

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ECONOMÍA

**EVALUACIÓN DE UNA INVERSIÓN
IRREVERSIBLE EN UN ESCENARIO DE
INCERTIDUMBRE,
CASO INTEGRACIÓN VERTICAL DE LOS
TRECE EJIDOS S.P.R. DE R.L.**

HIRAM SALOMÓN GUZMÁN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2010

La presente tesis titulada: **Evaluación de una inversión irreversible en un escenario de incertidumbre, Caso integración vertical de los Trece Ejidos S.P.R. de R.L.**, realizada por el alumno: Hiram Salomón Guzmán, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**

ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

Dr. José de Jesús Brambila Paz

ASESOR

Dr. José Alberto García Salazar

ASESOR

Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

ASESOR

Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez

ASESOR

Dr. Ramón Valdivia Alcalá

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mayo 2010

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado la beca para realizar mis estudios de doctorado.

Al Colegio de Postgraduados por haberme dado la oportunidad de formar parte en sus filas.

A mi Consejo Particular formado por el Dr. José de Jesús Brambila Paz, Dr. José Alberto García Salazar, Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez y Dr. Ramón Valdivia Alcalá, quienes me apoyaron en todo momento.

A todos los profesores que apoyaron mi formación

A todos mis compañeros y amigos del Colegio de Postgraduados

DEDICATORIA

A mis padres por haberme dado todo lo necesario para mi formación académica

A mis hermanos por su solidaridad y apoyo

A mi querida esposa Mónica por comprenderme y apoyarme en todo momento

A mi hija Ximena por ser mi motivación para superarme

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Antecedentes de los Trece Ejidos S.P.R. de R.L.....	3
1.2. Cómo están actualmente (inversión necesaria).....	4
1.3. Misión y visión.....	6
1.4. Tipo de constitución de la organización.....	6
1.5. Objetivos.....	8
1.6. Hipótesis.....	8
1.7. Metodología.....	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Criterios tradicionales para la evaluación de inversiones.....	9
2.1.1. Tasa interna de retorno (TIR).....	9
2.1.2. Valor presente neto (VPN).....	11
2.1.3. Relación beneficio / costo (B/C).....	12
2.1.4. Período de recuperación.....	12
2.2. Las opciones reales como un método para evaluación de proyectos bajo incertidumbre.....	13
2.2.1. Teoría de opciones financieras.....	14
2.2.2. Conceptos básicos de la tarificación de opciones.....	16
2.2.3. Opciones put y call: descripción y gráficas de pago.....	18
2.2.4. Determinantes del valor de una opción.....	23
2.2.5. Valor por tiempo y valor intrínseco.....	27
2.2.6. Opciones americanas y europeas: variables relacionadas al ejercicio anticipado.....	28
2.3. Modelos de tarificación de opciones.....	29
2.3.1. Modelo binomial.....	30
2.3.2. Modelo Black – Scholes.....	32
2.3.3. El proyecto de inversión visto como una opción.....	35
2.4. Los procesos estocásticos.....	37
2.4.1. El proceso de Wiener.....	37
2.4.2. Proceso de Wiener generalizado: Movimiento Browniano.....	40
2.5.2. Los valores críticos en la evaluación de proyectos en escenarios de	41

precios estocásticos.....	
2.4.3. Los valores críticos.....	41
2.4.3.1. La razón crítica y el valor crítico.....	42
2.5. Análisis de la Cadena de Valor.....	48
2.5.1. El Diagnóstico de las Capacidades Competitivas.....	50
2.5.2. Usos de la Cadena de Valor.....	51
2.5.3. Las Cadenas de Valor en la Nueva Economía.....	53
2.6. La Red de valor.....	53
2.6.1. El consumidor como eje central de todas las decisiones.....	53
2.6.2. Conceptualizando la red de valor.....	54
2.6.3. Las siete tendencias de la red de valor.....	55
3. EVALUACIÓN TRADICIONAL DEL PROYECTO DE LOS TRECE EJIDOS (ANÁLISIS FINANCIERO).....	57
3.1. Presupuesto, programas de inversiones y fuentes de financiamiento.....	57
4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO TRECE EJIDOS CON LA METODOLOGÍA DE OPCIONES REALES.....	62
4.1. Valor del activo subyacente.....	62
4.2. Precio de ejercicio de la opción.....	62
4.3. Varianza en el valor del activo.....	62
4.4. Fecha de expiración de La opción.....	63
4.5. Tasa libre de riesgo: Es la tasa de interés real anual libre de riesgo	63
4.6. Volatilidad de precios y la toma de decisión de aumentar o disminuir el volumen comercializado.	69
5. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES CRÍTICOS DEL MAÍZ COMMODITIE Y MAÍZ BLANCO CON VALOR AGREGADO (AQUINTALADO).....	79
5.1. Tasa de crecimiento real.....	79
5.2. Media y varianza de las tasas de crecimiento.....	80
5.3. Valor crítico del maíz y maíz blanco.....	82
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	88

INDICE DE CUADROS

1. Resumen de variables que afectan los precios de puts y calls.....	26
2. Correspondencias básicas para convertir una oportunidad de inversión en una opción call.....	36
3. Inversión Fija.....	57
4. Capital de Trabajo.....	57
5. Financiamiento que cubre los activos.....	58
6. Valor Actual Neto.....	59
7. Tasa Interna de retorno.....	60
8. Relación Beneficio Costo.....	60
9. Punto de equilibrio.....	61
10. Probabilidad de ocurrencia de cada nodo en el año seis.....	66
11. Varianza y media de 21 productos agropecuarios.....	81
12. Valor crítico de 21 productos agropecuarios.....	83

INDICE DE FIGURAS

1: Organigrama de la empresa.....	7
2. Perfil del comprador de un call.....	19
3. Perfil del vendedor de un call.....	20
4. Perfil del comprador de un put.....	22
5. Perfil del vendedor de un put.....	23
6. Relación entre el precio de mercado y el de ejercicio para una opción call	24
7. Relación entre el precio de mercado y el de ejercicio para una opción put	25
8. El valor de una opción decrece en el tiempo.....	25
9. Valor intrínseco y valor por tiempo en la opción call.....	27
10. Curvas de precios para opciones call con plazos de vencimiento.....	28
11.: Árbol binomial del valor del proyecto.....	65
12: Árbol binomial con el cálculo de la opción de expansión.....	67
13: Árbol binomial con el cálculo de la opción tecnológica.....	68
14: Árbol binomial con el cálculo de la opción de salida.....	68

INDICE DE GRÁFICAS

1. Precios reales del maíz y maíz blanco 1998-2008.....	79
2. Tasa de crecimiento real de los precios del maíz genérico y maíz blanco 1998-2008.....	80
3. Tendencia y riesgo.....	82

EVALUACIÓN DE UNA INVERSIÓN IRREVERSIBLE EN UN ESCENARIO DE INCERTIDUMBRE. EL CASO DE INTEGRACIÓN VERTICAL DE LOS TRECE EJIDOS S.P.R. DE R.L.

Resumen

Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. de R.L. es una empresa de productores de maíz de la región de Atlacomulco, Estado de México, que tienen el problema de incertidumbre en los precios de maíz y bajos ingresos por su actividad económica. Se plantea un crecimiento vertical con la incorporación de la actividad de acopio a través de un centro de acopio de los productores, además de tomar en sus manos la comercialización de maíz utilizando mecanismos como contratos de compra-venta, compra de coberturas de precios y créditos para sus socios, todo con la finalidad de reducir la incertidumbre y mejorar sus ingresos. Los objetivos son dos, a) Evaluar la inversión de la empresa Los Trece Ejidos con criterio de opciones reales en escenarios de incertidumbre irreversible y b) Evaluar como los instrumentos como contratos de compra-venta, coberturas, reducen la incertidumbre en las inversiones. La metodología inicia con la evaluación tradicional utilizando los indicadores (TIR, VAN y B/C) con el objetivo de identificar sus limitaciones; después se evalúa el proyecto utilizando la metodología de opciones reales y finalmente, utilizando los procesos de Wiener, se obtiene el valor crítico del maíz para el proyecto. Los resultados obtenidos indican que el proyecto de inversión evaluado con una tasa mínima de 12% es viable con una VAN de 13, 594,525.47, la TIR de 47.99% y una relación beneficio-costos de 1.05%. Para dar certidumbre se tiene un valor de la opción de salida de 1'152,462.99 y un valor crítico de 1.295. Se recomienda la inversión con la compra de una opción de salida. El precio del maíz para la decisión de salida es $L = \$2,148.82$ y el precio para la decisión de ampliarse es $H = \$2,930.00$.

Palabras clave: Maíz, Evaluación de proyectos, opciones reales, proceso de Wiener.

EVALUATION OF IRREVERSIBLE INVESTMENT IN A SETTING OF UNCERTAINTY. The case of vertical integration of the Trece Ejidos S.P.R. de R.L.

Abstract

The Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. of R.L. is a producer of maize in the region of Atlacomulco, State of México; they have the problem of uncertainty in corn prices and low returns for their business. Vertical growth is proposed by incorporating the collection activity through a collection center for farmers, plus take over the marketing of maize using mechanisms such as sale and purchase contracts, purchase price and credit hedges for its members, all with the aim to reduce uncertainty and increase their income. The objectives are two: a) Evaluate the company's investment Los Trece Ejidos with real options approach on uncertainty scenarios irreversible. b) Evaluating instruments such as sale and purchase contracts and coverage, reduce uncertainty in investment. The methodology starts with the traditional evaluation using the indicators (VAN, TIR, and B/C) with the aim of identifying their limitations, then the project is evaluated using the methodology of real options and finally, using Wiener processes, we obtain the critical value of corn for the project. The results indicate that the investment project evaluated with a minimum rate of 12% is viable with a VAN of 13,594,525.47, the TIR of 47.99% and a B/C of 1.0%. To give certainty to project the value of the output option is 1'152, 462.99 and a critical value of 1.25. We recommend the investment with the purchase of an exit option. The price of corn for the decision output is $L = \$ 2148.82$ and the price for the decision to expand is $H = \$ 2930.00$.

Keywords: Corn, Project evaluation, real options, Wiener process.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que enfrentan las empresas en el sector rural es la incertidumbre en los mercados, esto hace que la evaluación tradicional de proyectos de inversión, tanto para nuevas inversiones o crecer y/o diferenciarse, no sea suficiente para tomar la decisión de invertir. Actualmente el método más utilizado para la evaluación de un proyecto productivo es la metodología del descuento de flujos de caja (maximización del valor Actual Neto o VAN). Algunos autores plantean que el descuento de flujos de caja obliga a los directivos a concentrarse excesivamente en estimar los flujos de caja futuros del proyecto, olvidando las implicaciones estratégicas a mediano y largo plazo, siendo estas últimas más determinantes que la maximización del VAN.

La principal característica del VAN es que el inversionista adopta su decisión inicial de aceptación o rechazo de la inversión bajo el supuesto de que permanece pasivo frente a situaciones reales que se le presentan durante la vida del proyecto. En el mundo actual, las nuevas situaciones que se presentan a la empresa van seguidas de nuevas decisiones en un intento de adaptación a las mismas. No considerar el hecho de un entorno cambiante en el tiempo de vida del proyecto de inversión no solo es un enfoque estático del problema, sino también es obviar el valor que aportan las posibilidades de actuación que pueda presentar un proyecto de inversión y que le permiten adaptarse de mejor manera a la evolución del entorno.

Otra limitación de la VAN es que la tasa de actualización que emplea, correspondiente al riesgo del proyecto, se supone conocida y constante durante todo el horizonte temporal, lo cual es demasiado restrictivo ya que el riesgo del proyecto va a ser cambiante en la medida que el entorno cambie.

Por esta razón es necesario plantear una metodología de valoración de los proyectos de inversión basada en opciones, que permita reflejar la flexibilidad o adaptabilidad que éstos pueden presentar en el transcurso de la vida del proyecto, así también que los directivos de las empresas puedan desarrollar un análisis claro para evaluar sus proyectos de inversión.

En el caso de la organización Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R de R.L, además de la evaluación tradicional del proyecto de inversión, se evalúa utilizando el modelo binomial de opciones reales y se estima el valor crítico como una forma de evaluar los procesos estocásticos en los precios del maíz, con el objetivo de medir el impacto que genera pertenecer a una cadena productiva y tener instrumentos de disminución del riesgo como contratos de compra-venta del maíz y compra de coberturas de precios.

En el estudio se utilizaron los instrumentos de evaluación tradicional como la VAN, TIR, B/C, además los instrumento de opciones reales para evaluar proyectos y la teoría de procesos estocásticos para obtener valores críticos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La organización Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. de R.L. es una empresa que surge en octubre de 2002 por la necesidad de mejorar las condiciones económicas de los productores de maíz de la región de Atlacomulco, Estado de México, que viendo la incertidumbre en los precios del maíz y los bajos ingresos por su actividad económica se plantean mejorar las condiciones de su producto al entrar al mercado.

Para lograr este objetivo primero entendieron que es importante participar en parte de la cadena de valor del maíz para tener mejores ingresos. Es así que inician la empresa con la idea de participar en la producción, acopio y comercialización de su maíz, actividades que no hacían en su totalidad.

Con esto inician un crecimiento vertical con la incorporación de la actividad de acopio a través de un centro de acopio de los propios productores con capacidad de cinco mil toneladas, además de tomar en sus manos la comercialización agregada del maíz utilizando mecanismos como contratos de compra-venta, compra de coberturas de precios a través de ASERCA y créditos de avío y refaccionarios para sus socios, todo con la finalidad de reducir la incertidumbre y mejorar sus ingresos.

1.1. Antecedentes de los Trece Ejidos S.P.R. de R.L.

Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. de R.L., es un grupo de productores que se ha dedicado a la actividad agrícola, a través de la producción y comercialización de maíz. Los bajos precios del grano que se han registrado en la última década generó la necesidad de organizarse para enfrentar los problemas de descapitalización de los productores.

La descapitalización de los productores representa la principal debilidad de la organización y es lo que ha limitado el desarrollo de la actividad; por lo que se hace necesario recurrir a los diversos apoyos gubernamentales que otorga el estado, para poner en marcha el proyecto integral que plantea la integración

vertical de la empresa, desde la producción en campo, acopio, hasta la comercialización del producto. Lo cual beneficiará a los socios integrantes de la Sociedad; con la generación de empleos directos, ingresos por utilidades y capacitación; y un beneficio indirecto importante será la contribución al desarrollo económico de la región a la cual pertenece el grupo.

1.2. Como están actualmente (inversión necesaria)

Actualmente el grupo de productores está constituido legalmente como una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada, S. P. R. de R. L., tomando el nombre legal de “**Los Trece Ejidos de Jocotitlán S. P. R. de R. L.**” con número escritura 23038, volumen 27 con fecha de protocolización 2 de agosto de 2002 y fecha de protocolización de última modificación del acta constitutiva, 26 de agosto de 2005. La sociedad está conformada por 200 socios, cuya actividad principal actual es la producción de maíz grano. Su domicilio social se encuentra en Mavoro, Jocotitlán, Estado de México.

Los Trece Ejidos de Jocotitlán S. P. R. de R. L. es una organización activa en pleno desarrollo y con grandes expectativas de crecimiento y consolidación en el futuro inmediato en este sentido la organización se plantea el cambio hacia un nuevo esquema empresarial. **Pasará de ser una S.P.R. de R. L. a un conjunto de empresas (Proveedor de insumos Los Trece Ejidos S.A. de C.V., despacho de asistencia técnica los Trece Ejidos S.A. de C.V., Transportes los Trece Ejidos S.A. de C.V. y Comercializadora los Trece Ejidos S.A. de C.V.)** que mejorarán la actividad empresarial reflejándose en productividad, mejora de ingresos para los socios, desarrollo local y conservación, mejora ambiental y la posibilidad de su integración a una red de valor.

A pesar de contar con la infraestructura y equipo para otorgarle valor agregado, carecen del capital necesario para hacer compras en volúmenes mayores y poder ofertar un programa de abasto permanente durante todo el año a sus principales clientes, prestando además los servicios de beneficiado y almacén del grano de maíz.

Por ello se plantean aprovechar de forma integral el grano de maíz, a través de la operación y puesta en marcha de un plan estratégico que permita un mayor

acopio de maíz en la temporada de cosecha, para posteriormente beneficiarlo, envasarlo (aquintalado), comercializarlo y **diferenciarlo para darle valor agregado** y en consecuencia conseguir un mejor precio en beneficio de la empresa y de sus agremiados, teniendo la capacidad de pagar de contado a sus proveedores asegurando tanto a los socios como a sus proveedores un pago oportuno garantizando ingresos seguros para sus familias.

Con esto la organización y los productores podrán incrementar sus márgenes de ganancia, así como diversificar las fuentes de empleo en la región. Así mismo **a largo plazo, la sociedad pretende implementar una línea para la producción de masa y elaboración de tortillas de maíz azul empacadas al alto vacío**, así como el establecimiento de tortillerías en la región de Jocotitlán y municipios cercanos.

El proyecto se enmarca dentro de la necesidad que existe en la región, e inclusive en el país, para optimizar la producción en el campo e industria, para lograrlo, se requiere fomentar la industrialización de los productos agrícolas, porque todo aquello que tiene una elaboración más allá de lo que es el cultivo simple, representa un valor agregado.

Es así como surge el proyecto, como un instrumento que justifica la necesidad de invertir, y la factibilidad técnica-económica de las diversas actividades productivas que plantea la Sociedad, en beneficio de los socios, de la organización en su conjunto y de la región a la cual pertenecen.

Es importante mencionar que la organización actualmente también está operando como una entidad dispersora de crédito (PARAFINANCIERA) con fondos FIRA a través de la SOFOL Agropecuaria Financiera S. A.; en el ciclo P-V 2006 contó con una línea para dispersión por 5.3 millones de pesos, de los cuales 2.4 millones fueron canalizados para la producción de maíz, y 2.9 millones de pesos para la engorda de ganado. Para el ciclo P-V 2007 se autorizó una línea de 4.2 millones de pesos para Avió maíz y 4.9 millones de pesos para avío ganadero, lo que hace un total de 9.1 millones de pesos. Cabe recalcar que el crédito que otorga como entidad dispersora lo distribuye dentro de los mismos socios de la organización.

1.3. Misión y visión

a) Misión

Ser una empresa que ofrezca a sus socios y agremiados la posibilidad de comercializar su maíz, con un pago pronto y justo, beneficiando y diferenciando el grano, así como buscando posteriormente la industrialización de éste, y el aprovechamiento de subproductos, con alta tecnología y con altos estándares de calidad; que derive en la obtención de mejores dividendos y ganancias, que contribuya al desarrollo económico de la empresa en su conjunto y de la región a la cual pertenecen.

b) Visión

Nos vemos como una empresa integral, en constante crecimiento en la producción, acopio, almacenamiento, beneficio, comercialización e industrialización de maíz; con presencia nacional.

1.4. Tipo de constitución de la organización

Actualmente la organización está constituida legalmente como Sociedad de Producción Rural, bajo la denominación: "Los Trece Ejidos de Jocotitlán S. P. R. de R. L.; la cual tiene por objeto la coordinación de actividades productivas, asistencia mutua, comercialización u otras no prohibidas por la Ley (Art. 108 de la Ley Agraria).

El régimen propuesto es el de Responsabilidad Limitada, en donde cada uno de los socios responde de las obligaciones hasta por el monto de sus aportaciones al Capital Social.

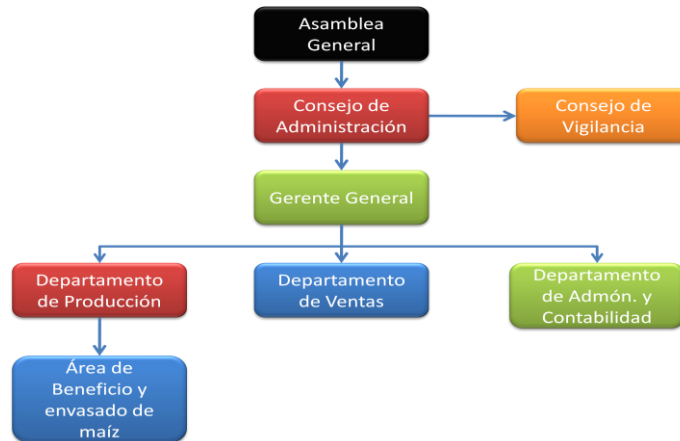
La constitución y administración de la sociedad está sujeta en lo conducente a lo establecido en los Artículos 111 y 112 de la Ley Agraria. El acta constitutiva está inscrita, además, en el Registro Público de Comercio, en la SRE, en el RAN, en la SHCP. La organización también está inscrita en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

La Organización de la Sociedad está regida por los lineamientos establecidos en la Ley Agraria; y está conformada por los siguientes órganos: Asamblea General, Consejo de Administración y Consejo de Vigilancia.

a) Organigrama de la empresa

El organigrama propuesto muestra que el funcionamiento de todas las partes de la empresa es responsabilidad de todos, mismo que se muestra en la siguiente

Figura 1: organigrama de la empresa



2. Fuente: Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. de R.L.

1.5. Objetivos

- a) Evaluar la inversión de la empresa Los Trece Ejidos con criterio de opciones reales en escenarios de incertidumbre irreversible
- b) Evaluar a través de opciones reales como la incertidumbre en los precios afecta al proyecto para mantenerse y crecer o para cerrar.
- c) Evaluar como los instrumentos como contratos de compra-venta y cobertura de precios reducen la incertidumbre en las inversiones (valores críticos).

1.6. Hipótesis

- a) A los Trece Ejidos le conviene hacer la inversión bajo la incertidumbre actual.
- b) Los contratos de compra-venta y cobertura de precios de maíz blanco diferenciado (aquintalado) reducen la incertidumbre en los precios.

1.7. Metodología

El logro de los objetivos planteados y la demostración de las hipótesis se realizarán bajo la metodología de evaluación de proyectos tradicional y la metodología de opciones reales para la contrastación de los resultados, además se obtendrán los valores críticos en escenarios de incertidumbre distintas.

En la primera parte se expondrá las metodologías de evaluación de proyectos utilizando el método tradicional, con los indicadores TIR, VAN y B/C, la metodología de evaluación con opciones reales a través de los modelos más conocidos como son: el modelo binomial y el modelo desarrollado por Black y Sholes y la metodología de obtención del valor crítico.

En la segunda parte se el proyecto de comercialización de los Trece Ejidos evaluado utilizando las herramientas tradicionales (TIR, VAN y B/C), con el objetivo de identificar las limitaciones de dicha metodología y se evaluará el proyecto utilizando opciones reales.

2. MARCO TEÓRICO

Los elementos tradicionales para la evaluación de una inversión se basan en indicadores definidos como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Relación Beneficio-costos (B/C). Pero en la realidad actual con escenarios económicos y escenarios sociales nuevos, las herramientas viejas para evaluar proyectos y hacer planes de negocio para la toma de decisiones están evolucionando. La evaluación de proyectos para un mundo con incertidumbre y riesgo, donde la administración de la empresa es flexible y se adecua a circunstancias cambiantes se hace ahora con la metodología de Opciones Reales (Brambila, 2006).

Esta metodología utiliza el resultado de la evaluación tradicional y lo analiza en un escenario de incertidumbre. Esto significa que la evaluación tradicional del valor presente neto, subvalúa al del proyecto, porque no toma en cuenta el valor que se agrega al tener una administración que se adapta a las circunstancias cambiantes, así como, la utilización de nuevos instrumentos de disminución de riesgos, como la compra de futuros, entre otros.

2.1. Criterios tradicionales para la evaluación de inversiones

2.1.1. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, Solórzano (2002), denominada también, tasa de rentabilidad, es la medida más simple de rentabilidad de las inversiones en los métodos que emplean flujos descontados. La diferencia principal que esta técnica tiene con respecto a otros criterios, se encuentra en la tasa de descuento que utiliza.

El caso más general de las inversiones, es cuando éstas generan fondos durante varios períodos (principalmente delimitados por años). Cuando se conoce la inversión inicial que los produce, puede obtenerse la tasa de interés que reporta dicha inversión.

Supóngase entonces, una inversión inicial denominada F_0 que genera flujos de fondos durante los años 1, 2, 3, ... , n , representados por $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$. Dado que los flujos de fondos se generan durante varios años, deben actualizarse para que tomen en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Para esto, deben multiplicarse por el factor v de descuento:

$$V_j = \frac{1}{(1+i)^j}$$

donde:

j = año de evaluación

i = tasa de interés

La tasa de descuento genera un valor presente total, al aplicarse sobre los flujos esperados. Este valor será igual al valor presente de la inversión considerada para obtenerlos. La tasa que iguala esta ecuación recibe el nombre de tasa interna de retorno (TIR). Es decir, la TIR es aquella i que satisface:

$$F_0 = \frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

$$F_0 = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

$$\sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$$

Bajo este criterio, la **tasa de interés utilizada para descontar los flujos** se trata como una incógnita que será determinada a partir del conocimiento de los flujos de fondos. La importancia de obtener la tasa que iguale la inversión inicial con la corriente de flujos actualizados radica en que es dicha tasa la **máxima tasa de retorno requerida (o costo de capital)** que la empresa puede aceptar para financiar el proyecto sin perder dinero. Si un proyecto se financia con una tasa igual a la TIR, la empresa logrará que los fondos generados por el proyecto alcancen exactamente para pagar el servicio de la deuda (capital más intereses).

Si por el contrario, la TIR es superior a la tasa de financiamiento, el proyecto será rentable y análogamente si la TIR es inferior, se perderá dinero si el proyecto se lleva adelante.

La regla de aceptación para la TIR es aceptar toda inversión cuya tasa sea superior a la tasa de rendimiento requerida.

2.1.2. Valor presente neto (VPN)

Este concepto puede definirse como el valor presente del conjunto de flujos de fondos que derivan de una inversión, descontados a la tasa de retorno requerida menos la inversión inicial, todo valuado al momento justo de desembolsar la inversión. Si k es el costo del capital (o la tasa de retorno requerida) de la inversión, se define el VPN:

$$VPN = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j} - F_0$$

El criterio de aceptación o rechazo de la inversión se establece en función del monto del valor presente neto. La regla es aceptar toda inversión cuyo VPN sea mayor a cero. La clasificación de conveniencia de las inversiones en este criterio, se efectúa sobre la base de valor de éstos, en orden decreciente (esto es, las inversiones más atractivas serán aquellas con mayor VPN).

Profundizando en el concepto de VPN mayor a cero, el valor obtenido equivaldría a que la empresa pidiera un préstamo igual a la inversión inicial más el VPN a la tasa de retorno requerida. Si la empresa repartiera a los propietarios de la inversión, el VPN al momento de obtener el préstamo, realizaría la inversión con el monto restante del préstamo (que sería igual a la inversión inicial). El préstamo más sus intereses (determinados por la tasa de mercado que será la tasa de retorno requerida) se pagarían con los flujos de los fondos que genera el proyecto.

De acuerdo a la definición establecida al inicio de este capítulo, la tasa de rentabilidad es la tasa de interés que se utiliza para descontar que hace que el valor presente neto sea cero. Por la similitud en sus planteamientos, puede afirmarse que la conclusión del análisis que origina el criterio de **TIR** comparada con la derivada del **VPN** en la mayoría de los casos serán coincidentes (siempre que la TIR presente un valor real).

2.1.3. Relación beneficio / costo (B/C)

Esta relación surge del cociente entre los flujos de fondos actualizados a la tasa de rendimiento requerida (k) y el valor actual de la inversión:

$$B/C = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j}}{F_0}$$

Si la inversión se realiza en m años y los beneficios comenzaran a partir de $m + 1$, la ecuación es:

$$B/C = \frac{\sum_{j=m+1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j}}{\frac{\sum_{j=0}^m \frac{F_j}{(1+k)^j}}{F_0}}$$

Una inversión es aceptable, bajo este criterio, cuando la relación sea mayor a 1. La clasificación de conveniencia de las inversiones, se establecerá según el valor del cociente, cuando éste rebase el 1.

2.1.4. Período de recuperación

También es llamado período de repago o reembolso. Se define como el lapso en el cual los beneficios derivados de una inversión, medidos en términos de flujos de fondos, recuperan la inversión inicialmente efectuada:

$$\frac{F_0}{\sum_{j=1}^t F_j} \geq 1$$

donde:

F0 = inversión inicial

Fj = monto anual del flujo de fondos

t = Período de recuperación, para el cual se resuelve la ecuación

En estos flujos no se cuentan las depreciaciones y otros cargos que no implican egresos dentro de los costos, pero sí se consideran los cargos financieros (intereses por ejemplo), mismos que ya se encuentran implícitos en los flujos.

La clasificación de inversiones bajo este criterio, se efectúa sobre la base de la extensión de su período de recuperación. La aceptabilidad de las inversiones, sobre la base de la fijación de ciertos estándares con carácter de máximo (Solórzano, 2002).

2.2. Las opciones reales como un método para evaluación de proyectos bajo incertidumbre

El desarrollo actual de los mercados globales, la modernización de las comunicaciones, la automatización de los procesos, lleva aparejada una nueva forma de organizar la producción, la industrialización y la comercialización de los productos alimenticios en los que se conoce como Redes de Valor. Estos cambios impactan en la evaluación de los nuevos proyectos de inversión hacia este sector. Los mecanismos tradicionales de evaluación no son suficientes y subvalúan dichos proyectos y es necesario asomarse a nuevas metodologías para la dictaminación de proyectos productivos. Las Opciones Reales es una metodología utilizada en opciones financieras pero adaptadas a proyectos reales y que evalúan con mayor precisión en un ambiente de cambios e incertidumbre.

Las opciones reales como un avance en la metodología de evaluar proyectos es adecuada para una agricultura nueva, donde el productor participa como proveedor de una red de valor y se tiene que adecuar rápidamente a los cambios que tiene que hacer la red para satisfacer las necesidades cambiantes del

consumidor. Incluir en la evaluación el valor de la flexibilidad, permite evitar el rechazo de los buenos proyectos de una agricultura nueva que sí agregan valor. No como sucede en la actualidad, que al aplicar la metodología tradicional se rechazan buenos proyectos por una deficiencia en el instrumento que los subvalúa (Brambila, 2006).

2.2.1. Teoría de opciones Financieras

Solórzano (2002) plantea que el modelo de flujos de efectivo descontados representa la plataforma básica para la mayoría de los análisis financieros. En el análisis de inversiones, por ejemplo, el punto de vista convencional es que el **valor presente neto** de un proyecto es la medida del valor que ese proyecto añadirá a la empresa que lo lleve a cabo. De esta forma, el invertir en un proyecto con valor presente neto positivo (o negativo), aumentará (o disminuirá) el valor de la firma. En las decisiones de estructura de capital, una mezcla financiera que minimiza el costo de capital sin desequilibrar los flujos operativos de efectivo, incrementa el valor de la empresa y es visto como la mezcla óptima. En valuación, el valor de una compañía es el valor presente de los flujos de efectivo esperados de los activos de la empresa.

Estos trabajos han fallado en la consideración de las alternativas involucradas en cada uno de estos proyectos. Por ejemplo, el valor presente neto de un proyecto no captura los valores de las opciones de posponer, expandir o abandonar un proyecto. Cuando se compara con **inversiones**, la aproximación tradicional de escoger el modelo con el retorno más alto o el valor presente puede pasar por alto a las inversiones que ofrecen más flexibilidad para las operaciones de una empresa. Un modelo financiero que se enfoca en minimizar los **costos de capital** actuales, no considera el valor de la flexibilidad financiera que implica tener una capacidad de exceso de deuda. En un enfoque similar, las empresas que se abstienen de regresar utilidades a sus accionistas y acumulan grandes saldos de efectivo, tendrían también la posibilidad de ser guiadas por el objetivo de flexibilidad financiera.

El valor de la acción obtenido de un modelo de valuación de flujos de efectivo descontados, no cuantifica la opción de controlar, y de ser necesario, liquidar la empresa que los inversionistas de dicha acción poseen, e ignora otras opciones que podría tener la empresa, como patentes, licencias y derechos a reservas naturales.

En valuación de adquisiciones, a menudo no son consideradas las opciones estratégicas que pueden abrirse para la firma adquiriente como resultado de la transacción. Las limitantes principales que han encontrado los esquemas tradicionales de valuación, se pueden resumir en que se apoyan totalmente en los pronósticos de los flujos, creando una ilusión de certidumbre sobre los números que éstos presentan. Algunas compañías tratan de evitar esto expandiendo el análisis a varios escenarios de predicción, sin que tal estrategia pueda eliminar la subjetividad de los pronósticos de los flujos. Otro problema es que estos modelos hacen tomar decisiones estáticas que al final del período, pueden no ajustarse a la realidad presentada.

Cuando se considera a la incertidumbre como una variable para los modelos de valuación, el marco de toma de decisiones cambia por completo y ésta es uno de los principales objetivos de la manera de enfocar un problema bajo opciones reales: la incertidumbre crea oportunidades.

Al rediseñar las estrategias de valuación, deben enfocarse los mercados en términos de la fuente, tendencia y evolución de la incertidumbre, determinar el grado de exposición de la inversión (cómo se traducen los eventos externos a ganancias o pérdidas) y reposicionar los planteamientos de tal manera que se tome la mayor ventaja posible de la incertidumbre.

El enfoque de opciones reales intercala los efectos de tiempo e incertidumbre en la valuación a través de la teoría financiera que respalda los modelos de tarificación de opciones y es por esto que debe explorarse con profundidad dicha teoría antes de determinar y definir las opciones involucradas en la toma de decisiones con respecto a activos reales.

Estas opciones necesitan no solo ser consideradas de forma explícita y ser evaluadas, sino que también el valor de estas opciones puede ser sustancial. Muchas inversiones y adquisiciones que no serían justificables por otros medios de valuación, pueden tener un valor muy atractivo si se consideran las opciones incluidas en ellas.

Aunque existan opciones involucradas en las acciones, deben tenerse en cuenta las condiciones que tienen que cumplirse para que estas opciones tengan valor.

2.2.2. Conceptos básicos de la tarificación de opciones

Una opción representa el derecho mas no la obligación que tiene el tenedor de ésta, para vender o comprar una cantidad determinada de un bien o activo subyacente (puede ser una acción, mercancía básica, divisa, instrumento financiero, etc.) a un precio preestablecido (llamado precio de ejercicio o precio strike) dentro de un período determinado que comprende cualquier fecha anterior o igual a la fecha de expiración de la opción.

Aunque las opciones son los instrumentos más sencillos, también son los más flexibles y sofisticados que existen en la administración de riesgos. En los mercados financieros internacionales se comercian opciones sobre acciones, divisas, instrumentos de deuda y sobre tasas de interés, así como contratos de futuros.

Muchas entidades mexicanas utilizan opciones de divisas, de tasas de interés y de precios de mercancías básicas para especular y cubrirse. Las opciones sobre tasas de interés internacionales y tipos de cambio tienen un gran potencial para los mexicanos que participan en los mercados cambiarios y de divisas. Por ejemplo, los bancos mexicanos tienen activos y pasivos en dólares estadounidenses y sus portafolios con frecuencia están expuestos al riesgo de un alza en las tasas de interés internacionales. De igual manera, algunas empresas mexicanas son deudoras netas en dólares estadounidenses y, en la medida que avance la apertura económica, están más expuestas a movimientos de tipos de

cambio, no sólo del peso frente al dólar sino también del peso/yen, peso/dólar canadiense, etc. Todos estos riesgos deben cubrirse con opciones.

La manera más sencilla de entender la esencia de un contrato de opciones es estableciendo su similitud con una póliza de seguro. Por ejemplo, si una persona desea asegurar su automóvil contra riesgos de accidente durante un año, le paga a una compañía aseguradora una prima (cuyo monto dependerá de la probabilidad de que el accidente suceda). A cambio, la aseguradora subsana con cierta cantidad de dinero, en caso de que en el transcurso del contrato, ocurra un accidente. Si el siniestro no se presenta, el asegurado pierde su prima y únicamente pagó por la protección. Aunque el enfoque no siempre se centra en estas coincidencias, la póliza de seguro es una opción. De hecho, la aseguradora vendió la opción de recibir una indemnización determinada; opción que puede ser ejercida únicamente si existe el accidente.

Lo que en los mercados internacionales se conoce como opciones es lo que se refiere a opciones financieras (de acciones, índices accionarios, divisas, tasas de interés) y opciones sobre mercancías básicas (petróleo, plata, café, etc.). Éstas funcionan como una póliza de seguros en la siguiente forma: un inversionista con acciones de una empresa quiere proteger el precio de venta de dichas acciones. Puede pagar una prima por una opción de venta para adquirir derecho a vender sus acciones a un precio dado – el precio de ejercicio – durante un período determinado. Si el precio de las acciones baja hasta el precio de ejercicio o incluso por debajo de éste, el inversionista estará protegido. Puede vender sus acciones al precio más alto posible, de acuerdo con su contrato de opciones. Sin embargo, si el precio de las acciones se mantiene por arriba del precio de ejercicio, la opción expira sin haberse utilizado y el inversionista solo pierde la prima de cobertura.

Como es un derecho y no una obligación, el poseedor de la opción puede elegir no ejercer el derecho y permitir que la opción expire. Existen dos tipos de opciones:

- Opción **put** u opción de **venta**

- Opción **call** u opción de **compra**

En principio, todos los contratos de opciones, ya sea para comprar (call) o para vender (put) deben especificar las siguientes características:

- El activo o bien subyacente
- El monto o precio del activo subyacente
- El precio de ejercicio al cual se puede ejercer la opción (también conocido como precio strike)
- El tiempo de vencimiento

2.2.3. Opciones put y call: descripción y gráficas de pago

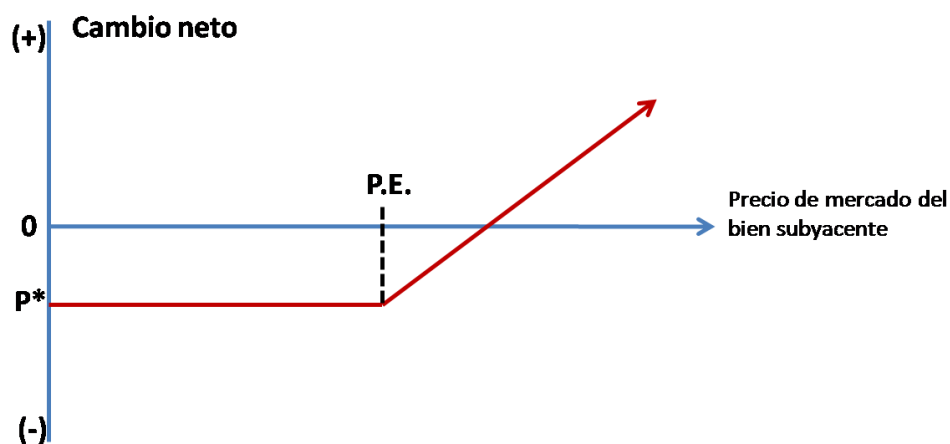
Una **opción call** indica el derecho (más no la obligación) del comprador de la opción a comprar el activo subyacente a un precio de ejercicio, en cualquier tiempo determinado anterior o igual a la expiración de la opción. El comprador paga un precio (prima) por este derecho. Si a la fecha de expiración, el valor del activo es menor al precio strike, la opción no se ejerce y expira sin valor. Si, por otro lado, el valor del activo es mayor que el precio de ejercicio, entonces la opción es ejercida; esto es, el tenedor de la opción compra el activo al precio de ejercicio y la diferencia entre el valor del activo y este precio constituye la ganancia bruta de la inversión. La ganancia neta de la inversión es la diferencia entre la ganancia bruta y el precio pagado por el call al inicio.

El gráfico de perfil de riesgo (pérdidas o ganancias) ilustra el pago en efectivo de una opción al momento de su expiración. El eje Y muestra las utilidades o pérdidas netas derivadas de los movimientos en el precio del bien subyacente, una vez que se adquirió la opción. El eje X indica el precio del bien subyacente, teniendo a P.E. como el valor de precio de ejercicio. El comprador de la opción paga una prima, la cual representa una pérdida neta indicada como P^* en la figura. Para un call, el pago final neto es negativo (e igual al precio pagado por el call) si el valor del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio y bajo este esquema, la pérdida máxima ascendería al monto de la prima. Si, por otro lado, el precio del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio, el pago

bruto es la diferencia entre el valor del activo subyacente y el precio de ejercicio y el pago neto es la diferencia existente entre el pago bruto y el precio de la prima de la opción call.

Mientras más alto sea el precio del mercado con relación al precio de ejercicio, mayor será la utilidad neta; así lo muestra la recta de pendiente positiva. Esta función no corta el eje de las X en P.E., aunque el poseedor de la opción call puede ejercerla en este punto, sus utilidades netas son positivas hasta que recupera la prima P^* . El comprador de un call tiene un riesgo conocido y limitado de pérdida, y una posibilidad desconocida e ilimitada de ganancia. Cuando un individuo adquiere un seguro, paga una cuota de riesgo sin conocer en algunos casos, a cuánto ascenderá el monto máximo de cobertura.

Figura 2. Perfil del comprador de un call



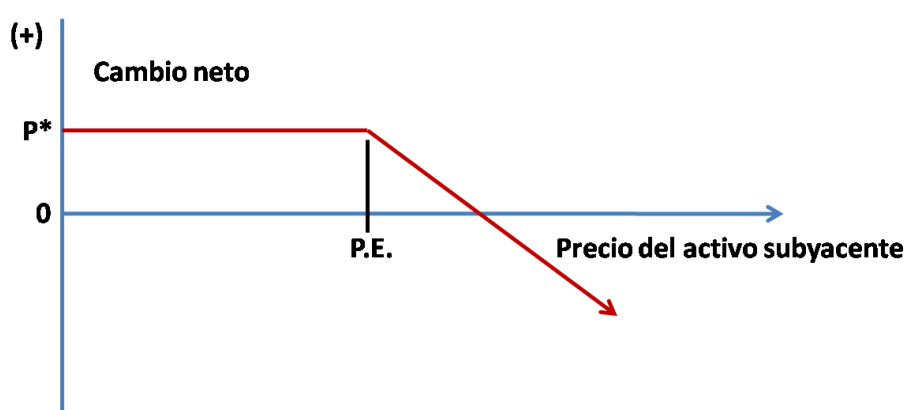
Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

El perfil de riesgo o ganancia del vendedor de la opción call se muestra en la siguiente figura,. Es una imagen inversa a la anterior: el vendedor de esta opción recibe una prima P^* . A medida que el precio del bien subyacente permanece por

debajo del precio de ejercicio (P.E.), la opción no se ejerce y su utilidad es la prima. Pero si se ejerce, el vendedor está obligado a ofrecer cierta cantidad del bien subyacente al precio de ejercicio, que por definición, será menor al del mercado. Mientras mayor sea el precio en el mercado con respecto al precio de ejercicio, mayores serán las pérdidas netas del vendedor de la opción y esto es representado por la función con pendiente negativa. Esta línea no corta el eje de las X en P.E. pues aunque la opción se ejerza, el vendedor no registrará una pérdida neta hasta que el precio de mercado sea tan alto en relación con el precio de ejercicio que sobrepase el monto de la prima.

El vendedor de un call tiene potencial de ganancia que es conocido y limitado y un potencial de pérdida desconocido e ilimitado. Por esta razón, las bolsas requieren que los vendedores de opciones entreguen margen. Aquél que venda opciones en los mercados de mostrador, debe contar con una calidad crediticia muy alta y, en caso de que se les pida, constituir un depósito como margen en el banco comprador (concepto equivalente al capital mínimo de garantía de una compañía de seguros).

Figura 3. Perfil del vendedor de un call



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

Una opción put le otorga a su comprador el derecho (mas no la obligación) de vender cierta cantidad de un bien (el activo subyacente) a un precio determinado

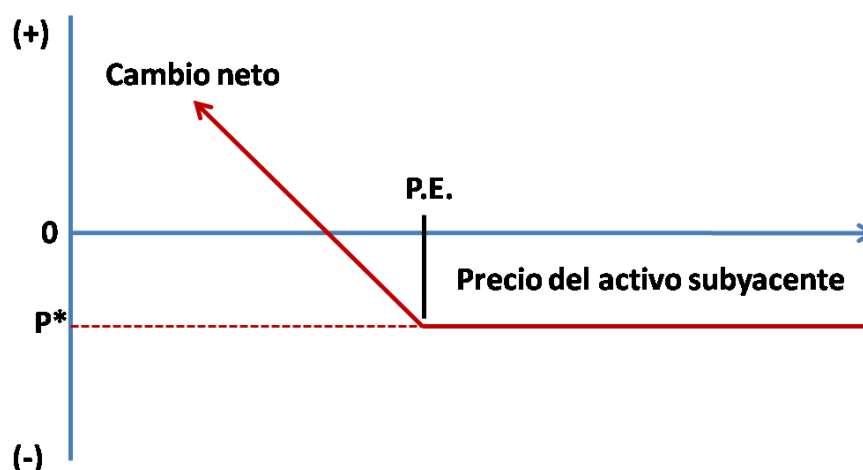
(precio strike o de ejercicio), durante un lapso previsto (cualquier fecha anterior o igual a la fecha de expiración). Para adquirir este derecho, se debe pagar una prima. Si el precio del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio, la opción no será ejercida y expirará sin valor. Si por otro lado, el precio del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio, el poseedor de la opción put ejercerá la opción y venderá la acción al precio strike, siendo el pago bruto la diferencia entre el precio strike y el valor de mercado del activo. Una vez más, al incluir el costo inicial pagado por el put (prima), se obtiene el pago neto de la transacción.

Un put tiene pago neto negativo si el valor del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio, y tiene un pago bruto igual a la diferencia entre el precio strike y el valor del bien subyacente si el valor del activo es menor a este precio.

El Gráfica muestra el perfil de riesgo o ganancia del comprador de una opción put. El eje Y indica las ganancias y pérdidas netas, que corresponden a movimientos del precio del bien subyacente durante el plazo de vigencia de la opción. El eje X mide el precio del activo subyacente, siendo P.E. el precio de ejercicio. El comprador de la opción paga una prima que representa el gasto neto P^* . Si el precio del activo subyacente es mayor que el de ejercicio, el comprador del put solamente pierde la prima. En cambio, si el precio es menor o igual que P.E., el tenedor del put puede ejercerla y vender el activo al precio de ejercicio. Mientras más bajo sea el precio de mercado con relación al de ejercicio, mayores serán las ganancias, hecho que demuestra la función de pendiente negativa. Ésta no corta el eje X en P.E. pues si el comprador ejerce su opción de venta, sus utilidades netas serán positivas hasta que recupere la prima.

El comprador de un put tiene un riesgo conocido y limitado de pérdida, y una posibilidad desconocida de ganancias, limitada a que el precio del subyacente baje hasta cero (no es ilimitada porque este precio no puede ser negativo).

Figura 4. Perfil del comprador de un put

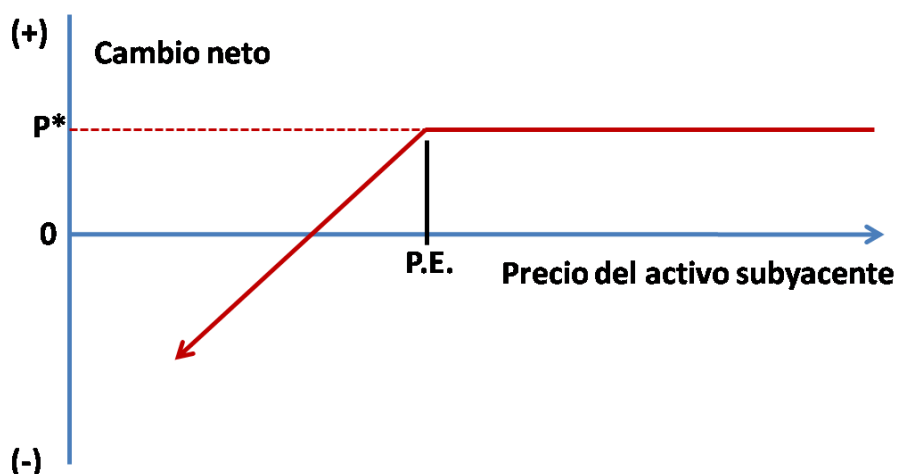


Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

El perfil de riesgo o ganancia del vendedor de una opción put se muestra en la siguiente gráfica. Análogamente, representa el inverso del gráfico anterior. El vendedor de un put recibe la prima P^* y a medida que el precio del activo subyacente sea mayor que el de ejercicio (P.E), el vendedor conserva la prima. Una vez que la opción es ejercida su vendedor está obligado a comprar una cantidad del bien subyacente de acuerdo con el contrato de opción, al precio de ejercicio (que por definición, es superior al de mercado). Mientras menor sea el precio de mercado, respecto al de ejercicio, mayores serán las pérdidas netas del vendedor de la opción put. La anterior aseveración puede observarse en la línea con pendiente positiva, que no corta el eje X en P.E. ya que incluso cuando se ejerce la opción, el vendedor no registrará una pérdida neta sino hasta que el precio de mercado sea más bajo que el de ejercicio, generando una pérdida que supere la ganancia neta obtenida de la prima.

El vendedor de una opción put tiene una ganancia potencial conocida y limitada, y una pérdida potencial desconocida y limitada a que el precio del subyacente baje hasta cero. Se requiere que los vendedores de opciones en bolsa constituyan un depósito de margen y si el precio del activo subyacente se mueve en contra del vendedor, puede requerírsele margen adicional. Los vendedores de opciones en el mercado extrabursátil deben contar con una calificación crediticia muy alta y probablemente se les exija constituir depósitos o reservas de buena fe.

Figura 5. Perfil del vendedor de un put



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

2.2.4. Determinantes del valor de una opción

Las primas de las opciones se determinan mediante la interacción de la oferta y la demanda, que depende de las variables que relacionan el activo subyacente con los mercados financieros:

- a. **Valor Actual del Activo Subyacente:** Las opciones son acciones que derivan su valor de un activo subyacente. Consecuentemente, los cambios en el valor de éste, afectan el valor de las opciones sobre esa acción. Como los calls dan el derecho de comprar el activo subyacente a un precio establecido, un incremento en el valor de dicho activo, incrementará su valor. Por otro lado, los puts se vuelven menos valiosos al incrementar el valor del activo subyacente.

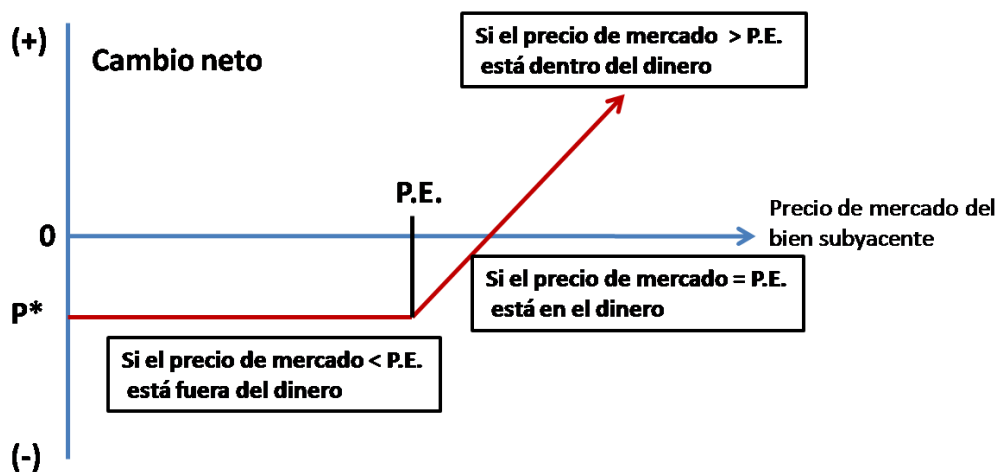
- b. **Varianza en el Valor del Activo Subyacente:** El comprador de una opción adquiere el derecho de comprar o vender el activo subyacente a un precio fijo. Mientras más alta sea la varianza en el valor de ese activo, mayor será el valor de la opción. Esto se cumple tanto para los puts como para los calls. Aunque pareciera obvio que un incremento en la medida de riesgo (varianza) debería incrementar el valor, el supuesto no es redundante al tener en cuenta que las opciones son diferentes a otros o instrumentos ya que los compradores de opciones nunca pueden perder más que el precio

que pagaron por ellas; de hecho, tienen el potencial de ganar retornos significativos al existir movimientos de precio grandes.

- c. **Precio de Ejercicio de la Opción:** Una característica clave que se usa para describir una opción es su precio del ejercicio. En el caso de calls, donde el comprador adquiere el derecho de comprar a un precio fijo, el valor del call declinará mientras dicho precio se incrementa. En el caso de puts, donde el comprador tiene derecho de vender a un precio fijo, el valor incrementará mientras este precio se incrementa.

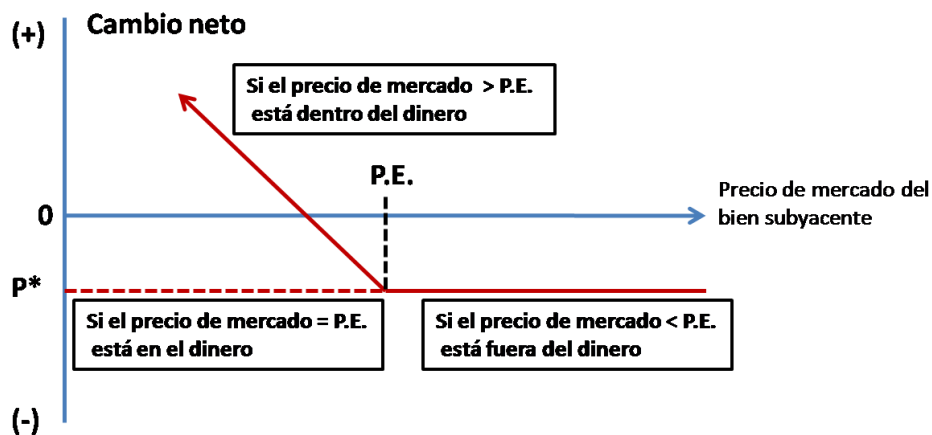
Las siguientes gráficas explican la relación entre el precio de mercado y el de ejercicio para los dos tipos de opciones. En un call, si el precio de mercado es menor que el de ejercicio, la opción no puede ser ejercida y queda “fuera del dinero” (“out of the money”). Si el precio de mercado es igual al de ejercicio, entonces sí puede ejercerse y se dice que está “en el dinero” (“at the money”). Cuando el precio de mercado es mayor que el de ejercicio, la opción puede ejercerse con una utilidad, en la medida que el precio de mercado sea más alto en relación con el precio de ejercicio y en este caso se dice que la opción está “dentro del dinero” (“in the money”). Cuando una opción put, está fuera del dinero su valor es menor.

Figura 6. Relación entre el precio de mercado y el de ejercicio para una opción call



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

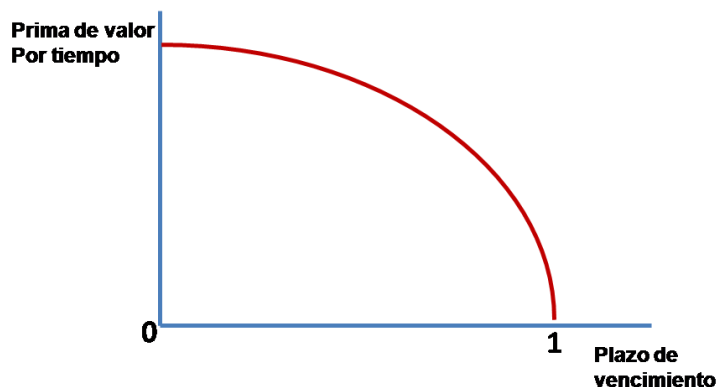
Figura 7. Relación entre el precio de mercado y el de ejercicio para una opción put



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

d. Tiempo de Duración de la Opción: Las opciones son activos que se deprecian con el tiempo. De la misma forma en que una póliza de seguro por un año cuesta más que otra por una semana, una opción a más largo plazo cuesta más que una a plazo menor. Tanto los puts como los calls incrementan su valor dependiendo de su duración. Esto es porque mientras más grande sea el período, es mayor el tiempo que el activo subyacente tiene para variar su valor, y la opción para ejercerse, haciendo que el valor para ambos tipos de opciones crezca. Adicionalmente, en el caso de un call donde el comprador tiene que pagar un precio fijo a la expiración, el valor presente de este precio fijo disminuye cuando la duración de la opción se incrementa, haciendo que el valor del call aumente.

Figura 8. El valor de una opción decrece en el tiempo



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

- e. Tasa de Interés Libre de Riesgo correspondiente al período de vida de la Opción:** Cuando el comprador de una opción paga el precio de carátula de la opción, se involucra un costo de oportunidad por haber invertido en una opción en vez de elegir otro instrumento financiero. Este costo dependerá del nivel de las tasas de interés y el tiempo hasta la expiración de la opción. La tasa libre de riesgo también entra en la valuación de opciones cuando el valor presente del precio de ejercicio se calcula, pues este precio no tiene que ser pagado (o recibido) hasta la expiración de los calls (o puts). Cuando la tasa de interés aumente, se incrementará el valor de los calls y se reducirá el valor de los puts.
- f. Dividendos Pagados sobre el Activo Subyacente:** El valor del activo subyacente puede disminuir si se hacen pagos de dividendos sobre este activo durante la duración de la opción. En consecuencia, el **valor de un call** es una *función decreciente* del monto esperado de los pagos de dividendos, y el **valor de un put** es una *función creciente* de los pagos esperados de dividendos. Una manera más intuitiva para enfocar los pagos de dividendos en las opciones call, es el costo de posponer el ejercicio de las opciones “in the money”. Considérese una opción sobre una acción intercambiada. Una vez que la opción call está “in the money”, esto es, el poseedor de la opción tendrá un pago bruto al ejercer la opción. El ejercer la opción call proveerá al tenedor con la acción y lo hace acreedor a los dividendos sobre la acción en períodos subsecuentes. El no ejercer la opción implicará que estos dividendos se pierdan.

Cuadro 1. Resumen de variables que afectan los precios de puts y calls

FACTOR	EFECTO EN	
	VALOR DE CALL	VALOR DE PUT
Incremento en el valor del activo subyacente	Aumenta	Disminuye
Incremento en el precio del ejercicio	Disminuye	Aumenta
Incremento en la varianza del activo subyacente	Aumenta	Aumenta
Incremento en el tiempo a la expiración	Aumenta	Aumenta
Incremento en la tasa de interés	Aumenta	Disminuye
Incremento en dividendos pagados	Disminuye	Aumenta

Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

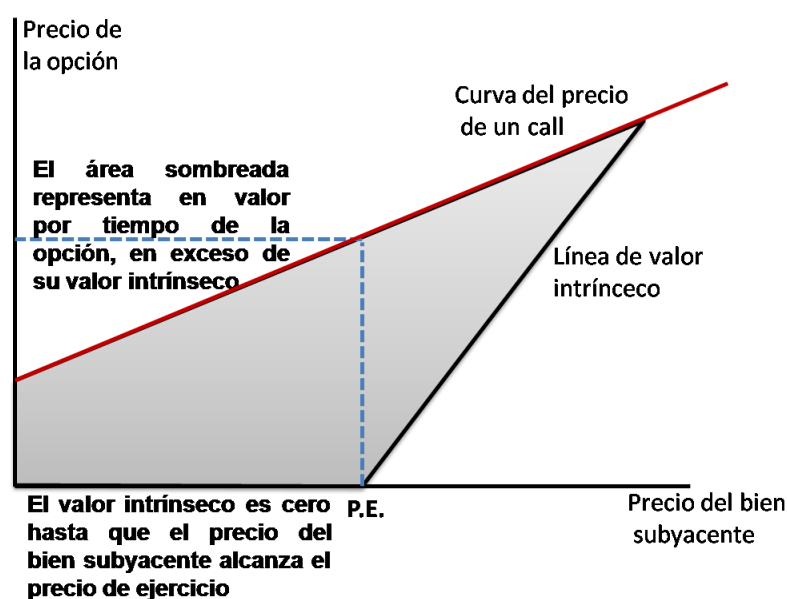
2.2.5. Valor por tiempo y valor intrínseco

El tiempo al vencimiento y la varianza determinan el valor por tiempo de una opción y la relación entre el precio del bien subyacente con el precio de ejercicio determinan el valor intrínseco. El valor total de una opción está dado por:

Valor de la opción = valor por tiempo + valor intrínseco

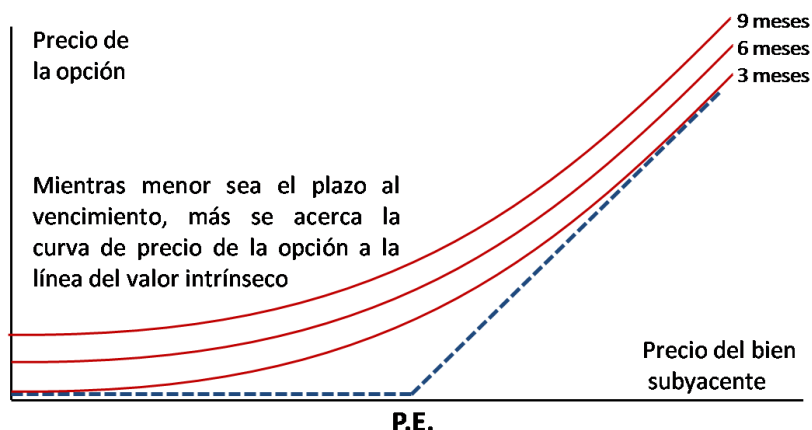
En la siguiente figura, la línea punteada indica el valor intrínseco de la opción call como una función del precio del activo subyacente en relación con el precio de ejercicio. En el rango de precios en el cual el precio del activo subyacente es menor que el de ejercicio, el valor intrínseco de la opción es cero (la opción no puede ejercerse). Una vez que el precio del activo subyacente iguala o supera al de ejercicio, la opción comienza a tener un valor intrínseco positivo (puede ejercerse con utilidades). El área sombreada entre la curva del precio de la opción y la línea del valor intrínseco, representa la prima del valor por tiempo de la opción. Por lo tanto, en el rango de precios del activo subyacente donde la opción no puede ejercerse (por ser su valor intrínseco cero), aún tiene una prima positiva, ya que tiene valor por tiempo.

Figura 9. Valor intrínseco y valor por tiempo en la opción call



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

Figura 10. Curvas de precios para opciones call con plazos de vencimiento



Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

La gráfica anterior muestra la disminución del valor por tiempo durante la vida de la opción. Por ejemplo, la opción call a 9 meses tiene un valor por tiempo mayor que la de 6 y ésta más que la de 3. Finalmente, al vencimiento de la opción, su valor de tiempo es de cero, y el valor de la opción es precisamente su valor intrínseco.

2.2.6. Opciones americanas y europeas: variables relacionadas al ejercicio anticipado

Una distinción primaria entre las opciones americanas y las europeas es que las primeras pueden ser ejercidas en cualquier tiempo anterior a su expiración, mientras las segundas solamente se pueden ejercer en la fecha de expiración. La posibilidad de un ejercicio anticipado hace que las opciones Americanas sean más valiosas que sus similares Europeas; también por eso son más difíciles de valorar aunque existe un factor de compensación que permite que lo continuo (ejercicio en cualquier período anterior a la fecha puntual) sea valuado usando modelos diseñados para lo discreto (ejercicio en la fecha puntual).

En muchos casos, la prima de tiempo asociada a la vida restante de una opción y los costos de transacción hacen que el ejercicio anticipado no sea la decisión óptima. En otras palabras, los tenedores de opciones “in the money” generalmente obtendrán más vendiéndolas a alguien más (en caso de que no quieran conservarlas) que ejerciéndolas anticipadamente.

Aunque el ejercicio anticipado no es lo más recomendable generalmente, existen al menos dos excepciones a la regla:

- a. Cuando **el activo subyacente paga grandes dividendos**, ya que esta característica reduce el valor del activo y cualquier opción call sobre ese activo. En este caso, las opciones call pueden ejercerse justo antes de una fecha anterior a la entrega de dividendos si la prima de tiempo de las opciones es menor que la disminución esperada en el valor del activo a consecuencia del pago de tal dividendo.
- b. Cuando un inversionista tiene una **put “in-the money”** sobre un activo en un período en que las tasas de interés son altas. En este caso, la prima de tiempo del put puede ser menor que la ganancia potencial de ejercer el put anticipadamente y ganar interés sobre el precio del ejercicio.

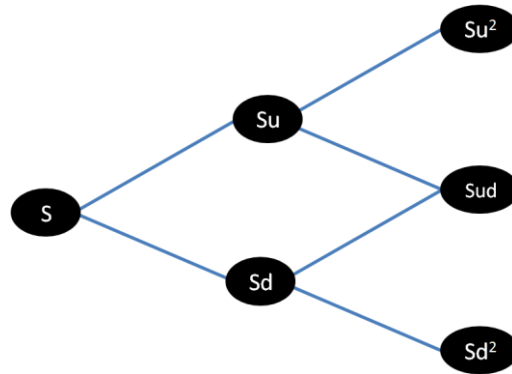
2.3. Modelos de tarificación de opciones

La teoría de tarificación de opciones ha mostrado algunos cambios desde 1972 cuando Black y Scholes⁶ publicaron su trabajo mostrando un modelo para valorar opciones Europeas protegidas de la entrega de dividendos.

Black y Scholes utilizaron un “**portafolio de réplica**” para obtener su fórmula final. Este portafolio estaba compuesto por el activo subyacente y el activo libre de riesgo que tenía los mismos flujos de efectivo que la opción que se estaba evaluando. Mientras esta derivación es matemáticamente complicada, existe un modelo binomial para valorar opciones que es bastante más simple y que contiene la misma lógica.

2.3.1. Modelo binomial

Está basado en una formulación simple para el proceso de precio del activo, en el cual el activo, en cualquier período de tiempo, puede moverse de uno a dos precios posibles. La fórmula general de un proceso de precio accionario que sigue de una binomial es de la siguiente forma:



En esta figura, **S** es el precio accionario actual; el precio se mueve hacia arriba hasta **Su** con probabilidad **p** y hacia abajo hasta **Sd** con probabilidad **(1 – p)** en cualquier periodo de tiempo.

a. Creación del portafolio de réplica

El objetivo, es el uso de una combinación de una tasa libre de riesgo que combine los factores de deuda e inversión y el activo subyacente para crear los mismos flujos de efectivo que en la opción que se está evaluando. En este apartado aplican los principios del arbitraje, además de que el valor de la opción debe ser igual al valor de su portafolio de réplica. En el caso de la formulación general mencionada antes, donde los precios de la acción pueden moverse tanto hacia arriba (Su) como hacia abajo (Sd) en cualquier periodo de tiempo, **el portafolio de réplica para un call con precio de ejercicio K, implica que será necesario pedir prestado B y adquirir Δ unidades del activo subyacente**, donde:

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{S_u - S_d}$$

Δ = Número de unidades del activo subyacente que se han comprado

Cu = Valor del call si el precio de la acción es **Su**

Cd = Valor del call si el precio de la acción es **Sd**

En un proceso binomial multiperiodico, la valuación debe proceder iterativamente; esto es, empezando con el último período de tiempo y moviéndose hacia atrás en el tiempo hasta el punto actual. Los portafolios que replican la opción son creados en cada paso y deben evaluarse; obteniendo así, valores para la opción en cada periodo de tiempo. La salida final para el modelo binomial de tarificación de opciones es el valor de la opción en términos de los portafolios de réplica, compuestos por Δ acciones (opción delta) del activo subyacente y la tasa combinada de deuda e inversión libre de riesgo.

Valor del call = Valor actual del activo subyacente * Opción delta – cantidad que se pide prestada necesaria para replicar la opción = **S Δ – B**

b. **Los determinantes de valor**

El modelo binomial representa un enfoque para los determinantes del valor de una opción. El valor de una opción no está determinado por el **precio esperado** del activo, sino por su **precio actual**, que por supuesto, refleja las expectativas sobre el futuro. Esto es una consecuencia directa del arbitraje. Si el valor de la opción se desvía del valor del portafolio de réplica, los inversionistas pueden crear una posición de arbitraje; esto es, un negocio que no requiere inversión, no involucra riesgo y entrega retornos positivos.

Si el portafolio que replica el call cuesta más que el call en el mercado, un inversionista podría comprar el call, vender el portafolio de réplica y de esta forma garantizar la diferencia como ganancia. Los flujos de efectivo en las dos posiciones se compensarían uno con otro, originando inexistencia de flujos en períodos subsecuentes. El valor de la opción también aumenta al extenderse el tiempo hasta la expiración, al aumentar los movimientos de precio (u y d), y al incrementarse la tasa de interés.

2.3.2. Modelo Black – Scholes

Mientras que el modelo binomial representa la aproximación intuitiva para los determinantes del valor de una opción, se requiere un gran número de entradas (en términos de los futuros precios esperados) en cada nodo. El modelo Black – Scholes no es alternativo al binomial, es más bien un caso limitante de éste.

El modelo binomial es un modelo discreto de tiempo para movimientos de precio de un activo, que incluye un intervalo (t) de tiempo entre estos movimientos. Mientras se acorta este intervalo de tiempo, la distribución límite que se forma mientras t se aproxima a 0, puede tomar dos formas:

- Si al aproximarse t a 0, los cambios de precio van haciéndose menores cada vez, la distribución límite es la normal y se trata de un proceso de precio continuo.
- Si al aproximarse t a 0, los cambios en precio permanecen espaciados, la distribución límite es la Poisson; esto es, una distribución que permite saltos de precio y se habla de un proceso de precio discreto.

El modelo Black – Scholes aplica cuando la distribución límite es la normal y se asume explícitamente que el proceso de precio es continuo y no existen brincos en los precios de activos.

a) El modelo

La versión del modelo presentado por Black – Scholes fue diseñada para valuar opciones Europeas, que están protegidas de dividendos. Esto implica que el modelo no puede ser afectado por la posibilidad de ejercicio anticipado ni por pagos de dividendos. El valor de una opción call en el modelo Black – Scholes puede ser descrito como una función de las siguientes variables:

S = Valor actual del activo subyacente

K = Precio de ejercicio de la acción

t = Tiempo a la expiración de la opción

r = Tasa de interés libre de riesgo que corresponde a la duración de la opción

σ^2 = Varianza en el valor del activo subyacente

El modelo puede expresarse de la siguiente forma:

Valor de call = $SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

El proceso de tarificación de opciones usando el modelo Black – Scholes involucra los siguientes pasos:

PASO 1: Se utilizan las entradas de Black – Scholes para estimar d_1 y d_2

PASO 2: Se estiman las distribuciones normales $N(d_1)$ y $N(d_2)$ correspondientes a estas variables normales estandarizadas

PASO 3: Se estima el valor presente del precio de ejercicio, usando la versión para tiempo continuo de la fórmula de valor presente:

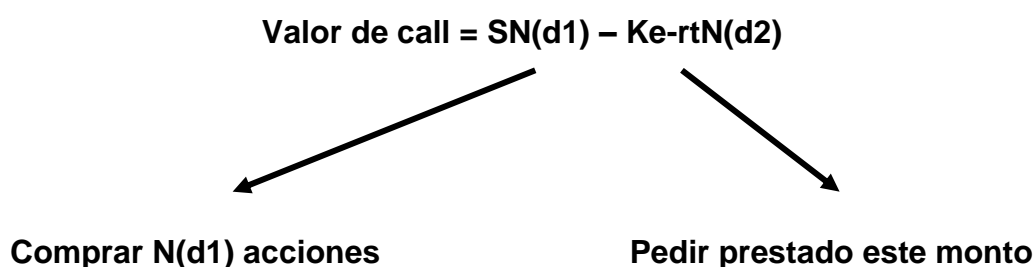
Valor presente del precio de ejercicio = Ke^{-rt}

PASO 4: El valor de la call se estima desde el modelo Black – Scholes

b) El portafolio de réplica para Black – Scholes

Los determinantes de valor en este modelo son los mismos que en el binomial: el valor actual del precio accionario del activo subyacente, la variabilidad en los precios, el tiempo de duración de la opción, el precio de ejercicio y la tasa libre de riesgo. El principio de los portafolios de réplica que se utiliza para la valuación

binomial, también sustenta este modelo. De hecho, el portafolio de réplica se encuentra implícito en el modelo Black –Scholes.



$N(d1)$, que es el número de acciones que se necesitan para crear el portafolio de réplica se llama opción delta. Este portafolio es autofinanciado y tiene el mismo valor que el call en cada estado de la vida de la opción.

Las probabilidades $N(d1)$ y $N(d2)$, implícitas en el modelo de tarificación de opciones también tienen uso en el análisis. Representan (en términos aproximados) el rango de probabilidad de que la opción estará “in the money” en la fecha de expiración, esto es, la probabilidad de que $S > K$. $N(d1)$ representa el final superior del rango porque siempre será mayor que $N(d2)$.

Ajustes y limitaciones del modelo

La versión del modelo de Black – Scholes presentada anteriormente, no toma en cuenta la posibilidad de ejercicio anticipado (por tratarse de una opción Europea la que se está modelando) o el pago de dividendos. Ambas características impactan el valor de las opciones. Existen ajustes que otorgan correcciones parciales al valor, aunque no son perfectos.

1) Dividendos

El pago de dividendos reduce el precio del activo subyacente. En consecuencia, las opciones call se volverán menos valiosas y las opciones put más valiosas mientras el pago de dividendos se incrementa. Una aproximación para determinar el valor de las opciones, es manejar los dividendos de tal forma que pueda estimarse el valor presente del esperado de dividendos pagados por el activo

subyacente durante la vida de la opción y sustraerlo del valor actual del activo para usar “S” como en el modelo.

Como esto se vuelve más impráctico mientras el tiempo de vida de la opción se alargue, se sugeriría utilizar una aproximación alternativa. Si se espera que el campo de dividendos ($y = \text{dividendos}/\text{valor actual del activo}$) del activo subyacente permanezca sin cambios durante la vida de la opción, el modelo Black –Scholes puede modificarse de tal forma que tome en cuenta los dividendos:

$$C = Se^{-yt} N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Intuitivamente, los ajustes tienen dos efectos. Primero, el valor del activo se descuenta a la tasa de los dividendos con el fin de tomar en cuenta la caída esperada en el valor a partir del pago de éstos.

Segundo, la tasa de interés está compensada por el campo de dividendos para reflejar el costo de conservar el activo en el portafolio de réplica. El efecto neto será la reducción en el valor de los calls, con ajuste y un incremento en el valor de los puts.

2.3.3. El proyecto de inversión vista como una opción

Una oportunidad corporativa de inversión es como una opción call porque la corporación tiene el derecho, pero no la obligación de adquirir por ejemplo, los activos operantes de un nuevo negocio. Si pudiera encontrarse una opción call lo suficientemente similar a la oportunidad de inversión, el valor de la opción

proporcionaría información relevante sobre el valor de la oportunidad. Desafortunadamente, muchas oportunidades de negocio son únicas, así que la posibilidad de encontrar una opción similar es muy baja y la única manera viable de lograrlo es construyendo la opción (Solórzano, 2002).

Para hacerlo, es necesario establecer la correspondencia entre las características del proyecto y las cinco variables que determinan el valor de una opción call simple en un intercambio de acciones. Al relacionar estas características con la oportunidad de negocio, bajo la estructura de una opción call, se obtiene un modelo del proyecto que combina sus características particulares con la estructura de dicha opción. Se modela con un call Europeo, que es la más simple de todas las opciones porque puede ser ejercida solo en una fecha: su fecha de expiración y la opción que resulta de este modelo no es un sustituto perfecto para la oportunidad real, pero como se ha diseñado de tal forma que se parezca lo más posible, es per se, informativa.

Cuadro 2. Correspondencias básicas para convertir una oportunidad de inversión en una opción call

Oportunidad de inversión	Variable	Opción Call
Valor presente de los activos operantes que serán adquiridos	S	Precio de venta de la acción
Gasto requerido para adquirir los activos del proyecto (inversión inicial)	K	Precio de ejercicio
Duración del tiempo en que la decisión puede ser diferida	t	Tiempo a la expiración de la opción
Valor del dinero en el tiempo	r_f	Tasa libre de riesgo
Riesgo de los activos del proyecto (volatilidad en los flujos de resultados)	σ^2	Varianza de las ganancias a la venta

Fuente: Solórzano Vargas, F. 2001. Valuación de proyectos de inversión a través de opciones reales

Algunos proyectos involucran un gasto grande para construir un activo productivo. Invertir para explotar una oportunidad de negocios tal, es análogo a ejercer una opción en un intercambio de acciones. El monto de dinero invertido corresponde al precio de ejercicio de la opción (**K**). El valor presente del activo adquirido corresponde al precio de venta de las acciones (**S**). El tiempo en la cual la compañía puede diferir la decisión de inversión sin perder la oportunidad

corresponde al tiempo de expiración de la opción (**t**). La incertidumbre sobre el valor futuro de los flujos de efectivo del proyecto, esto es, el riesgo del proyecto, corresponde a la desviación estándar de ganancias sobre el activo (**σ**). El valor del dinero en el tiempo, está dado en ambos casos por la tasa libre de riesgo (**r_f**).

2.4. LOS PROCESOS ESTOCASTICOS

2.4.1. El proceso de Wiener

Mascareñas 2008 explica lo siguiente: El **proceso de Wiener** es un **proceso estocástico de tiempo continuo** que se caracteriza por tener tres propiedades importantes:

1. Es un **proceso de Markov**. Lo que significa que la distribución de probabilidad de todos los valores futuros del proceso depende únicamente de su valor actual, no siendo afectada por sus valores pasados, ni por ninguna otra información actual. Por tanto, el valor actual del proceso es la única información necesaria para realizar la mejor estimación de su valor futuro. El proceso de Wiener es un tipo de proceso de Markov con una media nula y una varianza anual igual a la unidad $\rightarrow \varphi(0,1)$
2. Tiene *incrementos independientes*. Lo que significa que la distribución de probabilidad de los cambios en el proceso en cualquier intervalo temporal es independiente de la de cualquier otro intervalo. Así pues, si la variable aleatoria **z** sigue un proceso de Wiener sus variaciones (**Δz**) para cualesquiera dos pequeños intervalos de tiempo (**Δt**) son independientes.
3. Las variaciones en el proceso (**Δz**) producidas en un intervalo finito de tiempo (**Δt**) se *distribuyen normalmente*, con una varianza que aumenta linealmente con el intervalo temporal. Por tanto, **$\Delta z = \varepsilon \Delta t$** (donde ε es una variable aleatoria del tipo $\varphi[0,1]$)

El **proceso de Markov** implica que sólo la información actual es importante a la hora de establecer los valores futuros esperados del proceso. Así, por ejemplo, los precios de las acciones se pueden modelizar como un proceso de Markov desde el momento en que la información pública es incorporada rápidamente en el precio actual del título, lo que implica que la evolución histórica de los precios no tiene ningún interés de cara a predecir su comportamiento futuro (esta es la base de la denominada “forma débil de eficiencia del mercado”).

El hecho de que un proceso de Wiener tenga incrementos independientes implica que se puede considerar como una versión en tiempo continuo de un recorrido aleatorio.

Cuando se refiere a los precios de las acciones no parece razonable suponer que las variaciones en los precios sigan una distribución normal, entre otras cosas, porque el precio nunca podrá ser inferior a cero. Parece más lógico suponer que los cambios en los precios (los rendimientos) sigan una distribución logarítmico-normal o *logonormal*, es decir, que los cambios en los logaritmos de los precios se distribuyen según una normal. Lo que significa modelizar el logaritmo del precio como un proceso de Wiener en lugar del propio precio. De esta manera el proceso de Wiener se convierte en una pieza básica del rompecabezas que va a servir para modelizar un gran número de variables que varían continuamente o estocásticamente a través del tiempo.

Las propiedades del proceso de Wiener más formalmente. Si $\mathbf{z}(t)$ sigue un proceso de Wiener, entonces cualquier variación en \mathbf{z} ($\Delta\mathbf{z}$) correspondiente a un intervalo temporal Δt , satisfará las condiciones siguientes:

3. La relación entre $\Delta\mathbf{z}$ y Δt viene dada por: $\Delta\mathbf{z} = \boldsymbol{\varepsilon}_t \sqrt{\Delta t}$ donde $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ es una variable aleatoria normalmente distribuida con una media nula y una desviación típica igual a la unidad.
4. La variable aleatoria $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ no está autocorrelacionada, esto es, $E[\boldsymbol{\varepsilon}_t \boldsymbol{\varepsilon}_s] = 0$ para $t \neq s$. De tal manera que los valores de $\Delta\mathbf{z}$ para dos diferentes intervalos de

tiempo son independientes entre sí (así $\mathbf{z}(t)$ sigue un proceso de Markov con incrementos independientes).

Ahora vamos a ver qué implican estas dos condiciones con relación a los posibles cambios esperados en el valor de \mathbf{z} a lo largo de un intervalo finito de tiempo \mathbf{T} . Subdividiremos el intervalo \mathbf{T} en \mathbf{n} unidades temporales cuya longitud es Δt y, por tanto, $\mathbf{n} = \mathbf{T} / \Delta t$. Entonces la variación en el valor de \mathbf{z} a lo largo de este intervalo viene dada por:

$$(1) z(s + T) - z(s) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Como los ε_i son independientes entre sí, podemos aplicar el Teorema Central del Límite a su suma y decir que la variación $\mathbf{z}(\mathbf{s} + \mathbf{T}) - \mathbf{z}(\mathbf{s})$ está distribuida normalmente con una media nula y una varianza igual a \mathbf{T} (porque la varianza² es igual a $\mathbf{n} \Delta t = \mathbf{T}$). Obsérvese que *la varianza de los cambios en un proceso de Wiener crece linealmente con el horizonte temporal* (porque $\Delta \mathbf{z}$ depende de Δt y no de Δt).

El proceso de Wiener no es estacionario porque a largo plazo su varianza tenderá a infinito.

Si Δt tiende a ser infinitamente pequeño ($\Delta t \rightarrow 0$), el incremento en el proceso de Wiener, $d\mathbf{z}$, en tiempo continuo es igual a:

$$(2) dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}$$

Como ε_t tiene una media nula y una desviación típica unitaria, entonces $\mathbf{E}[d\mathbf{z}]$ será igual a cero y su varianza será $\sigma^2[d\mathbf{z}] = \mathbf{1} \times d\mathbf{t} = d\mathbf{t}$. El proceso de Wiener no tiene una derivada convencional con respecto al tiempo: $\Delta \mathbf{z} / \Delta t = \varepsilon_t (\Delta t)^{-1/2}$, que tiende a infinito conforme Δt se aproxime a cero.

Si tuviésemos que trabajar con dos o más procesos de Wiener deberíamos tener en cuenta sus covarianzas. Así, por ejemplo, si tenemos los procesos $\mathbf{z}_1(\mathbf{t})$ y $\mathbf{z}_2(\mathbf{t})$, $\mathbf{E}(d\mathbf{z}_1 d\mathbf{z}_2) = \rho_{12}d\mathbf{t}$, donde ρ_{12} es el coeficiente de correlación entre ambos procesos. Debido a que el proceso de Wiener tiene una varianza y una desviación típica iguales a 1 por unidad de tiempo, dicho coeficiente de correlación también será el valor de la covarianza por unidad de tiempo para ambos procesos, es decir, si $z_1(t)$ y $z_2(t)$ son variables aleatorias, su coeficiente de correlación será igual a $\rho_{12} = \text{Cov}(z_1, z_2) / (\sigma_{z_1}, \sigma_{z_2})$ y como, en este caso, $\sigma_{z_1} = \sigma_{z_2} = 1$ entonces $\rho_{12} = \text{Cov}(z_1, z_2)$.

2.4.2. Proceso de Wiener generalizado: Movimiento Browniano con tendencia

Este tipo de proceso de Wiener es la generalización más simple de la ecuación 2:

$$(3) dx = a dt + b dz$$

donde **a** y **b** son constantes.

Para comprender la ecuación 3 se comienza centrándose en el componente **a dt**, que implica que **x** tiene una tasa de tendencia esperada **a** por unidad de tiempo. Así que la ecuación 3, sin el segundo sumando, sería

$$dx = a dt \rightarrow a = dx / dt \rightarrow x_t = x_0 + a t$$

Por otro lado, el segundo componente **b dz** puede contemplarse como el *ruido* añadido al primer componente, es decir, la variabilidad del sendero seguido por los valores de la variable **x**. La cantidad de ruido o variabilidad es **b** veces un proceso de Wiener. Un proceso de este tipo tiene una desviación típica igual a la unidad, por lo que **b** veces un proceso de Wiener tendrá una desviación típica igual a **b**.

Para un intervalo de tiempo muy pequeño (Δt), la variación de **x** (Δx) será igual a:

$$(4) \Delta x = a \Delta t + b \varepsilon \Delta t$$

Por tanto Δx tiene una distribución normal cuya media es igual a: $a \Delta T$, una distribución típica igual a: $b \Delta t$, y una varianza igual a: $b^2 \Delta t$. O para un intervalo de longitud T , que esté normalmente distribuido, su media sería igual a: $a T$, su desviación típica es: $b T$ y su varianza $b^2 T$.

En resumen, el proceso de Wiener generalizado mostrado en la ecuación 3 tiene una tendencia por unidad de tiempo de a y una varianza por unidad de tiempo de b^2 .

2.4.3. Los valores críticos en la evaluación de proyectos en escenarios de precios estocásticos

La evaluación de proyectos productivos con los métodos tradicionales no toman en cuenta los procesos estocásticos de los precios y del valor del proyecto en el futuro. Esto condiciona a que si el proyecto se pone en marcha la inversión es irreversible, esto quiere decir que el proyecto no tiene opción más que de triunfar, por el contrario su valor se convierte en cero.

Las condiciones actuales de las economías del mundo son tales que la evaluación de proyectos con los métodos tradicionales que no toman en cuenta la incertidumbre de variables como: los costos de producción, productividad de los factores, precio de los productos y servicios finales, demanda del mercado, la inflación y las tasas de interés; tienden a fracasar.

De tal manera que en la actualidad es importante estimar los procesos estocásticos que siguen los precios del bien y del proyecto y comprender el resultado de la múltiple interacción de las fuentes de incertidumbre.

2.4.4. Los valores críticos

En la actualidad los agricultores se enfrentan constantemente a preguntas tales como si hay que invertir en un nuevo sistema de producción, invertir en

infraestructura y equipo nuevo, invertir en maquinaria para dar valor agregado y diferenciar su producto, invertir para producir orgánicos, o por otro lado, continuar como están actualmente y no enfrentarse a los nuevos tipos de riesgos e incertidumbres.

Si bien, la forma más común para evaluar una oportunidad de inversión consiste en utilizar los métodos tradicionales de flujo de efectivo descontado (VAN), varios investigadores sostienen que éste no funciona correctamente en condiciones de incertidumbre (Dixit y Pindyck, 1994, Collins & Hanf, 1998; Arman & Kotalika, 1999).

Y mencionan que para tomar decisiones inteligentes de inversión, los inversionistas deben considerar el valor de mantener abiertas sus opciones, e incluir el impacto de las diferentes fuentes de incertidumbre y de riesgo.

Uno de los criterios tradicionales es si el beneficio dividido entre el costo o la inversión del proyecto resulta mayor a una $\frac{B}{C} > 1$.

Pero qué valor (beneficio) debe tener un proyecto en relación a su inversión (costo) si tomáramos en cuenta que el valor del proyecto tiene un comportamiento volátil debido a la volatilidad de sus precios.

Los nuevos instrumentos para valorar las inversiones en escenarios con incertidumbre o riesgosos es calcular el valor crítico (el beneficio máximo) que debe tener un proyecto en relación a la inversión (costo) tomando en cuenta la volatilidad y tendencias de los precios reales.

Así, si el valor crítico es 1.24, quiere decir que lo mínimo que debemos aceptar del proyecto es un beneficio 1.24 veces mayor que el costo. Si la relación B/C es menor a ese 1.24, el proyecto se debe rechazar.

2.4.4.1. La razón crítica y el valor crítico

Se supone que el proyecto se va a desarrollar en un escenario de precios reales volátiles, por lo que el valor del proyecto tiene un comportamiento volátil.

La ecuación del movimiento browniano (o de Weiner) es la más usada para representar el comportamiento del valor del proyecto.

$$\frac{dv}{v} = \alpha dt + \Gamma dz \quad (1)$$

Donde:

v = valor crítico

dv = movimiento del proyecto

α = tasa de movimiento promedio (la media) del valor del proyecto

Γ = la desviación estándar de las tasas de movimiento del valor del proyecto

dz = es un movimiento aleatorio con las condiciones siguientes:

$$\varepsilon(dz) = 0 \text{ y } dz = \varepsilon\sqrt{t}$$

Si definimos a F como el valor de la opción real de invertir y a ℓ como la tasa de descuento, entonces la ecuación para la programación dinámica, conocida como ecuación de Bellman será:

$$\ell F dt = \varepsilon(dF) \quad (2)$$

Se interpreta como la tasa de crecimiento del valor de la opción para un periodo de tiempo, $\ell F dt$ debe ser igual al valor esperado del cambio en el valor de la opción, $\varepsilon(dF)$.

El valor de la opción, F , es función del valor del proyecto. Así;

$F(v)$

Sus primeras y segundas derivadas serán:

$$F'(v) = \frac{dF}{dv} \qquad F''(v) = \frac{d^2F}{dv^2}$$

De una función como $F(v)$ se puede obtener su ecuación diferencial usando el Lema de Ito.

$$dF = F'(v)dv + \frac{1}{2}F''(v)(dv)^2 \quad (3)$$

Cuando $(dv)^i=0$ para $i>3$

Si a la ecuación 3 (el lema de Ito) dF , insertamos el movimiento browniano dv , ecuación 1.

$$dF = F'(v)(\alpha v dt + \Gamma v dz) + \frac{1}{2}F''(v)(\alpha v dt + \Gamma v dz)^2$$

Operando y ordenando

$$dF = \alpha v F'(v) dt + \Gamma v F'(v) dz + \frac{1}{2}F''(v)(\alpha^2 v^2 dt^2 + \Gamma^2 v^2 dz^2 + 2\alpha v dt \Gamma v dz)$$

Si obtenemos el valor esperado $\varepsilon(dF)$ para toda la ecuación, entonces

$$\varepsilon(dz) = 0 \text{ por lo que } \Gamma v F' \varepsilon(dz) = 0$$

$$dt^2 = 0 \text{ por lo que } \alpha^2 v^2 dt^2 = 0$$

$$\varepsilon(dz) = 0 \text{ por lo que } 2\alpha v dt \Gamma v \varepsilon(dz) = 0$$

$$dz^2 = dt \text{ por lo que } \Gamma^2 v^2 dz^2 = \Gamma^2 v^2 dt$$

Queda,

$$\varepsilon(dF) = \alpha v F'(v) dt + \frac{1}{2}F''(v)\Gamma^2 v^2 dt \quad (4)$$

Esta ecuación "4" se inserta en la ecuación 2 (ecuación de Bellman)

$$\ell F(v) dt = \alpha v F'(v) dt + \frac{1}{2}\Gamma^2 v^2 F''(v) dt$$

Eliminando dt y reordenando para igualar a cero

$$\frac{1}{2}\Gamma^2 v^2 F''(v) dt + \alpha v F'(v) dt - \ell F(v) = 0 \quad (5)$$

Para resolver ecuación 5, se tiene que poner las condiciones siguientes:

Si el valor del proyecto es cero, la opción de invertir es cero

$$F(0)=0$$

El valor crítico v^* menos la inversión I , debe ser el valor de la opción $F(v^*)$

$$F(v^*) = v^* - I$$

La condición de cambios suaves de la función es $F'(v^*) = 1$

Así que una solución parcial de ecuación 5 es,

$$F(v^*) = Av^{*\beta}$$

Donde:

$$F'(v^*) = ABv^{*\beta-1} = 1$$

$$F(v^*) = Av^{*\beta} = v^* - I$$

Con un poco de algebra se puede obtener la solución para

$$v^* = \frac{\beta}{\beta-1} I \quad A = \frac{(\beta-1)^{\beta-1}}{B^{\beta} I^{\beta-1}}$$

v^* =es el valor crítico

Si $\beta > 1$, entonces $\frac{\beta}{\beta-1} > 1$

Así que, $\frac{v^*}{I} = \frac{\beta}{\beta-1} > 1$; nótese que β es estrictamente mayor a 1

Lo anterior significa que si hay incertidumbre o riesgo se requiere que el proyecto por lo menos tenga un valor $\frac{\beta}{\beta-1}$ veces superior a la inversión.

Para obtener el valor de β se despeja de ecuación 5.

$$\frac{1}{2}\Gamma^2 v^2 F''(v) + \alpha v F'(v) dt - \ell F(v) = 0$$

Dado que

$$F(v) = Av^\beta$$

$$F'(v) = A\beta v^{\beta-1}$$

$$F''(v) = A\beta(\beta-1)v^{\beta-2}$$

Con un poco de álgebra se llega a

$$\frac{1}{2}\Gamma^2 \beta^2 + \left[\alpha - \frac{1}{2}\Gamma^2 \right] \beta - \ell = 0$$

Así podemos resolver para el valor de β , por el método tradicional

$$\beta = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Donde:

$$a = \frac{1}{2}\Gamma^2$$

$$b = \left[\alpha - \frac{1}{2}\Gamma^2 \right]$$

$$c = -\ell$$

$$\beta = \frac{-\left[\alpha - \frac{1}{2}\Gamma^2\right] \pm \sqrt{\left(\alpha - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)^2 - 4\left(\frac{1}{2}\Gamma^2\right)(-\ell)}}{2\left(\frac{1}{2}\Gamma^2\right)}$$

Nótese que el valor de β depende de α , la media (o tendencia) y de Γ (riesgo).

Como de la tasa de descuento ℓ

2.5. Análisis de la Cadena de Valor

Porter, 1980, identifica dos fuentes separadas y fundamentales de ventaja competitiva: el liderazgo en costo bajo y la diferenciación. Enfocó su nuevo concepto, argumentando que el liderazgo en costo bajo o la diferenciación dependía de todas aquellas actividades discretas que desarrolla una empresa y que separándolas en grupos estratégicamente relevantes la gerencia podría estar en capacidad de comprender el comportamiento de los costos, así como también identificar fuentes existentes o potenciales de diferenciación

Define el valor como la suma de los beneficios percibidos que el cliente recibe menos los costos percibidos por él al adquirir y usar un producto o servicio.

La cadena de valor es esencialmente una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor. Esa ventaja competitiva se logra cuando la empresa desarrolla e integra las actividades de su cadena de valor de forma menos costosa y mejor diferenciada que sus rivales. Por consiguiente la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan.

Una cadena de valor genérica está constituida por tres elementos básicos:

- **Las Actividades Primarias**, que son aquellas que tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, las de logística y comercialización y los servicios de post-venta.
- **Las Actividades de Soporte** a las actividades primarias, como son la administración de los recursos humanos, las de compras de bienes y servicios, las de desarrollo tecnológico (telecomunicaciones, automatización, desarrollo de procesos e ingeniería, investigación), las de infraestructura empresarial (finanzas, contabilidad, gerencia de la calidad, relaciones públicas, asesoría legal, gerencia general).

- **El Márgen**, que es la diferencia entre el valor total y los costos totales incurridos por la empresa para desempeñar las actividades generadoras de valor.

El Análisis de la Cadena de Valor es una herramienta gerencial para identificar fuentes de Ventaja Competitiva. El propósito de analizar la cadena de valor es identificar aquellas actividades de la empresa que pudieran aportarle una ventaja competitiva potencial. Poder aprovechar esas oportunidades dependerá de la capacidad de la empresa para desarrollar a lo largo de la cadena de valor y mejor que sus competidores, aquellas actividades competitivas cruciales.

Tres tipos diferentes de actividad:

- **Las Actividades Directas**, que son aquellas directamente comprometidas en la creación de valor para el comprador. Son muy variadas, dependen del tipo de empresa y son por ejemplo las operaciones de la fuerza de ventas, el diseño de productos, la publicidad, el ensamblaje de piezas, etc.
- **Las Actividades Indirectas**, que son aquellas que le permiten funcionar de manera continua a las actividades directas, como podrían ser el mantenimiento y la contabilidad.
- **El Aseguramiento de la Calidad**, en el desempeño de todas las actividades de la empresa.

El **sistema de valor** plantea que la empresa está inmersa en un conjunto complejo de actividades ejecutadas por un gran número de actores diferentes. Por lo que se pueden considerar al menos tres cadenas de valor adicionales a las descritas como genérica:

- **Las Cadenas de Valor de los Proveedores**, las cuales crean y le aportan los abastecimientos esenciales a la propia cadena de valor de la empresa.
 - Los proveedores incurren en costos al producir y despachar los suministros que requiere la cadena de valor de la empresa.
 - El costo y la calidad de esos suministros influyen en los costos de la empresa y/o en sus capacidades de diferenciación.

- **Las Cadenas de Valor de los Canales**, que son los mecanismos de entrega de los productos de la empresa al usuario final o al cliente.
 - Los costos y los márgenes de los distribuidores son parte del precio que paga el usuario final.
 - Las actividades desarrolladas por los distribuidores de los productos o servicios de la empresa afectan la satisfacción del usuario final.

- **Las Cadenas de Valor de los Compradores**, que son la fuente de diferenciación por excelencia, puesto que en ellas la función del producto determina las necesidades del cliente.

2.5.1. El Diagnóstico de las Capacidades Competitivas

Por lo descrito anteriormente, a las empresas y organizaciones económicas no tienen más opción que:

- Debe construir una cadena de valor con las actividades de su empresa.
- Examinar las conexiones que hay entre las actividades internas desarrolladas por la empresa y las cadenas de valor de clientes, canales y proveedores.
- Identificar aquellas actividades y capacidades claves para llevarle satisfacción a los clientes y ser exitoso en el mercado.
- Utilizar un *benchmarking* para hacer las comparaciones internas y externas que le permitan:
 - Evaluar que tan bien está la empresa desarrollando sus actividades.
 - Comparar la estructura de costos de la empresa con la de sus rivales.
 - Evaluar cómo encaja la cadena de valor de la empresa dentro del sistema de valor de su industria.
 - Ajustar y mejorar su cadena de valor para reaccionar a los movimientos estratégicos y tácticos de sus competidores en sus cadenas de valor.

Deberá entonces ser claro para la organización que las cadenas de valor de las otras empresas de su industria dependerán de la trayectoria de éstas, de sus

estrategias, de sus habilidades y que la ventaja competitiva no surge solamente del interior de su empresa, sino también fuera de ésta. Ya se vislumbra la red de valor.

El costo de desarrollar cada una de las actividades de una cadena de valor puede fluir desde atrás o hacia adelante en la cadena, dependiendo de dos tipos de factores:

- **Los Conductores de Costos Estructurales**
 - Las economías de escala.
 - Los efectos de la curva de experiencia.
 - Las exigencias tecnológicas.
 - La intensidad de capital.
 - La complejidad de la línea de producción.

- **Los Conductores de Costos Realizables**
 - El compromiso de la fuerza de ventas con el mejoramiento continuo.
 - Las actitudes y las capacidades con respecto a la calidad.
 - El ciclo de tiempo para lanzar nuevos productos al mercado.
 - La eficiencia para diseñar y ejecutar los procesos empresariales internos.
 - La eficiencia de la empresa en trabajar con proveedores, distribuidores y/o con clientes en la reducción de costos.

La obtención de información para éste propósito es una tarea importante, pues requiere descomponer la información de la contabilidad de costos departamentales en el costo de ejecución de:

- Actividades específicas.
- Adoptar el sistema de Costeo Basado en Actividades.

2.5.2. Usos de la Cadena de Valor

- **Análisis Estratégico de Costos**

- ✓ Identificar la cadena de valor de la empresa y luego "rastree" los costos relacionados con las actividades y sus categorías
- ✓ Establecer los elementos claves que dirigen los costos hacia cada actividad de valor.
- ✓ Identificar las cadenas de valor de sus competidores y determine sus costos relativos y el origen de las diferencias en costos con su empresa.
- ✓ Desarrollar una estrategia para lograr una reducción de costos.
- ✓ Asegurar que las reducciones de costos no erosionen la diferenciación.
- ✓ Comprobar si las reducciones de costos son sostenibles. hay que tener en cuenta que las acciones estratégicas para eliminar una desventaja en costos, necesariamente debe estar ligada a precisar dónde se originó la diferencia en costos.

- **Determinación de la base para Diferenciar**

- ✓ Determinar con precisión quien es realmente su comprador.
- ✓ Identificar la cadena de valor del comprador para poder evaluar el impacto de las decisiones de su empresa.
- ✓ Determinar y jerarquizar el criterio de compra de los clientes para conocer el valor que éste le asigna a sus determinaciones.
- ✓ Evaluar las fuentes actuales y potenciales de diferenciación, determinando cuál de las actividades de valor están impactando los criterios de compra de los clientes.
- ✓ Determinar el costo de las fuentes de diferenciación
- ✓ Estructurar la cadena de valor para agregarle el mayor valor en relación con el costo.
- ✓ Comprobar la sostenibilidad de su estrategia de diferenciación frente a las barreras de entrada y la lealtad de sus clientes.
- ✓ Reducir costos en aquellas actividades que no afecten su estrategia de diferenciación.

2.5.3. Las Cadenas de Valor en la Nueva Economía

Las nuevas fuerzas de la digitalización, de la globalización y de las desregularizaciones están destruyendo las cadenas de valor de empresas de gran trayectoria. En industrias tan variadas como la banca, los seguros y las empresas de servicios públicos, la ventaja competitiva está siendo borrada por nuevos y a veces inesperados competidores, que usan como arma letal las aplicaciones de la tecnología digital para alterar radicalmente la ecuación. Para responder efectivamente, las empresas amenazadas deben hoy en día repensar totalmente sus cadenas de valor en vez de optimizarlas (Downes et. al., 1998).

Es muy claro que muchas empresas, en forma anticipada, están destruyendo sus cadenas de valor. Reconocen que el cambio ya llegó y que hará obsoletas sus infraestructuras, que es el fin del viejo modelo. Estas empresas están usando la tecnología digital para romper con las normas, implícitas o explícitas, que decían como se compraban o se vendían los bienes y servicios.

Están creando nuevas formas de relacionarse con clientes y competidores mediante la inversión en costosos procesos de automatización o facilitándoles sus propias herramientas digitales a sus clientes para que las usen, evolucionando en una forma no usual en su industria. La esperanza de esas organizaciones es que rompiendo sus cadenas y construyendo otras ajustadas a los nuevos tiempos, evitarán que otros les tomen la delantera y les destruyan sus cadenas de valor basadas en los modelos lineales tradicionales.

2.6. La Red de valor

2.6.1. El consumidor como eje central de todas las decisiones

En la transición a una civilización nueva la producción se va dirigiendo a atender en forma individualizada, aunque por el momento sólo alcancemos a observar que el mercado se empieza a dividir en segmentos. Esta atención a segmentos de mercado está obligando a reconstruir los sistemas de distribución, de logística y las formas de competir. De hecho, el viejo sistema de comercialización que iba del

productor al consumidor se está abandonando porque no es lo suficiente flexible para adecuarse a los cambios del consumidor (Brambila, 2006).

La red de valor pone en el centro de sus decisiones al consumidor, identifican sus características y circunstancias particulares, diseña el producto al que el consumidor da mayor valor. La información acerca del consumidor y su comportamiento es enviada a todas las empresas y agentes que intervienen en la red de valor. A todo esto se le agrega la tecnología de las nuevas comunicaciones digitales que apoyan la transmisión de la información (rastreabilidad) desde la granja, la manufactura, las partes complementarias el almacenaje y la distribución.

Bovet, 2000, define a la red de valor como la forma de crear valor al consumidor, a la empresa y a sus proveedores, es dinámica y eficiente en una relación de asociación entre consumidor/proveedor donde hay un flujo de información. En la tradicional cadena productiva la empresa produce y empuja el bien a través de los canales de distribución con la esperanza de que alguien lo compre. En contraste, una red de valor empieza con el consumidor, le permite diseñar el producto que necesita y se elabora para satisfacer esa demanda en particular (Brambila, 2006).

2.6.2. Conceptualizando la red de valor

La cadena de producción está integrada por diversas unidades, generalmente empresas entre las cuales existen relaciones que definen un flujo de intercambio entre los componentes de ésta y cuya consecuencia es la interdependencia entre ellas; además, en los distintos niveles de la cadena de producción se producen flujos hacia otras organizaciones de diferentes sectores que constituyen las llamadas relaciones horizontales. Esas interdependencias entre organizaciones pertenecientes a diferentes sectores industriales dan lugar a un elemento organizacional, por lo que conforma un conjunto de relaciones que van más allá de lo estrictamente comercial. Este conjunto de relaciones es lo que constituye una red.

Una red es un tejido de relaciones duraderas entre varias empresas. La existencia de una red implica que las transacciones que tienen lugar entre las empresas que la componen son de carácter regular, eliminando así la necesidad de recurrir cada

vez al mercado (se trata en suma de una reducción de los costos de transacción) y logrando un incremento en la eficacia de sus acciones. Estas relaciones pueden aumentar en intensidad, o por el contrario decrecer. Uno de los ejemplos más corriente o simple de una red viene dado por las relaciones de subcontratación.

Las relaciones que tienen lugar entre las empresas que constituyen una red no son solamente las debidas a flujos de productos, sino que también las hay de carácter financiero, informacional, técnico, investigación e incluso de gestión.

La red tiene, como una característica esencial, la interdependencia entre las empresas que la componen, tanto técnica como comercial, financiera, etc., lo cual es de carácter continuado y duradero y modifica la competencia.

Si el consumidor está cambiando sus necesidades, creencias, ideas, preferencias, costumbres, gustos y necesidades con respecto a los alimentos, entonces el canal comercial y el productor deben adecuarse a ello y por lo mismo están formando redes de valor. (Brambila, 2006).

Para cumplir con ciertas exigencias del consumidor, como puede ser inocuidad, empaque, etiquetado, calidad, precio, oportunidad, tamaño, es necesario que todos los agentes que participan desde la granja hasta la mesa del consumidor, estén adecuados al objetivo de la exigencia. Si algún agente falla, por ejemplo, en inocuidad, todos los demás fallan.

2.6.3. Las siete tendencias de la red de valor

Brambila 2006, expone que en la formación de redes de valor las tendencias que se tienen hasta hoy son las siguientes:

Primera: El valor agregado de los alimentos está hoy por hoy en los productos procesador que tienen servicios incluidos y que se venden en los supermercados, en los restaurantes o tiendas especializadas.

Segunda: el valor agregado de los alimentos está en los que certifican su contenido saludable, funcional, orgánico, entre otros. En los servicios que lleva el alimento.

Tercera: La diferenciación de los alimentos vía servicios incluidos, de acuerdo con las características que el consumidor valora, está en la tendencia de agregar valor.

Cuarta: es de interés económico de los supermercados, restaurantes y tiendas especializadas formar redes de valor.

Quinta: Para acceder a la red de valor de los alimentos con servicios y alto valor es necesario:

- Asociarse con una gran agroindustria.
- Adquirir empresas del mismo ramo para alcanzar el tamaño necesario y poder acceder a los requerimientos de los supermercados y restaurantes.
- Integrarse en algún punto esencial de la red de valor con un producto con servicios diferentes.
- Crear una red de valor pequeña, pero diferenciada y centrada en algún segmento bien identificado de consumidores. Como escuelas, diabéticos, comercio justo, comercio orgánico, entre muchos más.

Sexta: los productores primarios para acceder a la red de valor de los alimentos, con servicios, se están transformando en proveedores, se organizan en integradoras o cooperativas que les permitan certificar y garantizar las buenas prácticas de producción, buenas prácticas comerciales, la inocuidad, el origen, los tiempos, volumen, calidad, precio y la logística adecuada.

Séptima: para participar en las redes de valor cada agroindustria, productor-proveedor y agente deben hacer fuertes inversiones en bienes tangibles e intangibles de tecnología nueva.

3. EVALUACIÓN TRADICIONAL DEL PROYECTO DE LOS TRECE EJIDOS (ANÁLISIS FINANCIERO)

3.1. Presupuesto, programas de inversiones y fuentes de financiamiento.

a) Presupuesto de inversiones

A continuación se presentan las inversiones (fija, diferida y capital de trabajo) necesarias para llevar a cabo el presente proyecto. Es importante mencionar que la organización ya cuenta con toda la infraestructura y equipo necesarios para el proyecto, el propósito del presente proyecto es capitalizar a la empresa para la adquisición del grano de maíz como materia prima y poder agregarle valor.

La inversión total del proyecto asciende a \$17,770,508.00, distribuidos de la siguiente manera: \$11,430,000.00 como inversión fija y \$6,340,508.17 como capital de trabajo.

Cuadro 3. Inversión Fija

Concepto	Cantidad	Importe \$	Total \$
.- Infraestructura de recepción, almacén (silo), y terreno.	1	10,800,000.00	10,800,000.00
.- Maquina beneficiadora	1	550,000.00	550,000.00
.- Equipo de Oficina	1	80,000.00	80,000.00
Total de activo fijo			\$11,430,000.00

Cuadro 4. Capital de Trabajo

CONCEPTO	IMPORTE \$
Capital de trabajo	\$ 6,340,508.17
Total de capital de trabajo	\$ 6,340,508.17

b) Fuentes de Financiamiento

Se contempla la participación de BANCO y de la organización bajo la estructura de aportaciones directas de capital de trabajo para poner a trabajar la infraestructura y equipo y así optimizar el proceso de recepción, almacenamiento, beneficio, envasado y comercialización de grano.

Cuadro 5. Financiamiento que cubre los activos

EMPRESA						
APORTACION EMPRESA						
CONCEPTO	Unidad	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INVERSION ACTIVOS	INVERSION CAPITAL TRAB.	INVERSION TOTAL
ACTIVOS FIJOS	Unidad	1		\$ 11,430,000.00		\$ 11,430,000.00
					\$ 1,340,508.00	\$ 1,340,508.00
			SUBTOTAL	\$ 11,430,000.00	\$ 1,340,508.00	\$ 12,770,508.00
FONAES						
APORTACION FONAES						
CONCEPTO	Unidad	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INVERSION ACTIVOS	INVERSION CAPITAL TRAB.	INVERSION TOTAL
CAPITAL DE TRABAJO PARA LA COMPRA DE GRANOS	LOTE	1	\$ 5,000,000.00	\$ 5,000,000.00		\$ 5,000,000.00
				\$ -		\$ -
			SUBTOTAL	\$ 5,000,000.00	\$ -	\$ 5,000,000.00
TOTAL				\$ 16,430,000.00	\$ 1,340,508.00	\$ 17,770,508.00

Aportación	Inversión	% Particip.
Empresa	\$ 12,770,508.00	72%
Fonaes	\$ 5,000,000.00	28%
Total	\$ 17,770,508.00	100%

c) Análisis de rentabilidad

Tasa de rendimiento mínima aceptable

Para el cálculo de la rentabilidad del proyecto, se utilizó una tasa de actualización del 12%, que es la tasa que se contempla para efectos de evaluación del proyecto de inversión.

$$TRMA = 12\%$$

d) Indicadores financieros

De acuerdo al cálculo efectuado del proyecto, en función de los flujos netos de efectivo actualizados a una tasa del 12 %, que corresponde a la TRMA del proyecto, se concluyen los siguientes indicadores:

- **Valor Presente Neto**

El *Valor Actual Neto* es un método que evalúa el valor monetario presente de los flujos futuros generados por el proyecto aplicándoles una tasa de descuento específico – en este caso del 6.00% (tasa de rendimiento mínimo aceptable). Si el resultado obtenido es mayor o igual a cero, se considera que el proyecto es financieramente aceptable. El proyecto arroja una VAN de:

$$\text{VAN} = 13,594,525.47$$

Cuadro 6. Valor Actual Neto

Tasa de Descuento
6.00%

VALOR ACTUAL NETO

AÑOS	Flujo Neto de Efectivo	FACTOR (6%)	FNE ACTUALIZADO
0	-\$ 5,000,000.00	1.0000	-\$ 5,000,000.00
Año1	\$ 5,779,532.65	0.9434	\$ 5,452,389.29
Año2	\$ 6,143,082.84	0.8900	\$ 5,467,321.86
Año3	\$ 9,140,826.65	0.8396	\$ 7,674,814.32
	VALOR ACTUAL NETO		\$ 13,594,525.47

Periodo de Recuperación

$$\text{PR} = \text{No. Años antes Recuperacion} + \frac{\text{Costo NO recuperado al inicio de la recuperacion total de Año}}{\text{Flujos totales de efectivo durante la reuuperacion Año}}$$

$$\text{PR} = 1.24 \text{ Años}$$

$$\text{Valor Presente Neto} = \$ 13,594,525.47$$

- **Tasa Interna de Retorno**

La *Tasa Interna de Retorno* determina el rendimiento obtenido por el proyecto para los accionistas $\%$ fuentes de financiamiento del proyecto. Desde otro punto de vista, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, dando como resultado el valor real de rendimiento de la misma.

Cuadro 7. Tasa Interna de retorno

CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO POR INTERPOLACIÓN

AÑOS	FLUJO NETO DE EFECTIVO	TASA DE DESCUENTO 6%	FLUJO NETO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	TASA DE DESCUENTO 15%	FLUJO NETO DE EFECTIVO ACTUALIZADO
0	-\$ 5,000,000.00	1.0000	-\$ 5,000,000.00	1.0000	-\$ 5,000,000.00
Año1	\$ 5,779,532.65	0.9434	\$ 5,452,389.29	0.8696	\$ 5,025,680.57
Año2	\$ 6,143,082.84	0.8900	\$ 5,467,321.86	0.7561	\$ 4,645,053.19
Año3	\$ 9,140,826.65	0.8396	\$ 7,674,814.32	0.6575	\$ 6,010,241.90
	16,063,442.14		\$ 13,594,525.47		\$ 10,680,975.65

$$T.I.R. = T_1 + (T_2 - T_1) * VAN_1 / VAN_2$$

$$T.I.R. = 6.00\% + (15.00\% - 6.00\%) * \frac{13,594,525.47}{13,594,525.47 - 10,680,975.65} = 47.99\%$$

Donde:	
T ₁ = Tasa menor	6.00%
T ₂ = Tasa mayor	15.00%
VAN ₁ = Valor Actual Neto Positivo	\$ 13,594,525.47
VAN ₂ = Valor Actual Neto Negativo	\$ 10,680,975.65

* COLUMNA "D" RENGLÓN 23

Cuadro 8. Relación Beneficio Costo

RELACION BENEFICIO/COSTO

AÑOS	INGRESOS /VENTA	FACTOR DE ACTUALIZACION 6%	INGRESOS ACTUALIZADOS	COSTOS Y GASTOS TOTALES	FACTOR DE ACTUALIZACION 8.7%	COSTOS ACTUALIZADOS
0		1.0000			1.0000	\$ 11,430,000.00
Año1	\$ 24,983,904.00	0.9434	\$ 23,569,720.75	\$ 22,557,000.00	0.9434	\$ 21,280,188.68
Año2	\$ 27,544,754.16	0.8900	\$ 24,514,733.14	\$ 23,696,240.00	0.8900	\$ 21,089,569.24
Año3	\$ 31,814,191.05	0.8396	\$ 26,711,808.28	\$ 24,940,508.80	0.8396	\$ 20,940,532.12
			\$ 74,796,262.18			\$ 74,740,290.04

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\$ 74,796,262.18}{\$ 74,740,290.04} = 1.00$$

6.00%

- **Punto de equilibrio**

Es el punto donde los ingresos por ventas son iguales a los costos y gastos variables y fijos, por lo tanto no hay utilidades en el periodo. Cuando los ingresos son superiores a los valores del PE por ciclo, se demuestra que hay un margen de utilidad.

El punto de equilibrio obtenido para cada uno de los años del horizonte del proyecto se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Punto de equilibrio

PUNTO DE EQUILIBRIO

Ejercicio	Año	Gastos Operación	Costos Directos	Costos Totales	Ventas Totales	Punto de Equilibrio (\$)	Indice de Absorción (%)
	Año1	\$ 712,000.00	\$ 21,000,000.00	\$ 21,712,000.00	\$ 24,983,904.00	\$4,465,102.48	17.87
	Año2	\$ 761,840.00	\$ 22,050,000.00	\$ 22,811,840.00	\$ 27,544,754.16	\$3,819,041.74	13.86
	Año3	\$ 815,168.80	\$ 23,152,500.00	\$ 23,967,668.80	\$ 31,814,191.05	\$2,994,096.16	9.41

Aportación	Inversión	% Particip.
EMPRESA	12,770,508.00	72%
FONAES	5,000,000.00	28%
TOTAL	\$ 17,770,508.00	100%

De acuerdo al análisis y la evaluación financiera realizada, se observa que las actividades que propone la organización Los Trece Ejidos de Jocotitlán S.P.R. de R.L., **es RENTABLE**, lo anterior sustentado en la factibilidad técnica y económica que presenta el proyecto, fundamentada tanto en los indicadores financieros como en los factores cualitativos del proyecto, por lo que **se recomienda su instalación y puesta en marcha.**

4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO TRECE EJIDOS CON LA METODOLOGÍA DE OPCIONES REALES.

La evaluación del proyecto utilizando la metodología de opciones reales se desarrolló de la siguiente manera: en principio se valora la opción de expansión, debido a que se tiene planeado la expansión y desarrollo al mercado nacional de maíz, por lo que se vislumbra claramente una opción de ampliación, para hacerlo se utiliza el método binomial. La idea de desarrollar el método binomial es porque la planta comercializadora de maíz tiene el potencial crecer en los siguientes seis años, con la producción por contrato que se realizará con un gran número de productores no socios de los Trece Ejidos.

Los argumentos que se requieren para aplicar la teoría de valoración de opciones para evaluar la opción de expansión son las mismas que se necesitan para cualquier opción. Se requiere el valor del activo subyacente, la varianza sobre ese valor, el tiempo a la expiración de la opción, el precio de ejercicio, la tasa libre de riesgo y la equivalente de dividendos (el costo de posponer).

De esta manera se tiene los siguientes datos para la evaluación utilizando la teoría de opciones reales de los Trece Ejidos.

- 4.1. **Valor del activo subyacente.** En el caso de opciones de activos físicos o reales, el activo subyacente es el proyecto por sí mismo. El valor actual de este activo es el valor presente del flujo de efectivo esperado de iniciar el proyecto ahora, el cual se obtuvo con la evaluación tradicional y fue de \$17'770,508.00.
- 4.2. **Precio de ejercicio de la opción.** La opción de expansión se ejerce cuando la empresa que posee derechos sobre el proyecto por diversos motivos decide incrementar sus operaciones, el hecho de expandir o de comprar nuevos activos será el equivalente a ejercer la opción de compra. En este tipo de opción el precio de ejercicio es el costo de expansión que es de \$ 9'510,762.23 y equivalen a 150% de los costos variables, ya que se piensa expandir las operaciones 50%.
- 4.3. **Varianza en el valor del activo.** En este proyecto, se consideró al precio del maíz como el factor de mayor riesgo, y es a partir de esos precios que se estima la varianza del proyecto, Se buscó el precio de referencia del

maíz que cotiza en bolsa y se calculo el índice de precios de los mismos, posteriormente se deflactaron con el índice general de precios al consumidor base 2000.

Después se obtuvo la tasa de crecimiento continua de los precios, esto es el logaritmo natural de el cociente del año t, entre el año anterior (t-1). Con estas tasas de crecimiento se calculó la desviación estándar, para tener una referencia de la posible volatilidad de este proyecto. Finalmente se hizo lo mismo para el precio medio de venta por libra recibido por los Trece Ejidos, obteniendo una desviación estándar de 9.32%.

4.4. **Fecha de expiración de La opción:** El periodo durante el cual la opción es viable en este proyecto es de seis años, y se podrá ejercer en cualquier momento durante el mismo.

4.5. **Tasa libre de riesgo:** Es la tasa de interés real anual libre de riesgo y, se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{1 + \text{CETES}}{1 + (\pi^e)^2} = 1 + r$$

Donde:

CETES: tasa de interés que pagan los certificados de la tesorería.

π^e : Inflación esperada.

r: tasa de interés real.

Si CETES = 4.52% Y π^e = 4.9%

$$1.0452/1.0024 = 1+r$$

$$r = 4.27\%$$

Para calcular el valor total de la comercializadora los Trece Ejidos se decide utilizar el método binomial en la forma de una opción "call" americana, porque la opción de expandir las operaciones de la comercializadora es similar a una opción de compra y puede ser ejercida en cualquier momento antes de la fecha de expiración.

$$S = 17'770,508.00$$

$$k = 9'510,762.23$$

$$\sigma = 9.32\%$$

$$r = 4.27\%$$

Se calcula el valor u, d, p, q,

u = coeficiente de ascenso del valor del activo subyacente, y se calcula de la siguiente manera:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}}$$

$$u = 1.09768124956583$$

d = Coeficiente de descenso, este coeficiente al igual que el de ascenso, mide la amplitud de la variación del subyacente, y para este proyecto es el siguiente:

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}}$$

$$d = 0.911011279818736$$

p = La probabilidad de riesgo neutral es:

$$p = \frac{e^{rf(\delta t)} - d}{u - d}$$

$$p = 0.705462803469015$$

$$q = 1 - p = 0.294537196530985$$

Valor actual de la inversión = 17'770,508.00

En el primer año si va bien el valor queda en 21'324,609.60

En el primer año si va mal el valor queda en 17'415,097.84

La probabilidad de que todo vaya bien es 70.54%

La probabilidad de que todo vaya mal es de 29.45%

Figura 11.: Árbol binomial del valor del proyecto.

Año 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Año 5	Año 6
						31,085,461.35
					28,319,205.93	
				25,799,116.04		25,799,116.04
			23,503,285.72		23,503,285.72	
		21,411,758.40		21,411,758.40		21,411,758.40
	19,506,353.43		19,506,353.43		19,506,353.43	
17,770,508.00		17,770,508.00		17,770,508.00		17,770,508.00
	16,189,133.24		16,189,133.24		16,189,133.24	
		14,748,482.99		14,748,482.99		14,748,482.99
			13,436,034.36		13,436,034.36	
				12,240,378.86		12,240,378.86
					11,151,123.21	
						10,158,799.03

Si se calcula la probabilidad de que ocurra cada resultado del último año, y luego se calcula el valor esperado del proyecto de ese último año, en el cálculo de las probabilidades en cada nodo del último año se utiliza la siguiente fórmula:

$$p = \left[\frac{t!}{(t-n)!n!} \right] [p_u(1-p_u)^{t-n}]$$

donde:

t= 6

n = 6,5,4,3,2,1 (es el número del nodo, iniciando por el nodo de arriba)

$$p = \frac{(1+r) - d}{u - d} = \frac{1.0427 - 0.98}{1.2 - 0.98} = 0.27$$

Calculando la probabilidad de que ocurra cada resultado del año seis se tiene el cuadro siguiente:

Cuadro 10. Probabilidad de ocurrencia de cada nodo en el año seis

n	Probabilidad	Valor del nodo	Valor esperado
6	12.33%	31,085,461.35	3,831,792.97
5	30.88%	25,799,116.04	7,966,486.50
4	32.23%	21,411,758.40	6,901,132.58
3	17.94%	17,770,508.00	3,188,398.86
2	5.62%	14,748,482.99	828,604.80
1	0.94%	12,240,378.86	114,847.35
0	0.07%	10,158,799.03	6,632.59
	100.00%		22,837,895.65

Fuente: elaboración propia en base a resultados

Se puede observar que el valor nodo 4 es de 21'411,758.40 y una probabilidad de 32.23%, que es el más probable. Multiplicando cada uno de los valores del nodo por su probabilidad, y sumando se tiene un valor final de 22'837895.65 que es el valor del proyecto sin flexibilidad en el periodo cinco, el cual al traerlo a valor presente, es de 17'770,508.00 que es el valor presente neto del proyecto sin flexibilidad.

Con base en el árbol binomial del valor del proyecto (figura 1), se realiza el cálculo de la opción de una expansión, la cual se efectúa en dos pasos, el primero es el cálculo de los nodos terminales, y el segundo es el cálculo de los nodos intermedios hasta llegar al nodo inicial que tiene un valor de 19'770,508.00 pesos.

Figura 12: Árbol binomial con el cálculo de la opción de expansión.

						34,194,007.49
					31,151,126.52	
			28,379,027.64			28,379,027.64
		25,853,614.29		25,853,614.29		
	23,552,934.24		23,552,934.24			23,552,934.24
21,456,988.77		21,456,988.77		21,456,988.77		
19,547,558.80	19,547,558.80		19,547,558.80			19,547,558.80
	17,808,046.56		17,808,046.56		17,808,046.56	
		16,223,331.29		16,223,331.29		16,223,331.29
			14,779,637.80		14,779,637.80	
				13,464,416.75		13,464,416.75
					12,266,235.53	
						11,174,678.93

En el primer paso se calcula el valor de expansión de los nodos terminales, el cual es equivalente a incrementar la capacidad existente en 50%, menos los costos de expansión, que en este caso solo serán los costos variables dado que se tiene capacidad de sobra, y este valor se compara con el obtenido en los nodos terminales de la figura X, eligiendo el valor que maximiza ganancias, por ejemplo, el nodo terminal p tiene un valor de 34,194,007.49, los cuales se obtienen de la maximización del valor de la opción de expansión.

El segundo paso es el cálculo de los nodos intermedios, en donde el valor de expansión se obtiene de la misma forma que en los nodos terminales, mientras que el valor de continuar sólo con las

operaciones actuales se obtiene con la siguiente expresión: $[(p)(u)^n + (1-p)(d)^n] \exp[-(r)(t)]$.

Figura 13: Árbol binomial con el cálculo de la opción tecnológica.

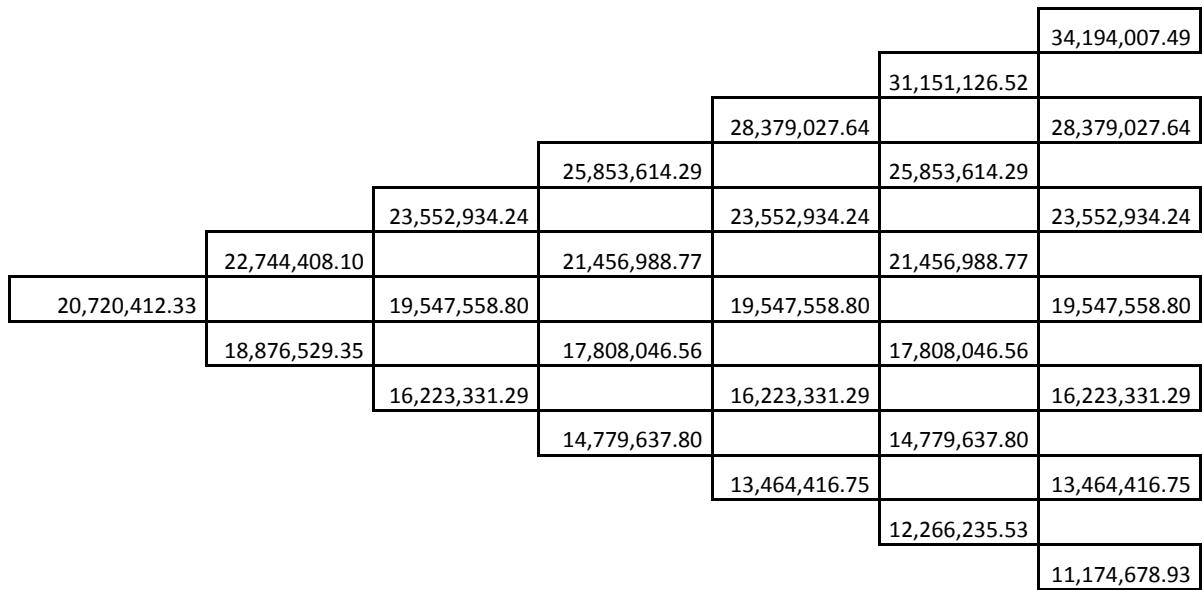
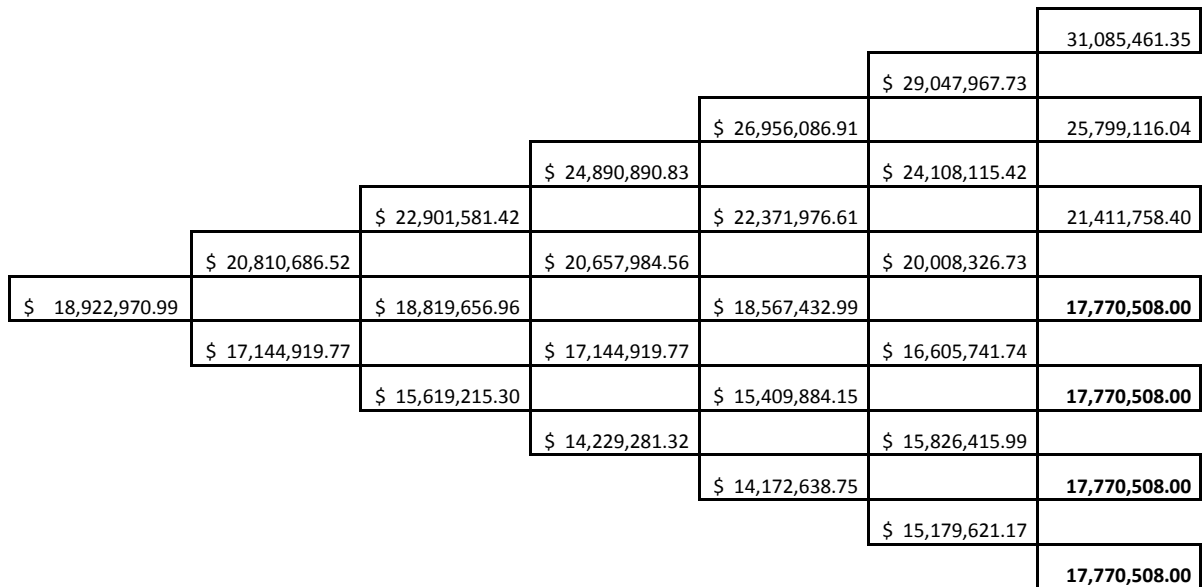


Figura 14: Árbol binomial con el cálculo de la opción de salida.



4.6. Volatilidad de precios y la toma de decisión de aumentar o disminuir el volumen comercializado.

La inversión necesaria para instalar y operar el centro de acopio y en caso de fracasar es poco lo que se puede recuperar. Por lo que se considera que invertir en un silo es un costo hundido o irreversible.

Cuando los precios del maíz en cuestión son lo suficientemente altos, se ve una ampliación en el centro de acopio. Pero cuando los precios están muy bajos, no solo se frena la construcción de silos sino se ven muchos abandonados.

Visto el caso de la instalación de una comercializadora como opciones reales, se tienen como una opción "call" el derecho pero no la obligación de construcción de un silo cuando los precios son "buenos" y la opción "put" el derecho pero no la obligación de salirse de la comercialización de maíz cuando los precios son "malos". Esto es, hay un precio, H , en el que el productor decide entrar a la comercialización de maíz y hay un precio, L , en el que decide salirse.

La teoría económica clásica dice que el centro de acopio seguirá comercializando mientras el precio sea mayor al costo variable, en caso contrario dejará de comercializar. Pero en la realidad el centro de acopio mantiene la comercialización aún cuando tenga pérdidas, porque espera que los precios se recuperen. Este es el caso de otros productores, por ejemplo, los de carne, de pollo, de res, de huevo, de leche, de hortalizas en invernadero. Pero si el precio baja o sigue bajando, entonces se cierran la producción y/o comercialización. Esto lleva a considerar que el productor es consciente en su decisión de entrar o salir cuando los precios son volátiles. Así, que debe haber un precio, H , que provoca la entrada y un precio, L , que provoca la salida, en escenarios de alta volatilidad de precios.

Dixit y Pindyck (véase 20, Dixit, 1994) propusieron un modelo que permite estimar, H , y L , en escenario de volatilidad de precios.

El modelo de Dixit y Pindyck puede ser útil para estimar el precio, H , y el precio, L , para el caso del centro de acopio.

El modelo consiste en lo siguiente:

Al igual que para calcular los valores críticos se parte de suponer que los precios reales o el flujo de efectivo real tienen un comportamiento aleatorio, como el movimiento Browniano.

$$\frac{dp}{p} = \mu dt + \Gamma dz \quad (4.1)$$

Donde:

p = precio del producto

dp = movimiento del precio. Donde $(dp)^3 = 0$ y subsecuentes

μ = la media de los precios, en tasas continuas de movimiento. Se interpreta como la tendencia de los precios.

Γ^2 = la volatilidad de los precios

Γ = el riesgo

dt = incremento del tiempo, $dt^2 = 0$ y sus subsecuentes

dz = variable que sigue un proceso de Wiener donde $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$, donde ε es una variable al azar con una distribución normal $N \sim (0,1)$ con media cero, varianza 1. Por lo que el valor esperado de ε es cero, $E(\varepsilon) = 0$. Donde $dz^2 = dt$.

El valor del centro de acopio está en función del precio del producto y del tiempo, $v(p,t)$

$$dv(p) = \frac{dv}{dp} dp + \frac{dv}{dt} dt + \frac{1}{2} \frac{d^2v}{dp^2} (dp)^2 \quad (4.2)$$

Recuerde que $(dp)^3 = 0$ y $(dt)^2 = 0$ y sus subsecuentes

Si introducimos (6.9) (movimiento Browniano) en (6.10) (Lemma de Ito o expansión de Taylor) obtenemos;

$$dv(p) = \frac{dv}{dp}(\mu p dt + \Gamma p dz) + \frac{dv}{dt} dt + \frac{1}{2} \frac{d^2v}{dp^2} (\mu p dt + \Gamma p dz)^2$$

Ordenando y operando

$$dv(p) = \left[\frac{dv}{dp} \mu p + \frac{dv}{dt} + \frac{1}{2} \frac{d^2v}{dp^2} \Gamma^2 p^2 \right] dt + \frac{dv}{dp} \Gamma p dz$$

$$\text{Si } \frac{dv}{dp} = v'(p), \quad \frac{d^2v}{dp^2} = v''(p), \quad \frac{dv}{dt} = 0$$

$$dv(p) = \left[v'(p) \mu p + \frac{1}{2} v''(p) \Gamma^2 p^2 \right] dt + v'(p) \Gamma p dz$$

Si obtenemos el valor esperado de toda la ecuación y recordamos que $E(dz) = 0$ porque dz tiene una media de cero.

$$E(dv(p)) = \left[v'(p) \mu p + \frac{1}{2} v''(p) \Gamma^2 p^2 \right] dt \quad (4.3)$$

Si usamos la ecuación de Bellman, que dice que el incremento esperado en el valor del proyecto, $E(dv(p))$, debe ser igual al valor del proyecto multiplicado por la tasa de descuento para el periodo siguiente, $\ell v(p) dt$. Donde ℓ = tasa de descuento, $v(p)$ = valor del proyecto, dt = un periodo adicional.

$$E(dv(p)) = \ell v(p) dt \quad (4.4)$$

Si introducimos (6.11) en (6.12) e igualamos a cero resulta;

$$\left[v'(p) \mu p + \frac{1}{2} v''(p) \Gamma^2 p^2 \right] dt - \ell v(p) dt = 0$$

Eliminando dt y ordenando,

$$\frac{1}{2}v''(p)\Gamma^2 p^2 + v'(p)\mu p - \ell v(p) = 0 \quad (4.5)$$

Queda una ecuación de segundo grado, que tiene una solución general de la forma siguiente:

$$v(p) = Ap^\beta + Bp^\alpha \quad (4.6)$$

Para encontrar el valor de β y α resuelve la ecuación 4.5,

Empecemos por la solución parcial

$$v(p) = Ap^\beta$$

Donde

$$v(0) = 0$$

Esto es si el precio o flujo de efectivo es cero, el negocio se para.

$$v'(p) = A\beta p^{\beta-1}$$

$$v''(p) = A\beta(\beta-1)p^{\beta-2}$$

Introduciendo estos resultados en ecuación 4.5, resulta

$$\frac{1}{2}(A\beta(\beta-1)p^{\beta-2})\Gamma^2 p^2 + A\beta p^{\beta-1}(\mu p) - \ell A p^\beta = 0$$

Operando

$$\frac{1}{2}A\beta(\beta-1)\frac{p^\beta}{p^2}\Gamma^2 p^2 + A\beta\frac{p^\beta}{p}(\mu p) - \ell A p^\beta = 0$$

$$\frac{1}{2}\Gamma^2\beta^2 + \left(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)\beta - \ell = 0$$

Donde,

$$a = \frac{1}{2}\Gamma^2$$

$$b = \mu - \frac{1}{2}\Gamma^2$$

$$c = -\ell$$

$$\beta = \frac{-(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2) + \sqrt{\left(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)^2 - \left(4\frac{1}{2}\Gamma^2(-\ell)\right)}}{2\frac{1}{2}\Gamma^2}$$

$$\beta = \frac{-\mu + \frac{1}{2}\Gamma^2 + \sqrt{\left(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)^2 + (2\Gamma^2\ell)}}{\Gamma^2}$$

Una solución para β y α será:

$$\beta = \frac{-\mu + \frac{1}{2}\Gamma^2 + \sqrt{\left(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)^2 + (2\Gamma^2\ell)}}{\Gamma^2} > 1 \quad (4.7)$$

$$\alpha = \frac{-\mu + \frac{1}{2}\Gamma^2 - \sqrt{\left(\mu - \frac{1}{2}\Gamma^2\right)^2 + (2\Gamma^2\ell)}}{\Gamma^2} < 0$$

Para el caso de que el precio del producto sea tan bajo que obligue a cerrar el centro de acopio, entonces la solución parcial de la ecuación (4.5) será:

$$v_0(p) = Ap^\beta \quad (4.8)$$

Donde, $v_0(p)$, indica que el proyecto está cerrado, pero vale algo.

Ahora, si redefinimos la ecuación de Bellman, 4.4, para que quede explícito el caso de una empresa que está trabajando y tiene un flujo de efectivo.

$$\ell v_1(p) dt = E(dv_1) + (p - c)dt \quad (4.9)$$

Donde:

$\ell v_1(p) dt$ = rentabilidad normal.

ℓ = tasa de descuento.

$v_1(p)$ = valor del centro de acopio trabajando. Note que el subíndice 1 indica trabajando, el subíndice 0 indica no trabajando.

dt = agregando un periodo más.

$E(dv_1)$ = incremento esperado en el valor del proyecto.

$(p - c)$ = precio, p , menos el costo, c , da el flujo de efectivo.

Si, como hicimos anteriormente, introducimos ecuación 4.3 en ecuación 4.8 e igualamos a cero y dividimos todo por dt , resulta:

$$\frac{1}{2} v_1''(p) \Gamma^2 p^2 + v_1'(p) \mu p - \ell v_1(p) + (p - c) = 0 \quad (4.10)$$

Compare con la ecuación (4.5)

Una solución general será:

$$v_1(p) = Ap^\beta + Bp^\alpha + \frac{p}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell}$$

Donde:

$\frac{p}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell}$ es el valor presente del flujo de efectivo a perpetuidad.

Así una solución parcial para la ecuación (4.9) será:

$$v_1(p) = Bp^\alpha + \frac{p}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} \quad (4.11)$$

Para poder encontrar el precio, H, que induce a invertir en el centro de acopio y el precio, L, que induce a cerrar, es necesario tomar en cuenta algunas definiciones.

Hay un precio, H, donde el proyecto se activa, $v_1(H)$. El valor del proyecto activo será igual al valor del proyecto cerrado, $v_0(H)$, más la inversión irreversible, K.

$$v_1(H) = v_0(H) + K$$

Que es igual a:

$$v_1(H) - v_0(H) = K \quad (4.12)$$

La inversión irreversible es igual a la diferencia entre el valor del proyecto activo menos el valor del proyecto cerrado.

Se requiere que:

$$v_1'(H) - v_0'(H) = 0 \quad (4.13)$$

Hay un precio, L, donde el proyecto que está trabajando, $v_1(L)$, se cierra, $v_0(L)$. El valor del proyecto trabajando a precios bajos, debe ser igual al valor del proyecto cerrado menos el costo de cerrar.

$$v_1(L) = v_0(L) - X$$

Note que a precios bajos, L, vale más el proyecto cerrado que trabajando, por eso es que se cierra. Se puede reescribir:

$$v_1(L) - v_0(L) = X \quad (4.14)$$

El costo de cerrar el proyecto, puede ser por liquidar la mano de obra. Pero si hay algún activo, como inventarios que se rematan entonces la X que representa el costo se puede volver positiva. Esto es, el proyecto se va a cerrar por lo que se rescata lo que se puede.

Igual que en la ecuación (6.20) se requiere que:

$$v_1'(L) - v_0'(L) = 0 \quad (4.23)$$

Repetimos las ecuaciones 6.16 y 6.19 que son las soluciones parciales.

$$v_0(p) = Ap^\beta \quad (4.8)$$

$$v_1(p) = Bp^\alpha + \frac{P}{\ell - \mu} - \frac{c}{\mu} \quad (4.11)$$

Donde:

$$v_0'(p) = A\beta p^{\beta-1}$$

$$v_1'(p) = B\alpha p^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu}$$

Si introducimos las ecuaciones en 4.8, 4.11 y sus derivadas en las ecuaciones 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 sustituyendo el precio, p, por el precio alto, H, o el precio bajo, L, resulta;

$$v_1(H) - v_0(H) = K \quad (4.12)$$

$$\frac{H}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BH^\alpha - AH^\beta = K \quad (4.13)$$

$$v_1'(H) - v_0'(H) = 0 \quad (4.14)$$

$$B\alpha H^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta H^{\beta-1} = 0 \quad (4.18)$$

$$v_1(L) - v_0(L) = -X \quad (4.15)$$

$$\frac{L}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BL^\alpha - AL^\beta = -X \quad (4.19)$$

$$v_1'(L) - v_0'(L) = 0 \quad (4.16)$$

$$B\alpha L^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta L^{\beta-1} = 0 \quad (4.20)$$

El sistema de ecuaciones queda de la siguiente manera:

$$\frac{H}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BH^\alpha - AH^\beta = K$$

$$B\alpha H^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta H^{\beta-1} = 0$$

$$\frac{L}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BL^{\alpha} - AL^{\beta} = -X$$

$$B\alpha L^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta L^{\beta-1} = 0$$

Las variables exógenas son:

ℓ = Tasa de descuento

μ = Media de los precios

Γ = Desviación estándar de los precios

K = Inversión irreversible o hundida

X = Costo de error

Las que se estiman con las variables exógenas son, β y α . Por lo que quedan como variables a calcular A, B, H y L.

Se calcula el precio promedio ponderado y se obtiene su tasa continua de crecimiento, $r = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$. El precio es por tonelada.

Así se obtiene:

La media $\mu = -0.023715279$

La varianza $\Gamma = 0.014039238$ volatilidad

La desviación estándar $\Gamma = 0.118487288$

La tasa de descuento, a la que obtiene un préstamo, será de $\ell = 0.12$

El costo de comercializar una tonelada de maíz de \$2,200.00 y la inversión irreversible, que es el centro de acopio es de \$17'700,000.00, dividido por cada tonelada (suponiendo que se comercializan 10,000 toneladas) será de \$1,770.00.

El costo de cerrar el centro de acopio será de \$250.00 por tonelada, que es lo que cuesta liquidar mano de obra y gastos de gastos administrativos-contables de baja del centro, entre otros. Los datos que tenemos son;

$$\mu = -0.023715279$$

$$\Gamma = 0.014039238$$

$$\ell = 0.12$$

$$c = \$2,200 \text{ por tonelada}$$

$$K = \$1,770 \text{ por tonelada}$$

$$X = \$250 \text{ por tonelada}$$

Usando ecuación 4.7. se encuentra α y β que tienen los valores siguientes:

$$\alpha = -2.489204813$$

$$\beta = 6.86763315$$

Con los datos anteriores se sustituyen en el sistema de ecuaciones

$$\frac{H}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BH^\alpha - AH^\beta = K$$

$$B\alpha H^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta H^{\beta-1} = 0$$

$$\frac{L}{\ell - \mu} - \frac{c}{\ell} + BL^\alpha - AL^\beta = -X$$

$$B\alpha L^{\alpha-1} + \frac{1}{\ell - \mu} - A\beta L^{\beta-1} = 0$$

Para obtener los valores de H y L, que son los siguientes:

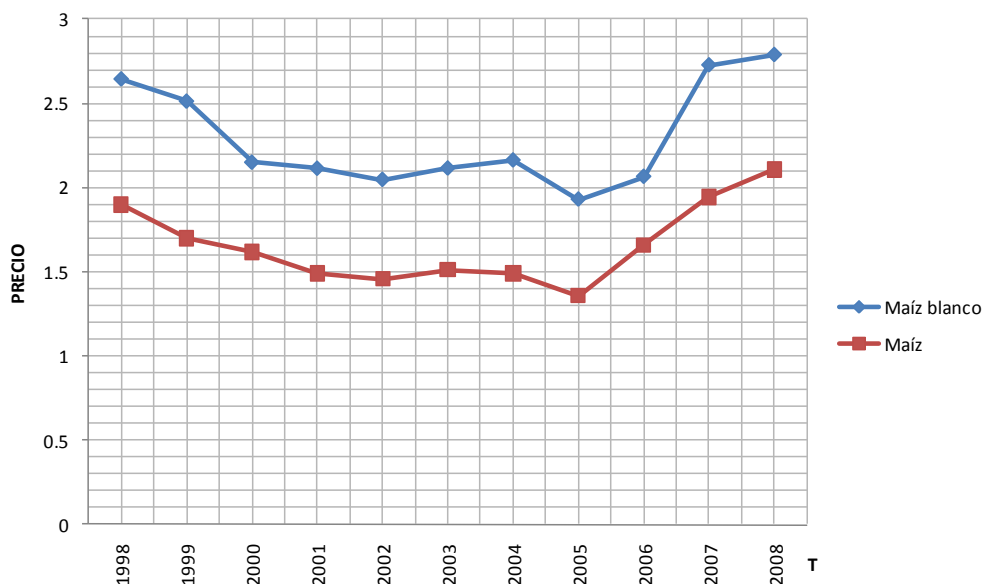
$$H = \$2,930.00 \text{ y } L = \$2,148.82$$

H=\$2,930.00 es el precio del maíz donde el productor puede tomar la decisión de ampliar el negocio y L=\$2,148.82.00 es el precio del maíz al que el productor decide salir de la comercialización.

5. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES CRÍTICOS DEL MAÍZ COMMODITIE Y MAÍZ BLANCO CON VALOR AGREGADO (AQUINTALADO)

Los precios del maíz commodity se diferencian del maíz blanco para consumo humano, ya que éste último es más caro, pero ambos precios son regidos por los movimientos de precios internacionales del grano, lo que genera que sus cambios a través del tiempo se sigan de tal forma que son muy parecidos. Lo que podemos decir que la diferenciación del precio es buena, pero no disminuye el grado de incertidumbre de dichos precios como se puede ver en la siguiente gráfica.

Gráfica 1. Precios reales del maíz y maíz blanco 1998-2008



Fuente: Elaboración propia en base a ¹Precio medio rural SIACON, actualizado con INPC
²Precio Central de Abastos, actualizado con INPC

5.1. Tasa de crecimiento real

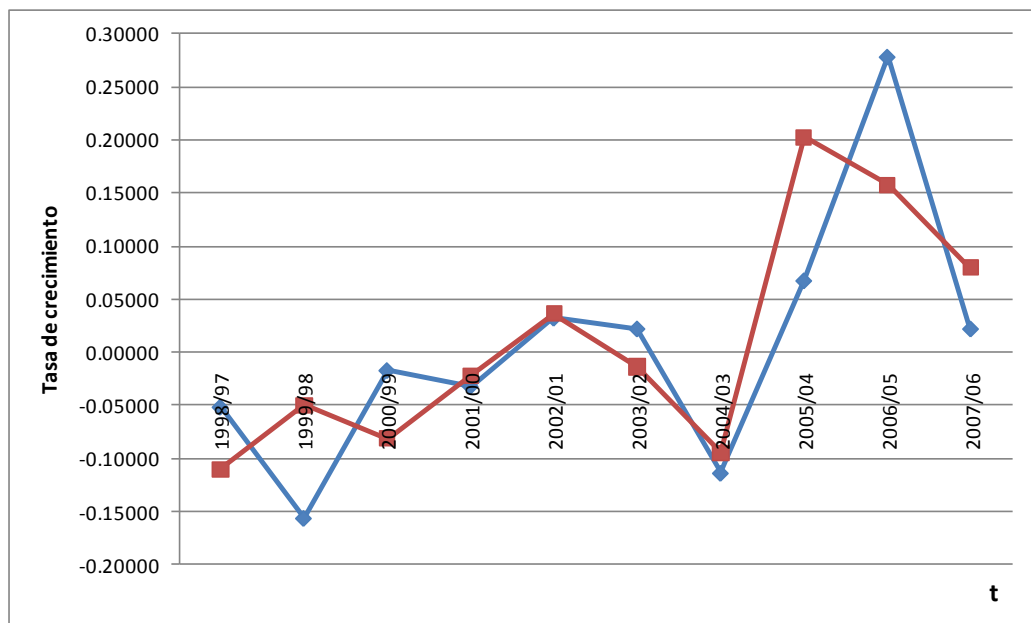
Se inicia obteniendo los precios de once años del maíz genérico, en este caso se utilizó el precio medio rural generado por el SIACON, y los precios de maíz diferenciado, en este caso el precio del maíz blanco para consumo humano de la Central de abastos de Iztapalapa; se convirtieron a valores reales utilizando el

Índice Nacional de Precios al Consumidor base 2da. Quincena de junio de 2002 y se obtuvieron las tasas de crecimiento utilizando la siguiente fórmula:

$$\ln\left(\frac{P_t}{P_{T-1}}\right) = Tc$$

En el cuadro siguiente se observan las tasas de crecimiento de las dos series de precios; se puede ver que el mercado marca la pauta y las tasas de crecimiento de ambos siguen la misma tendencia, esto se observa de mejor manera cuando se grafican los datos, se puede observar que la tendencia en los cambios es muy similar lo que significa que sus medias y sus varianzas tienden a ser muy parecidas.

Gráfica 2. Tasa de crecimiento real de los precios del maíz genérico y maíz blanco 1998-2008



Fuente: Elaboración propia

5.2. Media y varianza de las tasas de crecimiento

Se obtiene la media y la varianza de las tasa de crecimiento de las dos series de precios del maíz con la finalidad de conocer la tendencia de dichos precios y ver el riesgo de los mismos.

Obtención de la media

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

Obtención de la varianza

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

La media da la tendencia de los precios y la varianza no indica el riesgo o incertidumbre de los mismos. En el siguiente cuadro se obtuvieron las medias y varianzas de 21 productos, entre ellos la del maíz genérico y maíz blanco para consumo humano. Como consecuencia de agregar un servicio (aquintalado), la media aumenta en un 10% y la varianza (volatilidad) disminuye en un 20%. Ver cuadro 11.

Cuadro 11. Varianza y media de 21 productos agropecuarios

No.	Producto	Varianza (Γ)	Media (μ)	$\uparrow\mu=10\%$ y $\downarrow\Gamma=20\%$	
				Varianza (Γ)	Media (μ)
1	Carne de Ovino en Canal	0.000409577	-0.008356294	0.000327662	-0.00919192
2	Carne de Caprino en Canal	0.000476378	-0.018449138	0.000381103	-0.02029405
3	Ganado Ovino en Pie	0.000666974	-0.023550633	0.000533579	-0.0259057
4	Ganado Caprino en Pie	0.001038772	-0.019992457	0.000831018	-0.0219917
5	Caña	0.001509729	0.002181518	0.001207783	0.00239967
6	Leche de ganado Bovino	0.001528618	-0.01503307	0.001222895	-0.01653638
7	Leche de Cabra	0.002359872	0.000596714	0.001887897	0.000656385
8	Carne de Bovino en Canal	0.002428917	-0.004752523	0.001943134	-0.00522778
9	Carne de Porcino en Canal	0.004325469	-0.000702205	0.003460375	-0.00077243
10	Ganado Bovino en Pie	0.004574725	-0.018264635	0.00365978	-0.0200911
11	Melón	0.005716279	-0.023424947	0.004573023	-0.02576744
12	Cera de Abeja	0.005866544	0.01656227	0.004693235	0.018218497
13	Ganado Porcino en Pie	0.00624997	-0.015285633	0.004999976	-0.0168142
14	Miel	0.00675057	-0.017526836	0.005400456	-0.01927952
15	Carne de Ave en Canal	0.007581274	-0.007146358	0.00606502	-0.00786099
16	Ave en Pie	0.008941044	-0.019384665	0.007152835	-0.02132313
17	Maíz	0.010335725	0.010399661	0.00826858	0.011439627
18	Papa	0.010727164	-0.017155849	0.008581731	-0.01887143
19	Maíz blanco	0.012493529	0.005343821	0.009994823	0.005878203
20	Huevo	0.014717612	-0.001614758	0.01177409	-0.00177623
21	Sorgo	0.016289301	0.025667942	0.013031441	0.028234736

La gráfica siguiente muestra cómo se desplaza la media de μ_1 a μ_2 como consecuencia de la aplicación de un servicio al producto (aquintalado) y que

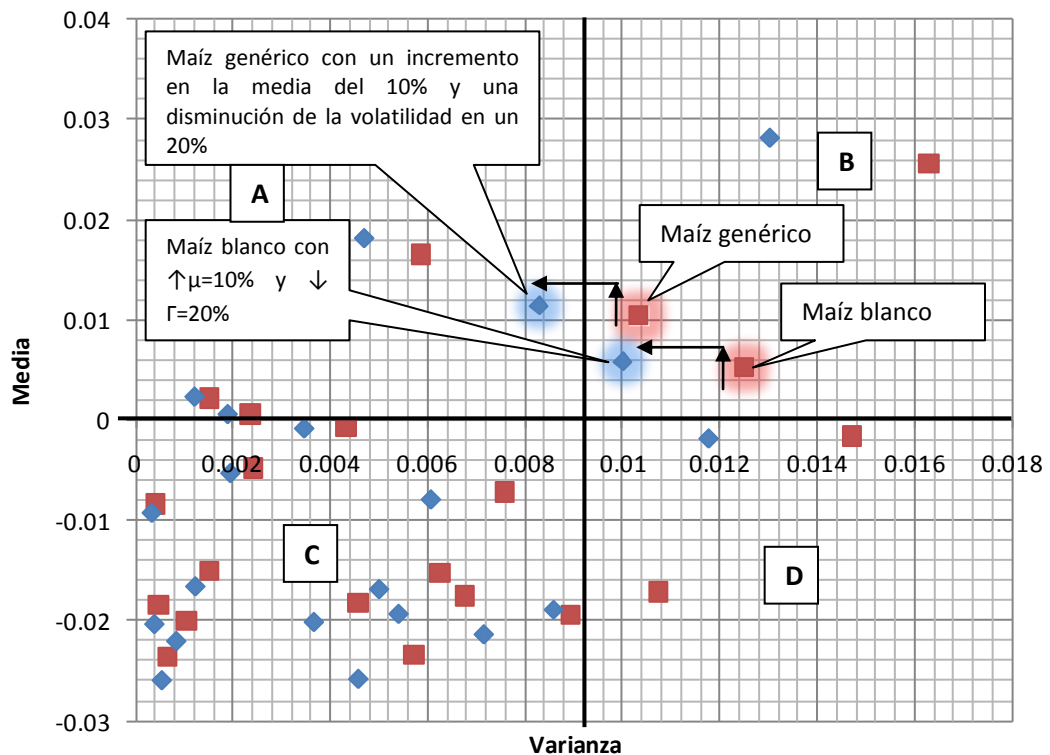
mejora sus condiciones de incertidumbre. Lo que significa que mientras más se acerque al cuadrante **A**, el producto menos incertidumbre, por lo que interesa que tiendan a dicho cuadrante.

Donde

$$\mu_2 = \mu_1(1+\phi)$$

Donde ϕ es el servicio que se agrega al producto, puede ser presentación, contrato de compra-venta, empaquetado, calidad; de tal forma que se reduzca el riesgo y la incertidumbre del precio del producto en el mercado; en este caso el maíz.

Gráfica 3. Tendencia y riesgo



5.3. Valor crítico del maíz y maíz blanco

Con la metodología descrita en el capítulo cuatro se desarrollan los valores críticos de un número de productos del sector agropecuario con el fin de comparar su comportamiento en relación al maíz. En el cuadro x se presenta el resultado del valor crítico de 21 productos del sector agropecuario. Se puede observar que

a mayor incertidumbre en los precios mayor es el valor crítico de los productos, así los productos cárnicos en el mercado son los que presentan menor variación en su precio y por consecuencia su valor crítico es reducido, por el contrario los productos como sorgo y maíz presentan mayor variación en el precio y por lo tanto su valor crítico es mayor, por lo que existe una relación directa entre la variación del precio en el tiempo y el valor crítico de los productos.

Cuadro 12. Valor crítico de 21 productos agropecuarios

Producto	Valor crítico		
	i=10%	i=10%, $\uparrow\mu=10\%$ y $\downarrow\Gamma=20\%$	i=15%
Carne de Caprino en Canal	1.012123457	1.00899443	1.011793016
Ganado Ovino en Pie	1.01340725	1.009922189	1.013084122
Carne de Ovino en Canal	1.019873	1.015311349	1.018484894
Ganado Caprino en Pie	1.023320778	1.017521879	1.022322214
Leche de ganado Bovino	1.040404196	1.031249493	1.037393081
Carne de Bovino en Canal	1.092102152	1.077969855	1.077890659
Ganado Bovino en Pie	1.08706003	1.068945817	1.078411702
Caña	1.104128779	1.095537871	1.082080518
Melón	1.090172522	1.070645768	1.082113239
Leche de Cabra	1.118252864	1.105864204	1.095013259
Miel	1.119638719	1.096236294	1.105856754
Ganado Porcino en Pie	1.12014039	1.097335127	1.105550293
Ave en Pie	1.140879363	1.113483449	1.124293297
Carne de Porcino en Canal	1.153979783	1.135869756	1.124739569
Papa	1.169478171	1.138315422	1.147295935
Carne de Ave en Canal	1.17308196	1.14677967	1.145001136
Cera de Abeja	1.337742587	1.336687734	1.238335045
Huevo	1.298851207	1.261547515	1.240065147
Maíz blanco	1.325313125	1.295330479	1.251695549
Maíz	1.342261053	1.321197771	1.256076906
Sorgo	1.629066358	1.628648268	1.425799296

En el cuadro anterior también se observa que al aumentar la tasa de descuento el valor crítico disminuye, por lo que se tiene una relación inversa de estas variables, esto se explica porque cuando las tasas de fluctúan positivamente, más alto será también el costo del capital y menor el valor presente neto del proyecto, es decir, los flujos de efectivo disminuyen al tener que ser actualizados con una tasa más alta.

CONCLUSIONES

Para mejorar la toma de decisiones de inversión, en el caso de la comercializadora de maíz de la empresa de los Trece Ejidos, las opciones reales junto con la evaluación tradicional, presentan grandes ventajas para mejorar la certidumbre en dichas inversiones irreversibles y por lo tanto mejoran sustancialmente la toma de decisiones en la implementación de proyectos de inversión con riesgo en la agricultura.

Las opciones reales como metodología para la evaluación de proyectos de inversión, no desplaza a la teoría de evaluación de proyectos tradicional, sino son complementarias ya que al usarlas se necesita la información de los indicadores financieros tradicionales.

La teoría de opciones reales para este caso es importante, ya que toma en cuenta la disminución de la incertidumbre al incluir en su análisis las variables como contratos de compra-venta y la cobertura de precios, así como la diferenciación del producto, en este caso la venta de maíz blanco especializado para la industria de la tortilla.

El instrumento de valores críticos no da otro indicador de cómo la incertidumbre se puede medir y permite tomar mejores decisiones a la hora de invertir.

Los resultados obtenidos indican que el proyecto de inversión evaluado con una tasa mínima de 12% es viable con una VAN de 13, 594,525.47, la TIR de 47.99% y una relación beneficio-costos de 1.05%. Para dar certidumbre se tiene un valor de la opción de salida de 1'152,462.99 y un valor crítico de 1.295. Se recomienda la inversión con la compra de una opción de salida.

El precio del maíz para la decisión de salida es $L = \$2,148.82$ y el precio para la decisión de ampliarse es $H = \$2,930.00$.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización del método binomial en evaluación de inversiones en el sector agropecuario y agroindustrial en escenarios de incertidumbre.

Se recomienda la obtención del valor crítico como un indicador importante para conocer la incertidumbre en las inversiones en el sector agropecuario y agroindustrial.

BIBLIOGRAFÍA

Amram M., Kalatilaka, N. 2000. **Opciones Reales: Evaluación de Inversiones en un Mundo Incierto**. Primera edición en español. Editorial gestión 2000. España. Romanya Valls S.A. p. 129-177

Brambila P, J de J. 2003. **Financiamiento Rural: Redes de Valor y Opciones Reales**. Banco de México FIRA.

Brambila P, J de J. 2006. **En el umbral de una agricultura nueva**. Primera edición, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados. México. P. 255-280.

Díaz T. H. T. 2002. **Futuros y Opciones financieras, una introducción**. Tercera edición. Editorial Limusa. México. 192 pp.

Dixit A y Pindyck R. 1994. **Investment under uncertainty**. Primera edición. Princeton University Press. Princeton, NY. 476 p.

Domínguez A. R. 2009. **Utilización de Opciones Reales en Proyectos de Inversión Agrícola**. Tesis. Doctorado en Economía, Socioeconomía, Estadística e Informática. Colegio de Postgraduados. México.

Lamothe P, Méndez M. 2006. **Valoración a través de una Opción Real Compuesta de un Parque Eólico con Riesgos Privados y de Mercado**. Departamento de Finanzas de Empresa, Universidad Autónoma de Madrid, España. p. 9-16

Loren W. T. 2004. **When to Get In and Out of Dairy Farming: A Real Option Analysis**. Department of Applied Economics and Management Cornell University, Ithaca, New York 14853-7801 USA.

Mascareñas, J. 2007. **Opciones Reales en la Valoración de Proyectos de Inversión**. Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas. Universidad Complutense de Madrid. España. 36 pp.

Mascareñas, J. 2008. **Procesos Estocásticos: El proceso de Wiener**. Documentos de trabajo de la Universidad Complutense de Madrid. España. 12 p.

Solorzano V, F E. 2001. **Valuación de Proyectos de Inversión a través de Opciones Reales**. Primera edición. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. México DF. p. 27-69.

T. Jeffrey P, Michael E. W. 1999. **Irreversible Investment Decisions in Perennial Crops with Yield and Price Uncertainty**. Journal of Agricultural and Resource Economics 24(1): 173-185. Western Agricultural Economics Association.

ANEXOS

Anexo 1. Proyección Financiera.

Las proyecciones financieras de la empresa se realizaron a un horizonte de 5 años, tal como se muestra a continuación:

Anexo 2. Presupuesto de Ingresos

En el siguiente cuadro podemos observar los ingresos esperados para cada uno de los años de operación del proyecto.

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L.

	Unidades/ Año
MAIZ ENVASADO	9840
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	160
PECUARIA	10000

Proyectado

Año1

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	820	9840
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	160
PECUARIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Unidades/ Mes
MAIZ ENVASADO	10332
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	168
PECUARIA	0

Año 2

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	10332
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	13.9965	168
PECUARIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Unidades/ Mes
MAIZ ENVASADO	11365.2
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	184.8
PECUARIA	0

Año3

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	947.1	11365
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	15.39615	185
PECUARIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Incremento Volumen de Actividades para el Año 2 5%

Incremento Volumen de Actividades para el Año 3 10%

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L.

PRESUPUESTO DE INGRESOS

Proyectado

Año1

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 2,050,000.00	\$ 24,600,000.00
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 31,992.00	\$ 383,904.00
PECUARIA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	24,983,904

Año 2

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 2,260,125.00	\$ 27,121,500.00
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 35,271.18	\$ 423,254.16
PECUARIA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	2,295,396	27,544,754

Año3

INGRESOS	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
MAIZ ENVASADO	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	\$ 2,610,444.38	31,325,333
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	\$ 40,738.21	488,859
PECUARIA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	-
Total	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	2,651,183	31,814,191

Precios Unitarios de Venta

Concepto x Unidad	Año1			Año 2			Año3		
	Venta	Compra	% s/ Cto.	Venta	Costo	% s/ Cto.	Venta	Costo	% s/ Cto.
MAIZ ENVASADO	2,500.00	2,100.00	84%	2,625.00	2,205.00	84%	2,756.25	2,315.25	84%
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	2,400.00	2,100.00	88%	2,520.00	2,205.00	88%	2,646.00	2,315.25	88%
PECUARIA	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	

Incremento de Precios c/ Año

5%

El producto que la empresa pretende sacar al mercado se presenta en el siguiente cuadro:

PRODUCTOS	PRECIO UNITARIO
MAÍZ ENVASADO EN BOLSAS DE 50 KG	\$2,500.00/ TONELADA
MAIZ MOLIDO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS PARA GANADO	\$2,400.00/ TONELADA

Anexo 3. Presupuesto de Egresos

Los conceptos de materia prima son los egresos más fuertes en los que incurrirá la empresa, esto es en la compra del maíz, el material de envasado (bolsas de polipropileno de 50 kg.).

Cuadro 51. Precios de materias primas costos

INSUMO	PRECIO UNITARIO (\$)
Maíz para beneficio y envasado	2,100.00 / TON
Saco de polipropileno de 50 kg.	2.5 / Bolsa

PRESUPUESTO DE COSTOS

Proyectado

COSTOS	Año1												Total
	DIC	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	
COMPRA DE MAIZ	4,200,000	4,200,000	2,100,000			5,250,000	5,250,000						21,000,000
													-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	4,200,000	4,200,000	2,100,000	-	-	5,250,000	5,250,000	-	-	-	-	-	21,000,000

PRESUPUESTO DE GASTOS (Año 1)

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L.

Gastos	Año1												Total
	DIC	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	
Sueldos / Mano de Obra													
GERENTE GENERAL	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	132,000
JEFE DEPTO DE CONTABILIDAD	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	108,000
JEFE DEPTO DE PRODUCCION	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	108,000
JEFE DEPTO DE VENTAS	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	108,000
JEFE DE DEPTO BENEFICIO Y ENVASADO DE MAIZ	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	96,000
ANALISTA DE LABORATORIO	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	60,000
VIGILANTE	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	48,000
SECRETARIA DOS	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	96,000
MANIOBRISTA 1	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	48,000
	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	804,000
GASTOS DE ADMINISTRACION													
Telefono	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Luz	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Contador	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3,600
Agua	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,200
	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	16,800
GASTOS DE VENTA													
Costo de Cobertura de Maiz	4000	4000	2000			5000	5000						20,000
Costo de Fumigacion	2840	2840	1420			3550	3550						14,200
Mano de Obra Directa	20000	20000	10000			25000	25000						100,000
Energia Electrica	10000	10000	5000			12500	12500						50,000
Mantenimiento	12000	12000	6000			15000	15000						60,000
bolsa de 50 kgr.	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	41000	492,000
	89,840	89,840	24,420	41,000	41,000	102,050	102,050	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	736,200
Total de Operación	91,240	91,240	25,820	42,400	42,400	103,450	103,450	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400	712,000
Otros Gastos y Productos													
Depreciaciones y Amortizaciones	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	359,500
Comisiones Bancarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses x Prestamo	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	16,274	287,507
	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	54,616	46,232	647,007
Total	145,856	145,856	80,436	97,016	97,016	158,066	158,066	97,016	97,016	97,016	97,016	88,632	1,359,007

Anexo 4. Flujo de efectivo mensual y determinación de capital de trabajo

La calendarización mensual, de la operación de la planta de beneficio de maíz, se realizó en base a los convenios de compra mensual de la empresa Comercializadora de Productos del Campo S. A. y la Asociación Nacional de Molineros A.C.

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L. Proyectado

	Año1											
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
Entradas:												
Saldo Inicial		2,706,597	413,195	285,212	2,240,649	4,196,086	840,474	- 2,515,139	- 518,078	1,478,983	3,476,043	5,473,104
Ingresos x Actividad (Ventas)	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,161,077	2,161,077	2,161,077	2,161,077	2,162,061
Apoyo FONAES (Prestamo)	5,000,000											
Total Entradas	7,119,453	4,826,050	2,532,648	2,404,665	4,360,102	6,315,540	2,959,927	- 354,062	1,642,998	3,640,059	5,637,120	7,635,165
Salidas:												
Compra de Grano	4,200,000	4,200,000	2,100,000	-	-	5,250,000	5,250,000	-	-	-	-	-
Retiro de Utilidades												
Pago Sueldos y Salarios	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000
Gastos Operación	91,240	91,240	25,820	42,400	42,400	103,450	103,450	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400
DEPRECIACION	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958	29,958
	-											
Pago Capital (Credito FONAES)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,700,000
Pago Intereses (Credito FONAES)	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	24,658	16,274
Total Salidas	4,412,856	4,412,856	2,247,436	164,016	164,016	5,475,066	5,475,066	164,016	164,016	164,016	164,016	1,855,632
Saldo Final	2,706,597	413,195	285,212	2,240,649	4,196,086	840,474	- 2,515,139	- 518,078	1,478,983	3,476,043	5,473,104	5,779,533

Anexo 5. Estado de resultados

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L. ESTADO DE RESULTADOS

PROYECTADO

VENTAS/AÑOS	Ejercicios					
	Año1	%	Año2	%	Año3	%
	12		12		12	
Ingresos						
MAIZ ENVASADO	\$ 24,600,000.00		\$ 27,121,500.00		\$ 31,325,332.50	
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	\$ 383,904.00		\$ 423,254.16		\$ 488,858.55	
PECUARIA	\$ -		\$ -		\$ -	
Total	\$ 24,983,904.00	100%	\$ 27,544,754.16	100%	\$ 31,814,191.05	100%
Costo de Venta						
MAIZ ENVASADO	\$ 21,000,000.00		\$ 22,050,000.00		\$ 23,152,500.00	
MAIZ PARA LA INDUSTRIA	\$ -		\$ -		\$ -	
PECUARIA	\$ -		\$ -		\$ -	
Total	\$ 21,000,000.00	84%	\$ 22,050,000.00	80%	\$ 23,152,500.00	73%
Utilidad Bruta	\$ 3,983,904.00	16%	\$ 5,494,754.16	20%	\$ 8,661,691.05	27%
Gastos Operación						
Sueldos / Mano de Obra	\$ 804,000.00		\$ 884,400.00		\$ 972,840.00	
Gastos de Administración	\$ 16,800.00		\$ 17,976.00		\$ 19,234.32	
Gastos de Venta	\$ 736,200.00		\$ 743,864.00		\$ 795,934.48	
Total	\$ 1,557,000.00	6%	\$ 1,646,240.00	6%	\$ 1,788,008.80	6%
Utilidad de Operación	\$ 2,426,904.00	10%	\$ 3,848,514.16	14%	\$ 6,873,682.25	22%
Otros Gastos y Productos						
Depreciación y Amortización	\$ 359,500.00		\$ 359,500.00		\$ 359,500.00	
Pago de Capital Financiamiento	\$ 1,700,000.00		\$ 3,300,000.00		\$ -	
Intereses x Préstamo	\$ 287,506.85		\$ 179,013.70		\$ -	
Total	\$ 2,347,006.85	9%	\$ 3,838,513.70	14%	\$ 359,500.00	1%
Utilidad A/ Impuestos (UAI)	\$ 79,897.15	0%	\$ 10,000.46	0%	\$ 6,514,182.25	20%
Impuestos						
ISR	\$ 11,984.57	0%	\$ 1,500.07	0%	\$ 977,127.34	3%
15%						
Utilidad Neta D/ Impuestos	\$ 67,912.58	0%	\$ 8,500.39	0%	\$ 5,537,054.92	17%

Necesidades de capital de trabajo

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L.													
NECESIDAD DE CAPITAL DE TRABAJO													
CONCEPTO	COSECHA PRIMAVERA VERANO						COSECHA OTOÑO-INVIERNO						TOTAL AÑO 1
	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	MARZO	FEBRERO	ABRIL	FEBRERO	MAYO	FEBRERO	JUNIO	
VOLUMEN (TN VENTAS)	832	832	832	832	832	832	832	832	832	832	832	843	10,000
VOLUMEN (TN COMPRAS)	2,000	2,000	1,000	0	0	2,500	2,500	0	0	0	0	0	10,000
INGRESOS													
PRECIO DE VENTA DE MAIZ MOLIDO(\$/TN)	2,400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	28,800
PRECIO DE VENTA DE MAIZ(\$/TN)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
PRECIO POR SERVICIO(\$/TN)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	610
COSTO DE ALMACENAMIENTO(\$ /TN/MES)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	180
INGRESOS POR VENTA DE MAIZ	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	2,081,992	24,983,904
INGRESOS POR SERVICIO	24,974	24,974	24,974	24,974	24,974	24,974	24,974	66,598	66,598	66,598	66,598	67,426	508,636
INGRESOS POR ALMACENAMIENTO	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,487	12,642	150,000
OTROS INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL INGRESOS	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,119,453	2,161,077	2,161,077	2,161,077	2,161,077	2,162,061	25,642,540
COSTOS DE OPERACION:													
COSTOS VARIABLES:													
COSTO DEL GRANO	4,200,000	4,200,000	2,100,000	0	0	5,250,000	5,250,000	0	0	0	0	0	21,000,000
COSTO DE COBERTURA MAIZ	4,000	4,000	2,000	0	0	5,000	5,000	0	0	0	0	0	20,000
COSTO FUMIGACION	2,840	2,840	1,420	0	0	3,550	3,550	0	0	0	0	0	14,200
MANO DE OBRA DIRECTA(\$/TN)	20,000	20,000	10,000	0	0	25,000	25,000	0	0	0	0	0	100,000
ENERGIA ELECTRICA(\$/TN)	10,000	10,000	5,000	0	0	12,500	12,500	0	0	0	0	0	50,000
MANTENIMIENTO(\$ /TN)	12,000	12,000	6,000	0	0	15,000	15,000	0	0	0	0	0	60,000
TOTAL VARIABLES	4,248,840	4,248,840	2,124,420	0	0	5,311,050	5,311,050	0	0	0	0	0	21,244,200
COSTOS FIJOS:													
MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA	84,200	84,200	84,200	84,200	84,200	84,200	21,300	21,300	21,300	26,900	26,900	26,900	649,800
LUZ, TELEFONO Y PAPELERIA	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	5,800	69,600
GASTOS DE REPRESENTACION	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	24,000
TOTAL FIJOS	92,000	92,000	92,000	92,000	92,000	92,000	29,100	29,100	29,100	34,700	34,700	34,700	743,400
TOTAL COSTOS DE OPERACION	4,340,840	4,340,840	2,216,420	92,000	92,000	5,403,050	5,340,150	29,100	29,100	34,700	34,700	34,700	21,987,600
FLUJO DE EFECTIVO	(2,221,387)	(2,221,387)	(96,967)	2,027,453	2,027,453	(3,283,597)	(3,220,697)	2,131,977	2,131,977	2,126,377	2,126,377	2,127,361	3,654,940
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	(2,221,387)	(4,442,774)	(4,539,741)	(2,512,287)	(484,834)	(3,768,431)	(6,989,128)	(4,857,151)	(2,725,175)	(598,798)	1,527,579	3,654,940	
CAPITAL DE TRABAJO	(6,989,128)												

Anexo 6. Escenarios para el Proyecto

Como base para el análisis de sensibilidad, se proyectaron tres escenarios para la operación del proyecto; un escenario Optimista que contempla la operación normal del proyecto con el 100% de las ventas, un Conservador en el que se reduce en un 15% el volumen de ventas y finalmente un escenario Pesimista en el que se disminuye un 23% el volumen de ventas, que representa la disminución del volumen de ventas máximo permisible, en el que el proyecto aún es rentable.

Anexo 7. Balance general

BALANCE GENERAL

LOS TRECE EJIDOS DE JOCOTITLAN S.P.R.DE R.L.

ESTADO DE RESULTADOS

HISTORICO

VENTAS/AÑOS	AL 30 SEPT DEL 2007		
Activo			
<i>Circulante:</i>			
Caja o Bancos	\$ 1,340,508.00		
Clientes	\$ -		
Inventarios	\$ -	\$ 1,340,508.00	
<i>Fijo:</i>			
Terrenos/ Instalaciones	\$ 10,800,000.00		
Maquinaria y Equipo	630000		
Equipo de Oficina			
Equipo de Transporte	\$ -	\$ 11,430,000.00	
<i>Diferido</i>			
Rentas y servicios pagados x ant.			
Total Activo			\$ 12,770,508.00
Pasivo			
<i>Corto Plazo:</i>			
Proveedores			
Acreedores			
<i>Largo Plazo:</i>			
Acreedores Bancarios	\$ -	\$ -	
Documentos x Pagar	\$ -		
Total Pasivo			\$ -
Capital Contable			
Parte Social		\$ 50,000.00	
Utilidades x Capitalizar			
Resultado de Ejercicios Anteriores			
Resultado del Ejercicio			
Total Capital Contable			\$ 50,000.00
Pasivo + Capital Contable			\$ 50,000.00