varianza acumulada y podrán valorarse a través del clásico VAN; pero si no son nulas éste último método dará resultados falsos al inflar el valor actual de los flujos de caja esperados.

Los diferentes casos que se pueden dar atendiendo al valor de su IR, de su VAN y de su varianza acumulada son:

- se encuentran las opciones "dentro del dinero" que tienen un VAN positivo y cuya varianza acumulada es baja (debido a que prácticamente no varía el valor del activo subyacente o a que el vencimiento está muy próximo), en este caso lo ideal es acometer el proyecto ya, puesto que no hay ninguna ganancia en demorarlo
- Si las opciones son *dentro del dinero*, su VAN es positivo y la varianza acumulada es grande, en cuyo caso lo ideal es posponer la decisión de

invertir pues es muy probable que el valor del activo subyacente aumente con el tiempo. La excepción a esta regla viene dada en el caso de que el activo subyacente se deprecie con el tiempo debido, por ejemplo, a la acción de la competencia o porque ya está produciendo flujos de caja, lo que impulsaría a realizar la inversión antes de su vencimiento.

- Los proyectos que poseyendo un VAN negativo, tienen opciones *dentro del dinero* y su varianza acumulada es muy grande. En este caso al ser $IR > 1$ lo indicado es esperar y comprobar si S y E varían, si no fuese así se dejaría expirar la opción sin ejercerla (es decir, no se realizaría el proyecto), pero en otros casos el desarrollo de los acontecimientos puede acabar haciendo interesante el realizar el proyecto en las cercanías de la fecha tope para ello.

3.3.2. Tipología de Opciones reales

Imagínese una compañía con planes de inversión a un año. Denominaremos A_0 a los pagos provenientes de los costos iniciales. Por otro lado, A_1 representará a los desembolsos necesarios posteriores a los de A_0 . A partir del último pago la compañía estará en disposición de generar los flujos de caja operativos.

Durante el proceso de inversión la gerencia puede tomar diversas decisiones en respuesta a las condiciones del mercado del bien, como por ejemplo:

- a) Puede seguir adelante con el proyecto
- b) Puede reducir la escala de producción un $c\%$, ahorrando una porción del último pago A_c si nos encontramos ante un mercado débil.
- c) Se podría diseñar el proceso de producción de forma flexible. Es decir, si los precios aumentasen por encima de lo previsto, la tasa de producción podría incrementarse en un $X\%$ desembolsando una cantidad adicional A_E .
- d) En cualquier momento la gerencia podría liquidar su inversión obteniendo su valor residual o dedicándola a otra utilización alternativa.

Así, supongamos que tenemos la oportunidad de invertir ahora mismo A_0 en el proyecto además, hemos calculado que el valor actual de los flujos de caja esperados de dicho proyecto dentro de un período puede ser de VA_{+1} si los precios del bien ascienden, o puede alcanzar un valor de VA_{-1} si bajan. En principio, se asigna la misma probabilidad a ambas situaciones (.5 de probabilidad) Además, los proyectos similares a éste, en plazo y en riesgo, están proporcionando un porcentaje de rendimiento k , mientras que el tipo de interés libre de riesgo es r_f .

En estas condiciones el cálculo del VAN básico podría ser negativo indicando rechazar el proyecto, este valor del VAN básico indicaría la necesidad de rechazar el proyecto de inversión al no tener en cuenta el valor de las opciones implícitas. Ahora bien, tales opciones pueden ser valoradas si realizamos un proceso de valoración que sea neutral al riesgo a través del cual el valor actual de cualquier derecho contingente puede ser calculado utilizando sus valores futuros esperados (utilizando las probabilidades neutrales al riesgo) descontados al tipo de interés libre de riesgo (r_f).

Esto es así, porque si se tiene una opción cualquiera sobre el proyecto, por ejemplo la de diferirlo un período, sólo se ejerce ese derecho cuando se obtenga un beneficio y se renuncia a él en el caso contrario; es decir, no habrá riesgo. Mientras que si se decide realizar el proyecto en la actualidad, podemos ganar o perder con la misma probabilidad; es decir, se asume un riesgo. Por ello, en el primer caso, al carecer de riesgo, se utiliza para descontar los flujos de caja futuros el tipo de interés libre de riesgo y, además, se recalculan las probabilidades de dichos flujos para adaptarlas a la nueva situación sin que alteren el resultado inicial (en ausencia de las opciones reales, claro está). De tal manera que las probabilidades neutrales al riesgo de que los precios asciendan (p) y de que descendan ($1-p$) surgen de despejar p en la siguiente expresión:

$$VA_0 = \frac{VA_1^+ p + VA_1^- (1-p)}{1+r_f} \quad \text{Por lo tanto} \quad p = \frac{(1+r_f)VA_0 - VA_1^-}{VA_1^+ - VA_1^-}$$

En este mundo neutral al riesgo el valor actual del proyecto (E_0), o el valor de los derechos de los accionistas, será igual a:

$$E_0 = \frac{pE_1^+ + (1-p)E_1^-}{(1+r_f)}$$

Donde E_{+1} indica el valor del proyecto (suponiendo neutralidad con respecto al riesgo) dentro de un período en el caso de que aumenten los precios, y E_{-1} lo mismo, en el caso de que éstos descendan. Estos valores son útiles a la hora de estimar el valor de las opciones reales. Con objeto de comprobar que en ausencia de opciones reales el valor del VAN por este procedimiento sigue siendo el mismo, baste decir que en este caso $E_{+1} = VA_{+1}$ y que $E_{-1} = VA_{-1}$ que el valor actual es igual a E_0 .

Así, el valor es el mismo si se calcula con las probabilidades subjetivas asociadas (50% de alza o descenso de los precios) y con un tipo de descuento acorde al riesgo, que si se hace a través de unas probabilidades neutrales al riesgo (p y $(1-p)$ respectivamente, para el alza y el descenso) y con un tipo de descuento libre de riesgo (r_f). Estas probabilidades neutrales al riesgo son las que se utilizan en la metodología de opciones reales para su estimación.

3.3.2.1. La opción de diferir

Los directivos de la empresa podrían durante el año de la inversión, esperar el comportamiento favorable de los precios del bien (timing), si el precio del bien aumenta suficientemente a lo largo del año, al final del mismo la directiva procederá a invertir A_1 ejerciendo su opción o derecho a invertir. La creación de valor un instante antes de expirar su derecho es igual a:

$$E_1 = \text{Max}(VA_1 - A_1; 0)$$

Lo que quiere decir que la *opción de diferir* es similar a una opción de compra americana sobre el valor actualizado de los flujos de caja esperados del proyecto (VA) y cuyo precio de ejercicio es A_1 . Debido a que la realización anticipada del proyecto implica renunciar a la opción de diferirlo, el valor de ésta última actúa como un coste de oportunidad, justificando la realización del

proyecto sólo cuando el valor actual de los flujos de caja excede del valor actual del desembolso inicial por una cantidad importante (cantidad que representa el valor de la opción de diferimiento). Así A_1 será igual a:

$$A_1 = A_0 \times (1 + r_f)$$

Mientras que los valores actuales del proyecto dentro de un año, en el caso de neutralidad al riesgo se calculan con:

$$E_{1+} = \text{Max}\{VA_{1+} - A_1; 0\} \quad \text{ó} \quad E_{1-} = \text{Max}\{VA_{1-} - A_1; 0\}$$

El valor total del proyecto, con la opción de diferimiento incluida, se calcula a través de la ecuación:

$$E_0 = \frac{pE_{1+} + (1-p)E_{1-}}{(1 + r_f)}$$

Por lo tanto, si se quisiera conocer el valor de la opción de diferir el proyecto se resta a su valor total E_0 el VAN básico:

$$\text{Opc.diferir} = \text{VANtotal} - \text{VANbásico}$$

Donde VAN total es E_0 , mientras que VAN Básico es:

$$\text{VANbasico} = -A_0 + VA_0$$

3.3.2.2. La opción de reducir

En este apartado se contempla el caso contrario al anterior. Si las condiciones del mercado resultasen ser peores que las esperadas, la compañía podría operar con menor capacidad productiva e, incluso, podría optar por reducirla en un $c\%$, lo que le permitiría ahorrar parte de los desembolsos iniciales previstos (A_r). Esta flexibilidad para reducir las pérdidas se puede contemplar como una opción de venta sobre parte (un $c\%$) del proyecto inicialmente previsto, con un precio de ejercicio igual al ahorro de los costes potenciales (A_r), y que viene proporcionada por:

$$\text{Máx } \{A_r - cVA_1 ; 0\}$$

Este tipo de opción puede resultar muy útil en el caso de la introducción de nuevos productos en mercados inciertos, o en el caso de tener que elegir entre tecnologías o plantas industriales con diferentes relaciones construcción-mantenimiento en cuanto a costos

Al transcurrir un año, el equipo directivo tiene la opción de reducir la escala productiva a la mitad ($c = 0,5$) desembolsando en dicho instante sólo una parte de su gasto planeado. Opción que ejercerá siempre que las ventas sean claramente inferiores a lo previsto. Es decir, el valor actual global será igual a:

$$E_{1+} = (VA_1 - A_1) + \text{Máx } \{A_r - c VA_1 ; 0\}$$

$$E_{1-} = (VA_{-1} - A_1) + \text{Máx } \{A_r - c VA_{-1}; 0\}$$

El valor del proyecto, opción de reducción incluida, es igual a:

$$E_o = \frac{pE_{1+} + (1-p)E_{1-}}{(1+r_f)} - A_o$$

Por lo tanto el valor de la opción de reducir la producción alcanza un valor de:

$$\text{Opc.reducir} = VAN_{total} - VAN_{básico}$$

Donde VAN total es E_o .

3.3.2.3. La opción de cierre temporal

En cierto tipo de industrias como las de extracción de recursos naturales (minería, petróleo, gas, entre otros), o en la planificación y construcción de industrias cíclicas, moda, bienes de consumo por mencionar algunos ejemplos existe la posibilidad de detener temporalmente la totalidad del proceso productivo cuando los ingresos obtenidos son insuficientes para hacer frente a

los costes variables operativos (como los de mantenimiento, por ejemplo) y de volver a producir cuando la situación se haya invertido.

Por tanto, podemos contemplar las operaciones anuales como opciones de compra de los ingresos de ese año (C) y cuyo precio de ejercicio viene dado por los costes variables operativos (A_v). El valor de dichas opciones se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$\text{Máx } \{C - A_v; 0\}$$

Supongamos que al final del año 1 se espera que los ingresos sean iguales al 30% del valor actual del proyecto en dicho instante ($C = 0,3VA_1$), es decir:

$$C_+ = 0,3 VA_+$$

$$C_- = 0,3 VA_-$$

Si la gerencia desea conseguir dichos ingresos deberá incurrir en un gasto de costos variables. Así, pues, tiene la opción de hacerse con el valor del proyecto VA (neto de costes fijos A_F) menos los costes variables, o bien abandonarlo temporalmente recibiendo a cambio el valor del proyecto menos los ingresos a los que se renuncia (C):

$$E_1 = \text{Máx } [VA_1 - A_v ; VA_1 - C] - A_F = (VA_1 - A_F) - \text{Min } [A_v ; C]$$

$$E_{+1} = (VA_{+1} - A_F) - \text{Min } [A_v ; C_+] \text{ para continuar}$$

$$E_{-1} = (VA_{-1} - A_F) - \text{Min } [A_v ; C_-] \text{ para abandonar}$$

El valor del proyecto, opción de cierre temporal incluida, es igual a

$$E_0 = \frac{pE_1^+ + (1-p)E_1^-}{(1+r_f)} - A_0$$

Mientras que el valor de la opción individualmente será de:

$$\text{Opc.cierretemporal} = VAN_{total} - VAN_{básico};$$

Donde VAN total es E_o .

Un ejemplo típico de este tipo de opción es el de la explotación de una mina de carbón. Se cerraran temporalmente las operaciones de extracción del mineral no cuando el precio de mercado de la tonelada de carbón sea inferior a su coste de extracción, sino cuando la pérdida sea tan grande que contrarreste los costes de cerrar temporalmente la mina. Mientras ello no ocurra, aún perdiendo dinero, la seguirá explotando. Por una razón similar, una vez cerrada procederá a reabrirla cuando el beneficio obtenido supere a los costes de reapertura.

3.3.2.4. La opción de cierre definitivo

La gerencia no tendrá que seguir incurriendo en costes fijos si no se vislumbra una mejora del precio del bien o existen otras causas que aconsejen el abandono definitivo del proyecto. Esto es, la directiva tiene una opción para abandonar el proyecto a cambio de su valor residual (éste puede ser su valor de liquidación, la venta de la compañía, entre otros). Dicha opción de venta sobre el valor actual del proyecto (VA) es de tipo americano, cuyo precio de ejercicio es el valor residual o el de la mejor alternativa posible (VR), de tal forma que la compañía recibiría:

$$VA + \text{Máx} [VR - VA ; 0] = \text{Máx} [VA ; VR]$$

$$E_{+1} = \text{Máx} [VA_{1+} ; VR_{1+}] = \text{Máx} [180 ; 120] = 180 \text{ (continuar)}$$

$$E_{-1} = \text{Máx} [VA_{1-} ; VR_{1-}] = \text{Máx} [60 ; 72] = 72 \text{ (abandonar)}$$

El valor del proyecto, opción de abandono incluida, será:

$$E_o = \frac{pE_1^+ + (1-p)E_1^-}{(1+r_f)} - A_o$$

Mientras que el valor de la opción individualmente será de:

$$Opc.cierretemporal = VAN_{total} - VAN_{básico};$$

Donde VAN total es E_o

3.3.3. El caso de periodos mayores a uno

La valoración del proyecto de inversión o de las propias opciones no se limita sólo al próximo período sino que se puede extrapolar a períodos posteriores.

Para calcular el valor del proyecto al final del año 1 es necesario recordar que el valor actual del mismo en dicho instante podía ser VA_{+1} o bien VA_{-1} según si el escenario es optimista o pesimista, respectivamente. Obsérvese que existen por lo tanto un factor de crecimiento $F+$ del valor del proyecto y un Factor de decrecimiento del proyecto $F-$.

En el caso de que las condiciones sean optimistas el $VA_{++2} = VA_{+1} \times (F+)$, si son intermedias el $VA_{+-2} = VA_{+1} (F-)$, mientras que de ser pesimistas $VA_{--2} = VA_{-1} \times (F-)$. Por tanto, los posibles valores del proyecto al final del año 2, con la posibilidad de abandonarlo totalmente, serían:

$$E_{++} = \text{Máx} [VA_{2++} ; VR_{2++}] \text{ para continuar}$$

$$E_{+-} = \text{Máx} [VA_{2+-} ; VR_{2+-}]$$

$$E_{--} = \text{Máx} [VA_{2--} ; VR_{2--}] \text{ para abandonar}$$

Con estos elementos se puede calcular el valor del proyecto al final del año 1 si las condiciones son optimistas:

$$E_1^+ = \frac{pE_2^{++} + (1-p)E_2^{+-}}{(1+r_f)}$$

O si son pesimistas:

$$E_1^- = \frac{pE_2^{+-} + (1-p)E_2^{--}}{(1+r_f)}$$

Por tanto, el valor del proyecto, opción de abandono incluida, será

$$E_o = \frac{pE_1^+ + (1-p)E_1^-}{(1+r_f)} - A_o$$

Mientras el valor de la opción de abandonar totalmente la producción es igual a:

$$Opc.cierre = VAN_{total} - VAN_{básico};$$

Donde VAN total es E_o

Aplicando un razonamiento similar, las formulas se pueden generalizar para el número de periodos "n" necesarios que describan el proyecto de inversión. El modelo binomial para valorar opciones se basa en una simple representación de la evolución del activo subyacente, en cada periodo el activo subyacente solo puede tomar dos valores, sus posibles movimientos hacia arriba o hacia abajo, definen la trayectoria del activo.

En este modelo, el activo tiene un valor inicial A, y dentro de un breve periodo de tiempo se mueve hacia arriba hasta A_u o bien hacia abajo hasta A_d ⁹. Un periodo posterior los valores del activo se pueden nombrar como A_{u2} , A_{ud} o A_{d2} . Las diferentes posibilidades del valor del activo aumentan con el numero de periodos y la probabilidad con la cual cada resultado puede ocurrir se aproxima a una distribución de probabilidad más uniforme a medida que los periodos aumentan.

Cuando se aplica el método de la neutralidad frente al riesgo al modelo binomial, la rentabilidad esperada del activo subyacente es el tipo de interés libre de riesgo r, pero su volatilidad v será la misma que la volatilidad observada en la economía real. Con una tasa compuesta continua, la rentabilidad esperada en cada periodo es

$$\frac{pA_u + (1-p)A_d}{A} = e^r$$

⁹ La letra u debe su nomenclatura a la palabra up y d a la palabra down

La probabilidad p mide los resultados de obtener una tasa de rentabilidad libre de riesgo y se denomina probabilidad de neutralidad frente al riesgo. Del mismo modo, igualando la varianza de la rentabilidad del modelo binomial a la varianza de la distribución normal observada, se tiene:

$$pu^2 + (1-p)d^2 - [pu + (1-p)d]^2 = \sigma^2$$

Una solución a las ecuaciones anteriores que asume que el activo subyacente tiene movimientos simétricos hacia arriba y hacia abajo (es decir que $u=1/d$), se obtiene con:

$$u = e^{\sigma}; d = e^{-\sigma}; p = \frac{e^r - d}{u - d}$$

Las fórmulas anteriores son los *inputs* que permiten valorar una opción de compra que se ejerce al final del periodo pactado, que para los fines de este documento es una opción de inversión. Como parte de la evaluación del proyecto, además de la regla de cálculo anterior se debe establecer la regla de decisión bajo la cual se ejerce o no la opción. También se deben actualizar los valores del futuro al presente, para obtener el valor actual de la garantía o cobertura que ofrece la opción.

Cabe mencionar que la decisión de llevar a cabo la opción de inversión (análoga a una opción financiera de compra) se puede utilizar en diferentes instantes dentro del plazo máximo de ejercicio, como ocurre en la realidad. Esta garantía ahora se puede ejercer varias veces en el periodo T , por lo cual esta garantía vale más debido a las ventajas que ofrece, esta opción es análoga a una opción de compra americana. Finalmente una alternativa al método binomial es la ecuación de Black-Scholes.

3.3.4. La ecuación Black-Scholes

La Ecuación de Black-Scholes pone una conexión entre el seguimiento dinámico de la trayectoria de los valores y el método de valoración de opciones de indiferencia frente al riesgo. En los modelos de valoración de opciones, el

cambio en el valor de la opción debido a un pequeño cambio en el valor del activo subyacente se conoce como delta. Cuando el valor de la opción se manifiesta en términos del valor del activo subyacente, delta es la inclinación o pendiente de la función del valor de la opción al valor actual del activo subyacente la opción debido a un pequeño cambio.

Si V representa el valor actual de la opción, A el valor actual del activo subyacente, X el coste la inversión, r la tasa de rentabilidad libre de riesgo, T tiempo para la expiración, σ volatilidad del activo subyacente, $N(d_1)$ y $N(d_2)$ valores de una distribución normal en d_1 y d_2 la ecuación de Black Scholes consiste en :

$$V = N(d_1)A - N(d_2)Xe^{-rT}$$

Donde:
$$d_1 = \frac{[\ln(A/X) + (r + 0.5\sigma^2)T]}{\sigma\sqrt{T}}; d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$N(d_1)A$ Es el valor esperado de A si $A < X$ en el momento de la expiración, son expectativas consideradas que utilizan probabilidades de neutralidad frente al riesgo.

$N(d_2)$ Es la probabilidad de neutralidad frente al riesgo de $A > X$ en la fecha de expiración.

Xe^{-rT} Representa el valor presente del costo de la inversión.

Para la opción de compra europea, delta es igual a $N(d_1)$; para una opción de venta europea, delta es $N(d_1)-1$.

La metodología de valoración consistente en incluir las diversas opciones reales, llamadas así para distinguirlas de las opciones financieras, permite incorporar la flexibilidad empresarial a un método que prácticamente carece de ella (salvo que sea ayudado con técnicas como los árboles de decisión o la simulación). Esto es, permite tener en cuenta al momento idóneo para realizar el proyecto, la capacidad de aumentar la producción, la posibilidad de reducirla

e incluso de abandonar el proyecto en plena realización como forma de reducir las pérdidas, solo por mencionar algunos casos (Venegas, 2008).

A lo largo de este trabajo hemos visto como la metodología de análisis de los proyectos de inversión complementa a la utilizada por los métodos de valoración y evaluación consistentes en el descuento de los flujos de caja a una tasa acorde a su riesgo. El método del valor actual neto, principal representante de la metodología del descuento de flujos de caja, menosprecia los elementos de los proyectos de inversión que incorporan consideraciones de tipo estratégico.

En concreto, la valoración de proyectos a través de las opciones reales, tiene el potencial no sólo de ayudar a integrar el presupuesto de capital con la planificación estratégica, sino también a ofrecer un método consistente de análisis de la totalidad de la dirección financiera empresarial, tanto en decisiones financieras como de bienes reales.

Capítulo 4

Aplicación del método de opciones reales a los costos del café orgánico

El objetivo de este capítulo es considerar los costos y los ingresos de un productor de café convencional y orgánico, posteriormente se identifican y cuantifican los ingresos y costos de un productor cafetalero que emprende el cambio de un sistema de cultivo tradicional hacia el orgánico. Finalmente se evalúa la diferencia de aplicar Valor Presente Neto contra opciones reales para una cooperativa de cafetaleros de Huatusco Veracruz, se compara el resultado final de ambos métodos y se evalúa el cambio de tecnología bajo la óptica de opciones reales para establecer la viabilidad económica de la conversión.

4.1. Costos en el café

El cumplimiento de las labores descritas en el capítulo 2 permite obtener café orgánico, por supuesto que en cada región esas labores pueden ser más o menos diferentes. Las condiciones geográficas de cada región explican por qué en algunos lugares es más costoso que en otros obtener café orgánico. Por mencionar algunos ejemplos existen estados de la república donde la sombra la provee el árbol nativo y, por lo tanto, la actividad de regular la sombra no se lleva a cabo; también es frecuente que las condiciones del suelo son tan ricas que el productor no elabora su propia composta. Situaciones como éstas modifican el nivel del costos para producir café.

Una región que necesite más cuidados representará mayores costos. Las condiciones del lugar de producción determinan la necesidad o no de las labores, su frecuencia y, en consecuencia, los costos del fruto para el sistema orgánico. De lo anterior se concluye que existen tantos costos como diferencias regionales entre los lugares de cultivo.

Ahora se presentan diferentes evaluaciones:

- a) En el 2002 Armando Bartra presentó un estudio llamado “Virtudes económicas sociales y ambientales del café certificado”, donde calculó el

-
- número de jornales necesarios para producir café convencional, el certificado y el que está en proceso de transición al orgánico, cálculos de acuerdo a la experiencia de los productores de café integrantes de CEPCO. Bartra determinó que para el convencional, durante el ciclo cafetalero 2000-2001, las labores por hectárea representaron 37 jornadas de trabajo durante un año (incluyendo corte y despulpado), si se actualiza el pago de jornal a \$100 pesos como es usual, el costo es de \$3,700, cantidad muy pequeña debido a que los trabajos son los mínimos y el rendimiento obtenido es muy pobre, alrededor de 3 q/ha (Quintales por hectárea). Para lograr una mayor productividad, habrá que llevar a cabo más labores en los cafetales, lo que se traduce en un mayor costo.
- b) Para un productor de Coatepec, los costos de producir una hectárea de café convencional son de \$18,772.5 si se pagan \$100 del jornal, a este nivel de costos corresponde una producción de 16 q/ha y un ingreso de \$19,680 (Elotlán, 2009).
 - c) Rodolfo Trampe (2009) hace una estimación anual para los costos de \$1,021 el quintal convencional, asumiendo un jornal de \$80, si suponemos los 16 q/ha el costo total asciende a \$16,336 con el sistema convencional.
 - d) Por otra parte, la experiencia de Huatusco en Veracruz arroja costos de \$9,438 para café convencional, considerando un jornal de \$100 sin usar fertilizante (Espinoza, 2009).
 - e) Finalmente, los mismos productores de Huatusco hacen una estimación de café orgánico del orden de los \$14,188 por ha en un año cafetalero (incluyendo costo de la certificación pero no el de la cosecha).

Una observación interesante respecto a los costos del café es la relativa a lo importante que son los costos atribuidos a la mano de obra, es decir el jornal. Los diferentes porcentajes del costo total que representa la mano de obra también son distintivos de cada región, mientras que en Puebla el costo de la mano de obra es de alrededor del 60% del total de los costos, en Chiapas es de alrededor del 30% (Barreda, 2009). Si el costo de mano de obra representa un porcentaje importante del total, esto impide que existan economías de

escala aún y cuando se aumente el número de hectáreas sembradas (Díaz, 2009).¹⁰ La cafecultura orgánica se distingue precisamente por su alto uso de mano de obra, es posible afirmar que en este tipo de producción es muy difícil que se presenten economías de escala.

Un gran problema en el café lo constituye la ausencia de una metodología para abordar los costos y una ausencia de la cultura de riesgo en los productores (Trampe, 2009). Ante ello, un obstáculo para los productores consiste en dar valor agregado al café y tener una visión de empresario (Espinoza, 2009). Debido a que los costos varían tanto como las diferencias regionales, convendría tener un método que pueda adaptarse a una gama de posibilidades de producción; si la producción de café se observa como una inversión, la posibilidad de la realización del proyecto y el costo de la inversión dependen del caso particular, el objetivo y el lugar de la inversión.

El Método de opciones reales es una alternativa frente a esta gama de posibilidades que presenta el café, es una metodología para abordar los costos e ingresos en un ambiente de incertidumbre como el cafetalero y representa un avance en términos de esa cultura de riesgo a la que se refiere Trampe, que permitiría tomar mejores decisiones al productor.

4.2. Los costos de la conversión orgánica del café

Utilizando la experiencia de Huatusco, de 2008 a 2009, el cuadro 4.1 muestra los rubros que representan los gastos para lograr la producción de 16 q/ha de café convencional en esta región veracruzana. El costo total de un año cafetalero es de \$9,438, en este costo se asume que el productor paga por la mano de obra empleada en las tareas de poda, regulación de sombra, chapeo, abono orgánico, transporte y aplicación, compra de planta, preparación del terreno, renovación y reposición de fallas, control de plagas y enfermedades, deshierbe y trabajos de conservación de suelos y plantas, pero si el productor se

¹⁰Hay productores que sostienen que si ocurre esta ventaja de economías de escala en la producción cuando aumenta el número de q/ha, es decir el aumento en la productividad en un mismo espacio es indicio de rendimientos crecientes.

hace cargo de las labores de su cafetal, el costo es de \$2,138 (\$7,300 pesos menos equivalentes a 73 jornales, \$100 el jornal).

Cuadro 4.1 Costos de producción convencional por hectárea.

PROGRAMA DE RENOVACIÓN Y REHABILITACION POR HA CONVENCIONAL				
Actividad a realizar	Unidad	Jornal	Costo/Unidad	Importe total
Poda		10	100	1,000
Regulación de sombra		7	100	700
Chapeo	2	20	100	2,000
Abono orgánico en toneladas			1,000	0
Transporte y aplicación de abono			100	0
Compra de Planta	300		4	1,200
Preparación del terreno		7	100	700
Renovación y reposición de fallas		5	100	500
Control de plagas y enfermedades		7	100	700
Deshije		7	100	700
Conservación de suelos y aguas		10	100	1,000
Costo de la Certificación	1			938
Total		73		9,438
Participación del productor		73	100	7,300
Costo con la participación del productor				2,138

Fuente: Espinoza, 2009.

El cuadro 4.2 muestra los rubros en los que se incurre en un gasto para la producción orgánica. El costo total es de \$14,188, sin embargo, cuando el productor participa de las labores de su cafetal, el gasto será por \$5,388 (\$8,800 pesos menos debido a los 88 jornales ahorrados, \$100 por jornal).

Cuadro 4.2 costos de producción orgánica por ha.

PROGRAMA DE RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN POR HA ORGÁNICA				
Actividad a realizar	Unidad	Jornal	Costo/Unidad	Importe total
Poda		10	100	1,000
Regulación de sombra		7	100	700
Chapeo	3	30	100	3,000
Abono orgánico en toneladas	3.75		1,000	3,750
Transporte y aplicación de abono		5	100	500
Compra de Planta	300		4	1,200
Preparación del terreno		7	100	700
Renovación y reposición de fallas		5	100	500
Control de plagas y enfermedades		7	100	700
Deshije		7	100	700
Conservación de suelos y aguas		10	100	100
Costo de la Certificación	1			438
Total		88		14,188
Participación del productor		88	100	8,800
Costo con la participación del productor				5,388

Fuente: Espinoza, 2009.

Cabe destacar que si el productor participa incluso de la elaboración de la composta o el abono (práctica recomendable en el sistema orgánico), evitará otro gasto de \$3,750 (37.5 jornales) que es el monto correspondiente a la elaboración de la composta. Con estos supuestos el costo por producir orgánico asciende solamente a \$1,638 pesos (de los cuales \$438 son importe

anual por la certificación), es decir si el productor asume la mano de obra de 125.5 jornales durante el año cafetalero.

Al comparar el sistema de producción convencional contra el orgánico, existe una diferencia de \$4,750 adicionales en el segundo, cuando el productor no asume las labores de cuidado del café, pero si participa de ellas sin elaborar composta la diferencia se reduce a \$3,250.

Cuando el productor participa más en los jornales necesarios para el café enfrenta menos costo porque asume la de mano de obra con su propia fuerza de trabajo y pasa de un gasto de \$4,750 a \$3,250, aún así la conversión al nuevo sistema sigue siendo más costosa. La situación se revierte si el productor participa de la elaboración del abono ya que la diferencia entre el convencional y el orgánico es de \$500 pero a favor del orgánico porque pasa de un gasto de \$2,138 a uno de \$1,638, con este nuevo supuesto sobre la composta cuesta menos producir café orgánico que convencional, pero se trabaja más.

Finalmente falta agregar al cuadro 4.2 un gasto por constitución de una sociedad legal de \$50 que sólo se pagara en el año 1. El costo de constitución de una sociedad legal, se estima en \$5,000 para 100 productores con una ha cada uno, \$50 por productor (López, 2009). El Certificado de producción orgánica se entrega a la sociedad legal constituida —cooperativas en la mayoría de los casos— por lo que es necesario que los cafetaleros interesados se organicen y cubran este requisito.

El productor de Huatusco que decida emprender el sistema orgánico y no absorba con su mano de obra las labores culturales que requiere el cafetal, pagará en los cinco primeros años de la conversión un total de \$25,114 por encima del convencional (\$4,750 cada año a partir del primero, a partir del tercero \$438 de certificación cada año y \$50 por constitución de la sociedad legal en el año 1).

Además de los costos del cuadro 4.2 complementados con el costo de constitución de la sociedad, la otra estructura de costos que se analizará es

aquella dónde el productor participa de todas las labores que requiere el cafetal, incluso de la elaboración de la composta, y en ambos casos se extenderá el horizonte temporal a más de los cinco años.

Cuadro 4.3 Costo total anual de café orgánico con la participación del productor elaborando la composta.

ANO	COSTO TOT	COSTO P	CyC
1	1250	1200	50
2	1200	1200	
3	1638	1200	438
4	1638	1200	438
5	1638	1200	438
6	1638	1200	438
7	1638	1200	438
8	1638	1200	438
:	:	:	:
:	:	:	:

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

Evaluando los costos por producir orgánico cuando se elabora incluso la composta y si se trabaja con un horizonte temporal para este proyecto posterior a los 3 años, a partir de aquí se pagan \$1,638 como costo total por cada año (\$1,200 por producir y \$438 por certificarse), situación que se mantiene hasta el término de tiempo en que se desee mantener vivo el proyecto (como lo muestra el cuadro 4.3), tiempo que en la gran mayoría de los casos es indefinido ya que muchos productores se dedican al café toda su vida y al término de ella los hijos continúan con esa labor y así por muchas generaciones. Esta es una razón por la cual mas adelante, en el cálculo del valor del proyecto se justifica el uso de perpetuidades para calcular los costos e ingresos en un horizonte temporal hacia adelante indefinido.

Ahora que se ha establecido el monto y comportamiento de los costos, es necesario analizar los ingresos derivados de su conversión.

4.3. Los ingresos de la conversión orgánica del café

Para tener una idea de lo adverso que puede resultar el panorama cuando un productor cambia su sistema de cultivo de tradicional a orgánico, se tomo en cuenta un ejercicio a partir de los cuadros 2.1 y 2.2. Si el productor parte de los

16 quintales de rendimiento por hectárea con un sistema de cultivo tradicional (logrados con el costo del cuadro 2.1), la producción empezará a bajar año con año de tal manera que durante la transición el rendimiento baja hasta la mitad de los 16 quintales iniciales que se producían con fertilizante, esto ocurre alrededor del año 3, situación que se revierte en cuanto el suelo se empieza a nutrir y recuperar debido a los cuidados del sistema orgánico, logrando finalmente alrededor del quinto año un rendimiento como el que se tenía en al inicio de la transición cuando el sistema era convencional (Arce,2003).

Para proceder con el calculo se asume una caída en los rendimientos lineal, desde 16 quintales iniciales hasta los 7 quintales para el año 3, así que los movimientos serían de 13, 10 y 7 para los tres primeros años, con un repunte hacia los 11.5 y 16 quintales por hectárea para los años 4 y 5. A partir de aquí se puede asumir que con el nivel de cuidados que involucra el gasto para mantener la producción orgánica se pueden mantener los 16 quintales por hectárea los siguientes años, salvo situaciones extraordinarias.

En resumen durante los tres primeros años que dura la transición se producirían 30 q/ha, cantidad muy por debajo de los posibles 48 quintales que se hubieran obtenido de seguir con la producción convencional; los siguientes dos años significan en conjunto 27.5 quintales orgánicos logrados contra 32 posibles convencionales.

Si se asume que en el 2009 el quintal de café convencional se pagó a 100 dólares y a 110 dólares el quintal de orgánico, los ingresos (sin la participación del productor) para cada año aparecen en el cuadro 4.4 junto con un resumen de los costos anteriormente calculados y el saldo respectivo.

Cuadro 4.4 Ingresos y egresos por año desde el inicio de la transición

AÑO	C y C	COSTO	INGRESO		SALDO
			dólares	pesos	
1	50.00	14,188	1300.00	16900.00	2,662
2		14,188	1000.00	13000.00	-1,188
3	438.00	14,188	700.00	9100.00	-5,526
4	438.00	14,188	1265.00	16445.00	1,819
5	438.00	14,188	1760.00	22880.00	8,254
6	438.00	14,188	1760.00	22880.00	8,254
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

El rubro de costos de Constitución y Certificación (C y C) de la sociedad mostrado en el cuadro 4.4, agrupa dos tipos de gasto: \$5,000 pesos por el lado de la Constitución –repartidos en 100 productores y que se paga sólo una vez– y el monto de \$438 debidos a certificación. La segunda columna es el costo de producir el café orgánico obtenido con el cuadro 2.2, sin la participación del productor. El año 4 y el año 5 de la última columna presentan un saldo a favor, un repunte, porque la producción al año 4 se empieza a recuperar y además el precio del café orgánico se paga con un premio respecto al convencional. Con los valores arriba mencionados se procederá al cálculo del Valor Presente Neto (VPN).

4.4. El Valor Presente Neto aplicado a café orgánico

El método de VPN aplicado a los saldos de la última columna del cuadro 4.4 y que resumen los flujos de ingresos y egresos de un productor de café orgánico, permitirá decidir si la producción orgánica es un proyecto viable, situación que se confirmaría si el VPN es positivo. Este método supone en su metodología de cálculo que la certificación en el año 3 es un hecho seguro y que por lo tanto los ingresos debidos a ella a partir de este año corresponderán a la venta de un café que ya es orgánico.

Para completar el cálculo del VPN hay que considerar el valor presente de una perpetuidad a partir del año cinco para la cantidad de \$8,254, esto se debe a que el horizonte temporal es indefinido y a partir del año cinco el saldo entre ingresos y egresos es de \$8,254 cada año.

$$VPNTotal = \frac{2,662}{(1+0.078)} + \dots + \frac{8,254}{(1+0.078)^5} + VPNPerpetuidad(8,254) \quad ^{11}$$

Las formulas anteriores explican cómo se obtuvo el VPN de los saldos para los primeros cinco años, el cual resulta positivo así también la perpetuidad y finalmente el valor del proyecto es \$76,742.95 (cuadro 4.5).

¹¹ La perpetuidad se calcula de la siguiente manera: $Perpetuidad(8,254) = 105,820.5 = (8,254) \frac{1}{0.078}$, con lo cual el valor presente de la perpetuidad fue: $VPNPerpetuidad(8,254) = 105,820.5 \frac{1}{(1.078)^5} = 72,690.23$

Cuadro 4.5 VPN del proyecto de café orgánico

AÑO	SALDO	VP
1	2,662.00	2,469.39
2	-1,188.00	-1,022.30
3	-5,526.00	-4,411.18
4	1,819.00	1,346.97
5	8,254.00	5,669.84
	VPN(5)	4,052.72
	VPN(P)	72,690.23
	VPN(TOTAL)	76,742.95

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

Este proyecto evaluado por VPN no considera la participación del productor y los ingresos y egresos se determinaron asumiendo que se parte de un sistema convencional, por lo cual se considera que los rendimientos disminuyen hasta el año tres y se recuperan ascendentemente después. Este ejercicio no evalúa el cambio de tecnología porque no se realizó en las magnitudes marginales de costos e ingresos sino sobre los montos totales, se trata del ejemplo clásico de evaluar un proyecto de inversión con ciertos montos de gasto y ciertos montos de ingresos traídos a valor presente para saber si es una opción de inversión rentable, de tal forma que al haber obtenido un valor positivo se concluye que es apropiado invertir.

Si se tratara de un proyecto sin incertidumbre el método es apropiado y el criterio sobre él es confiable. Sin embargo la metodología sobre la que se basa el criterio del VPN no considera que en el año 3 existe la posibilidad de no obtener la certificación y por lo tanto de no obtener los premios por el sobreprecio de los años 4, 5 y hacia delante. El riesgo de no obtener el precio del orgánico, tiene que ser considerado y cuantificado.

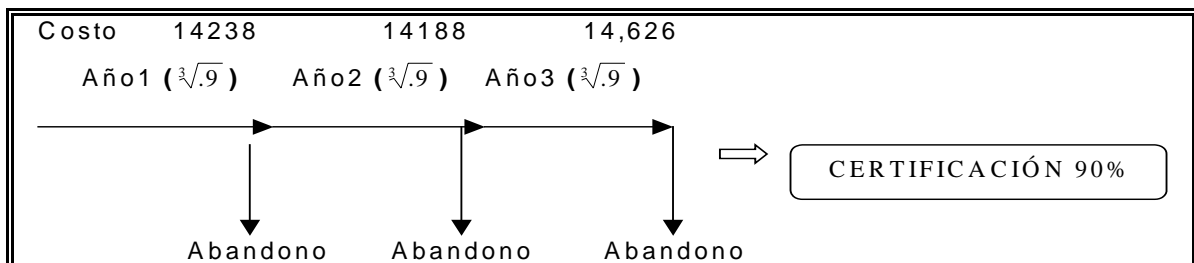
4.5. La importancia de la incertidumbre y el método de opciones reales

El VPN considera la certificación en el año 3 como un evento seguro (o de probabilidad igual a 1) mientras que el método de opciones reales (OR) que se aplicará en esta sección considera la posibilidad tanto de obtener como la de no obtener la certificación en ese momento del tiempo.

De acuerdo con la experiencia de CERTIMEX, para el año 4 del proceso de conversión se produce con un 90% de éxito café orgánico certificado (Reyes, 2009). Los costos tan desfavorables y que tienen su momento crítico al año 3 tienen una posibilidad del 10% de los casos en que estos valores sean aún más grandes y por lo tanto aún más desfavorables, pues de no obtener la certificación en este periodo, no se vendería el café como orgánico, reduciendo con ello los ingresos.

La metodología de OR aplicada a un productor con la iniciativa de convertirse a orgánico, considera las probabilidades de obtener o no la certificación a los tres años. Además permite modelar la decisión estratégica de abandonar el proyecto de conversión y seguir con el sistema de producción tradicional en alguno de los años del proyecto. Si el éxito, que es la obtención de la certificación, es de 90% (0.9), en cada año de los tres que dura la conversión se puede optar por continuar o abandonar, y por lo tanto hacer el gasto o no de la siguiente etapa o año, pero de seguir adelante se tiene una probabilidad de acceder a la siguiente etapa de $\sqrt[3]{0.9}$, que es la probabilidad de éxito de cada uno de los tres años hasta el tercero, como lo muestra la figura 4.1.¹²

Figura 4.1 Probabilidades anuales de la certificación orgánica



Fuente: Reyes, 2009.

Siguiendo los valores del cuadro 4.4 los ingresos aumentan a partir del tercer año por el sobreprecio que implica la certificación. Por ello el año 4 y 5 representan ingresos de café orgánico. Para aplicar las opciones reales en forma clara y cronológica, se dividió la existencia temporal del proyecto en 4 etapas, en adelante, se llamará a los años 1,2,3 las etapas 1,2,3

¹² Por simplicidad se asume que las probabilidades son iguales en cada año, aunque cabe la posibilidad de asumir valores diferentes en cada año cumpliendo la restricción que en los tres es de 90%.

respectivamente, mientras que la etapa 4 corresponde a los ocurrido en el año 4 y 5 de certificación más la perpetuidad de los siguientes años. De esta manera la etapa 4 queda definida por los montos de \$29,252 (Costo de los años 4 y 5) para obtener un ingreso de \$32,415.4 (Valor presente de los ingresos en años 4 y 5) más \$98,163.7, que es el valor de la perpetuidad de \$8,254 traídos al inicio de la etapa 4.

$$\text{Ingreso(etapa4)} = \frac{16,445}{(1+.078)} + \frac{22,880}{(1+.078)^2} + \text{VPPerpetuidad} = 32,415.4 + 98,163.741$$

El comienzo de la etapa 3 implica un desembolso de \$14,626 que se hará efectivo si al comienzo de este año el proyecto toma un valor superior al costo. El desembolso de los \$14,626 concede el derecho más no la obligación de hacer un gasto de \$29,252, que es el monto de los costos de los años 4 y 5, esta cantidad es el precio de ejercicio de la opción. Además del precio de ejercicio se conoce el valor actual del activo subyacente, que es de \$32,415.4 más \$98,163.7 descontados un año más, es decir 116,887.2 pesos. Se utilizará para todos los cálculos un tipo de interés sin riesgo del 4.5 % y una tasa de descuento del 7.8%.¹³

Como la probabilidad de superar con éxito la etapa 3 para llegar a la etapa 4 es 0.9655 (raíz cúbica de 0.9), el termino de esta etapa 3 indica que el proyecto puede tomar infinitos valores de una fase a otra, es decir el valor del proyecto puede subir o bajar de tal forma que el conjunto de posibles resultados al final de la etapa (aunque varíe dentro de un cierto rango) presenta un infinito de posibles resultados que se distribuyen según una normal y que el 96.55% de esos posibles resultados proporcionan un valor superior a los \$ 29,252 necesarios para producir el café orgánico de los años 4 y 5 y, por lo tanto, para asegurar los beneficios económicos del sobreprecio en estos dos años.

¹³ Ambos tipos de interés fueron determinados mediante un modelo CAPM utilizando el índice NASDAQ Composite como indicador del mercado, una muestra de cinco empresas cafetaleras como instrumentos riesgosos y los Treasury bills como instrumento libre de riesgo.

Para utilizar el modelo Black-Scholes aproximado mediante el método binomial hace falta conocer la volatilidad de cada etapa o fase. La volatilidad o varianza necesaria para que se obtenga esta probabilidad de 0.9655 se obtiene con la ecuación de Arnold y Shockley (2001).

$$0.9655 = \frac{\ln(116,887.2 / 29,252) + (0.078 - 0.5\sigma^2) \times 1}{\sigma\sqrt{1}}$$

El valor de la desviación estándar que cumple la ecuación anterior es 0.9988 o 99.88% de volatilidad.

Con la finalidad de ofrecer un comportamiento más cercano a uno continuo, se construye un árbol binomial con veinte subperiodos para simular lo que puede pasar con el valor del proyecto en cada año, con lo que se recalcula la volatilidad por subperiodo, que es la volatilidad anual multiplicada por la raíz cuadrada de 1/20 es decir 0.2233, y el tipo de interés sin riesgo del subperiodo en forma continua que es de 0.0022, mientras que los coeficientes de crecimiento y decrecimiento del árbol binomial son: U=1.2084 (exponencial de la volatilidad por subperiodo) y D=0.8275, calculada como 1/U. Esto se presenta en el cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Valores iniciales para el cálculo de la etapa 3

ETAPA 3 (ANO 3)	Monto	Subperiodo
Preco de ejercicio	29.252,00	
Valor actual del activo subyacente	116887,618	
Periodo de la fase (años)	1	
Tipo de interés sin riesgo	5%	0,002252533
Volatilidad	0,99886795	0,223353664
Prob. de superar la fase	96,55%	
ln(P. SUB/P. EJER)	1,385265	
	coef(U)	1,250262669
	coef(D)	0,799831927
	Prob P	0,45
	Prob Q	0,55

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

El árbol binomial del cuadro 4.7 representa para la epata 3, una muestra de los veintiún posibles valores que puede tomar la opción hasta el final de la etapa. Aquí se observa que de los posibles resultados o escenarios del periodo, en siete de ellos no se logra superar el costo \$29,252 de la etapa 4. Al final del año 3 existen siete escenarios pesimistas para el ingreso esperado de la etapa,

que no permitirían seguir con el proyecto y por lo tanto acceder a los ingresos de vender café orgánico los siguientes dos años, ya que son los escenarios en donde no se tendría el ingreso suficiente al final de la etapa 3 para hacer el gasto que implica la etapa 4.

Cuadro 4.7 Arbol binomial hacia delante.

ARBOL BINOMIAL AL COMIENZO DE LA FASE 3						
0	1	2	3	19	20
116.887,62	146.140,23	182.713,67	228.440,08		8.143.151,63	10.181.078,49
	93.490,45	116.887,62	146.140,23		5.209.427,45	6.513.152,66
		74.776,65	93.490,45		3.332.632,82	4.166.666,40
			59.808,75		2.131.988,90	2.665.546,13
					1.363.899,63	1.705.232,79
					872.529,03	1.090.890,47
					558.183,96	697.876,57
					357.087,65	446.453,36
					228.440,08	285.610,10
					146.140,23	182.713,67
					93.490,45	116.887,62
					59.808,75	74.776,65
					38.261,52	47.836,95
					24.477,08	30.602,78
					15.658,75	19.577,55
					10.017,39	12.524,37
					6.408,44	8.012,23
					4.099,68	5.125,67
					2.622,69	3.279,05
					1.677,82	2.097,71
						1.341,97

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

El procedimiento de cálculo consiste en empezar en el subperiodo cero de la etapa con el valor del ingreso esperado al inicio de la etapa, el cual es de \$116,887.62 que se multiplican por U y por D para obtener los valores del subperiodo 1, \$146,140.23 y \$93,490.45 respectivamente, estos valores se vuelven a multiplicar cada uno por U y D y así sucesivamente 20 veces para simular las posibilidades del valor del proyecto durante toda la etapa.

Como los últimos siete valores son inferiores a los \$29,252, se les asigna un cero pues representan los casos en los que el proyecto no se acepta. El siguiente paso es calcular un nuevo árbol hacia atrás para obtener el valor presente de los escenarios favorables y así obtener el valor de la opción al inicio de la fase 3 a partir de los posibles escenarios futuros anteriormente simulados como lo muestra el cuadro 4.8. Para su elaboración se siguió un procedimiento iterativo hacia atrás, por ejemplo el valor \$8,113,965.37 de la columna 19 se obtiene de multiplicar \$10,151,826.49 por P, sumándole \$6,483,900.66 por Q y traídos a valor presente con la tasa libre de riesgo de un

subperiodo que es de 0.0022, de forma similar se calculó \$5,180,241.19 y así sucesivamente.

Cuadro 4.8 Valor de la opción en fase 3.

ARBOL CALCULADO DE FORMA RECURRENTE PARA OBTENER VALOR DE LA OPCION						
0	1	2	3	...	19	20
90.610,44	119.069,80	155.102,69	200.490,47		8.113.965,37	10.151.826,49
	67.753,21	90.147,63	118.692,68		5.180.241,19	6.483.900,66
		49.752,54	67.218,56		3.303.446,56	4.137.414,40
					2.102.802,64	2.636.294,13
					1.334.713,37	1.675.980,79
					843.342,77	1.061.638,47
					528.997,71	668.624,57
					327.901,39	417.201,36
					199.253,82	256.358,10
					116.953,97	153.461,67
					64.304,19	87.635,62
					30.622,49	45.524,65
					9.075,26	18.584,95
					605,67	1.350,78
					0,00	0,00
					0,00	0,00
					0,00	0,00
					0,00	0,00
					0,00	0,00
					0,00	0,00
					0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

El cuadro 4.8 indica los VPN positivos y los nulos (casillas en las que el valor no superó el costo) una vez que el árbol binomial se ha comparado con los \$29,252, con lo cual se obtienen un valor de la opción de \$90,610.54 es decir, esta cifra es el valor del proyecto al comienzo de la etapa 3 (año 3) en la cual hay que desembolsar \$14,626. El VPN en esta situación sería positivo y de \$75,984.44, además esta etapa presenta un saldo a favor por el ingreso de la venta de café en este periodo que es de \$9,100, es decir el ingreso esperado de este proyecto al inicio de la fase es de \$85,084.44 (cuadro 4.9) lo cual indica que en esta etapa no se abandona el proyecto de producir orgánico (si el saldo fuera negativo la conclusión es abandonar el proyecto en esta etapa).

Cuadro 4.9 El valor de la opción al inicio de la etapa 3.

ETAPA3	Monto	Criterio
valor opcion	90.610,44	85.084,44
Ingreso	9.100,00	
desembolso	14.626,00	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

El criterio fue no abandonar. Se procede con el cálculo de las etapas 2 y 1. La etapa 2, presenta como valores iniciales los correspondientes al cuadro 4.10.

Cuadro 4.10 Valores iniciales para etapa 2.

ETAPA (AÑO 2)	Monto	Subperiodo
Preco de ejercicio	14.626,00	
Valor actual del activo subyacente	92.495,77	
Periodo de la fase (años)	1,00	
Tipo de interés sin riesgo	4,5%	0,0023
Volatilidad	1,22	0,27
Prob. de superar la fase	96,55%	
ln(P. SUB/P. EJER)	1,84	
	coef(U)	1,31
	coef(D)	0,76
	Prob P	0,44
	Prob Q	0,56

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

Esto arroja un valor de la opción de \$78,862.45, después de calcular sus dos árboles binomiales, el de los escenarios proyectados hacia delante y el del valor presente de los escenarios favorables al inicio de la etapa. Un criterio para determinar si se abandona o no de \$77,674.45 que es el resultado de sumarle al valor de la opción en la etapa actual \$13,000 como ingreso por venta de café menos los \$14,188 de gasto que se requieren (cuadro 4.11). La decisión es no abandonar el proyecto en esta etapa y se procede con el siguiente cálculo.

Cuadro 4.11 Valor de la opción en etapa 2.

ETAPA2	Monto	Criterio
valor opcion	78.862,45	77.674,45
Ingreso	13.000,00	
desembolso	14.188,00	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Finalmente para obtener el valor de la opción al inicio del primer año o etapa 1, los valores iniciales se muestran en el cuadro 4.12.

Cuadro 4.12 Valores iniciales para etapa 1.

ETAPA 1 (ANO 1)	Monto	subperiodo
Preco de ejercicio	14.188,00	
Val.Act. del activo subyacente	85.215,63	
periodo de la fase (años)	1,00	
tipo de interés sin riesgo	4,5%	0,0020
volatilidad	1,20	0,27
prob.acumulada de superar la fase	0,97	
ln(P. SUB/P. EJER)	1,79	
	coef(U)	1,31
	coef(D)	0,77
	Prob P	0,44
	Prob Q	0,56

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE

Con lo cual se obtiene un valor de la opción de \$71,811.86 mayores a los \$14,238 necesarios como desembolso en la etapa 1. El valor del proyecto con las opciones implícitas toma un valor de 71,811.86 más \$16,900 que es el ingreso por venta de café en la etapa, menos \$14,238, lo que resulta en \$74,473.86 cantidad por arriba de los \$48,020.44 que era el VPN del proyecto (cuadro 4.13). El valor de la opción implícita en el proyecto de inversión que consiste en abandonar si las perspectivas no son favorables, es la diferencia en el valor de ambos métodos \$26,453.42, el VPN no toma en cuenta esta cantidad que es el valor de la opción de decidir abandonar el proyecto cuando la situación económica no es favorable, éste es el valor de la incertidumbre asociada al riesgo de emprender un proyecto que en el camino puede derivar en no ser viable económicamente.

Cuadro 4.13 Valor de la opción.

ETAPA1	Monto	Criterio
valor opcion	71.811,86	74.473,86
Ingreso	16.900,00	
desembolso	14.238,00	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Como conclusión de este ejercicio, tanto VPN como OR indican que es apropiado invertir, producir café orgánico es un proyecto que presenta beneficio económico aún con la incertidumbre de no obtener la certificación al año 3. OR

permitió modelar esta incertidumbre y cuantificar la posibilidad estratégica de abandonar el proyecto en alguna etapa. Este ejercicio ejemplificó el uso del método para la producción de café orgánico.

4.6. Opciones reales para evaluar el cambio de tecnología

La aplicación de OR anterior, determinó que producir café orgánico es un negocio rentable aún con la incertidumbre de la certificación. Aunque se empezó de unos rendimientos que parten de la producción de café convencional, no se están comparando los ingresos y los costos de un sistema a otro ni los diferenciales de emprender el nuevo modo de producir, no se evaluó la viabilidad del cambio, sino un proyecto donde simplemente se produce café orgánico.

Por tal motivo otro ejercicio de interés consiste en aplicar el método de opciones reales a los ingresos y costos marginales, es decir al cambio de tecnología, esto es, la conversión de la producción de café partiendo del tradicional hacia el orgánico. El movimiento en el monto de los costos, resultado de un diferente modo de producir, y el respectivo en los ingresos, representan un cambio en el modo de producción del café.

Al aplicar VPN y OR a los flujos de ingresos y costos como en la sección anterior, se determinó que producir café orgánico es un proyecto de inversión viable, la actividad por si misma presenta un beneficio económico positivo, pero al usar OR en los costos e ingresos marginales el objetivo es determinar si el cambio de tecnología en el modo de producir el café de un sistema agroquímico a uno ecológico es una buena decisión desde el punto de vista económico. De ser así, se concluirá que el costo adicional por emigrar de un modo de producción a otro se compensa con los ingresos adicionales que esto implica, con la bondad de que se modela el factor riesgo debido a la incertidumbre alrededor de la certificación.

Para valorar el costo de oportunidad se necesitan los rendimientos convencionales y los de transición. Si no se hubiera optado por la conversión y por lo tanto mantenido la producción de 16 quintales convencionales,

asumiendo que en los 5 años se pagó a \$100 dólares el quintal convencional, cada año hubiera tenido un ingreso de 1,600 dolares, en total los 5 años significarían un ingreso de 8,000 dólares por los 80 quintales, este escenario sólo ocurre si se mantiene el sistema convencional.

Pero si se emprendió la transición, el año 1 equivale a una pérdida de 300 dólares respecto a los 1600 dólares potenciales, el año 2 una pérdida de 600 dólares y el año 3 de 900 dólares respecto al hipotético convencional. Para estimar la pérdida en el año 4, un precio de 110 dólares el quintal orgánico implica que este año un ingreso de 1,265 dólares por venta de orgánico o dicho de otra forma una pérdida de 335 dólares respecto del ingreso potencial de haber mantenido el sistema convencional. Sin embargo el año 5 tiene un ingreso arriba del convencional por un valor de 160 dólares, resultado del premio por producir orgánico. Las pérdidas de los cuatro primeros años, representan el costo de oportunidad entre el sistema convencional y orgánico. El costo de oportunidad es favorable al año 5 porque se paga un sobreprecio (Debido a que el costo es un valor a favor del productor se expresa en negativo, -\$2,080). El resumen de estos costos en los que no hay participación del productor, se muestra en el cuadro 4.14.

Cuadro 4.14 Costo marginal de producción, costo de oportunidad y costo neto.

Año	C Marginal	CO (dólares)	CO (pesos)	Costo Neto
1	4,750	300	3,900	8,650
2	4,750	600	7,800	12,550
3	5,188	900	11,700	16,888
4	5,188	335	4,355	9,543
5	5,188	-160	-2,080	3,108

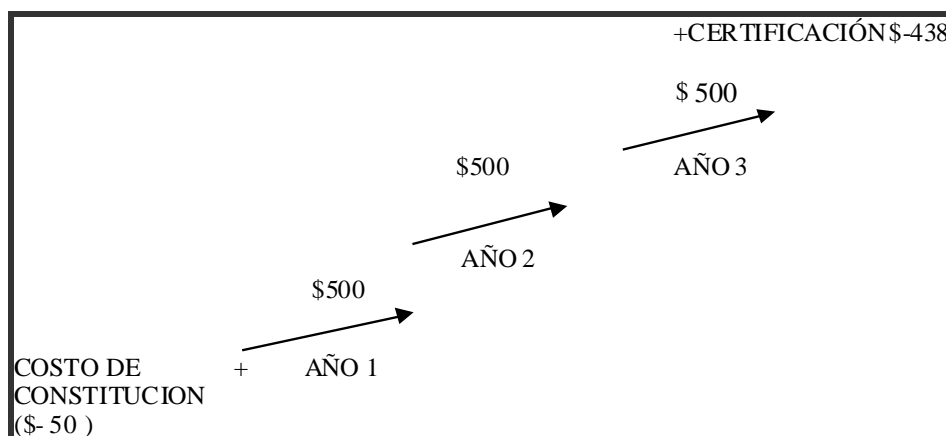
Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Los primeros 5 años de la transición, en los que la producción cae y se recupera a su nivel original, son muy importantes y de interés para el análisis pues las decisiones de seguir o no dependen de lo que ocurra en esta transición. El año 3 es especialmente el más difícil porque representa la combinación más elevada de costos marginales de producción y costo de oportunidad (\$16,888). El costo de oportunidad toma en cuenta lo que se dejó

de ganar por tener menores rendimientos al ir de un sistema a otro, en este sentido el costo marginal es el ingreso marginal, cabe mencionar que los costos de oportunidad (reducción de ganancias) para cada año, son los mismos en el caso donde el productor asume los costos de mano de obra y/o composta, porque la contabilidad hecha sobre los ingresos no se modifica, lo que se reduce ante una mayor participación del productor es el monto de los costos marginales de producción.

Como se había presentado, el costo extra por producir orgánico era una brecha que se reducía a medida que el productor participaba de más actividades en el cafetal y que incluso el costo se volvía una cantidad de \$500 a favor del productor si éste elaboraba incluso la composta. La figura 4.2 muestra los costos marginales para los tres primeros años que dura la conversión a orgánico cuando el productor asume totalmente la mano de obra (\$500 menos que en el orgánico), el costo extra en el que se incurre por producir orgánico, pensando que al tercer año se obtiene la certificación y que al empezar la transición se formaliza la existencia de la sociedad u organización que recibirá el sello orgánico.

Figura 4.2 Flujos a favor y en contra en el sistema orgánico.



Fuente: Espinoza 2009 y López 2009.

Si se piensa en el caso de que el productor participe de las labores en el cafetal incluida la composta, se sabe que cuesta \$500 menos producir orgánico. Para abaratar el costo de certificarse orgánico se debe conformar una organización, lo que implica un gasto de \$50 en el primer año. Por ello en ese periodo se

tiene un costo marginal negativo de -\$450 o visto de otra forma de \$450 a favor del sistema orgánico. El año 2 tiene un costo marginal de 500 a favor del orgánico sin montos que lo reduzcan, mientras que el año 3 toma en cuenta los \$500 a favor del orgánico y los \$438 en contra debidos a la certificación, resultando en un costo marginal de \$62 a favor del nuevo sistema o de -\$62. El costo marginal es entonces de \$450, \$500 y \$62 para los tres primeros años, y a partir de aquí \$62 es el costo marginal año con año pero todas estas cantidades son a favor del productor (el costo se contabiliza negativo porque en realidad representa un ingreso, el costo cambia tanto en el nuevo sistema, que se convierte en un monto a favor del productor cuando participa de las labores incluida la composta). Para completar el costo marginal total hace falta agregar el gasto por certificar como lo muestra el cuadro 4.15.

Cuadro 4.15 Costo marginal total de la conversión.

AÑO	COSTO M TOTAL	COSTO M	CyC
1	-450	-500	50
2	-500	-500	
3	-62	-500	438
4	-62	-500	438
5	-62	-500	438
6	-62	-500	438
7	-62	-500	438
8	-62	-500	438
:	:	:	:
:	:	:	:

Fuente: elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Las perpetuidades para el costo marginal se calculan sobre \$62 cada año y el monto de su perpetuidad es \$794.87, pero también el costo de oportunidad de \$2,080 debidos al sobrepeso, es una cantidad a favor (como se mostró en el cuadro 4.14) su perpetuidad asciende a \$26,666.67. Ambas cantidades representan al inicio del año 3 (Etapa 3) un monto de \$21,921.41 esta es una parte del valor del activo subyacente, la otra corresponde a \$62 de la etapa 4 traídos a valor presente al inicio de la etapa 3, es decir para aplicar OR el monto del valor del activo subyacente es \$22,024.26 . El precio de ejercicio son los costos de oportunidad de los años 4 y 5 de la etapa 4 es decir \$2,275. El

resumen de los valores iniciales para el cálculo del árbol binomial aparece en el cuadro 4.16.

Cuadro 4.16 Valores iniciales etapa 3

ETAPA 3(AÑO 3)	Monto	subperiodo
Preco de ejercicio	2.275,00	
Val.Act. del activo subyacente	22.024,26	
periodo de la fase (años)	1	
tipo de interés sin riesgo	4,5%	0,0020
volatilidad	1,4070	0,3146
prob.acumulada de superar la fase	96,55%	
ln(P. SUB/P. EJER)	2,270	
	coef(U)	1,37
	coef(D)	0,73
	Prob P	0,43
	Prob Q	0,57

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Una vez calculados ambos árboles binomiales para estos valores iniciales, el valor al inicio del año 3 de la opción es de \$19,762.29, en esta etapa hay un monto de \$62 a favor, mientras que el costo (costo de oportunidad) es muy alto y corresponde a \$11,700, con lo cual el valor criterio para seguir el cálculo y no abandonar el cambio de tecnología es \$8,124.29.

Cuadro 4.17 Valor de la opción en etapa 3.

ETAPA3	Monto	Criterio
valor opcion	19.762,29	8124,29493
Ingreso	62	
desembolso	11.700,00	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

El cuadro 4.12 muestra los valores iniciales para la obtención del valor de la opción en la etapa 2 (Los montos de ingreso marginal se tomaron del cuadro 4.14).

Cuadro 4.18 Valores iniciales Etapa 2.

ETAPA 2(AÑO 2)	Monto	subperiodo
Preco de ejercicio	11.700,00	
Val.Act. del activo subyacente	19.819,81	
periodo de la fase (años)	1	
tipo de interés sin riesgo	4,5%	0,002002
volatilidad	0,498	0,11139856
prob.acumulada de superar la fase	96,55%	
ln(P. SUB/P. EJER)	0,527	
	coef(U)	1,11784034
	coef(D)	0,89458214
	Prob P	0,48
	Prob Q	0,52

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Con lo cual el valor actual es de \$9,030.54 y al considerar el ingreso y el desembolso para la etapa, el criterio queda en \$1,730.54 (cuadro 4.19).

Cuadro 4.19 Valor de la opción etapa 2.

ETAPA2	Monto	Criterio
valor opcion	9.030,54	1730,54
Ingreso	500,00	
desembolso	7.800,00	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

Aunque el valor de la opción es pequeño, también es positivo, lo que indica que en esta etapa el valor de la opción permite seguir adelante. Los valores iniciales para obtener al valor de la opción al comienzo del año 1 son:

Cuadro 4.20 Valores iniciales etapa 1.

ETAPA 1(AÑO 1)	Monto	subperiodo
Preco de ejercicio	7.800,00	
Val.Act. del activo subyacente	9.494,36	
periodo de la fase (años)	1	
tipo de interés sin riesgo	4,5%	0,0020
volatilidad	0,252	0,0563
prob.acumulada de superar la fase	96,55%	
ln(P. SUB/P. EJER)	0,197	
	coef(U)	1,058
	coef(D)	0,945
	Prob P	0,50
	Prob Q	0,50

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

El valor de la opción al comienzo del proyecto es de \$2,200.27; para este año inicial habrá un gasto de \$3,900 y un ingreso de \$450, con lo cual el criterio para saber si es viable el proyecto se vuelve negativo y con valor de -\$1,294.7.

Cuadro 4.21. Valor de la opción etapa 1.

ETAPA 1(ANO 1)	Monto	Criterio
valor opcion	2.200,27	-1.249,7
Ingreso	450	
desembolso	3900	

Fuente: Elaboración propia con datos de AVERCAFE.

El valor negativo obtenido indica que al inicio de la conversión el panorama es desfavorable y se debe abandonar la conversión, el cambio de un sistema a otro no es factible económicamente, el ingreso resultado de la conversión no se compensa con los costos que conlleva. Si se subsidiara al productor con una cantidad mayor al valor criterio, digamos de \$3,000 pesos, el método concluye que el cambio de tecnología es una buena decisión económica.

Cabe recordar que los cálculos se hicieron para el caso más favorable al productor, aquel en el cual se participa de todas las labores incluso elaboración de composta y aún con esos números la conclusión es que la conversión se debe rechazar, de haber usado otros escenarios donde el productor participa de menos labores la conclusión sería la misma pero con un valor criterio más negativo por lo cual para que el método OR aprobara el cambio de tecnología se necesitaría un subsidio aún más grande.

Conclusiones

En la historia de la ciencia se ha pasado de una modelación perfectamente medible a una que considera la incertidumbre. Si se asume que la naturaleza está repleta de incertidumbre y se manifiesta como riesgos, la visión para abordar los problemas económicos será más rica y adecuada.

La incertidumbre es la fuente de los riesgos en sus diferentes clasificaciones, pero la incertidumbre puede ser disminuida, controlada hasta cierto punto y por lo tanto se pueden obtener ventajas de ella.

En el caso particular del proceso de toma de decisiones por parte de los productores en el sector cafetalero, tales ventajas se ven reflejadas en mejores cursos de acción sobre los proyectos de inversión, adecuadas o mejoradas conclusiones y criterios, así como un mayor entendimiento del caso de estudio y los factores que lo afectan.

Chiapas es el estado de mayor producción orgánica y los beneficios de ello han aumentado y animado a otros estados hacia la conversión, hay un interés creciente de los lugares que no producen orgánico a convertirse y aprovechar los beneficios de ello. Por lo importante que resulta la evaluación económica para quienes aún no producen orgánico, se debe evaluar la decisión de incursionar en este tipo de cafés considerando la mayor parte de las variables que están involucradas.

Los productores alentados por las ventajas de emprender la conversión, también tienen conciencia de las dificultades que ello conlleva, incertidumbre en los precios, mayor trabajo y/o gasto por producir orgánicamente, el costo de obtener una certificación y unos primeros años de la conversión que particularmente son muy adversos, finalmente el panorama se resume en costos mayores e ingresos menores en el corto plazo para que en un mediano plazo los beneficios empiecen a manifestarse en retribución económica.

La conclusión al aplicar VPN es que se debe invertir porque el valor actual del proyecto es positivo, sin embargo, existe incertidumbre alrededor de los

ingresos esperados y la obtención de la certificación de café, incertidumbre debida a muchas causas ya que cada proyecto de inversión presenta sus propios riesgos, este riesgo se puede considerar haciendo uso de probabilidades, como el VPN no contempla su uso, se adaptó un método y criterio más realista, las opciones reales, adicionalmente la nueva metodología también permite modelar las decisiones que el evaluador puede tomar a lo largo del proyecto, decisión como la de abandonar la conversión al sistema orgánico en cualquier momento de los tres años que son necesarios para lograr la certificación orgánica.

OR considera una mayor cantidad de los elementos que intervienen en la economía del café y que influyen en los ingresos del café determinando el grado de éxito del proyecto emprendido. Cuando se considera la incertidumbre y las opciones en el curso de acción dentro del sector cafetalero, el valor del proyecto se incrementó respecto a lo que muestra el VPN porque éste último no está valorando elementos existentes en el proyecto que lo hacen más valioso. La posibilidad de abandonar el proyecto durante la transición tiene un valor positivo que se agrega al valor total del proyecto.

Las ventajas y cualidades de OR van desde la forma en la que está construida la metodología por incluir las probabilidades del riesgo asociado al proyecto evaluado, hasta el alcance de las aplicaciones por incluir y valorar los posibles cursos de acción del pequeño productor de café; sin embargo, es más que prudente tener presente que las características, supuestos y particularidades de los casos aplicables, determinan el tipo de OR que se va a usar. No existe un método de OR general, por lo que cada caso necesita una construcción específica del modelo para poder ser valuado.

OR es compatible con los diferentes horizontes de tiempo en que se pueden planear las decisiones de los productores. Permite representar escenarios donde el horizonte del proyecto sea finito o infinito (corto y largo plazo), se pueden obtener conclusiones interesantes respecto al tiempo, por ejemplo si se calculara para un mismo proyecto su valor en diferentes horizontes temporales es posible determinar en cuántos años un proyecto como la conversión a orgánico puede pasar de no ser viable a serlo.

Otra ventaja de la metodología propuesta es que OR permite incorporar el efecto de políticas de subsidios en dinero, tal es el caso que se desarrollo en la investigación, cuando así se hace es posible determinar para qué etapa es necesario el subsidio con el fin de que el proyecto sea exitoso, también incorpora subsidios en especie, como el caso de subsidiar la planta de café ya que estos apoyos se pueden cuantificar como ingresos o menores costos, lo que incidirá directamente sobre la valuación del proyecto y la decisión final tomada.

Respecto al café, resultó que una conversión exitosa necesita dos elementos, el primero es que el productor participe en la mayoría de las labores necesarias para producir el café orgánico y el segundo consiste en el apoyo mediante un subsidio (económico o en especie) que incida a favor de la actividad productiva, éste apoyo permitirá afrontar lo adverso de los primeros años derivados del cambio en el modo de producir. El monto dependerá de las condiciones de cada región y de sus costos, pero también dependerá de la participación del productor en las labores que requiere el cafetal, ya que si se participa menos el subsidio tendrá que ser más grande.

Como elementos importantes a resaltar que permitirían obtener un beneficio mayor por producir el café o ayudar con la transición a orgánico, y que se pueden reflejar en los valores que toma el método de OR, aparecen los siguientes:

- Costos de producción más bajos, esta parte es difícil debido a que gran parte del costo es mano de obra.
- Mayor subsidio o el suficiente para compensar la transición
- Un sobreprecio por orgánico más elevado
- Rendimientos más grandes por hectárea (logrados con un mayor conocimiento de la planta y suelo así como de los cuidados adecuados al café)
- Vigilar la calidad del café, consistente en el cuidado que se le tiene al café desde la producción hasta la venta y esto depende en mucha medida de los esfuerzos del productor.

Finalmente se hacen algunas recomendaciones que complementan o son punto de partida para posteriores investigaciones basadas en el trabajo aquí

expuesto, la primera corresponde a la forma en la que se determinó el costo de capital, pues de contar con variables como precios de acción de empresas cafetaleras que se dediquen a la producción de café exclusivamente, el cálculo de el costo de capital puede ser más preciso, de igual manera si en lugar de usar un modelo CAPM se hace uso de otras herramientas como el modelo APT que es un caso general del primero; por el lado contable también existen formas de aproximar esta tasa de descuento y que sería significativo considerar.

La siguiente recomendación es en el sentido de lo que se logró modelar. Este ejercicio asumió la posibilidad estratégica de abandonar, pero no es la única decisión que se puede modelar, pueden adaptarse otro tipo de OR a diferentes circunstancias que se presentan en el café como lo son: diferir un proyecto de inversión esperando el mejor momento para realizarlo, expansión del negocio o posponer, por mencionar algunas.

La incertidumbre modelada giró alrededor de las posibilidades de obtener la certificación al año tres, que es el tiempo que exige la norma, a partir de aquí cada año se deben cumplir los requisitos para certificarse, razón por la cual cada uno de estos años tiene una probabilidad de recertificación, estas otras probabilidades pueden ser agregadas al modelo para hacerlo más realista. Otra variante de OR es calcular el valor del proyecto modelando la incertidumbre, no de la certificación, sino de los niveles de precios como se hace en los instrumentos financieros.

Como la certificación orgánica no es la única opción favorable para los pequeños productores, se puede modelar también el impacto del Comercio Justo, Bird Friendly o combinaciones de las diferentes certificaciones.

Como el lector se dará cuenta, el café no es un tema ajeno, sencillo ni acabado de estudiar, en el que no hay mucho por descubrir, hacer o mejorar, por el contrario, se trata de un sector en cambios constantes hacia la búsqueda de alternativas ante los retos nacionales e internacionales, con implicaciones económicas y sociales de gran importancia, sin dejar de lado que en el marco

del cambio climático y los problemas de salud y alimentarios, toma un carácter ecológico, es trascendental evaluar las alternativas que cuidan el planeta, determinar cuánto cuesta llevarlas a cabo, qué se necesita para ello e identificar quiénes y en qué medida pueden y deben participar en su implementación. Aunque no fue el objetivo de este documento, por ninguna razón el carácter ambiental de la agricultura orgánica de café debe considerarse poco importante.

Bibliografía

1. Amram, Martha y Kulatilaka Nalin (2000). *Opciones reales: Evaluación de inversiones en un mundo incierto*. Gestion 2000, 1ª. Edición, traducción de Ana García Bertrán, Barcelona.
2. Amram, Martha.; Li, Fanfu y Perkins, Cheryl A. (2006), *How Kimberly-Clark uses real options*, en *Journal of applied corporate finance*. Vol. 18, No. 2, pp. 40-47, Verano 2006.
3. Arce Chávez, Victor J.(2003), *Transición a la producción orgánica, retos y limitaciones*. Memoria del taller *Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza*. FIDA, CATIE, RUTA, FAO, Costa Rica, del 19 al 21 de mayo 2003.
4. Arnold, Tom y Shockley, Richard L. (2001), *Value Creation at Anheuser-Busch: a Real Options example*, En *Journal of Applied corporate Finance*, Vol. 14, pp. 52-61.
5. Baca Urbina, Gabriel (2003), *Evaluación de Proyectos*. Mc. Graw Hill, México.
6. Banco de México, (2005), *Definiciones básicas de riesgos*. Noviembre 2005, documento disponible en la dirección www.banxico.org.mx.
7. Bartra, Armando (2002), *Virtudes económicas, sociales y ambientales del café certificado. El caso de la Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca*. Instituto Maya, México D. F. Noviembre 2002, documento disponible en la dirección http://www.wto.org/spanish/forums_s/ngo_s/ccc_cepco_sum_s.doc.
8. BBC Mundo (2008), *Cemex a arbitraje contra Venezuela*, versión en internet de BBCmundo.com, Viernes, 5 de diciembre de 2008 disponible en la dirección: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_7766000/7766319.stm.
9. Beker, Victor Alberto y Mochón Morcillo, Francisco (2004), *Elementos de micro y macroeconomía*. McGraw-Hill Interamericana, Buenos Aires.
10. Black K.F. y Scholes M. (1973), *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, En *Journal of Political Economy*, Vol.81, pp.637-659.
11. Bravo Orellana, Sergio (2004), *El costo de capital en sectores regulados y mercados emergentes: Metodología y casos aplicativos*. Escuela de Administración de Negocios para Graduados (ESAN), documento de trabajo No. 13, Lima, Perú.
12. Broverman Samuel A. (2008), *Mathematics of investment and credit*. ACTEX Publications. Connecticut.
13. Bursatrón (2007), *Asesor en estrategias de inversión*. Bursatrón, México.
14. Comisión de las comunidades Europeas (2000), *Comunicado sobre el principio de precaución*. Bruselas. Documento disponible en la dirección: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_es.pdf.
15. Cox, J.; Ross, S; y Rubinstein, M. (1979), *Option pricing: a simplified approach*. En *Journal of Financial Economics* 7, pp. 229-263.
16. Cuadrado-Roura, Juan R. (2008), *Políticas para el desarrollo regional*. Curso, Facultad de Economía de la UNAM, D.F., del 17 al 19 de noviembre 2008.

-
17. Díaz Cárdenas, Salvador (2009). Costos de producción y tamaños de predios cafetaleros. Coloquio *Precios, costos e ingresos del cafetalero*. IIEc y CELA de la FCPyS UNAM, 27 y 28 de octubre 2009.
 18. Dixit Avinash K. y Pindick Robert S. (1994), *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton.
 19. Elotlán, Cirilo (2009). *Costos de la producción de café en la Región de Coatepec*. Coloquio *Precios, costos e ingresos del cafetalero*. IIEc y CELA de la FCPyS UNAM, 27 y 28 de octubre 2009.
 20. Elster, Jon (2000). *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. Gedisa, Primera edición, Barcelona.
 21. Escamilla P. E., Ruiz R. O., Díaz P. G., Landeros S. C., Platas R. D. E., Zamarripa C. A. y González H. V. A (2005), *El Agrosistema café orgánico en México en Manejo de integrado de plagas y Agroecología*, No. 76 p. 5-16., Costa Rica.
 22. Espinoza, Angelino (2009). *El impacto del trabajo organizativo en el precio, los costos y los ingresos de los cafetaleros*. Coloquio *Precios, costos e ingresos del cafetalero*. IIEc y CELA de la FCPyS UNAM, 27 y 28 de octubre 2009.
 23. González Guerra Eva Nineth (1999), *La aplicación de los principios de contabilidad generalmente aceptados a los contratos de futuros de café*, Tesis de Licenciatura, Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Ciencias Económicas, escuela de contaduría Pública y Auditoría, Guatemala.
 24. Guzmán, Rodolfo (2007), *Elementos de un plan de manejo orgánico*. Econotas Mayacert, Volumen 2, Diciembre 2007.
 25. Hawking, Stephen. W. (1998), *Breve Historia del tiempo*. Editorial Crítica, Barcelona.
 26. Hull, J. y A. White (1993), *Efficient Procedures for Valuing European and American Path-Dependent Options*, En *Journal of Derivatives*, Vol. 1, pp. 21-23.
 27. Hull, J.C. (2000), *Options, Futures and other Derivatives*. Prentice Hall 4a Edición.
 28. Izquierdo, A. Javier (2000), *Modelos estadísticos del riesgo y riesgo de los modelos estadísticos. Del error a la imprudencia en la modelización econométrica del riesgo financiero*. EMPIRIA. Revista de Metodología de la Investigación Social, 3, pp.101-129. España.
 29. Lauchy Sañudo, A. y Domínguez Reyes, H. (2006), *Las opciones reales en la evaluación de inversiones bajo incertidumbre*. Revista Contribuciones a la Economía, marzo 2006. disponible en la dirección <http://www.eumed.net/ce/>.
 30. López, Sócrates (2009), *Costos de la certificación orgánica en Hidalgo*. Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades. Responsable de la Maestría en Estudios de Población, (Entrevista realizada en el lugar de trabajo del investigador, diciembre de 2009).
 31. Mankiw, N. Gregory (2000), *Macroeconomía*. Antoni Bosch editor, cuarta edición, Barcelona.
 32. Martínez Morales Cristina (1996). *El proceso cafetalero mexicano*. IIEc. UNAM, México.
-

-
33. Martínez Torres E. y Peters Grether (1995). *Cafeticultura orgánico/biodinámica en la sierra madre de Chiapas, México 1963-1993*. En *Conferencia Internacional sobre café orgánico* (memorias), 1995, AMAE, IFOAM, UACH, pp. 13-26.
 34. Mascareñas, Juan (2005), *La valoración de un proyecto de inversión biotecnológico como una opción real compuesta*. Universidad Complutense, Madrid.
 35. Mascareñas, Juan (2008), *Riesgo económico y financiero*. En *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas*. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en la dirección <http://www.ucm.es/info/jmas/mon/23.pdf>
 36. Merlo, Cesar (2008), *Cemex demanda a Venezuela ante el BM*. 5 de Diciembre del 2008. Versión electrónica de *EconomíaFinanzas.com*, 5 de Diciembre del 2008, disponible en la dirección <http://www.economiafinanzas.com/2008/12/05/cemex-demanda-avenezuela-ante-el-bm/>.
 37. Miller, L.T. y Park, C.S. (2002), *Decision Making under Uncertainty-Real Options to the Rescue?*. En *Engineering Economist*, Vol. 47, pp. 105-150.
 38. Montilla, Florencia. *Riesgo Pais*. Octubre 2007. En *Zona Económica.com* versión en internet disponible en <http://www.zonaeconomica.com/riesgo-pais>.
 39. Park K C. y Herath H. (2000), *Exploiting Uncertainty – Investment Opportunities as Real Options: A New of Thinking in Engineering Economics*, En *Engineering Economist*, Vol. 45, pp. 1–36.
 40. Pérez Akaki, Pablo (2005), *Los pequeños productores de café de la región Otomí-Tepehua, su problemática y sus alternativas*. Tesis Doctoral. Instituto de Geografía UNAM, D.F., México.
 41. Pérez Akaki, Pablo (2007), *Las transformaciones institucionales en la producción y comercialización internacional del café en el siglo XX y al inicio del XXI*. En *Problemas del Desarrollo*, revista latinoamericana de Economía, Vol. 38, num. 150, julio-septiembre de 2007.
 42. Pérez Akaki, Pablo y Echánove Huacuja, Flavia (2006), *Cadenas globales y café en México*. En *Cuadernos Geográficos*, Universidad de Granada, Granada, España, pp. 69-86.
 43. Peters, Edgar E. (1999), *Patterns in the dark. Understanding risk and financial with complexity theory*. John Wiley & sons Inc., N.Y.
 44. Quintana Romero, Luis y Mendoza González, Miguel Angel (2008), *Econometría Básica: Modelos y aplicaciones a la economía mexicana*. UNAM, FES Acatlán, Plaza y Valdez editores, México.
 45. Reyes Heroles, Federico (1993), *Conocer y decidir*. Editorial Taurus, , México , D.F.
 46. Reyes, Taurio (2009), *Estadísticas y experiencias de los proyectos de certificación*. Director de Certimex, (Entrevista realizada en las instalaciones de NAFINSA en el marco de la 8ª Exporgánicos, noviembre de 2009).
 47. Rodríguez de Castro, J. (2000), *Introducción al análisis de productos financieros Derivados*. Editorial Limusa, México, pp. 17-27.
 48. Ross Stephen A.; Westerfield Randolph W. y Jaffe Jeffrey F. (1997), *Finanzas Corporativas*, Mc. Graw Hill, Madrid, España.
-

-
49. Salinas Callejas, Edmar (2000), *Regulación y desregulación en el caso del café*. En *Análisis económico*, primer semestre, año/vol. XV, número 031, 2000 UAM-Azcapotzalco, D.F., México, pp. 185-205.
 50. Salinas Callejas, Edmar (2004), *El impacto de la onda cíclica de los precios del café en los productores de México*. En *Análisis Económico*, primer cuatrimestre, año/vol XIX, número 040, 2004 UAM-Azcapotzalco, D.F., México, pp. 269-291.
 51. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Recursos Pesqueros (SAGARPA) (2008), *Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON)*, versión 2008.
 52. Sistema Producto Café (2010). *Tipos de Café*. Información disponible en la dirección <http://www.spcafe.org.mx/wb3/wb/spc>.
 53. Sosa Maldonado, Lucino (1995). *Cooperativa Tosepan Titataniske: Plán de conversión de café orgánico*. En *Conferencia Internacional sobre café orgánico* (memorias), 1995, AMAE, IFOAM, UACH, pp.77-79.
 54. Sosa Maldonado, Lucino y González Valencia, Jaime (1995), *El cultivo de café orgánico en México*. Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de centros regionales.
 55. Soto, Gabriela , *Manual para productores: certificación orgánica paso a paso*. CATIE, documento no publicado y disponible en la dirección <http://www.catie.ac.cr/BancoMedios /Documentos%20PDF/certific.pdf>.
 56. Superintendencia de Bancos y Entidades de Bolivia (2008), *Boletín de Gestión de Riesgos*. Boletín número 6 versión mayo.
 57. Tirole, Jean (1990). *La teoría de la organización industrial*. Traducción de Carmen Matutes y otros. Ariel, Barcelona.
 58. Torres Torres, Felipe y Trápaga Delfín Yolanda (2002), *La agricultura orgánica: una alternativa para la economía campesina de la globalización*. UNAM, IIEc y Plaza y Valdés editores, 1ª. Reimpresión, México.
 59. Trampe, Rodolfo (2009). *El café de México en el contexto internacional*. Coloquio *Precios, costos e ingresos del cafetalero*. IIEc y CELA de la FCPyS UNAM, 27 y 28 de octubre 2009.
 60. Varian, Hal R. (2001), *Microeconomía intermedia*. Editorial Antoni Bosch, Barcelona.
 61. Venegas Martinez, Fancisco (2008), *Riesgos financieros y económicos: productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. CENGAGE Learning Editores
 62. Vernengo, Matías (2008), *Efectos recesivos y redistributivos de las políticas monetaria y fiscal en México*. Curso, Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Noviembre 2008.
 63. Vilariño, Ángel (2008). *La regulación financiera ante la crisis de crédito y liquidez*. En *XI Jornadas de Economía Crítica*, Bilbao, 27 al 29 de Marzo 2008. documento disponible en la dirección http://www.ucm.es/info/ec/ecocri/eus/ vilarino_sanz.pdf
-