

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

Disertación de grado para obtener el título de Economista

***Análisis costo-beneficio de la aplicación de la agricultura de
precisión caso cacao***

**Marco Ricardo Reinoso Villamil
egdice@hotmail.com**

**Víctor Zabala
vzabala@econestad.com**

Quito, octubre de 2012

Resumen

La presente disertación tiene como objetivo principal el análisis costo-beneficio de la implementación de la agricultura de precisión en el cultivo de cacao, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica donde se detalla la fundamentación teórica tanto microeconómica como de evaluación de proyectos, además de revisar la teoría concerniente a la agricultura de precisión. Estas teorías se contrastan posteriormente con el análisis de la situación de dos empresas dedicadas al cultivo de cacao, donde las dos presentan las mismas características cualitativas y cuantitativas, sin embargo la única diferencia en la utilización de la agricultura de precisión en Bodagán.

Para entender a mayor profundidad la importancia de la agricultura de precisión, se presenta un análisis del sistema productivo de cacao en el Ecuador, con la evolución de la producción, rendimientos, precios, comercio exterior y su importancia para el Ecuador.

En este contexto se analizó el costo benéfico de la aplicación de la agricultura de precisión en la modalidad de manejo de sitio específico que consiste en el análisis comparativo entre las dos empresas, determinándose los costos y los beneficios de la aplicación o no de este sistema de producción.

En los resultados presentados se podrá observar que la aplicación de agricultura de precisión en la modalidad de manejo de sitio específico, favoreció al cultivo de la empresa "Bodagán", y se notó una diferencia importante respecto a la otra hacienda que no utilizaba esta tecnología "Marespi". Sin embargo se notó que un limitante para que siga surtiendo efecto el uso de la tecnología presentada es el factor tierra.

Palabras clave: Agricultura de precisión, factores de producción, desarrollo económico financiero, Innovación tecnológica.

A mis padres por todo su apoyo,
a mi esposa por su incondicional soporte,
a mi pequeño hijo mi principal motivación, y un
especial agradecimiento a mi tutor por su guía

Análisis costo-beneficio de la aplicación de la agricultura de precisión caso cacao

Capítulo I: Planteamiento del problema	7
1.1. Definición	7
1.2. Preguntas de investigación	8
1.3. Objetivos	8
1.4. Delimitación	9
1.5. Justificación	9
1.6. Metodología de investigación	11
1.7. Técnicas de la investigación	11
Capítulo II: Fundamentación teórica	14
2.1. Economía agrícola	14
2.2. Agricultura de precisión	16
2.3. Aspectos teóricos de la microeconomía	19
2.4. Las curvas de costos	28
2.5. Costos	27
2.6. Metodología de evaluación financiera	31
Capítulo III: Importancia del cacao en el Ecuador	37
3.1. Cacao	37
3.2. Experiencias de la agricultura de precisión en el exterior	48
3.3. Mejora de tecnología en el sector agrícola	53
Capítulo IV: Descripción de las empresas productoras de cacao	58
4.1. Descripción general de la zona de influencia	58
4.2. Descripción de las empresas en estudio	60
Capítulo V: Análisis costo beneficio de la aplicación de la agricultura de precisión en el cacao	68
5.1. Introducción	68
5.2. Determinación de la inversión	68
5.3. Producción	70
5.4. Flujo de Ingresos por ventas	71
5.5. Flujo de costos	73
5.6. Flujo de caja	75
5.7. Indicadores financieros	76
5.8. Índices financieros	77
Conclusiones	78
Recomendaciones	80
Referencias bibliográficas	81

Prólogo

Ecuador es un país eminentemente agrícola, cuya actividad económica tiene creciente necesidad de actualizar e implementar nuevas tecnologías y asesorar a los actores de la cadena tecnológica desde el operador de la maquinaria, el productor y el técnico, hasta el profesional. La tecnología en todos sus ámbitos ha tenido fuertes impulsos, por esto es importante investigar y difundir en el campo agrícola para que llegue a constituirse en una herramienta de utilidad para la agricultura de precisión.

En esta disertación de grado en el primer capítulo se realiza una la introducción, donde se detallarán la definición del problema, los objetivos, la delimitación, y la metodología a utilizada para su desarrollo.

El segundo capítulo consta de una revisión bibliográfica, de la economía agrícola, la cual está relacionada al análisis que realiza la escuela neoclásica respecto de los efectos del cambio tecnológico, además de una descripción de la agricultura de precisión enfocada al manejo de sitio específico que es la metodología que utilizó la empresa Bodagán objeto de estudio, también se presenta una revisión de los principales conceptos de la teoría microeconómica que permitirá el análisis teórico empírico.

El tercer capítulo consiste en un análisis del sistema productivo del cultivo de cacao, la importancia del cacao en el Ecuador, la evolución de la producción, rendimientos, precios y comercio exterior, además experiencias en otros países de la adopción de la agricultura de precisión en diferentes cultivos, y de los avances tecnológicos en el sector agrícola.

En el capítulo cuarto se aborda la metodología que se utiliza para determinar los resultados de la aplicación de la agricultura de precisión en el cultivo de cacao en la empresa Bodagán, y técnicas de investigación, tanto cualitativa como cuantitativa, además de una breve descripción de las empresas en estudio.

Finalmente, en el quinto capítulo, tendrá lugar un análisis costo-beneficio del cultivo de cacao, en el que se determina los beneficios de la aplicación de la agricultura de precisión, realizando un estudio del cultivo con y sin la aplicación de la misma donde se efectúa un análisis comparativo de las empresas en la inversión, producción, ingresos y costos. Con este análisis se proceden a analizar la conclusiones y a enunciar las recomendaciones obtenidas del trabajo investigativo.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Definición

El sector agrícola es una de las actividades más relevantes en el Ecuador, debido a que tiene gran biodiversidad, y por su ubicación geográfica tiene ventajas para cultivar varios productos para la exportación. Así también la agricultura en el Ecuador es una de las principales fuentes de trabajo y es considerada una actividad estratégica para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria.

Según Delgado Coppiano, en la actualidad el sector agrícola está afectado, puesto que la realidad campesina es adversa, debido a que de las 125 mil hectáreas cultivadas, 80 están afectadas negativamente; es decir, el 70% de la producción esperada es afectada por los cambios climáticos, lluvias excesivas o sequías, entre estos se encuentran casi todos los productos pertenecientes a la canasta básica, lo que puede provocar presión sobre los precios e incidir en la inflación del Ecuador (Delgado Coppiano, 2011).

Así también, una de las preocupaciones es la reducción del presupuesto destinado a este sector que para el año 2012 es de \$ 211,00 millones de dólares, éste es mucho menor que el del año 2011 que fue de \$ 356,8 millones y del año 2010 que fue de \$454,7 millones de dólares; es decir se ha reducido en 40,78% con relación a la asignación del año 2012. Esto no es beneficioso para un sector que piensa en su reactivación y la implementación de proyectos para mejorar sus cultivos y producción e incluso preocuparse de invertir en nuevas tecnologías (Buró de análisis informativo, 2011).

Además, el bajo rendimiento se da por la escasa utilización de nuevas tecnologías en los diversos cultivos, puesto que la mayor parte de agricultores basan su trabajo en un modelo de agricultura tradicional y no en una agricultura tecnificada que permita aumentar los rendimientos y bajar los costos de producción.

En el Ecuador no se adoptan nuevas tecnologías para maximizar sus beneficios, y esto se da muchas veces por la falta de conocimiento de los agricultores o por no tener una cultura o noción técnica de su aplicación en sus cultivos, sin saber las ventajas que puede proporcionar la aplicación de tecnología y nuevos sistemas de producción, como la agricultura de precisión.

1.2. Preguntas de investigación

1.2.1. General

- ¿De qué forma el análisis costo beneficio permite determinar los beneficios de la agricultura de precisión al ser aplicada por los agricultores ecuatorianos y establecerla como alternativa para el desarrollo del sector agrícola?

1.2.2. Especificas

- ¿Qué es la agricultura de precisión y cómo se realiza su adopción por parte de los agricultores?
- ¿Cuáles son los beneficios de la aplicación de tecnología como agricultura de precisión?
- ¿Cuáles son los resultados esperados de aplicar la agricultura de precisión?
- ¿Cómo ayudaría adoptar la agricultura de precisión en conjunto con una agricultura participativa y de integración al sector agrícola del Ecuador?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- Analizar el costo-beneficio de adopción de nuevas tecnologías como la agricultura de precisión en la agricultura ecuatoriana para determinar sus

beneficios y establecerla como alternativa de desarrollo para el sector agrícola.

1.3.2. Específicos

- Analizar la agricultura de precisión, cómo se implementa, los requerimientos y necesidades para su adopción.
- Analizar los beneficios de aplicar la agricultura de precisión como adopción de una nueva tecnología y sistema de producción.
- Analizar los resultados y las ventajas de aplicar la agricultura de precisión, y establecerla como una herramienta para otros cultivos importantes del Ecuador.
- Analizar la posibilidad de adopción de este tipo de tecnología en el sector agrícola ecuatoriano y en conjunto con una agricultura participativa lograr el mejoramiento del sector.

1.4. Delimitación

La presente investigación toma en consideración el periodo 2005 – 2010, que hace referencia a los años en los cuales se aplicó la agricultura de precisión en una de las dos haciendas productoras de cacao, mismas que se localizan en la provincia del Guayas en el cantón Gral. Villamil Playas, el cual servirá para el análisis costo beneficio y la determinación de las ventajas en el sector agrícola del Ecuador.

1.5. Justificación

La innovación tecnológica es clave para el fortalecimiento del sector agrícola. Así la agricultura de precisión utiliza conceptos diferentes con respecto a la agricultura tradicional, una de las grandes diferencias es el manejo localizado de tecnologías, en función de adquisición de datos, manejo de suelo y rendimiento de los cultivos.

Los sistemas tradicionales de producción tratan las propiedades agrícolas de forma homogénea. En base a las condiciones promedio de las extensas áreas de producción, implementan las acciones correctivas de los factores limitantes.

Existen ventajas en cuanto al uso de agricultura de precisión, puesto que la aplicación de pesticidas la agricultura tradicional trata a todo el campo de cultivo con una superficie uniforme con necesidades similares, mientras que con la agricultura de precisión se procede a la utilización de imágenes y técnicas de digitalización, GPS y GIS que permiten elaborar un mapa del terreno con zonas diferenciadas, mismas que son tratadas ya con cantidades exactas de pesticidas, según sus necesidades.

Asimismo, aplicar abonos en cultivos con agricultura tradicional se determina la cantidad de abono mediante la composición de diferentes muestras del terreno, que al final requiere una aplicación uniforme de lo que posiblemente es una estimación de la cantidad apropiada. Mientras que con agricultura de precisión que permite aplicar de manera específica acuerdo a las necesidades de cada región, mediante empleo de imágenes, éstas se digitalizan, geo-referencian, y de acuerdo a sus características establece el abono a emplear en cada punto exacto del terreno.

En cuanto al rendimiento, la agricultura tradicional lo determina de manera empírica y utiliza su experiencia y conocimiento, lo que permitiría solamente sospechar que unas zonas producen más que otras, es muy difícil y arriesgado establecer y decidir sobre una zona que produzca mejor o esté produciendo por encima de los costos; sin embargo esto es posible gracias a la agricultura de precisión, que mediante GPS y sensores del cultivo permite recopilar datos para elaborar un mapa preciso y detallado de los cultivos. Además la agricultura de precisión, mediante técnicas de variabilidad temporal junto con mapas de rendimiento y costos variables permitiría tomar una decisión adecuada dentro de las zonas que son más adecuadas para el cultivo.

En este contexto, la agricultura de precisión y su aplicación en el Ecuador representaría una alternativa tecnológica para fomentar y fortalecer el sector

agrícola, puesto que permite optimizar la utilización de pesticidas, abonos, así como también determinar las zonas más adecuadas para cultivar, o determinar qué cultivo tendrá un mejor rendimiento, para que los productores al optar por esta tecnología puedan bajar sus costos de producción, tener mayor rendimiento económico y mejorar de manera considerable la calidad de sus cultivos.

Además, se podría impulsar este tipo de tecnología para algunos cultivos que Ecuador no puede cubrir con su demanda interna, como es el caso del trigo, logrando, además con esta herramienta, mejor organización de uso del suelo en el país y ayuda al zonificar y determinar que cultivos son más propicios para cada zona.

1.6. Metodología de investigación

La presente disertación es teórica – empírica, del caso cacao en el Ecuador, en la provincia de Guayas, en el cantón Gral. Playas Villamil, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica de la economía agrícola, la teoría microeconómica en diversos temas de interés como la producción y la tecnología, rendimientos decrecientes, costos, además de teoría en lo referente a las metodologías de evaluación financiera que serán importantes para la determinación de los resultados, con la combinación de estas bases teóricas y los resultados obtenidos por el análisis de dos empresas dedicadas a la producción de cacao se obtendrá una relación teórica – empírica, así como también se observará los beneficios y costos de la aplicación de la agricultura de precisión.

1.7. Técnicas de la investigación

Se aplicó una relación metodológica con una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas, utilizándose además fuentes primarias y secundarias para la investigación, así como la relación de la teoría económica y la teoría de agricultura de precisión.

1.7.1. Técnicas cualitativas

Se utilizó entrevista aplicada a personas administradoras de las empresas productoras de cacao, permitiendo tener una descripción objetiva de las empresas y sus cultivos.

Además del análisis de documentos, expresamente documentos administrativos como son los flujos de cada una de las empresas, sus proyectos, implementación de nuevas tecnologías o sistemas de producción, o la utilización de un sistema de producción tradicional, avances de los proyectos.

1.7.2. Técnicas cuantitativas

Se utilizó datos y registros económicos de las instituciones pertinentes como son el Ministerio de Agricultura ganadería y Pesca, INEC, datos como precio al productor, rendimiento por ha, precios internacionales, evolución de las hectáreas cultivadas y cosechadas, en el periodo a estudiarse (años 2005 – 2010).

1.7.3. Procedimiento

En primer lugar, se procede a la descripción de las dos empresas productoras de cacao, donde se describe y detallan algunos datos referentes a sus generalidades, como ubicación, tamaño de siembra, producción promedio, personas empleadas, tipo de cacao cultivado entre otros.

En segundo lugar, se procede al estudio de los flujos de caja de las dos empresas productoras de cacao derivándose de ahí el análisis costo beneficio, de forma de obtener resultados que permitan una valoración comparativa entre las dos empresas productoras de cacao, puesto que una de las dos empresas mantiene un sistema de producción tradicional, y la otra maneja un sistema de producción que cuenta con la aplicación de la agricultura de precisión.

En los flujos de caja se conseguirá observar datos como la producción de cada empresa, los ingresos, sus costos (fijos y variables), su utilidad operacional y neta,

sus flujos de fondos, mismos que sirven para el cálculo de los indicadores financieros como son el VAN y TIR.

El análisis de datos permite deducir si efectivamente la implementación de tecnología como es la agricultura de precisión tiene un beneficio en el mejoramiento del cultivo y de los rendimientos tanto económicos como financieros de la empresa que tecnificó su sistema de producción, para lo cual se consideró necesario evaluar y comparar dos empresas productoras de similares características, una con uso de tecnología y la otra con un sistema de producción tradicional.

Finalmente, se realiza un análisis teórico – empírico contrastando la teoría con los resultados obtenidos, con una evolución de la misma y una discusión sobre si los modelos y resultados planteados por la teoría se cumplen o no, dejando abierta la posibilidad de realizar nuevos estudios en el contexto de la implementación de nuevas tecnologías en el sector agrícola.

Capítulo II

Fundamentación teórica

2.1. Economía agrícola

Según Bishop y Toussaint, es la parte de la economía general que estudia el problema económico de la agricultura y actividades afines. Su existencia se debe al creciente grado de técnica que surge por el desarrollo de las sociedades que cada vez son más complejas; no es una ciencia autónoma, tampoco es una ciencia mixta o un híbrido producto de la relación entre economía y agricultura (Bishop & Toussaint, 1966: 119-125).

Por el ámbito de estudio la economía agrícola, se relaciona con otras ciencias, de las que se auxilia para poder cumplir cabalmente con su objeto de estudio, las cuales a su vez son auxiliadas por la economía agrícola; las más importantes son agronomía, administración, antropología, la sociología rural, el derecho, las cuales con enfoques diferentes tratan la misma materia prima; en el espectro agrícola la frontera entre dichas disciplinas es muy tenue, casi imperceptible a la vista para los que no tienen experiencia (Bishop & Toussaint, 1966: 120).

Según Vergara la economía agrícola nace científicamente a mediados del siglo XIX y se refiere al estudio de la ordenación de la empresa agrícola, de la dirección y la organización de la labranza orientada hacia la investigación de los medio productivos empleados en la explotación agrícola y su combinación, al objeto de conseguir el mejor resultado (Vergara, 1935: 171).

Se considera, además, que a principios del siglo XX, los economistas agrarios comienzan a ocuparse del interés colectivo de la producción agrícola, así pasa a ser una aplicación de la ciencia económica, con sus principales precursores Valenti y Bordiga en Italia (Caldentey Albert, 2000: 1).

Según Gómez Ayau, en esta ciencia tan nueva como la Economía Agrícola se distinguen en este momento dos escuelas: una la europea, cuya evolución gira

alrededor de figuras como las de Laur en Suiza, Aeroboe y Brinkman en Alemania, Serpieri y Bandini en Italia; y la americana, más empírica y pragmática. En Estados Unidos, se produce una especialización de los estudios en economía agrícola: economía de la producción, farm management, marketing, land economics, agricultural policy.(Gómez Ayau, 1964: 91).

A pesar de que no existen textos concretos acerca de economía agrícola, se debe destacar que varios casos hacen referencia a, Ricardo, Adam Smith, Say y Malthus; sin embargo, en el año de 1952, Earl O. Heady publica el libro "Economics of agricultural production and resource use", en el que se aplica de forma completa los principios de la teoría económica ortodoxa a la agricultura, ocupándose de los problemas del agricultor de forma individual como de los problemas de la agricultura en su conjunto su planteamiento es claramente normativo y en casi todos los casos se basan en la maximización del beneficio (Caldentey Albert, 2000: 4).

La economía agrícola no puede construirse de modo independiente de la economía general; sin embargo esto no quiere decir que la economía agrícola no sea objetivo de investigación, puesto que se encuentra constituida por problemas, que aunque se encuentran insertos en la economía general afectan de modo particular a la agricultura. Sin embargo cabe destacar que esta economía no debe extenderse demasiado hacia la economía general, puesto que se podría confundir con esta, por esto es preciso seleccionar argumentos renunciando a incluir en economía agrícola todo aquello que no sea básico para una racional comprensión de la economía agrícola.

En materia de microeconomía, se deben conocer ciertos aspectos y conceptos primarios como:

La producción: en el amplio sentido técnico incluye cualquier proceso de transformación de bienes y servicios. Así, este sentido del concepto de producción permite dar cierta unidad de tratamiento a diversos problemas de la economía agraria dispersos en las diferentes ramas en que la economía agraria se ha dividido: gestión empresarial, comercialización entre otros.

Los factores de producción: se seguirá el estudio a nivel elemental de los factores originarios, tierra, trabajo y capital.

Definir la producción lleva a delimitar la empresa. Y la consideración conjunta de producción y factores de producción permite ya mantener la distinción entre empresa y explotación, en general, y entre empresa agraria y explotación agraria, en particular (Ballesteros, 2000: 26).

La remuneración de los factores: El concepto de tierra, trabajo y capital conduce de la mano a la definición de renta de la tierra, salario e interés. De la misma idea de producción en sentido económico deriva la de producto neto como valor añadido. Así, como la de empresario y de las anteriores surge la de beneficio. Pero el problema de la distribución del producto entre los factores, la consideración de la renta de la tierra como renta diferencial, y el consumo (Ballesteros, 2000: 26).

En el contexto de la macroeconomía, es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones y conocimientos para la economía agrícola, ya que toda política agraria racional ha de tener en cuenta los resultados más allá de la teoría convencional. Existe, además, otra razón, la toma de medidas por el empresario agrícola, en lo que concierne a su política de inversiones, planes de cultivo etc., ha de tener bien presente la situación económica general del país y las previsiones racionales que puedan desprenderse de aquella situación general, así, al conocer las líneas generales de macroeconomía proporciona el más seguro elemento de juicio para la previsión y la decisión del empresario agrícola (Ballesteros, 2000: 26).

2.2. Agricultura de precisión

Las tecnologías basadas en sistemas de información geográfica y en el sistema de posicionamiento global (GIS y GPS) están transformando la agricultura extensiva en todo el mundo. A esta combinación de tecnologías se la llama “agricultura de precisión” y engloba el viejo paradigma de la agricultura sitio-específica, es decir hacer el mejor manejo, en el momento adecuado, y en cada lugar en particular, representado por el pequeño productor que conoce el campo “como la palma de su

mano”. Esta se puede implementar a mayor escala gracias al desarrollo tecnológico que permitió bajar el costo de recolección de información, y gracias a la tecnología que permite aplicar insumos con dosis variable (Bongiovanni, 2006: 1).

Por lo tanto, la agricultura de precisión se define como “aplicación de tecnologías y principios de manejo de cultivos para manejar la variabilidad espacio-temporal asociada a la producción agrícola” (Bongiovanni, 2006: 1).

Las tecnologías se suelen agrupar en siete categorías:

- GPS;
- Monitoreo de rendimiento y mapeo;
- Muestreo dirigido de suelos;
- Percepción remota;
- GIS;
- Dosis variable de fertilizantes y densidad de siembra variable; y
- Banderillero satelital.

La agricultura de precisión es una herramienta para productores buenos; no es un sustituto de buenos productores. Se basa en datos; cuanto más, mejor. Los resultados deben ser interpretados con buen criterio agronómico e implementados por un buen administrador. Depende de una base de datos con información científica organizada en un GIS (Bongiovanni, 2006: 1).

Desde un punto de vista económico, el potencial de la agricultura de precisión es el de reducir los costos en la producción, aumentar la productividad y hacer un uso más eficiente de los factores de producción. La mejora de la rentabilidad potencial puede provenir del aumento del valor de la producción (cantidad y calidad), de la reducción en la cantidad de insumos (semillas, fertilizantes, agroquímicos, etc.) o de ambos simultáneamente (Bongiovanni, 2002: 31).

La agricultura de precisión es un ejemplo de cambio tecnológico o innovación, lo que se define como “la capacidad de transformar un producto nuevo o mejorado que pueda ser introducido al mercado; o en un proceso nuevo o mejorado que pueda ser

utilizado por la producción, la industria o el comercio; o en un nuevo enfoque para poder prestar un servicio social” (OCDE, 1994).

De esta forma, que para que el cambio tecnológico sea tal, debe existir un proceso que involucre a los que lo adoptan, pero también al resto de la sociedad y sus instituciones. Este proceso surge de la investigación y principalmente de la interacción entre ciencia, mercado y sociedad (Reca & Parellada, 2001: 81).

Sintetizando, para la empresa agropecuaria, la agricultura de precisión cubre tres áreas principales: producción, administración, y ambiente.

Desde el punto de vista de la producción o microeconómico, las técnicas de la agricultura de precisión son aplicadas, por ejemplo, para la búsqueda de:

- a) La eficiencia técnica y económica (rentabilidad)
- b) El control de la calidad
- c) La trazabilidad de la producción
- d) El control de plagas y enfermedades
- e) La fertilización con dosis variable (DV).

La agricultura de precisión también es adoptada como una herramienta de gestión, para:

- a) Registrar datos
- b) Supervisar empleados
- c) Controlar actividades
- d) Controlar a los contratistas
- e) Capacitar a los operarios.

Por último, pero no por ello menos importante, la agricultura de precisión es una herramienta útil para proteger el ambiente y contribuir a la sustentabilidad de la agricultura (Bongiovanni & Lowenberg, 2004: 261).

Los principios generales son transferibles de un país a otro, pero la mejora de los sistemas de producción son específicos para cada región, porque los suelos, el clima y las condiciones económicas son muy variables. En el Ecuador, uno de los desafíos es adaptar las herramientas de la agricultura de precisión a condiciones propias del país.

2.3. Aspectos teóricos de la microeconomía

2.3.1. Tecnología

Las empresas se enfrentan a límites al momento de tomar decisiones que afectan la conducta de las mismas, estos límites están relacionados con los clientes, los competidores y la naturaleza. La naturaleza impone restricciones, puesto que existen ciertas formas viables de producir bienes a partir de factores, es decir, sólo con posibles tipos de elecciones de tecnologías (Varian, 1999: 323).

2.3.2. Los Factores y los productos

Se entiende por factor de producción cada uno de los recursos económicos de los medios de producción naturales o elaborados, que son utilizados en la función de transformación económica (Huicochea Alsina, 1994: 58).

También se puede considerar que un factor de producción es aquel elemento que interviene en el proceso productivo de un modo variable o susceptible de variación, dando lugar cuando varía a alteraciones en la cantidad o calidad del producto obtenido; un ejemplo típico puede ser el abono (Berbel, 1993: 198).

Los factores de producción pueden ser variables, cuando se utilizan o destruyen en un periodo menor o igual a un proceso productivo (como el abono o los productos fitosanitarios), o fijos, cuando estos factores no se agotan en un solo proceso productivo y pueden seguir usándose en periodos siguientes (como las edificaciones y la maquinaria) (Romero, 2003: 47).

Lo necesario para producir son los factores de producción, y se clasifican en grandes categorías: tierra, trabajo, capital y materias primas. El capital es un concepto nuevo, los bienes de capital son los factores de producción que son ellos mismos bienes producidos. En general, los bienes de capital son maquinarias de uno u otro tipo, tractores, edificios, ordenadores, etc.

El término capital se aplica al dinero empleado para iniciar o mantener un negocio; para referirse a este concepto siempre se utilizará el término de capital financiero y se reserva el de bienes de capital o capital físico para los factores de producción producidos (Varian, 1999: 323).

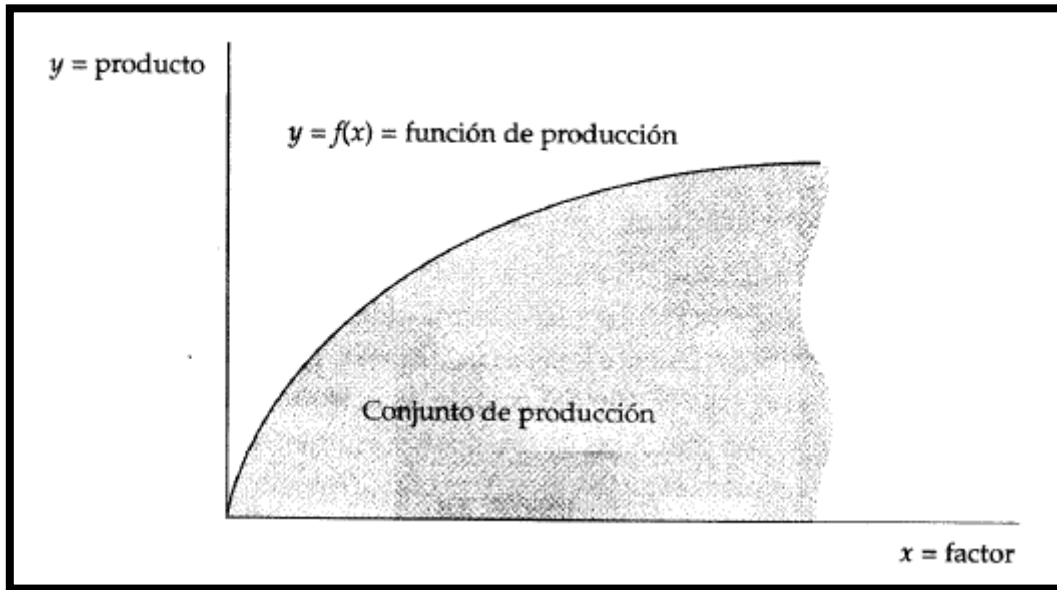
Así, cuando se refiere a factores y a los productos será importante considerarlos como variables flujo; por ejemplo, se dirá que una determinada cantidad de trabajo a la semana y un número específico de horas-máquina a la semana generan una determinada cantidad de producción a la semana (Varian, 1999: 323).

2.3.3. Restricciones tecnológicas

La naturaleza impone las restricciones tecnológicas a las empresas: solo existen algunas combinaciones de factores viables para producir una cierta cantidad, por lo que las empresas deben limitarse en adoptar planes de producción que sean factibles desde el punto de vista tecnológico, la forma más fácil para describir los planes de producción es detallarlos, es decir, considerar todas las combinaciones de factores y de productos tecnológicamente posibles, el conjunto de todas estas combinaciones se denominan conjunto de producción (Varian, 1999: 324).

Así, por ejemplo, si se tiene un único factor, medido por x y un único producto medido por y , el conjunto de producción tendría la siguiente forma como se observa en el gráfico 1:

Gráfico N° 1: Conjunto de producción



Fuente: Varian Intermedio, 1999, pág. 324

Así, se puede afirmar que el punto (x, y) se posiciona exactamente en el conjunto de producción quiere decir que desde el punto de vista tecnológico es posible obtener un volumen de producción y con una cantidad de x factores, este conjunto de factores muestra las elecciones tecnológicas posibles de la empresa (Varian, 1999: 325).

Debido a que los factores de producción tienen un costo, es natural que las empresas se limiten a examinar la producción máxima posible que corresponda a una cantidad dada de factores, esta es la frontera del conjunto de producción y la función determinada por esta frontera se denomina función de producción, que mide el volumen máximo de producción, que puede obtenerse con una cantidad dada de factores (Varian, 1999: 325).

También se puede utilizar este concepto cuando hay dos o más factores de producción y para esto existe un instrumento para representar las relaciones de producción que se llama isocuantas, siendo este, el conjunto de todas las combinaciones posibles de los factores que son suficientes para obtener una cantidad dada de producción, estas isocuantas son similares a las curvas de indiferencia. Sin embargo la diferencia entre ellos son los valores que toman; las isocuantas son las cantidades del bien que se pueden producir y no un nivel de

utilidad, por lo tanto, están determinadas por la tecnología y no tienen el mismo carácter arbitrario que los números asignados a las curvas de indiferencia (Varian, 1999: 325).

2.3.4. Propiedades de la tecnología

La tecnología tiene determinadas propiedades, como:

Se supone que las tecnologías son monótonas: con una cantidad igual o mayor de ambos factores, debe ser posible al menos, el mismo volumen de producción. Esta propiedad se denomina muchas veces eliminación gratuita, puesto que la empresa puede deshacerse de cualquier cantidad de un factor sin incurrir en costo alguna, no puede perjudicarlo tener más del mismo (Varian, 1999: 327).

Se mantiene como supuesto que la tecnología es convexa, lo cual significa que si existen dos formas de producir y unidades, su medida ponderada permitirá obtener al menos y unidades (Varian, 1999: 327).

En este tipo de tecnología, en la que pueden multiplicarse fácilmente los procesos de producción y en la que no se interfieren, la convexidad es un supuesto muy natural.

2.3.5. Producto medio

El producto medio (PM) representa la productividad por unidad de insumo; es decir, es el número de unidades de producto que obtenemos por cada unidad de insumo que usamos (Castro Gómez, 2010: 2).

Matemáticamente es el resultado de dividir el producto total entre el número de unidades de insumo que empleamos para obtener dicho producto.

$$\text{Sí } Y = f(X)$$

donde: Y = cantidad producida (producto total PT)

X = cantidad de insumo empleado

$$PM = Y / X = f (X)/X$$

2.3.6. Producto marginal

El producto marginal (PMg) representa el número de unidades en que se incrementa la producción debido al uso de una unidad adicional de insumo variable. Es la producción debida exclusivamente a la última unidad de insumo que empleamos (Castro Gómez, 2010: 3).

Matemáticamente, el PMg representa la pendiente de la función de producción, es decir, su derivada:

$$\text{Si } Y = f (X)$$

$$\text{PMg} = \Delta Y / \Delta X = dy/dx = df(x)/dx$$

Se tiene como supuesto que está actuando en el punto (x_1, x_2) y se está considera la posibilidad de utilizar una pequeña cantidad del factor 1 con el factor 2 fijo en el nivel x_2 . ¿Qué volumen de producción se obtiene por cada unidad del factor 1? Para esto se tiene que analizar la variación experimentada en la producción por cada variación unitaria del factor 1 (Varian, 1999: 328).

$$\frac{\Delta y}{\Delta x_1} = \frac{f(x_1 + \Delta x_1, x_2) - f(x_1, x_2)}{\Delta x_1},$$

Lo que se denomina producto marginal del factor 1 y que se representa de la siguiente manera: $PM_1 (x_1, x_2)$. El producto marginal del factor 2 se define de la misma forma y se representa mediante $PM_2 (x_1, x_2)$.

Algunas veces no es necesario ser muy rigidos con este concepto y se lo describe como el producto adicional que se obtiene con “una” unidad adicional del factor 1, sí y solo si “uno” sea pequeño en realcion con la cantidad total que este utilizando del

factor 1. Sin embargo debe recordarse que un producto marginal es un tasa, es decir, la cantidad toda de producción por unidad de factor adicional (Varian, 1999: 328).

2.3.7. Producto Marginal Decreciente

El producto medio (PM) representa la productividad por unidad de insumo; es decir, es el número de unidades de producto que obtenemos por cada unidad de insumo que usamos (Castro Gómez, 2010: 2).

Matemáticamente es el resultado de dividir el producto total entre el número de unidades de insumo que empleamos para obtener dicho producto.

$$\text{Si } Y = f(X)$$

donde: Y = cantidad producida (producto total PT)

X = cantidad de insumo empleado

$$PM = Y / X = f(X)/X$$

Se tiene como supuesto que se poseen determinadas cantidades de los factores 1 y 2 y que considera la posibilidad de aumentar el factor 1 manteniendo fijo el factor 2 en un nivel dado (Varian, 1999: 329).

Si la tecnología es monotónica, se sabe que la producción total aumentará conforme incrementa la cantidad del factor 1. Sin embargo, es natural esperar que aumente a una tasa decreciente así: caso agricultura (Varian, 1999: 329).

Una persona y una hectárea de tierra se podrían producir 100 quintales de maíz. Si se añade un individuo más y se mantiene la misma cantidad de tierra, se podría obtener 200 quintales, por lo que para este caso el producto marginal de un trabajador adicional sería 100, si se continúa aumentando el número de hombres y constante la tierra, cada trabajador producirá un mayor volumen de maíz; sin embargo a la larga la cantidad adicional que produce un trabajador adicional sería

inferior a 100 quintales, así de añadir 4 o 5 personas más, la producción se reduciría a 90, 80, 70 e incluso menos, además si se pusiera a trabajar a cientos de hombres en esta única hectárea de tierra, podría llegar a darse el caso de que un trabajador adicional redujera incluso la producción (Varian, 1999: 329).

Por esto, cabe esperar que el producto marginal de un factor se acorte a medida que emplee una cantidad cada vez mayor de él teniendo así la denominada Ley del producto marginal decreciente, cabe recalcar que esta se manifiesta solo cuando los demás factores se mantienen fijos (Varian, 1999: 329).

Cuando la cantidad de un insumo variable aumenta y los insumos fijos permanecen constantes, se encuentra un punto más allá del cual el PMg disminuye; al principio el PM aumenta porque la relación entre insumo fijo e insumo variable es muy elevada, por lo que unidades de insumo variable son muy productivas: Explotación extensiva (Castro Gómez, 2010: 7).

A medida que la relación entre insumo fijo e insumo variable disminuye, el PMg también disminuye hasta que hay demasiado insumo variable respecto al insumo fijo, lo que podría incluso hacer caer la producción total: Explotación intensiva (Castro Gómez, 2010: 7).

2.3.8. Relación técnica de sustitución

Otro supuesto es la relación técnica de sustitución decreciente, que dice que según aumenta la cantidad del factor 1 y se ajusta el 2 para permanecer en la misma isocuanta, la relación técnica de sustitución disminuye, en términos generales significa que la pendiente de una isocuanta debe disminuir en valor absoluto cuando se desplaza a la derecha porque se incrementa x_1 y debe aumentar cuando se desplaza a la izquierda es porque se incrementa x_2 , lo que significa que las isocuantas tienen la misma forma convexa que las curvas de indiferencias más fáciles de analizar (Varian, 1999: 330).

Los supuestos de relación técnica de sustitución y de producto marginal decreciente se encuentran relacionados entre sí, pero no son lo mismo. Así, el producto marginal

decreciente es un supuesto sobre la forma en que varía el producto marginal cuando aumenta la cantidad empleada de un factor y se mantiene fija la del otro. La relación técnica de sustitución se refiere a la forma que varía el coeficiente de los productos marginales, es decir, la pendiente de la isocuanta cuando aumentamos un factor y ajustamos el otro para permanecer en la misma isocuanta (Varian, 1999: 330).

2.3.9. Rendimiento de escala

En lugar de incrementar la cantidad de unos de los factores y mantener fija el otro, se aumenta proporcionalmente la cantidad de todos los factores que intervienen en la función de producción. Lo que quiere decir que se multiplicará a todos los factores por una cantidad dada constante. Por ejemplo, si se utiliza el doble de cada uno de los factores, el volumen de la producción aumenta al doble, en este caso indicará que hay rendimientos constantes de escala. Desde el punto de vista de la función de producción, significa que si se duplica la cantidad de cada uno de los factores, se duplica la producción, así cuando hay 2 factores, esta relación se puede expresar de la siguiente manera (Varian, 1999: 331-333):

$$2f(x_1, x_2) = f(2x_1, 2x_2).$$

En general si se multiplican todos los factores por una cantidad t , la existencia de rendimientos constantes de escala implica que se debe obtener una cantidad de producción t veces superior (Varian, 1999: 331-333):

$$t f(x_1, x_2) = f(tx_1, tx_2).$$

Esto es el resultado, puesto que normalmente una empresa puede hacer una réplica exacta de lo que hacía primeramente. Si tiene el doble de cada uno de los factores, puede construir dos plantas contiguas y duplicar así la producción, si tiene el triple de cada uno de los factores, puede construir tres plantas y así sucesivamente, se observa que es posible que una tecnología tenga rendimientos constantes de escala y que cada uno de los factores tenga un producto marginal decreciente. Los

rendimientos de escala describen lo que ocurre cuando se incrementen todos los factores, mientras que el producto marginal decreciente describe lo que ocurre cuando se incrementa uno y se mantienen fijos los demás, también puede ocurrir que al momento de multiplicar los factores de producción por una cantidad t se tenga un volumen de producción mayor que t veces el inicial, lo que quiere decir que existe rendimiento crecientes de escala (Varian, 1999: 332).

$$f(tx_1, tx_2) > t f(x_1, x_2),$$

Por último, se tienen los rendimientos decrecientes de escala:

$$f(tx_1, tx_2) < t f(x_1, x_2),$$

Este caso es muy peculiar, puesto que si se obtiene menos del doble de producción cuando se duplica la cantidad de cada uno de los factores, lo que se conoce como rendimientos decrecientes de escala, quiere decir que algo está mal.

Una misma tecnología puede mostrar diferentes tipos de rendimiento de escala en cada uno de los niveles de producción. Puede ocurrir que los niveles de producción bajos, la tecnología revele rendimiento crecientes de escala, y que, después, en los niveles de producción más altos, el incremento de la escala en t multiplique la producción únicamente por esa cantidad (Varian, 1999, 332).

2.4. Costos

Se entiende por costo el valor de aquellos factores que intervienen en el proceso de producción destruyéndose o inmovilizándose.

Hay que distinguir entre los conceptos de costo, gasto y pago. Así el gasto (también llamado egreso) es el resultado de una compra, mientras que pago es una salida de

dinero de caja o de la cuenta corriente. Así, en el caso de la adquisición de fertilizantes por parte de una empresa agrícola, el gasto se produce en el momento de la compra, el pago cuando se entrega el dinero al vendedor, y el costo cuando esos fertilizantes se incorporan a la tierra (Ballester, 2000: 416).

Costos directos e indirectos

- Costos directos son los vinculados directamente con el proceso de producción. Comprenden los costos de maquinaria, mano de obra e insumos empleados en el cultivo propiamente dicho.
- Costos indirectos o de estructura: se refieren a la remuneración de los factores de producción necesarios para el funcionamiento de la empresa que son independientes de las actividades concretas que ésta lleve a cabo (CAP, 2003: 17).

Costos fijos y variables

Este sistema emplea el volumen de producción como criterio de clasificación de costos.

- Costo fijo, para un periodo de tiempo dado, es aquel costo en el que incurre la empresa con independencia de su producción.
- Costo variable es aquel que varía en función del volumen de producción (Romero, 2003: 58).

2.5. Las curvas de costos

2.5.1. Los costos medios

Muestra el costo mínimo necesario para producir y cuando los precios de los factores son w_1, w_2 . Se conserva el supuesto que los precios de los factores son fijos, por lo que se puede expresar los costos de producción en función de $y, c(y)$ (Varian, 1999: 369).

Algunos costos de la empresa que son independientes del nivel de producción; son los llamados costos fijos.

Además existen otros costos que varían cuando se altera el volumen de producción que son los denominados costos variables, siendo los costos totales de la empresa la suma de los costos variables y los costos fijos (Varian, 1999: 369):

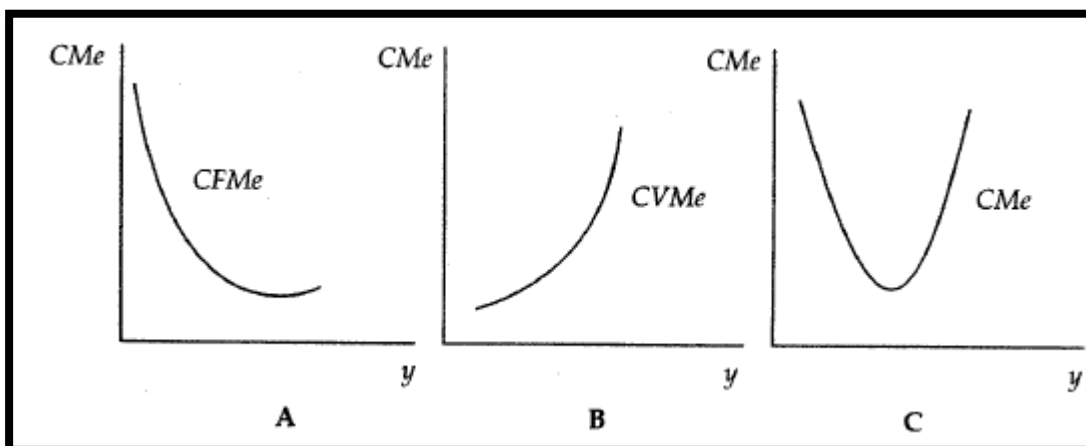
$$c(y) = c_v(y) + F.$$

La función de costo medio mide el costo por unidad de producción, la función de costo medio variable medio mide los costos variables por unidad de producción y la función de costo fijo medio mide los costos fijos por unidad de producción, así:

$$CMe(y) = \frac{c(y)}{y} = \frac{c_v(y)}{y} + \frac{F}{y} = CVMe(y) + CFMe(y),$$

Donde $CVMe(y)$ representa los costos variables medios y $CFMe(y)$ los costos fijos medios.

Gráfico N° 2: Curvas de costos



Fuente: Varian Intermedio, 1999: 370

Como se observa en el gráfico n° 2:

- A) Los costos medios disminuyen conforme aumenta la producción.
- B) Los costos variables medios acaban aumentando cuando aumenta la producción.
- C) La combinación de estos dos efectos da lugar a una curva de costo medio en forma de U.

2.5.2. Costos marginales

Otra curva importante de los costos es la curva de costo marginal, que mide la variación que perciben los costos cuando se altera el nivel de producción. Es decir, dado un nivel cualquiera de producción y , se puede preguntar como varían los costos si se altera el nivel en la cantidad (Varian, 1999: 371):

$$CM(y) = \frac{\Delta cy}{\Delta y} = \frac{c(y + \Delta y) - c(y)}{\Delta y}.$$

La definición de los costos marginales puede también expresarse mediante función de costo variable:

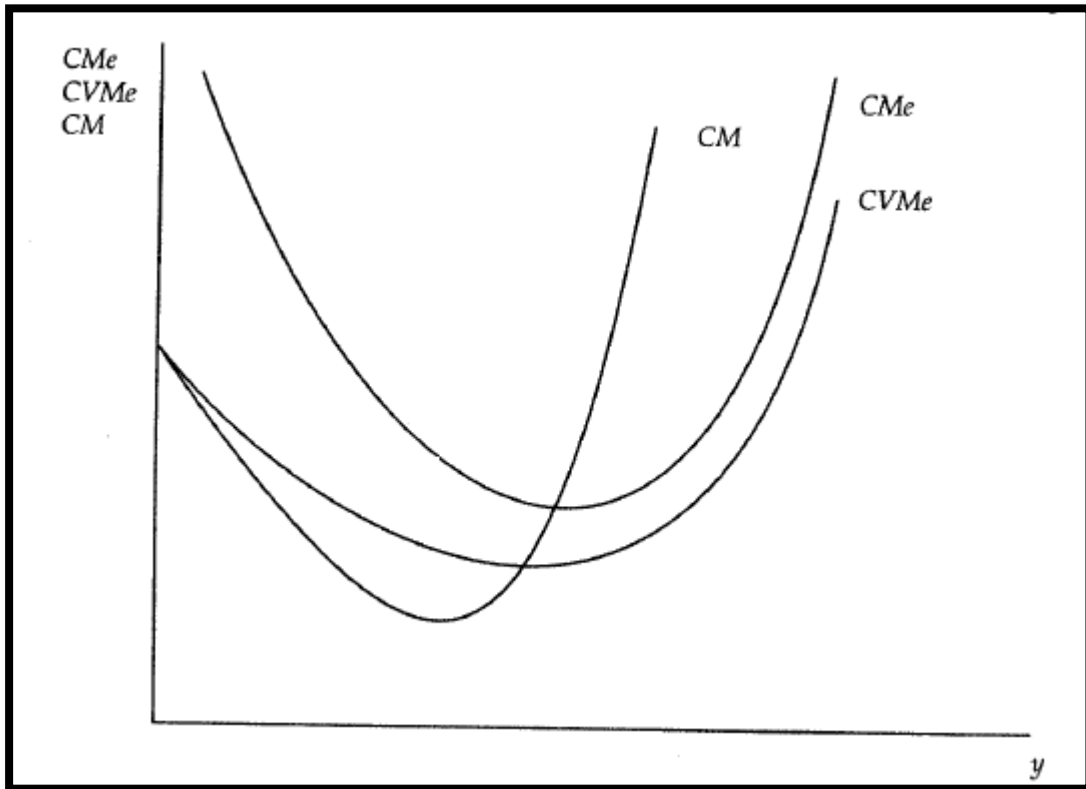
$$CM(y) = \frac{\Delta c_v(y)}{\Delta y} = \frac{c_v(y + \Delta y) - c_v(y)}{\Delta y}.$$

La curva de costo marginal debe encontrarse por debajo de la curva del costo variable a la izquierda de su punto mínimo y por encima a la derecha del mismo lo que implica que la curva de costo marginal debe cortar la curva de costo variable medio en su punto mínimo (Varian, 1999: 371).

Asimismo, la curva de costo medio es lo mismo, si los costos medio están disminuyendo, los costos marginales deben ser menores que ellos y si están aumentando, los costos marginales deben ser mayores así:

El gráfico N° 3 muestra la curva de costo medio, la curva de costo variable medio y la curva de costo marginal.

Gráfico N° 3: Gráfico de costos



Fuente: Varian Intermedio 5° edición.

2.6. Metodología de evaluación financiera

Los métodos básicos que utilizan las empresas para evaluar proyectos y decidir si deben aceptarlos e incluirlos en el presupuesto son:

- El método de periodo de recuperación
- El valor presente neto
- Tasa interna de retorno

2.6.1. Valor presente neto

Método utilizado para evaluar propuestas de inversiones de capital mediante la determinación del valor presente de los flujos netos futuros de efectivo, descontados a la tasa de rendimiento requerida por la empresa (Besley, 2001: 387).

Para poder aplicar este enfoque se debe determinar el valor presente de todos los flujos futuros de efectivo que se confía que genere un proyecto, y luego sustraer la inversión original para precisar el beneficio neto que la empresa obtendrá del hecho de invertir en el proyecto. Si el beneficio neto calculado es positivo, el proyecto se considera aceptable. Y se calcula mediante la siguiente ecuación (Besley, 2001: 388).

$$VPN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1+k)^n}$$

$$= \sum_{t=0}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t}$$

En donde FE_t , es el flujo neto esperado en el periodo t y k es la tasa de rendimiento por la empresa para invertir en el proyecto. Los flujos de salida de efectivo se tratan como flujos de efectivo negativos. En ambos proyectos FE_0 es negativo; pero en el caso de grandes proyectos, los flujos de salida de efectivo se producen durante varios años antes que comiencen las operaciones y que los flujos de efectivo sean positivos (Besley, 2001: 388).

2.6.2. Tasa interna de rendimiento

Tasa de descuento que obliga al valor presente de flujos de efectivo esperados de un proyecto a igualar su costo inicial, es decir es la tasa que la empresa espera obtener si decide llevar a cabo un proyecto, en tanto la TIR sea mayor que la tasa de rendimiento requerida por la empresa para la inversión, el producto es aceptable (Besley, 2001: 391)

Se aplica la siguiente ecuación para determinar la TIR de un proyecto:

$$FE_0 + \frac{FE_1}{(1+TIR)^1} + \frac{FE_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FE_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

$$= \sum_{t=0}^n \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

2.6.3. Flujo de caja y métodos de cálculo

El flujo de caja (FC), es el resultado de la diferencia entre los ingresos y egresos de efectivo que registra una empresa, establecidos por una inversión, proyecto o cualquier actividad económica que realice en un periodo determinado, esta es una herramienta que se utiliza en las finanzas para observar la dinámica de los ingresos y egresos que percibe una firma, así como también para determinar la rentabilidad futura que puede generar un proyecto en un horizonte de tiempo (Torres, 2010: 4).

Este es uno de los instrumentos preferidos por los profesionales en el área, al momento de valorar una empresa mediante flujos descontados, en base a su estimación permite realizar diversas operaciones como (Torres, 2010: 4):

- Identificar las fuentes de valor agregado y apalancamiento para el crecimiento de la empresa
- Evaluar el nivel de rentabilidad actual en función al valor de la compañía,
- Obtener nuevas fuentes de financiamiento a través de nuevos inversionistas o socios estratégicos,
- Analizar alianzas estratégicas para mejorar el proyecto,
- Valorar estudios económicos del sector al que pertenece, entre otras cuestiones.

Así, un flujo de caja es el saldo de ingresos menos egresos, en términos reales o nominales, que registra una empresa generados por una inversión, actividad productiva o proyecto, en un periodo determinado. Este tiempo puede comprender: meses, bimestres, semestres, años, etc., considerando que entre más corto sea el periodo de evaluación más precisos serán los resultados obtenidos (Torres, 2010: 4).

2.6.4. Ventajas

- El flujo de caja sintetiza de forma ordenada los ingresos y egresos de una empresa, en un tiempo establecido.
- A diferencia de otras herramientas financieras permite a sus ejecutores obtener una mejor estimación de la rentabilidad futura que adquirirá una firma en base a la actividad que se dedica o a proyecto que se ejecuta.
- Igualmente, su aplicación cede a la empresa conjeturar la viabilidad de una inversión o proyecto.
- Dentro del flujo de caja se pueden distinguir dos flujos : (a) un flujo operativo que recoge los ingresos y egresos propios de la actividad económica de la empresa, restando los impuestos, y (b) un flujo de capitales que comprende inversiones necesarias, el financiamiento requerido y la recuperación del saldo invertido al finalizar el proyecto, sin descontar impuestos.
- Permite a la firma prever las necesidades de efectivo y la forma de cubrirlas adecuadamente. Así mismo, otorga a la empresa la facultad de planeación respecto a los flujos adquiridos.
- Por último, evalúa la capacidad de la empresa para hacer frente a sus obligaciones con las entidades financieras o los tenedores de la deuda, generar flujos futuros y el efecto de realizar nuevas inversiones (Torres, 2010: 3).

2.6.5. Tipos de flujo de caja

De acuerdo a la estructura del flujo, estos pueden ser de dos tipos: flujo de caja económico y flujo de caja financiero (Torres, 2010: 4).

a) Flujo de caja económico

Es aquel flujo que no incluye dentro de su cálculo los gastos financieros de la empresa ni la amortización del préstamo o la deuda contraída con terceros (es decir, los ingresos y egresos de efectivo vinculados al financiamiento por terceros, como: amortización de deuda, préstamo, pago de intereses por crédito) (Torres, 2010: 4).

En este sentido, se asume que la actividad o proyecto que ejecuta la firma se está solventando con recursos propios (Torres, 2010: 4).

Se computa de acuerdo al cuadro N° 1:

Cuadro N° 1

Esquema de un flujo de caja económico	
Ingresos por ventas u otros	(+)
(*) Costo por ventas u otros	(-)
Utilidad bruta	(=)
(*) Gastos administrativos	(-)
(*) Gastos de ventas	(-)
Utilidad operativa	(=)
Impuestos	(-)
Utilidad neta	(=)
Depreciación y/o Amortización	(+)
Flujo de caja económico	(=)
(*) Se incluye la depreciación (tangibles) y/o amortización (intangibles)	

Fuente: Orlando Torres, El flujo de caja de una empresa

Elaboración: Orlado Torres

b) Flujo de caja financiero

Muestra la liquidez de las actividades de una empresa en un horizonte de tiempo. En contraste con el flujo de caja Económico incluye en su estimación los ingresos y egresos de efectivo vinculados al financiamiento por terceros (Torres, 2010: 5).

Este flujo se calcula mediante el siguiente procedimiento como se observa en el cuadro N° 2:

Cuadro N° 2

Esquema de un flujo de caja financiero	
Ingresos por ventas u otros	(+)
(* Costo de ventas u otros	(-)
Utilidad bruta o margen bruto	(=)
(* Gastos administrativos	(-)
(* Gastos de ventas	(-)
Utilidad operativa	(=)
Gastos financieros	(-)
Utilidad antes de impuestos	(=)
Impuestos	(-)
Utilidad neta	(=)
Amortización de la deuda	(-)
Depreciación y/o amortización	(+)
Flujo de caja financiero	(=)
(* Se incluye la depreciación (tangibles) y/o amortización (intangibles)	

Fuente: Orlado Torres, El Flujo de caja de una empresa
Elaboración: Orlando Torres

Capítulo III

Importancia del cacao en el Ecuador

3.1. Cacao

3.1.1. Proceso productivo

El cultivo de cacao abarca procesos de siembra, producción y beneficio del grano. Durante el proceso se realizan las siguientes actividades: control de malezas, prevención y eliminación de plagas y poda, que son de mucha importancia, así también el riego, drenaje y renovación de los arboles ayudan a aumentar la rentabilidad de las empresas (UTEPI, 2007: 19).

La maduración de los frutos dura cerca de cinco a seis meses, luego de los cuales se inicia el proceso de recolección, se realiza un control de las mazorcas retirando aquellas que están enfermas. A los frutos sanos se les extrae las semillas para fermentarlas durante un periodo de dos a seis días. La fermentación es un conjunto de procesos bioquímicos en lo que se determina el aroma, sabor y color, características de cada variedad de cacao. Seguido de este proceso, las semillas se colocan en los patios para secarlas de manera natural, debido a que los procesos artificiales pueden provocar alteraciones en la calidad del grano (UTEPI, 2007: 19).

Una vez seco el grano, se coloca en sacos con extremo cuidado, esto para mantener las cualidades del producto y evitar que se filtren olores o sabores extraños.

3.1.2. Cadena de valor

Los productos de cacao se utilizan como materia prima en las industrias de confites, chocolates, cosméticos y productos farmacéuticos.

La cadena de valor del cacao comprende tres tipos de bienes, clasificados según el sistema armonizado de designación y codificación de mercancías (SA 1988 -1992) (UTEPI, 2007: 21).

- Primarios: cacao en grano (180100) y cáscara de cacao y residuos (180200).
- Intermedios: manteca de cacao (180400), pasta de cacao con grasa (180310), pasta de cacao desgrasada (180320), cacao en polvo (180500) y cacao en polvo con adición de azúcar (180610).
- Finales: chocolates y demás preparaciones que contengan cacao (1806) que, a su vez, abarcan los siguientes productos: las demás preparaciones, en bloques o barras con peso superior a 2 kg, en forma líquida o pastosa o en polvo, gránulos o formas similares, en recipientes o envases inmediatos con un contenido superior a 2 kg (180620); los demás, en bloques, tabletas o barras, rellenos (180631); los demás, en bloques, tabletas o barras, sin rellenar (180632); los demás chocolates y artículos de chocolate (180690) (UTEPI, 2007: 21).

3.1.3. Cacao en el Ecuador

Ecuador introdujo el cacao por medio de algunos empresarios en la ciudad de Guayaquil, en las zonas cercanas a los ríos Guayas, Daule y Babahoyo, sin embargo después de un periodo largo de producir y exportar clandestinamente, en 1789 el Ecuador obtuvo permiso de producción y exportación, a partir de esta fecha el cacao se difundió con éxito en el país y alcanzó una gran importancia para la economía nacional en el siglo XIX (UTEPI, 2007: 21).

Para ese entonces las exportaciones de cacao representaban el 50% de las exportaciones totales del país, representando las dos terceras partes de los ingresos tributarios del Ecuador, el cacao ecuatoriano empezó a ganar participación en el mercado a partir del año 1860, las cuales aumentaron por tres factores importantes (UTEPI, 2007, 23):

- Expansión de la demanda mundial de cacao.
- Mano de obra barata en el interior del país.

- No se requería altos nivel de capital.

Ecuador fue uno de los países más importantes en la exportación mundial de cacao en el periodo 1890 – 1910, puesto que los años 1915 a 1920 los árboles de cacao estuvieron afectados por las enfermedades conocidas como escoba de bruja y la monilla, que causaron una drástica disminución en la producción nacional, agravándose la crisis a causa de la Primera Guerra Mundial, debido al cierre del puerto de Hamburgo que ocasionó la caída de los precios internacionales del producto, abandonando los cultivos de las grandes cacaoteras o vendiéndolas a pequeños y medianos productores que introdujeron otras variedades resistentes a enfermedades (UTEPI, 2007: 23).

En 1964, desde la reforma agraria, la producción del cacao aumento por la utilización de tierras baldías y haciendas no productivas, y a partir de los años 80, se fija la producción nacional en alrededor de 80.000 TM anuales, con una superficie cultivada de aproximadamente 360.000 hectáreas, y que a pesar de disminuir la producción, en la actualidad en el Ecuador es el tercer producto agrícola de exportación después del banano y las flores (UTEPI, 2007: 24).

3.1.4. Variedades

En el Ecuador se cultivan principalmente dos variedades de cacao, el cacao Arriba y el CCN51, el primero tiene mayor reconocimiento en el mercado internacional, esta produce almendras de gran tamaño que otorgan un gran sabor delicado de chocolate y un aroma floral, pero sus árboles poseen un rendimiento bajo (UTEPI, 2007: 24).

Este tipo de cacao se cultiva en fincas pequeñas, pero se diferencia de los demás por sus características propias, su sabor y aroma son únicos, gracias a los cuales tiene gran aceptación en la industria mundial de chocolates finos.

Por otro lado, el cacao CCN51, es una variedad híbrida que posee alto rendimiento y que se cultiva en grandes extensiones de terreno, esta variedad es muy utilizada por las industrias procesadoras debido a su alto contenido de manteca; sin embargo,

este tipo de cacao no tiene el aroma del cacao Arriba, aunque presenta unas características que le han permitido a los cacaoteros ecuatorianos tener buena aceptación, la productividad de esta variedad es 6 veces mayor que las demás variedades cultivadas en el país y cuatro veces mayor que de las variedades a nivel mundial (UTEPI, 2007: 25).

Las características del cacao en el Ecuador se deben a la incidencia de varios factores únicos del país, como la iluminación y la radiación solar debido a que los países que producen el cacao Ecuador tiene una menor radiación solar, porque el tiempo de brillo del sol es casi la mitad que en otras regiones del mundo, estos factores acompañados de las labores de poscosecha de secado y fermentación, permiten obtener un cacao de alta calidad y de reconocimiento (UTEPI, 2007: 25).

3.1.5. El cacao en el Ecuador 2005 – 2010

El Ecuador ha sido por historia uno de los principales productores de cacao fino y de aroma a escala mundial, produciendo en la actualidad aproximadamente, el 60% de la producción mundial en esta variedad. Este producto ha tenido además importantes contribuciones para la economía nacional: siendo uno de los principales productos de exportación (tercer producto agrícola exportado), su participación en el PIB total promedia el 0,45% y del PIB agropecuario, aproximadamente, 6,7% (Ramírez, 2006: 19).

3.1.1.1. Evolución de la superficie plantada y cosechada

El comportamiento del cacao en el periodo 2005 – 2010 se destaca por tener tendencia creciente. En el 2005 se plantaron 406.866 ha, superficie que fue aumentando hasta llegar a 470.054 ha, lo cual significa que existió un crecimiento del 15, 53% hasta el 2010, y una tasa promedio de crecimiento de alrededor del 4% anual (Sotomayor, 2011: 53).

Como se observa en el cuadro N° 3, el caso de la superficie cosechada presentó una tendencia regular en el periodo 2005 – 2010, puesto que el año 2005 se tiene una superficie cosechada de 357.706 ha, llegando al 2010 a 360.025 ha con un

crecimiento del 0.65%, sin embargo cabe destacar que en el año 2009 hubo un crecimiento del 11.29% (Sotomayor, 2011: 53).

Cuadro N° 3: Evolución de la superficie plantada y cosechada periodo 2005 – 2010

Año	Superficie plantada (ha)	Superficie cosechada (ha)	% variación superficie plantada	% variación superficie cosechada
2005	406.866	357.706		
2006	407.868	350.028	0,25	-2,15
2007	422.958	356.657	3,70	1,89
2008	455.414	376.604	7,67	5,59
2009	468.480	398.104	2,87	5,71
2010	470.054	360.025	0,34	-9,57

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

La gran mayoría de plantaciones de cacao del país tienen una edad avanzada, y en los últimos años se han renovado e incrementado la superficie plantada, especialmente en las provincias amazónicas.

3.1.1.2. Evolución de la producción

La producción de cacao durante el periodo 2005 – 2010 tuvo un crecimiento de 41%, con una tasa promedio anual del 7,76%, el promedio de producción de 102.348 toneladas (INEC, 2011, 3), como se puede observar en el cuadro N° 4.

La producción de cacao, se beneficia por los buenos precios internacionales, ya que los agricultores realizan nuevas inversiones, para el mantenimiento del cultivo, y así alcanzar mejores rendimientos.

Por otra parte los principales factores que afectan la producción de cacao son: falta de asistencia técnica, condiciones climáticas desfavorables, escasez y alto costo de mano de obra, altas tasas de interés, y variación de precios de comercialización (BCE, 2011, 24).

Cuadro N° 4: Evolución de la producción 2005 - 2010

Año	Producción (Tm)	% variación
2005	93.659	
2006	87.562	-6,51
2007	85.890	-1,91
2008	94.300	9,79
2009	120.582	27,87
2010	132.099	9,55

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

3.1.1.3. Evolución de los rendimientos

El rendimiento promedio nacional de cacao como se observa en el cuadro N° 5, durante el periodo 2005 – 2010, pasa de 0,26 t/ha en el año 2005 a 0,37 t/ha en el año 2010, teniendo un rendimiento promedio de 0,32 t/ha, y un crecimiento del 42%, esto significa el actual interés por parte de los productores en el cultivo, renovando sus plantaciones e implementando prácticas agrícolas y tecnológicas apropiadas (Sotomayor, 2011: 58).

Cuadro N° 5: Evolución de los rendimiento periodo 2005 – 2010

Año	Rendimiento (t/ha)	% variación
2005	0,26	
2006	0,5	92,31
2007	0,24	-52,00
2008	0,25	4,17
2009	0,3	20,00
2010	0,37	23,33

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

3.1.1.4. Principales países exportadores

Los principales países exportadores de cacao y elaborados durante el 2006-2010 fueron: Holanda, con una participación en las exportaciones mundiales de este sector de 12% 18%; Alemania, que representa el 10.4% de las exportaciones en ese mismo año y registró una TCPA durante 2006-2010 de 15%; Costa de Marfil, alcanzó una tasa de participación de 11% en el 2010 y una TCPA durante el período 2006-2010 de 22%, y Bélgica, con una participación de 6.5% y una TCPA de 6% (PRO ECUADOR, 2012: 17-19).

Los principales exportadores del sector por regiones geográficas, con su participación en las exportaciones mundiales en el 2010 son: en Latinoamérica: Brasil (1%), México (1.3%), Ecuador obtuvo en ese año 1.1% de las exportaciones mundiales de cacao y sus elaborados. En África: Costa de Marfil (11%), Ghana (6%), Nigeria (3%), Camerún (2%). Asia: Indonesia (4%), Malasia (3%), Singapur (1.6%) (PRO ECUADOR, 2012: 17-19).

Los principales países exportadores de cacao y elaborados dependerán del tipo de producto, es decir, si se habla de cacao en grano se identifican a los países en desarrollo, mientras que si es el producto elaborado como el chocolate, los principales exportadores son países en desarrollo. En este sentido, los principales exportadores en el 2010 de cacao en grano son: Costa de Marfil (29%), Ghana (19%), Indonesia (11%), Ecuador se ubica como séptimo exportador con una participación en las exportaciones mundiales en el 2010 de 3%. Los principales exportadores de chocolate son: Alemania (17%), Bélgica (12%) y Francia (7%). Con relación a los exportadores de manteca de cacao, los principales exportadores en el 2010 fueron: Holanda (31%), Malasia (14%), Francia (9%) (PRO ECUADOR, 2012: 17-19).

Según la Organización Internacional del Cacao ICCO, la producción de cacao a nivel mundial está concentrada en 71.6% en África, en Asia en 14.8% y en América en 13.6% (PRO ECUADOR, 2012: 17-19).

3.1.1.5. Precios al productor

Los precios al productor durante el periodo 2005 – 2010 como se observa en el cuadro N° 6, han experimentado un crecimiento regular, pasando de \$ 1.364,14 en el año 2005, a \$ 2.640 en el 2010, esto representa un incremento del 93% y una tasa promedio de crecimiento anual de 18% (Sotomayor, 2011: 61).

Cuadro N° 6: Precios al productor de cacao en Ecuador 2005 – 2010

Año	Precio al productor (t/ha)	Variación %
2005	1.364,14	
2006	1.628,16	19,35
2007	2.134,21	31,08
2008	2.354,24	10,31
2009	2.442,24	3,74
2010	2.640,26	8,11

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

Según la organización internacional del cacao (ICCO), los precios al productor en la mayoría de países productores de cacao, son fijados en gran medida por los precios internacionales, además de otros factores como, variaciones en el valor internacional de la moneda local, estructuras específicas del mercado, y condiciones locales en las que se incluyen los impuestos, la competencia, la distancia al puerto y la calidad.

La ICCO estima que los precios pagados al productor en Ecuador, representaron entre el 77% y 98% del valor de los precios internacionales en el período comprendido entre los años cacaoteros 2004/2009 y 2008/2009. Esto es algo importante, porque demuestra que los productores del país, recibieron la mayor parte de los ingresos por la producción y venta de cacao.

Cuadro N° 7: Precios al productor periodo y su equivalencia en porcentaje del precio internacional 2005 – 2010

Año cacaotero	Precio al productor (USD/t)	Precios internacionales (USD/t)	Relación (%)
2004/2005	1.170,00	1.571,00	74
2005/2006	1.401,00	1.557,00	90
2006/2007	1.809,00	1.854,00	98
2007/2008	2.353,00	2.516,00	94
2008/2009	2.182,00	2.599,00	84

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

3.1.1.6. Comercio exterior del cacao

Ecuador destina por lo menos el 80% de su producción de cacao para la exportación. El mayor porcentaje de exportaciones corresponde a cacao en grano (cerca del 90%). Además, exporta cacao a través de productos semielaborados, como la manteca, licor, pasta y polvo de cacao, y una mínima parte como productos elaborados, específicamente el chocolate (Banco Central del Ecuador, 2011: 27).

Como se observa en el cuadro N° 8, durante el período 2005-2010, la balanza comercial del sector cacao y elaborados, ha sido siempre positiva, ya que las exportaciones han superado ampliamente a las importaciones.

Tanto las exportaciones como las importaciones, han mantenido una tendencia creciente durante el período 2005-2010. En el año 2005 exportaron 105.292,65 toneladas entre cacao en grano e industrializado, ya en el año 2009 se alcanzó el volumen más alto de exportación, que fue de 142.669,67 toneladas, es decir las exportaciones crecieron 26%, con una tasa de crecimiento promedio anual de 17%. Para el año 2010, el volumen de exportación se redujo en 6,74% (Banco Central del Ecuador, 2011: 27).

Cuadro N° 8: Comercio exterior del cacao 2005 – 2010

Año cacaotero	Exportaciones (t)	Importaciones (t)	Balanza Comercial
2005	105.292,65	5.566,13	99.726,52
2006	99.914,18	5.713,43	94.200,75
2007	93.877,90	6.211,13	87.666,77
2008	59.750,51	6.969,52	52.780,99
2009	142.669,67	4.830,13	137.839,54
2010	133.056,11	5.762,07	127.294,04

Fuente: MAGAP

Elaboración: Marco Reinoso

De igual manera, las importaciones en el año 2005 fueron de 5.566,13 toneladas de productos elaborados de cacao, aumentando a 5.762,07 toneladas en el año 2010, con un crecimiento del 27% y un promedio anual de 20% (Banco Central del Ecuador, 2011: 27).

Cabe destacar que las exportaciones en todos los años corresponden su mayoría a cacao en grano, por otro lado, casi la totalidad de las importaciones son productos semielaborados y elaborados.

3.1.6. Estructura productiva

Según estimaciones del SICA, el 78% de la superficie cultivada y el 82% de la producción total de cacao en el Ecuador se localiza en la región Costa, principalmente en las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí. Esta concentración se debe a que la costa ecuatoriana reúne las mejores condiciones climáticas y de suelo para el cultivo de cacao(SICA, 2001).

La mayor parte de los cultivos de cacao en el Ecuador pertenece a pequeños propietarios. El 90% de la superficie cultivada se localiza en plantaciones de no más de 20 hectáreas, el 9% pertenece a medianos agricultores (con plantaciones entre 21 y 50 hectáreas), y solamente el 1% a grandes productores, es decir, cultivos de más de 50 hectáreas (Rosero, 2002: 9).

Se aprecia que la mayoría de los árboles de cacao más productivos están en la costa, donde, en la actualidad, se llevan a cabo proyectos de rehabilitación y renovación de cultivos.

A continuación en el cuadro N° 9 se detalla la superficie, producción y rendimiento del cacao a nivel nacional:

Cuadro N° 9: Superficie, producción, rendimiento a nivel provincial año 2010

	2010			
	Superficie sembrada (Ha.)	Superficie cosechada (Ha.)	Producción en almendra seca (Tm.)	Rendimiento (Tm./Ha.)
Total Nacional 5/	491.221	415.615	212.249	0,51
Azuay	2.587	2.204	1.097	0,50
Bolívar	14.350	13.241	3.814	0,29
Cañar	7.764	7.628	2.748	0,36
Carchi				
Chimborazo	180	180	123	0,69
Cotopaxi	14.872	13.310	4.790	0,36
El Oro	18.092	16.325	7.687	0,47
Esmeraldas	56.739	50.152	23.330	0,47
Galápagos				
Guayas	102.140	83.277	67.979	0,82
Imbabura	138	89		
Loja	149	148	39	0,26
Los Ríos	104.788	87.927	50.008	0,57
Manabí	108.649	96.923	28.860	0,30
Morona Santiago	1.424	805	387	0,48
Napo	10.919	7.303	4.341	0,59
Orellana	9.165	6.892	3.164	0,46
Pastaza	943	507	129	0,26
Pichincha	8.771	7.042	2.873	0,41
Santa Elena				
Santo Domingo de los Tsáchilas	17.538	13.603	7.639	0,56
Sucumbios	10.762	7.373	2.947	0,40
Tungurahua				
Zamora Chinchipe	1.138	635	243	0,38
Zonas en Conflicto 6/				

Fuente: MAGAP, SIAGRO.

Elaboración: MAGAP, SIAGRO, Análisis sectorial.

3.1.7. Importancia del sector

La importancia de la actividad cacaotera se caracteriza por generar empleo y divisas en el Ecuador y sigue siendo uno de los cultivos importantes para el país, a pesar de la crisis de inicios del siglo XX que motivó que el cacao dejara de ser de las principales actividades económicas del país.

Según el Acuerdo N° 070 del MAG, 147.000 agricultores cultivan cacao en Ecuador y de acuerdo con el SICA, más de 500.000 personas están relacionadas con la actividad involucrándose 100.000 familias (ESPOL, 2006: 58).

Su importancia en la economía radica en que el cacao, en el 2010, fue el quinto producto con mayor exportación por el Ecuador, dentro de las exportaciones no petroleras, después del banano, pescados y crustáceos, preparaciones de carne, pescado o de crustáceos o moluscos acuáticos (conservas de pescado) y flores (UTEPI, 2007: 35).

3.2. *Experiencias de la agricultura de precisión en el exterior*

3.2.1. Adopción en América Latina

La adopción de la agricultura de precisión en América Latina comenzó en los años 90, con Argentina a la cabeza, sigue el liderazgo de EEUU y Europa, en la actualidad en Latinoamérica varios países han adoptado alguna de las herramientas de la agricultura de precisión como Argentina en la implementación de monitores de rendimiento en cosechadoras, Brasil es líder en estrategias de manejo de suelos, tanto en fertilización o corrección, como para prevenir la erosión, Chile lleva liderazgo en materia de viticultura, Uruguay en producción de arroz y Colombia en cultivos tropicales (Bongiovanni, 2006: 6).

3.2.2. Impacto social de la aplicación de la agricultura de precisión en La Habana - Cuba

El desarrollo tecnológico en la actualidad avanza rápidamente, las necesidades de humanizar el trabajo en el campo, que por sus características obligan a la introducción de tecnologías más eficientes, traen cambios que afectan la vida social de aquellas personas que viven en este medio. Los cambios provocan aumentos en los rendimientos productivos en la mayoría de los casos, pero no siempre conllevan a grandes ventajas sociales (Quevedo Herrero, 2006: 42-44).

En Cuba, como en muchas partes del mundo, existe preocupación por los problemas de diferente índole que provoca la agricultura moderna convencional, industrial, intensiva o de altos insumos, por lo que cuando se introduce una nueva tecnología, se deben tener en cuenta, estos problemas y encontrarles solución, es necesario considerar los factores sociales, económicos, demográficos, culturales y de otro tipo que pudieran obrar a favor o en contra de su aplicación y por ende, del desarrollo de la agricultura, y tener en cuenta la sostenibilidad de la misma (Quevedo Herrero, 2006: 42-44).

Principales cambios sociales producidos con la implantación de la nueva tecnología

Cualquier cambio tecnológico acarrea cambios sociales, especialmente en el sector agrícola, éstos son producidos por diferentes motivos que, según las circunstancias estarán más acentuados en unos que en otros. En lo fundamental son la falta de formación técnica y científica y el escaso acceso a las nuevas técnicas por motivos económicos o culturales (Quevedo Herrero, 2006: 42-44).

Los principales cambios que se han observado con la implantación de la nueva tecnología en la agricultura son:

- Elevar el nivel cultural, científico y técnico del agricultor, esto se debe a la manipulación de modernas técnicas altamente sensibles.
- Elevación de los rendimientos y disminución de los costos con un menor empleo de mano de obra.
- Se disminuye la emigración del campo a la ciudad.
- Provoca un salto cualitativo en la agricultura hasta niveles de cualquier proceso industrial altamente desarrollado.
- Se garantiza un mejor cuidado del medio ambiente y por tanto un aumento de la calidad de vida en el campo.

Cuba, a pesar de ser un país en vías de desarrollo busca incansablemente utilizar las modernas tecnologías que se adecuen a su situación y, por supuesto, el Estado cubano a través de sus instituciones vela constantemente porque la aplicación de las

mismas contribuya al bienestar de la sociedad y la eficiencia (Quevedo Herrero, 2006: 44).

Análisis del impacto social de la agricultura de precisión

Siempre ante una innovación tecnológica hay resistencia al cambio, principalmente en los sectores con menor preparación intelectual, como es el caso de los pequeños agricultores. La agricultura de precisión tiene una desventaja aún mayor en este sentido y es que no surgió como una necesidad de los pequeños agricultores, sino que fueron las transnacionales productoras de maquinaria agrícola quienes propusieron la nueva tecnología en el mercado.

Otro factor que puede provocar este rechazo es que los agricultores que trabajan en pequeñas parcelas de tierra no necesitan de la tecnología de precisión, si es que cuentan con medios mecanizados, pues con su experiencia, y de su propia mano son capaces de aplicar un tratamiento diferenciado a cada zona del campo, según sus características y comportamiento observado. Sin embargo, no se puede negar que la gran mayoría de los casos la tecnología tiene mayor eficiencia y productividad que la labor realizada por la humanidad.

Por ejemplo al comenzar el estudio de la agricultura de precisión en Batabanó durante el periodo 2001-2002 se encontró un rechazo similar por parte de los obreros agrícolas, así como por una parte de las directivas, argumentando que sus causas principales son el desconocimiento del tema y con ello el temor a que la implementación trajera problemas para el trabajo de los obreros y demás personal, cuando en realidad se persigue todo lo contrario (Quevedo Herrero, 2006: 51).

Es una ventaja que la ECV Batabanó sea pionera en la generalización de muchas tecnologías como el fertirriego y el riego por medio de máquinas eléctricas, eso ha creado, de cierta forma, una costumbre en la implementación de nuevas variantes productivas.

La implementación de técnicas de agricultura de precisión, en caso de demostrarse su rentabilidad y aparecer la posibilidad de compra de modernas máquinas, dentro

de las cosechadoras de papa, provocarían incluso cambios en el proceso tecnológico productivo, ya que seguramente la papa no podrá ir del campo directamente al frigorífico, sino que necesitará pasar por un centro de beneficio. Estos cambios humanizarán el trabajo agrícola, principalmente para el alto número de mujeres que participan en la cosecha, pues será más fácil trabajar en las nuevas condiciones que las actuales, donde prevalece una cosecha semimecanizada (Quevedo Herrero, 2006: 53).

El mayor impacto social lo alcanzará la agricultura de precisión cuando su aplicación se generalice a los principales cultivos del país, sembrados en grandes extensiones de tierra y que requieren de labores mecanizadas, con ahorros importantes a la economía y reduciendo las afectaciones medioambientales, al controlar el uso de fertilizantes químicos y limitarlos solo aquellas zonas en que por su carencia sea necesaria su aplicación. Esto tendrá una repercusión positiva en todos los sectores de la sociedad cubana (Quevedo Herrero, 2006: 53).

3.2.3. Algunos ejemplos de aplicación de agricultura de precisión

Caso Banano (Costa Rica)

En la empresa AgroComercial de la Universidad EARTH en Costa Rica se produce banano en cuatro plantaciones. En el año 2002 se inició un proyecto de agricultura de precisión en una de las plantaciones de aproximadamente 100 ha, que se manejaba de manera uniforme. Era una plantación de más de 40 años de edad, que algunos sectores se habían renovado, y la productividad era baja y los costos elevados. El primer paso fue una división de la plantación. No hubo mapa de suelo ni de la topografía, y por la urgencia del proyecto se decidió utilizar la red de cable vías para crear lotes rectangulares de 4 hectáreas cada uno. Se recolectaron datos por lote de cosecha, de análisis foliar y de suelo, además de muestras de raíces funcionales como índice de la infestación de nematodos (Spaans, 2007: 4).

La productividad de la plantación variaba de 943 a 3.040 cajas/ha, un crecimiento de más de 300%, que genera un incremento en la utilidad económica, porque los costos de producción eran en su mayoría costos fijos (costos por ha, independientes de la

productividad). La interpretación de los datos de los análisis de suelo, foliar y raíces funcionales no reveló ninguna correlación con la productividad. Eso quiere decir que la variabilidad de la cosecha dentro de la plantación no fue debido a nutrición ni a la infestación de nemátodos. Esto fue novedoso, porque el administrador manifestaba que su estrategia para mejorar la plantación consistía en mayores aplicaciones de fertilizante y nematicida; ambos no hubieran tenido el efecto deseado, más bien hubieran incrementado el gasto innecesariamente y con eso disminuido las utilidades (Spaans, 2007: 4).

La razón verdadera de la baja productividad era la edad de la plantación. Los 5 lotes que tenían productividades encima del punto equilibrio (igual cero utilidad, cuando los ingresos cubren los gastos) representaban los sectores donde se había renovado la plantación. La decisión más acertada, entonces, para mejorar esta plantación, fue renovar. El mismo monitoreo de cosecha indicaba el orden en el cual se debían renovar los lotes, empezando con el de menor producción.

Caña de azúcar (Ecuador)

Con el Ingenio San Carlos, cerca de Guayaquil, Ecuador, se empezó con la implementación de agricultura de precisión en sus plantaciones de 17,000 ha, en el año 2003. La unidad de manejo fue el cantero, con un tamaño promedio de 47 ha. En un estudio piloto se midió la cosecha en parcelas dentro de los canteros y se encontró con el 71% de los canteros tenía más de 10% variabilidad y que el 41% tenía más de 30% de variabilidad en producción. Esto indicaba que los canteros no podían considerarse unidades de manejo homogéneas, y se decidió subdividir los 350 canteros en 1.310 lotes de 12,6 ha promedio. De allí en adelante todos los datos provenientes de campo se recolectaron por lote. Después de aquel proceso se realizó un levantamiento planimétrico del Ingenio para determinar con exactitud el área y la ubicación de cada lote, utilizando K-GPS (cinemática con posprocesamiento) (Spaans, 2007: 6).

Para la subdivisión se utilizaron caminos internos, canales de riego y drenaje y otra infraestructura existente, porque no había información disponible sobre la distribución de los suelos. Recién se concluyó el levantamiento de suelos, y se ha

encontrado que todavía hay una cantidad de lotes con dos o más diferentes tipos de suelo, por lo tanto se ha evaluado si se puede redefinir los límites de dichos lotes para crear condiciones de suelo más homogéneas. Obviamente, esto no es lo ideal pero sí es la realidad en la práctica. En este caso se prefiere sacrificar el historial de 3 años de lotes, pero con el beneficio de ganar homogeneidad y, por tanto, respuestas más uniformes del cultivo dentro de cada lote a futuro (Spaans, 2007: 7).

En el diagnóstico se encontró que se utilizaron tres planes principales de fertilización para las 17.000 ha de caña de azúcar. Los análisis de suelo demostraron una gran diversidad de niveles de fertilidad. Además, se observó que las diferentes variedades de caña de azúcar extraen diferentes cantidades de nutrientes del suelo. Se diseñó un plan de fertilización para cada lote en función de la fertilidad del suelo, la textura, la variedad de caña, y la producción proyectada (Spaans, 2007: 7).

En la preparación de los suelos se ha podido reducir drásticamente el uso del subsolador porque las mediciones de densidad aparente en el subsuelo indicaban que solamente en pocas ocasiones hubo compactación. Eso se puede esperar porque la cosecha se realiza en época seca cuando los suelos tienen alta resistencia. En los años 2002 y 2003 se subsolaba el 83% del área de siembra, mientras en los años 2004 y 2005 se subsoló solamente 20% del área de siembra como consecuencia de la implementación del sistema de monitoreo de la densidad aparente previo a la siembra. Esto no solamente ahorra dinero, sino también preserva la estructura y el nivel de materia orgánica del suelo por la fuerza física y la inyección de oxígeno que causa el subsolador. El seguimiento de los lotes subsolados y no subsolados hasta la fecha indica que no hay diferencias significativas en producción, lo cual es prometedor.

3.3. Mejora de tecnología en el sector agrícola

3.3.1. Avances agrotecnológicos

La agricultura comercial de hoy en día se ha vuelto una actividad de alta tecnología, sobre todo con avances tecnológicos importantes en la última década en el manejo

agrícola automatizado, genética, nutrición, control de plagas y enfermedades, principalmente (Ocaña, 2000).

Uno de los elementos que facilitan la transferencia de tecnología alrededor del mundo, es el libre comercio de estos avances, los cuales se realizan a través de importaciones de maquinaria y equipo especializado, semillas mejoradas, agroquímicos y, además, por la asesoría especializada por expertos.

La adquisición de tecnologías provenientes de diversas partes del mundo genera grandes beneficios en la agricultura generalmente, pero sobre todo para aquellos países en desarrollo, que enfrentan limitantes para invertir en desarrollo y tecnología agropecuaria (Ocaña, 2000).

A continuación se muestran los principales avances tecnológicos en la última década:

3.3.2. Biotecnología

Sobresalen dentro de los diversos avances tecnológicos el uso de la biotecnología en la agricultura, que dio origen a los organismos genéticamente modificados, aplicados principalmente en cultivos como la soya, maíz, algodón y canola, los cuales se utilizan desde hace más de 10 años, en diversos países, con superficies cultivadas en ascenso, adelantos que hasta estos días se han enfocado a la resistencia de plagas, enfermedades, disminución de costos o aumentos de producción.

Además, la biotecnología comienza a utilizarse en la medicina para realizar diagnósticos y aplicaciones terapéuticas, así como en los sectores de la construcción y la ingeniería para la creación de biomateriales, lo cual en el largo plazo serán nuevas oportunidades de negocio para el sector agrícola.

También existen los avances tecnológicos en el uso de los biocombustibles, esperando en un futuro los de “segunda generación,” que se derivarán del uso de

materiales celulósicos provenientes de pastos, madera y basura, y que contrario a lo que sucede ahora, no competirán con la producción de alimentos.

3.3.3. Sistemas de información y posicionamiento geográfico

En la actualidad los sensores remotos (fotografía aérea, imágenes de satélite y de radar) permiten observar grandes espacios geográficos sin estar en contacto con ellos. Estas tecnologías junto con los avances en informática permiten generar información de alta calidad para la actividad agropecuaria.

Actualmente, los estudios georeferenciados se utilizan para elaborar mapas que se presentan en forma de capas, donde cada capa describe un elemento característico, como puede ser la topografía, disponibilidad de aguas, hidrología, tipos de suelo, vegetación, potreros, infraestructura, etc.

Además, existen otras alternativas factibles en la utilización de los sistemas de información geográfica, al combinar esta información con datos estadísticos; por ejemplo, en la agricultura de precisión, al interpolar datos de producción obtenidos por medio de imágenes satelitales con datos de campo, se busca generar pronósticos precisos de volúmenes de producción.

3.3.4. Seguros agropecuarios

Ligado al uso de los sistemas de información geográficos, existen innovaciones tecnológicas que permiten crear esquemas de seguro agropecuario con características masivas (seguros indexados), los cuales permiten reducir los costos de supervisión que conllevan los esquemas tradicionales de aseguramiento.

3.3.5. Desarrollo de invernaderos

En los últimos años los sistemas de producción bajo invernadero se han expandido en varios países, estos son principalmente invernaderos de tecnología baja (malla-

sombra) a intermedia, sin embargo, estos sistemas implican mayores niveles de tecnología que las siembras a campo abierto.

También, existen en menor grado invernaderos de alta tecnología, los cuales cuentan con tecnologías más sofisticadas, como lo son la automatización y mecanización.

3.3.6. Ventajas de los avances tecnológicos

Algunas de las ventajas de las innovaciones tecnológicas dentro de la agricultura desde varios puntos de vista como son el agronómico y técnico son:

- Favorece la conservación de la cobertura del suelo al evitar o disminuir la erosión.
- Mejora el aprovechamiento del agua, ya que mantiene la humedad del suelo al quedar cubierto por una capa de biomasa (rastrajo), que retarda la pérdida de humedad por evaporación.
- Mejora la actividad biológica y aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo.
- Mejora la eficiencia en el uso del tiempo, ya que reduce la cantidad de labores necesarias.
- Reduce el uso de maquinarias (y de combustible) y personal.

3.3.7. Desventajas y beneficios de la agricultura moderna

Beneficios

Dentro de los beneficios que se obtienen de la agricultura moderna se tienen (Desarrollo y crecimiento económico: 2008):

- La tecnología ha aumentado la productividad agrícola hasta la actualidad.
- El desarrollo tecnológico ha sido sostenible
- La tecnología es la base para una agricultura sostenible

- La agricultura moderna está obligando cada vez más a utilizar prácticas que lleven a los agricultores a mejorar sus costos productivos, evitar pérdidas y garantizar una producción estable.
- Esto ha llevado a buscar alternativas como la adaptación del concepto de agricultura de precisión en los cultivos del país.
- Tiene como principio determinar la variedad existente dentro de las fincas, parcelas para proceder a establecer zonas de manejo donde las condiciones son homogéneas y brindar a cada zona lo que esta requiere.

Desventajas

La agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos en el ambiente, entre los impactos negativos se tiene:

a) Erosión del suelo: La destrucción del suelo y su pérdida al ser arrastrado por las aguas o los vientos suponen la pérdida, en todo el mundo, entre cinco y siete millones de hectáreas de tierra cultivable cada año.

b) Salinización y anegamiento de suelos muy irrigados: Cuando los suelos regados no tienen un drenaje suficientemente bueno se encharcan con el agua y cuando el agua se evapora, las sales que contiene el suelo son arrastradas a la superficie. Casi la mitad de las tierras de regadío del mundo han bajado su productividad por este motivo y alrededor de 1,5 millones de hectáreas se pierden cada año.

c) Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas: Los fertilizantes y pesticidas deben ser usados en las cantidades adecuadas para que no causen problemas. Su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son empujados por la lluvia. La contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos y daños en la salud humana.

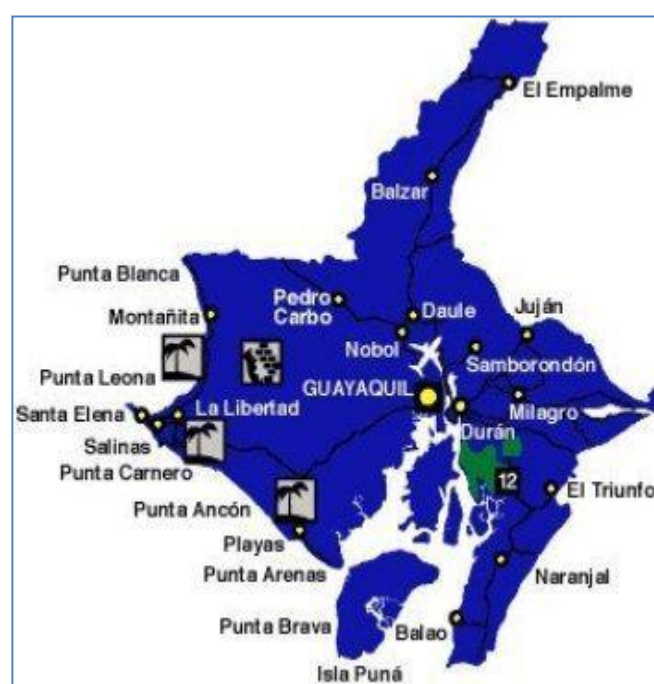
d) Agotamiento de acuíferos: Los acuíferos han tardado en formarse decenas de años y cuando se les quita agua en mayor cantidad que la que les llega se van vaciando.

Capítulo IV

Descripción de las empresas productoras de cacao

4.1. Descripción general de la zona de influencia

Las empresas que se estudian dentro de la investigación, se localizan en la Provincia del Guayas, en el cantón Gral. Villamil Playas, situado al suroeste de la provincia del Guayas. Su cabecera cantonal es Gral. José de Villamil, ubicada a 96 kilómetros de la capital de provincia, limita al norte y este con los cantones Guayaquil y Santa Elena; al sur y oeste con el Océano Pacífico.



Los terrenos del cantón gozan en términos generales de una excelente productividad agrícola ya que al encontrarse la provincia del Guayas en la región litoral, ocupa una extensa planicie.

La población del cantón es de 34.409 habitantes hasta el año (2010), aunque esta cifra aumenta en invierno por la presencia de turistas, debido a su condición de balneario. Es la cabecera cantonal del cantón General Villamil.

Desde su fundación, Playas fue un importante puerto para pescadores, condición que mantiene hasta la actualidad. A comienzos del siglo XX, la inversión de personas con cierto poder político de Guayaquil, impulsó el proyecto de convertir a Playas en un balneario. Para 1910, Playas se constituyó como parroquia y finalmente en 1989 alcanzó su separación del cantón Guayaquil y cantonización.

El terreno del cantón Playas es plano, aunque al norte se levantan cerros pero de poca altura como: el cerro Colorado, cerro Verde, cerro Picón, cerro Cantera.

Las costas son extensas; los balnearios más importantes del cantón se encuentran al sur. Los principales ríos son: el Río de Arena, el Moñones y el Tambiche. El clima es ardiente y seco, en las playas se siente el fresco de la brisa marina.

Tiene un clima tropical con temperaturas mínimas entre 23,4° y 24,4° y máximas entre 29,5° y 34,0°

4.1.1. Características del suelo

En Playas, no obstante, se encuentran tierras bajas, lo cual permite clasificar al suelo de la finca como un suelo mayormente arenoso arcilloso el mismo que produce un lecho potencialmente erosionable.

Un suelo arcilloso está formado fundamentalmente por arcilla, la arcilla está constituida fundamentalmente por silicato de aluminio hidratado. Es un tipo de suelo que, cuando esta húmedo o mojado, resulta pegajoso pero, cuando está seco es muy fino y suave dado que la arcilla está formada por partículas diminutas de menos de 0,005 milímetros de diámetro.

Desde un punto de vista de la textura, tiene consistencia plástica y puede ser modelado. Son suelos que, para la agricultura, se conocen como suelos húmedos y

pesados. Presentan un color marrón oscuro, estos suelos, al secarse, quedan muy compactos y duros, se caracterizan por la aparición de grietas.

El terreno de las haciendas está compuesto por una mezcla de arcilla y arena, lo cual lo convierte en un suelo de humedad moderada con un excelente drenaje interno. Adicionalmente al poseer un pH de 6,9 y ser considerado como un suelo de tipo neutro se menciona que existe una mejor absorción de los nutrientes por parte de la planta.

4.1.2. Clima preponderante

Dadas las temperaturas promedio de la zona cuya oscilación se encuentra entre los 27° a 34° grados centígrados, el grado de humedad y nivel de precipitación que llegan a los 1.850 mm anuales aproximadamente, se define como un clima preponderante tropical húmedo.

Este tipo de climas se caracterizan por sus elevadas precipitaciones, temperaturas altas y regulares todo el año, con escasa oscilación térmica, de la cual solo es posible distinguir dos estaciones: la húmeda y la seca.

4.2. *Descripción de las empresas en estudio*

4.2.1. Bodagán S.A.

Misión

Producir el mejor grano de cacao de la región del Litoral, siendo reconocidos por promover calidad, excelencia y responsabilidad para con el ambiente y sobre todo satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes a nivel nacional, apoyados en un equipo humano comprometido con la empresa.

Visión

Ser una empresa líder en la producción de cacao fino de aroma del país, manteniendo un continuo crecimiento, con presencia nacional, proporcionando granos de excelente calidad a nuestros clientes, rentabilidad a los accionistas y un ambiente de trabajo adecuado para los empleados.

Principios y valores

Compromiso con los resultados: se elaboran planes, se establecen objetivos y se toman decisiones para asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

Innovación: Promover la innovación como elemento estratégico para la producción

Interés por las personas: es importante valorar a las personas y reconocer sus aportes como elementos que ayudan al crecimiento.

Conducta ética: Actuamos con profesionalidad, integridad moral y ética.

Compromiso social: es necesario el desarrollo de actividades que promuevan beneficios a favor de la comunidad, devolviendo parte de lo que cada consumidor nos brinda.

Ubicación

La hacienda cacaotera de la empresa Bodagán está situada en el Litoral del Ecuador, en la provincia del Guayas, específicamente en el cantón Playas, posee una magnífica posición geográfica, y explica su incorporación al mercado internacional, favorecido por la excelente vía de agua.

Características

La hacienda cacaotera tiene una extensión aproximada de 40 ha, totalmente cultivadas y aprovechadas. La empresa creada para administrar la hacienda se

conoce como Bodagán S.A., esta emplea alrededor de 50 trabajadores quienes se esfuerzan por cultivar y mantener la calidad de las mazorcas y su grano. Esta hacienda se caracteriza por el manejo del cultivo de la variedad de cacao conocido como cacao Arriba, producto nacional reconocido por su aroma característico.

Siembra y cultivo de cacao

En Bodagán, para la siembra del cacao se utiliza una diversidad de recursos, donde la obtención anual de producción de Cacao Nacional Arriba, se limita a los siguientes costos:

- Realizar la siembra de cacao donde los costos comprenden desde las plántulas hasta la construcción del vivero.
- Realizar las labores agrícolas desde la preparación del terreno hasta el desbroce.
- Labores de riego y fertilización de las plantaciones donde se utilizan diferentes tipos de fertilizantes.
- Efectuar un control de maleza cada seis meses, el mismo que consiste en un rozamiento del terreno.
- Aplicar los diferentes controles fitosanitarios que requieren los cultivos para ofrecer un producto de calidad.
- Cosechar, es decir recoger los frutos de los árboles de cacao y apilarlos para su secado
- Y los costos propios de transportar la producción desde la hacienda hasta las casas comerciales ubicadas en el sector urbano del cantón.

A continuación en el cuadro N° 10 se puede observar el detalle de los costos para la siembra y cultivo de cacao de Bodagán:

Cuadro N° 10: Detalle de costos para la siembra de cacao en Bodagán

Detalle	Ciclos	Unid/Ha	Unid	Costo/Ha
Siembra cacao				
Plántulas	1	1.800 plantas	0,40	720,00
Balizada	1	20,00 jornales	4,48	89,69
Movilización interna cacao	1	3,00 jornales	4,48	13,45
Corte estaquillas	1	1,60 jornales	4,48	7,18
Siembra y fertilizada	1	40,00 jornales	4,48	179,39
Resiembra cacao 5% 8.000 plantas	1	3,00 jornales	4,48	13,45
Fertilizante 15 - 30 - 10	1	3,20 sacos	12,07	38,62
Construcción vivero				
Labores agrícolas				
Preparación del terreno				
Quema de rollos	1	3,00 jornales	4,48	13,45
Romplow	1	1,00 horas	32,62	32,62
Subsolado	1	1,00 pase	16,31	16,31
Despalizada	1	0,30 jornales	4,48	1,35
Desbroce	1	3,00 horas	24,95	74,85
Riego				
Agua (semanas riego)	20	100,00 m3	0,03	60,00
Inspección de riego	36	0,05 jornales	4,48	8,07
Diesel (horas riego por ha.)	0,5	3,50 glns	0,98	61,65
Fertilización				
Fertilizante Muriato de potasio	6	0,87 sacos	10,08	52,61
Fertilizante úrea	6	1,00 sacos	8,55	51,27
Fertilizante S. fosfato triple	1	0,60 sacos	8,64	5,19
Aplicación fertilizantes	6	2,40 jornales	4,48	64,58
Control de malezas				
Herbicida agroxone	5	1,00 ltr	4,55	22,75
Herbicida glifopac	5	1,50 ltr	8,81	66,05
Aplicación herbicidas	8	1,50 jornales	4,48	53,82
Deshierbe manual (chapia)	2	5,00 jornales	4,48	44,85
Control fitosanitario				
Insecticida supracide	0,5	0,30 ltr	30,53	4,58
Insecticida monitor		0,30 ltr	11,42	0,00
Insecticida lorsban	0,5	0,30 ltr	17,61	2,64
Aplicación insecticidas	1	0,35 jornales	4,48	1,57
Fungicidas benlate	0,5	0,30 kls	30,98	4,65
Fungicidas cuprosan	1	1,00 kls	9,13	9,13
Fungicidas mancozeb		1,00 kls	4,55	0,00
Aplicación fungicidas	1	0,35 jornales	4,48	1,57
Ecuafix	1	0,13 c.c.	3,45	0,45
Acido cítrico	1	0,65 kls	1,94	1,26
Podas				
Poda de Formación	1	2,40 jornales	4,48	10,76

Fuente: Bodagán año 2005 Variedad CCN51

Producción y manejo de agricultura de precisión

Se calcula que actualmente la producción está en el orden de los 70 QQ por hectárea lo que representa una cantidad promedio de 2000 QQ al año, sin embargo en años anteriores esta empresa se caracterizaba por tener un manejo tradicional del cultivo del cacao, por lo que al pasar el tiempo llegaron a tener una producción insuficiente que no generaba mucho beneficio económico, por lo que se vio la necesidad de adoptar nuevas tecnologías y cambiar la modalidad del sistema de producción, implementando la Agricultura de Precisión, basado en el manejo de sitio específico (MSE) que consiste principalmente en dividir el área de cultivo por zonas y realizar los respectivos análisis y especificaciones de las mismas.

Esta tecnología es fundamentalmente una herramienta de apoyo a la gestión del manejo productivo de una explotación agrícola. Tiene como gran ventaja la posibilidad de monitorear las condiciones del terreno y del cultivo, describir tales condiciones de manera más objetiva y mapear (georreferenciar) el cultivo en función de las condiciones descritas: suelo, vigor de las plantas, entre otras.

El MSE permite generar un conjunto de informaciones con un mayor grado de precisión que facilitan la implementación de programas de manejo específicos atendiendo a las condiciones de la explotación y los resultados que se esperan obtener de ella. Todo esto redundando en beneficios tales como:

- Optimización de los recursos productivos (hídricos, edafológicos, otros)
- Un mejor uso de los insumos (fertilizantes, agroquímicos)
- Un aumento de los niveles productivos del cultivo, más cercanos a su potencial
- Una mayor optimización de labores y uso de mano de obra
- Posibilidad de mejorar la calidad de la plantación del cacao por un manejo más preciso
- Mejor manejo de los costos
- Manejo general del cultivo más amigable con el medio ambiente o menor impacto medioambiental (evita el exceso de uso de agroquímicos y/o fertilizantes)

La implementación de esta tecnología permitió a Bodagán, restablecer y mejorar considerablemente la producción y la calidad del grano de cacao, el cual ha podido ser comercializado y tener preferencia en cantidades de exportación.

4.2.2. Marespi S.A.

Misión

Marespi es una empresa agrícola en el negocio de la producción de cacao, dedicada al cultivo y comercialización de cacao arriba, a nivel nacional, apoyada en un grupo de colaboradores con años de experiencia en el cultivo de cacao, trabaja mediante procesos de calidad que respetan el medio ambiente, generando oportunidades de crecimiento para sus trabajadores y desarrollo para sus proveedores de fruto y para la comunidad de su zona de influencia.

Visión

Marespi será la mejor empresa ecuatoriana en la producción y comercialización de cacao, integrada con intereses en toda la cadena de producción a través de inversiones directas o alianzas estratégicas en el cultivo del cacao y se distinguirá por la calidad y eficiencia en el manejo de sus plantaciones así como también por tener la más exitosa comunidad de proveedores de fruto del Ecuador.

Valores

Flexibilidad: es necesario innovar constantemente para mantener una buena posición de liderazgo en el mercado nacional e internacional.

Calidad: Marespi está comprometida con la producción del mejor cacao, para ofrecer un producto ideal para los consumidores.

Gente: en Marespi se valora la calidad del trabajo de todo el personal propiciando un buen ambiente laboral que permita operar en equipo de forma productiva.

Eficiencia: en la empresa se invierten todos los recursos necesarios con la finalidad de producir con la mayor eficiencia y rentabilidad.

Características

Marespi S.A., es una sociedad anónima, constituida con la finalidad de cultivar, producir y comercializar cacao en grano a los mercados internos y externos del país, producto agrícola que es considerado como uno de los más importantes en la economía ecuatoriana. Se encuentra ubicada en la provincia del Guayas en el cantón Playas a 96 kilómetros de la ciudad de Guayaquil, en la zona El Progreso.

La empresa se ha distinguido por producir cacao en grano que satisfaga las necesidades específicas de sus clientes, tanto a procesadores como a exportadores directos del grano; buscando nuevos mercados y potencializando su participación en los actuales con un enfoque de calidad en sus procesos productivos.

Marespi S.A. viene implementando un sistema de desarrollo constante basado en el mantenimiento, servicio y replantación de matas de cacao.

Producción de cacao

En la actualidad la empresa cuenta con una extensión de terreno de 40 hectáreas que tiene una producción promedio de 50 quintales por hectárea y alrededor de 1.500 quintales al año.

Cuenta con instalaciones de fácil acceso para los distribuidores del producto de cacao, tiene alrededor de 1.000 m² de área designada para secar los granos de cacao, técnicamente contruidos para un secado y protección óptima contra la lluvia.

Marespi S.A. emplea alrededor de 50 personas, mismas que se encuentran repartidas entre el personal administrativo y trabajadores, que son lo que se encargan del buen funcionamiento de la empresa, realizan tanto labores administrativas como culturales propiamente del cultivo de cacao.

La producción de la empresa Marespi cuenta con calidad de primera, toda su producción es comercializada sea al mercado interno o externo, además los gastos de la empresa corresponden a la mano de obra dedicados a labores de mantenimiento, jornales, recolección y labores culturales, esta mano de obra pertenece a la misma zona del cantón Playas, no existiendo otra oferta de trabajo por lo que nunca escasean trabajadores, Marespi tiene una plantación que se caracteriza por llevar una agricultura tradicional, mismo que no utiliza mucha tecnología de punta, sino más bien la fuerza de trabajo de sus jornales para realizar todas las labores de cultivo, preparación del suelo, siembra, trasplantes, fertilización entres otros.

A continuación en el cuadro N° 11 se detallan algunos costos en la siembra y cultivo del cacao:

Cuadro N° 11: Detalle de gastos en la siembra de cacao en Marespi

Detalle	Ciclos	Unid/Ha	Unidad	Costo/Ha
Labores agrícolas Cacao				
Inspección de riego	20	0,05 jornales	4,48	8,07
Aplicación fertilizantes	6	2,40 jornales	4,48	64,58
Aplicación herbicidas	8	1,50 jornales	4,48	53,82
Deshierbe manual (chapia)	2	5,00 jornales	4,48	44,85
Aplicación Insecticidas	1	0,35 jornales	4,48	1,57
Aplicación fungicidas	1	0,35 jornales	4,48	1,57
Poda de formación	1	2,40 jornales	4,48	10,76
Materiales e insumos				
Fertilizante muriato de potasio	3	0,87 sacos	10,08	52,61
Fertilizante urea	E	1,00 sacos	8,55	51,27
Fertilizante S. fosfato triple	1	0,60 sacos	8,64	5,19
Agua (semanas riego)	20	100,00 m3	0,03	60,00
Diesel (horas riego por ha.)	0,5	3,50 glns	0,98	61,65
Herbicida agroxone	5	1,00 ltr	4,55	22,75
Herbicida glifopac	5	1,50 ltr	8,81	66,05
Insecticida supracide	0,5	0,30 ltr	30,53	4,58
Insecticida monitor	1	0,30 ltr	11,42	0,00
Insecticida lorsban	0,5	0,30 ltr	17,61	2,64
Fungicidas benlate	0,5	0,30 kls	30,98	4,65
Fungicidas cuprosan	1	1,00 kls	9,13	9,13
Fungicidas mancozeb	0	1,00 kls	4,55	0,00
Ecuafix	1	0,13 c.c.	3,45	0,45
Acido cítrico	1	0,65 kls	1,94	1,26

Fuente: Marespi año 2005 Variedad CCN51

Capítulo V

Análisis costo beneficio de la aplicación de la agricultura de precisión en el cacao

5.1. Introducción

Para presentar los resultados comparativos entre las dos empresas productoras de cacao se consideraron los cálculos de algunas variables, tanto a nivel de los ingresos, como de los costos de producción, de manera que se determinaron los flujos de caja para la obtención de indicadores financieros como el VAN y la TIR.

Por medio de estos indicadores se determina la diferencia que hay entre la aplicación de la agricultura de precisión basado en el manejo de sitio específico con un sistema tradicional de producción de cacao.

5.2. Determinación de la inversión

La inversión está determinada de acuerdo a los siguientes factores de producción:

Cuadro N° 12: Inversión inicial en dólares

Inversión inicial	Bodagán USD	Marespi USD	% participación
Preparación terreno	5.543,05	5.543,05	3,98
Cerramiento	1.000,00	1.000,00	0,72
Sistema riego microaspersión	64.000,00	64.000,00	46,00
Grupo bombeo y filtrado	15.000,00	15.000,00	10,78
Estación de bombeo	2.500,00	2.500,00	1,80
Drenaje secundario	3.610,57	3.610,57	2,60
Siembra cacao	42.471,23	42.471,23	30,53
Herramientas y equipos	5.000,00	5.000,00	3,59
Total	139.124,85	139.124,85	100,00

Fuente: Bogagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

De acuerdo con los datos que se muestran en el cuadro N° 12, se puede observar que la inversión inicial para las dos empresas en estudio es de \$139.124,85 dólares, donde el sistema de riego con un 46% y la siembra del cacao con 30,53% representan los componentes de mayor importancia en la inversión.

Este valor de inversión inicial es el mismo para las dos empresas, puesto que las dos tienen las mismas características cualitativas en tamaño y densidad de siembra, lo cual se presenta como condición necesaria para el análisis.

La única diferencia se presenta en el valor de la inversión, debido al costo de la implementación de nueva tecnología por parte de la empresa Bodagán S.A., la cual asciende a \$30.550,40 dólares, detallada en el cuadro n° 13:

Cuadro N° 13: Inversión nueva tecnología en dólares

Costo de implementación de la tecnología	Valor por ha	Valor 40 ha
Captura de Imagen	41,34	1.653,60
Asesoría Técnica	620,10	24.804,00
Georreferenciación de cuarteles	8,27	330,80
Sistema de Georreferenciación de puntos de referencia	3,10	124,00
Mano de Obra apoyo de instalación	8,27	330,80
Interpretación de imágenes	82,68	3.307,20
Total inversión	763,76	30.550,40

Fuente: Bodagán S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

En consecuencia la inversión inicial para cada empresa se determina en el cuadro n° 14:

Cuadro N° 14: Inversión inicial con tecnología

Inversión inicial	Bodagán	Marespi
Inversión	\$ 139.124,85	\$ 139.124,85
Implementación de a Tecnología	\$ 30.550,40	
TOTAL	\$ 169.675,25	\$ 139.124,85

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

5.3. Producción

En relación a la producción de quintales de cacao al año, cada una de las empresas mantiene un nivel de producción diferente, como se observa en el cuadro N° 15:

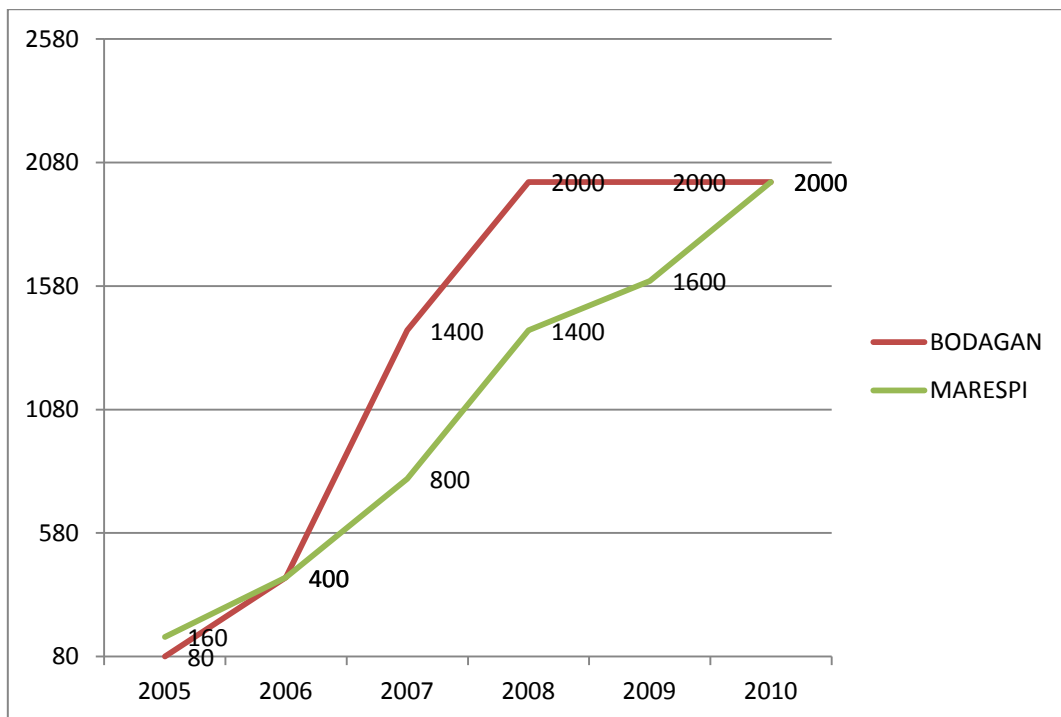
Cuadro N° 15: Nivel de producción QQ/AÑO

Años	Producción qq/año	
	Bodagán	Marespi
2005	80	160
2006	400	400
2007	1.400	800
2008	2.000	1.400
2009	2.000	1.600
2010	2.000	2.000

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

Gráfico N° 4: Nivel de producción QQ/AÑO



Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

Como se puede observar en el gráfico n° 4, la producción de Bodagán se encuentra beneficiada por la implementación de una nueva tecnología, teniendo un crecimiento en el año 2006 del 400% frente a un crecimiento del 150% de Marespi. La ventaja de Bodagán se mantiene en el año 2007 con un crecimiento del 250% frente al 100% de Marespi; sin embargo, a partir del año 2008, el crecimiento de la producción en la empresa Bodagán no se muestra tan representativo como en años anteriores debido a que la empresa alcanza el punto óptimo de producción en 2.000 qq/año; mientras que la empresa Marespi alcanza este punto óptimo en el año 2010, cabe recalcar que la producción de Bodagán, a partir del año 2008 se mantiene constante puesto que a pesar de haber adoptado una nueva tecnología mantuvo constante el factor tierra, lo que no le permite producir más allá de los 2000 qq/año. Se demuestra además, que la curva de producción de la empresa Bodagán es mayor a la de Marespi, esto se debe al shock que produce la aplicación de la nueva tecnología, que concuerda con la teoría mencionada en el capítulo II, de los factores de producción, propiedades de la tecnología y restricciones.

También se demuestra que el efecto de un shock tecnológico, desplaza la función de producción y permite una mayor productividad y rendimiento, sin embargo esos efectos sobre el crecimiento de la producción se desvanecen en el tiempo si no se aumenta el capital o se recurre a una nueva innovación tecnológica.

5.4. Flujo de Ingresos por ventas

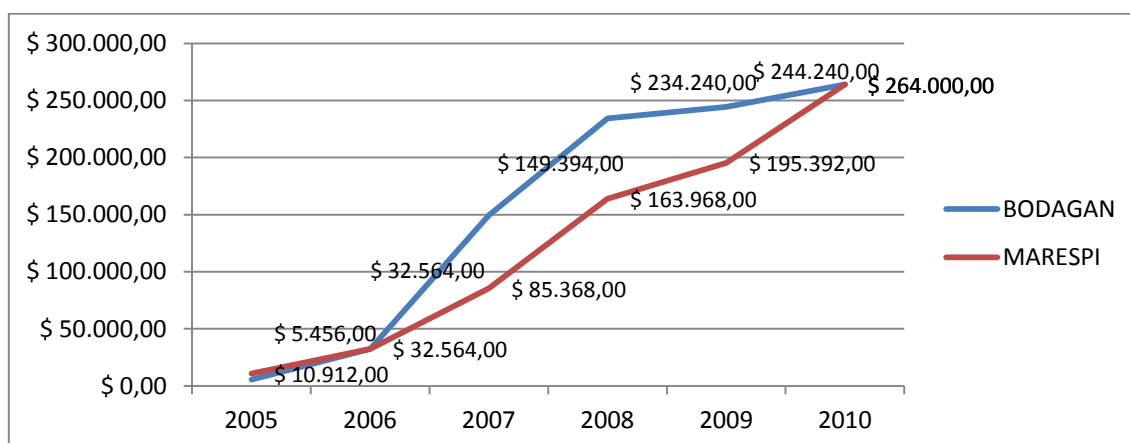
Para el cálculo del flujo de ingresos por ventas, se considera la producción de quintales por año, así como el precio de venta, el cual se muestra diferente para cada año en función de los datos obtenidos de los precios al productor de cacao de los años 2005 al 2010 obtenidos del cuadro n° 6, y como resultado los ingresos de las empresas se observa en el cuadro n° 16:

Cuadro N° 16: Flujo de ingresos

Años	Bodagán			Marespi		
	Cantidad	Precio	Ingresos	Cantidad	Precio	Ingresos
2005	80	\$ 68,20	\$ 5.456,00	160	\$ 68,20	\$ 10.912,00
2006	400	\$ 81,41	\$ 32.564,00	400	\$ 81,41	\$ 32.564,00
2007	1400	\$ 106,71	\$ 149.394,00	800	\$ 106,71	\$ 85.368,00
2008	2000	\$ 117,12	\$ 234.240,00	1400	\$ 117,12	\$ 163.968,00
2009	2000	\$ 122,12	\$ 244.240,00	1600	\$ 122,12	\$ 195.392,00
2010	2000	\$ 132,00	\$ 264.000,00	2000	\$ 132,00	\$ 264.000,00

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.
Elaborado por: Marco Reinoso

Gráfico N°5: Flujo de ingresos



Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.
Elaboración: Marco Reinoso

De acuerdo con los datos obtenidos en el cuadro n° 16, los ingresos para la empresa Bodagán y Marespi poseen el mismo comportamiento que la producción, sin embargo, la empresa Bodagán tiene mayores ingresos en los años 2008-2010 por la implementación de la nueva tecnología, cabe recalcar que las dos empresas llegan a un nivel óptimo de ingresos por ventas en el año 2010, el cual asciende a 264.000 dólares. De acuerdo a la teoría en este caso se tienen rendimientos de escala decrecientes, puesto que al aumentar la tecnología se tiene un aumento de la producción y de los ingresos, sin embargo al tener el factor tierra constante, el efecto de la tecnología resulta en un estancamiento de la producción según la teoría

microeconómica revisada en el marco teórico, concerniente a la producción marginal decreciente.

5.5. Flujo de costos

Los costos de producción para las dos empresas se dividen en costos fijos y variables, los cuales se muestran a continuación en el cuadro n° 17:

Cuadro N° 17: Flujo costos Bodagán en dólares

Costos operacionales	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A Costos fijos						
1.- Labores agrícolas						
Cacao	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68
2.- Mantenimiento e insumos						
Cacao	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67
3.- Transporte materiales	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
4.- Mantenimiento y reparación	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
5.- Administración campo	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78
Sub-total costos fijos	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13
B Costos variables						
1.- Costos variables cacao	80,00	400,00	1.400,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Total costos variables	80,00	400,00	1.400,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
Total costos	29.790,13	30.110,13	31.110,13	31.710,13	31.710,13	31.710,13

Fuente: Bodagán S.A

Elaborado por: Marco Reinoso

El total de costos fijos de Bodagán asciende a 29.710,13 dólares, los cuales incluyen las labores agrícolas, materiales e insumos, transporte de materiales, mantenimiento y reparación de maquinaria, y administración del campo.

Los costos variables, en cambio están en función del nivel de producción por lo que cada año su valor es ascendente, se tiene como costos variable unitario, el valor de 1,00 dólar por cada quintal al año.

Cuadro N° 18: Flujo costos Marespi en dólares

Costos operacionales	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A Costos fijos						
1.- Labores agrícolas						
Cacao	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68	7.408,68
2.- Materiales e insumos						
Cacao	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67	13.638,67
3.- Transporte y materiales	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
4.- Mantenimiento y reparación	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
5.- Administración campo	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78	3.302,78
Sub-total costos fijos	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13	29.710,13
B Costos variables						
1.- Costos variables	800,00	2.000,00	4.000,00	7.000,00	8.000,00	10.000,00
Total costos variables	800,00	2.000,00	4.000,00	7.000,00	8.000,00	10.000,00
Total costos	30.510,13	31.710,13	33.710,13	36.710,13	37.710,13	39.710,13

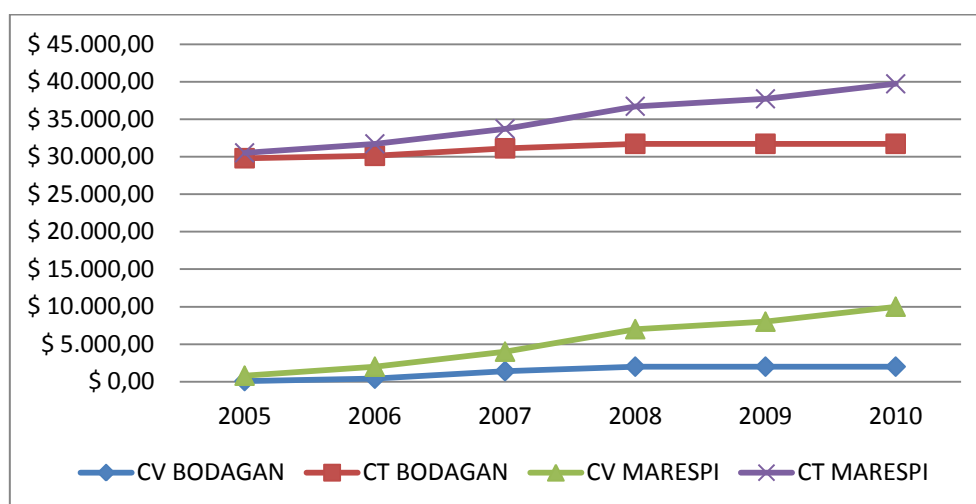
Fuente: Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

Para Marespi, el total de costos fijos asciende a 2.9710, 13 dólares al igual que Bodagán; sin embargo en el caso de los costos variables, se diferencian de Bodagán en razón de que el nivel de producción es menor y se tiene que el costo variable unitario es de 5,00 dólares por quintal al año.

De igual manera, se demuestra la teoría, cuando se altera el nivel de producción por efecto de la nueva tecnología los costos variables y totales son en el caso de Bodagán mucho menores que Marespi, esto de acuerdo a la teoría según lo revisado en Varían en el capítulo II.

Gráfico N° 6: Costos variables y costos totales



Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

Como se puede observar en el gráfico n° 6, tanto los costos variables como los totales, en el caso de Bodagán presentan un nivel inferior a diferencia de los costos de Marespi, puesto que se debe a que la implementación de la nueva tecnología permite un mejor aprovechamiento de los factores que componen los costos.

5.6. Flujo de caja

Una vez obtenidos los flujos de ingresos y costos, se procede a calcular los flujos de caja para cada empresa, los cuales se presentan a continuación en el cuadro n° 19:

Cuadro N° 19: Flujos de caja

Años	Bodagán (USD)	Marespi (USD)
AÑO BASE	-169.675,25	-139.124,85
2005	-24.334,13	-39.878,85
2006	2.453,87	853,87
2007	88.990,65	51.657,87
2008	142.697,47	99.634,93
2009	149.072,47	119.030,23
2010	232.043,35	231.866,71

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

La relación de los flujos de caja, respecto de las dos empresas al 2010 es positivo; sin embargo, es necesario destacar que la empresa Bodagán a partir del 2006 obtiene flujos de caja superiores a Marespi, y tiene como su mayor flujo representativo en el 2006 de 187,38% respecto del flujo de Marespi en el mismo año, por otro lado en el 2010 la diferencia es muy reducida entre las dos empresas, debido a que en este año las dos empresas alcanzan un nivel de producción óptima.

De esta forma se observa como la implementación de la nueva tecnología permitió la generación de un mayor flujo de caja y por tanto el registro de mayores utilidades por parte de Bodagán, por lo que los efectos de inversión de la nueva tecnología se observan en los resultados financieros y en los márgenes de rentabilidad.

5.7. Indicadores financieros

A través de los ingresos, costos y flujos de caja que se obtuvieron de cada empresa se pueden calcular varios indicadores financieros que permitirán analizar la factibilidad de la utilización de una nueva tecnología entre las empresas.

5.7.1. Tasa de descuento

La tasa de descuento que se considera para el análisis comprende la suma de la inflación, riesgo país, tasa pasiva referencial y costo de oportunidad:

$$\text{Tasa de descuento} = \text{Inflación} + \text{Riesgo país} + \text{Tasa pasiva referencial} + \text{Costo de oportunidad}$$

$$\text{Tasa de descuento} = 6,12\% + 7,90\% + 4,53\% + 3\%$$

$$\text{Tasa de descuento} = 21,55\%$$

5.7.2. Valor actual neto y tasa interna de retorno

El valor actual neto calculado para las empresas se realizó tomando en consideración los valores de los flujos de caja y la tasa de descuento del 21,55%, al igual que para el cálculo de la TIR, como se puede observar en el cuadro n° 20:

Cuadro N° 20: Indicadores financieros

Indicadores	Bodagán	Marespi
Tasa de descuento	21,55%	21,55%
VAN	\$ 55.029,29	\$ 19.813,86
TIR	28,69%	24,45%

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaboración: Marco Reinoso

Acorde con estos resultados, se puede determinar que el VAN, tanto para Bodagán como para Marespi, tiene valores positivos, sin embargo en el caso de Bodagán el VAN es superior al de Marespi en 178%, demostrándose la factibilidad de la implementación de la nueva tecnología de agricultura de precisión; así mismo se

demuestra la factibilidad por la tasa interna de retorno que es del 28,69% superior a la tasa de descuento y a la TIR de Marespi que es de sólo el 24,45%.

5.8. Índices financieros

Los índices de rentabilidad que se pueden obtener con los datos de cada empresa se encuentran determinados de la siguiente manera:

5.8.1. Margen operacional y neto

A continuación se muestra el cuadro n° 21, con datos comparativos de los índices de margen operacional y neto de cada empresa:

Cuadro N° 21: Índices financieros

Años	Bodagán		Marespi	
	Operacional	Neto	Operacional	Neto
2005	-854%	-854%	-647%	-647%
2006	-152%	-152%	-154%	-154%
2007	54%	34%	1%	1%
2008	70%	45%	46%	30%
2009	72%	46%	55%	35%
2010	74%	47%	66%	42%

Fuente: Bodagán S.A. y Marespi S.A.

Elaborado por: Marco Reinoso

Como se puede observar en el cuadro n° 21, la empresa Bodagán mantiene índices de rentabilidad operacional y neto superiores a los de Marespi, puesto que así también se comprueba que la adopción de la agricultura de precisión ha logrado que la empresa Bodagán tenga mejores rendimientos a nivel financiero.

Conclusiones

- La empresa Bodagán adoptó la agricultura de precisión basada en el manejo de sitio específico, el cual consistió en el mapeo y división de la hacienda en bloques para determinar su eficiencia en el cultivo de cacao, para lo que se utilizó, sistemas de captura de imagen, asistencia técnica en la interpretación de imágenes, y mano de obra de apoyo en la instalación de la nueva tecnología, lo que tuvo un costo de \$30.550,40 dólares.
- Conforme a los resultados obtenidos en el análisis, la implementación presenta ventajas para la empresa Bodagán en cuanto a su producción, ingresos, rendimiento de cacao, y presentó un crecimiento de 400% y 250% para los años 2006 y 2007, los efectos en el caso de los ingresos tienen el mismo comportamiento, esto frente a un crecimiento en la producción de la empresa Bodagán del 250% y 100% para los mismos años.
- Sin embargo cabe destacar que Bodagán en el año 2008 llega a su tope en producción y en los siguientes años se mantiene con 2.000 qq/año, además la empresa Marespi en el año 2010 llega a tener la misma producción, aunque no con la igual rapidez que Bodagán, es necesario mencionar que en los años 2007, 2008, 2009 la empresa Bodagán mantiene un brecha importante en su producción.
- El VAN y la TIR de las dos empresas, a pesar de ser positivas, Bodagán tiene ventaja de alrededor de 4 puntos porcentuales en cuando a la tasa interna de retorno, y un VAN superior en alrededor de 35.000 dólares con esto se demostraría también que la utilización de la agricultura de precisión en la empresa Bodagán mejoró tanto su rendimiento, producción y rentabilidad a través de la de dicha inversión.
- Relacionando los resultados con la teoría según Varian (1990), los factores de producción se clasifican en tierra, trabajo, capital y materias primas, además de la tecnología; y esta se halla con restricciones que la naturaleza le impone para

producir una cierta cantidad, lo que sucedió en la Empresa Bodagán es que al momento de implementar una nueva tecnología dentro del sistema de producción provoca un shock positivo lo que causa, que la curva de producción sea más alta que la Marespi; sin embargo, también se tiene producto marginal decreciente puesto que a pesar de que se aumenta el factor tecnología existe un factor que se lo mantuvo fijo que fue la tierra, que da como resultado que la empresa Bodagán alcance la producción máxima (2.000 qq/año) en el 2008 y en adelante se mantiene la producción constante debido a que existe un limitante, el factor tierra.

Recomendaciones

- La aplicación de la agricultura de precisión en el sector agrícola del Ecuador beneficiaría a pequeños y grandes productores, puesto que ayudaría a mejorar su producción, y los niveles de rentabilidad de sus cultivos; sin embargo, cabe mencionar la importancia para que haya mayores y mejores beneficios, es necesario impulsar la asociación entre agricultores, debido a que necesariamente se debe incrementar las tierras para tener un mejor resultado con la implementación del nuevo sistema de tecnología, esto mediante una política de estado.
- Fomentar una política de estado que permita el acceso a capital para la adopción de la agricultura de precisión, debido a que el objetivo de los pequeños y grandes productores es incrementar el promedio de producción nacional que actualmente es de 6 quintales por hectárea, considerando que más de la mitad de la producción nacional se encuentra en manos de pequeños productores (55.499 UPAS).
- El fomento de la aplicación de la agricultura de precisión en los diversos cultivos, para obtener mejores rendimientos económicos y en la producción, además de profundizar en experiencias no solo en el manejo de sitio específico o georreferenciación, sino en las demás alternativas que ofrece la agricultura de precisión en temas de calidad y productividad, junto con una adecuada asesoría y capacitación técnica para que los agricultores y agricultoras puedan mejorar sus beneficios así como el manejo integrado de sus unidades productivas,
- Se puede aplicar la agricultura de precisión en cultivos insignia u olvidados del Ecuador, propendiendo al aumento de producción para satisfacer al mercado interno y en lo posterior abastecer a mercados internacionales, un ejemplo puede ser el caso del trigo o del arroz.

Referencias bibliográficas

- Ballestero, E. (2000). *La Economía Agrícola*. Madrid: Mundi Prensa.
- Banco Central del Eeduator. (2011). *Encuentas de coyuntura*. Quito.
- Berbel, J. (1993). *Planificación Multicriterio de Empresas*. Azores: Investigación Agraria.
- Besley, S. (2001). *Fundamentos de administración financiera*. México: McGraw-Hill.
- Bishop, C., & Toussaint, W. D. (1966). *Introducción al análisis de economía agrícola*. México: Limusa.
- Bongiovanni, R. (2002). *Agricultura de precisión aplicada en manejo se sitio específico*. Lafayette: Purdue University.
- Bongiovanni, R. (2006). *Agricultura de precisión*. Argentina: IICA.
- Bongiovanni, R., & Lowenberg, D. (2004). *Revista de economía agrícola*. AJAE.
- Buró de análisis informativo. (02 de 12 de 2011). *Análisis informativo*. Recuperado el 02 de 03 de 2012, de <http://www.burodeanalisis.com/2011/12/02/el-sector-agropecuario-recibira-145-millones-menos-en-2012/>
- Caldentey Albert, P. (2000). *Economía agraria y nuevas teorías*. Córdoba: Departamento de econompia, sociología y política agrícola, Universidad de Córdoba.
- CAP. (2003). *Consejería de Agricultura y pesca junta de Andalucía*. Andaluz: Servicio de publicaciones y divulgación.
- Castro Gómez, L. (2010). *Funciones de porducción*. Recuperado el 07 de 06 de 2012, de <http://everyoneweb.com/WA/DataFileslcastrog/funcionesdeprod.pdf>
- Córdova, M. (Junio de 2000). *Red Agricultura de Precisión*. Recuperado el 30 de 07 de 2011, de http://agrarias.tripod.com/agricultura_precision.htm
- Delgado Coppiano, E. (02 de 04 de 2011). *El Diario*. Recuperado el 05 de 02 de 2012, de <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/187045-urgencia-al-sector-agropecuario/>
- Desarrollo y Crecimiento Económico. (01 de 10 de 2008). *Desarrollo y Crecimiento Económico*. Recuperado el 24 de Febrero de 2012, de <http://desycreci.blogspot.com/2008/10/desventajas-y-beneficios-de-la.html>

- Enciclopedia de Economía. (2009). *La Gran Enciclopedia de Economía*. Recuperado el 23 de 02 de 2012, de <http://www.economia48.com/spa/d/analisis-coste-beneficio/analisis-coste-beneficio.htm>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2006). *Dinámica de la cadena de cacao en el Ecuador*. Guayaquil: ESPOL.
- Gitman, L. (2010). *Principios de administración financiera*. México: PEARSON.
- Gómez Ayau, E. (1964). *Economía Agraria*. Madrid: Instituto de estudios agro-sociales.
- Hernández, J. (10 de 08 de 2005). *Revista Digital Universitaria*. Recuperado el 08 de 08 de 2011, de www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art84/int84.htm
- Huicochea Alsina, E. (1994). *Contabilidad de costos*. Madrid: Trillas.
- INEC. (2011). *Boletín Agropecuario*. Quito.
- Ocaña, C. (2000). *Hortalizas*. Recuperado el 07 de 03 de 2012, de www.hortalizas.com
- Ortega, R., & Flores, L. (2004). *Agricultura de precisión*.
- PRO ECUADOR. (21 de 8 de 2012). *Pro Ecuador*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/11/PROEC-AS2011-CACAO.pdf>
- Quevedo Herrero, I. (2006). La aplicación de la Agricultura de Precisión: su impacto social. *Ciencias Técnicas Agrícolas*, 42-44.
- Quevedo, I., Rodríguez, Y., Hernández, P., & Freire, E. (2006). *La aplicación de la agricultura de precisión: su impacto social*. La Habana: Revista de ciencias técnicas.
- Ramírez, P. (2006). *Estructura y dinámica de la cadena de cacao en el Ecuador*. Quito: GTZ.
- Reca, & Parellada. (2001). *El sector agropecuario argentino*. Buenos Aires: Facultad de Agronomía.
- Romero, S. (2003). *Efectos económicos de la agricultura de precisión*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Rosero, L. (2002). *Ventaja comparativa del cacao ecuatoriano*. Quito: Dirección general de estudios.
- Ross, S. (1995). *Finanzas Corporativas*. México: IRWIN.

- Sistema de Información y Censo Agropecuario. (2001). *Cadena de valor de cacao*. Recuperado el 09 de 06 de 2012, de www.sica.gov.ec/cadenas/cacao
- Sotomayor, D. (2011). *Estimación de retornos de inversiones por el INIAP en transferencia de tecnología en CACAO*. Sangolquí: ESPE.
- Spaans, E. (2007). *Haciendo realidad la Agricultura de Precisión*. Heredia: Asociación Costarricense de Ciencia de Suelo.
- Torres, O. (2010). *El flujo de caja de una empresas como resultado dela operatividad de la misma*. LIma: Universidad de Administración y Negocios.
- Unidad Técnica de Estudios para la industria. (2007). *CACAO, Estudio Agroindustrial en el Ecuador*. Quito: Camaleón Diseño Visual.
- Varian, H. (1999). *Microeconomía Intermedia*. Barcelona: Bosh.
- Vergara, J. (1935). *Los precios de los productos agrícolas*. Madrid.