



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

**DISEÑO DE UN MECANISMO DE FINANCIAMIENTO ALTERNATIVO  
PARA PLANTACIONES MADERERAS**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos  
establecidos para optar por el título de:  
Ingenieros Comerciales mención Finanzas

Profesor Guía:  
Econ. Roberto Mosquera

Autores:  
Pamela Rodríguez Yépez  
Luis Esteban Chaves Castillo

Año  
2013

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Roberto Mosquera

Economista

C.I.: 170926211-5

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Luis Esteban Chaves Castillo  
C.I.: 172188253-6

---

Pamela Rodríguez Yépez  
C.I.: 171782447-5

## **AGRADECIMIENTOS**

Al término de esta etapa de nuestra vida, queremos agradecer a nuestros padres y familia por apoyarnos y guiarnos durante todo este camino. También queremos agradecer profundamente a Roberto Mosquera por haber sido nuestro guía y soporte para la elaboración de este trabajo de titulación.

***Pamela***  
***Luis Esteban***

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal valorar plantaciones madereras de una forma adecuada y evaluar mecanismos de financiamiento para la industria maderera.

Ecuador tiene un gran potencial para desarrollarse en la industria maderera, uno de los principales limitantes para poder invertir en la misma es la falta de oferta de financiamiento. En general, para el productor es necesario contar con un financiamiento a largo plazo ya que es necesario esperar un largo periodo de tiempo hasta recibir los ingresos generados de la producción de las plantaciones madereras.

Para realizar la investigación y poder evaluar correctamente los mecanismos de financiamiento, primero es esencial conocer la industria, el negocio y los posibles riesgos del mismo. De esta manera se podrá evaluar las características que debe contener un modelo de valoración que se pueda utilizar en plantaciones madereras. Este modelo debe tomar en cuenta factores esenciales como costos óptimamente proyectados, precios futuros, volúmenes de crecimiento, entre otros.

Para armar la estructura de valoración se usan metodologías estadísticas y econométricas que permiten construir un flujo estocástico para poder analizar los valores esperados de las variables. Todas estas variables son analizadas en un portafolio de maderas propuesto por los investigadores, que básicamente consiste en la combinación de madera de ciclo corto con madera de ciclo largo con el objetivo de obtener una mejor liquidez y poder afrontar los montos de financiamiento de mejor manera.

La evaluación de la plantación y los mecanismos financieros se realizan mediante un análisis del valor actual neto (VAN) y de la tasa interna de retorno modificada (TIRM). De esta manera, se puede comparar los mecanismos financieros escogidos.

Analizando los resultados de los indicadores se puede concluir que el mecanismo con mejores resultados para el productor es el crédito forestal, comparado con la titularización, bajo las condiciones actuales del entorno político y económico. Sin embargo, los resultados indican que la titularización también puede ser usada como un mecanismo de financiamiento alternativo para el productor maderero ya que cumple con las características necesarias para que el producto cumpla con sus obligaciones con los inversionistas por lo tanto se puede adaptar al mercado financiero ecuatoriano.

## ABSTRACT

The principal objective of this paper is to properly assess the value of timber plantations and reviewing funding mechanisms for the timber industry.

Ecuador has great potential to develop in this industry. However, one of the principal limitations to invest in the area is the lack of access to financing. Thus, for the producer it becomes necessary to have long-term financing because of the return-time this industry needs before returning profits.

To perform a research and proper evaluation of funding mechanisms, it is first essential to know the industry and related business, and its possible risks. Further, the model can be adapted to correctly assess forest plantations, taking into account key factors such as optimally projected cost, future prices and volume growth, among others. To assemble the structure statistical and econometric valuation methodologies will be used. It will that allow the construction of a stochastic flow to analyze the expected values of the variables. All these variables will be analyzed in a portfolio of woods proposed by researchers, which is basically a combination of short rotation and long rotation woods in order to obtain liquidity and to better cope with the amount of financing.

The evaluation of plantation and financial mechanisms will be evaluated using a net present value (NPV) and a modified internal rate return (MIRR). This will compare securitization and financial credit, instruments that were chosen.

After analyzing the results under the current political and economic situation, the mechanism that works better is credit, as it shows a better performance than securitization. However securitization can be used as an alternative mechanism for timber products because it accomplishes with characteristics needed to adapt and competes in the marketplace.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES .....	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3	OBJETIVOS .....	7
1.4	METODOLOGÍA .....	7
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
2.1	LA INDUSTRIA MADERERA .....	9
2.1.1	Industria Maderera Internacional .....	9
2.1.2	Industria Maderera en el Ecuador .....	10
2.1.2.1	Zonas de Aprovechamiento Forestal en Ecuador .....	13
2.1.2.2	Estructura del Mercado Ecuatoriano .....	14
2.1.3	Procesos Productivos de la Madera en Ecuador .....	17
2.1.3.1	Procesos Productivos para Balsa en Ecuador .....	17
2.1.3.2	Procesos Productivos para la Teca en Ecuador .....	19
2.2	IMPACTOS DE LAS PLANTACIONES DE BALSA Y TECA EN EL ECUADOR .....	21
2.2.1	Impacto Económico de la Plantación de Balsa .....	21
2.2.2	Impacto Económico de la Plantación de Teca .....	23
2.2.3	Impacto Social de las Plantaciones de Balsa y Teca en Ecuador .....	25
2.2.4	Impacto Ambiental de las Plantaciones de Balsa y Teca en Ecuador .....	26
2.3	METODOLOGÍA DE VALORACIÓN .....	28
2.3.1	Valoración de una Plantación Maderera .....	28
2.3.1.1	Valor de Mercado .....	29
2.3.1.2	Costos Directos de una Plantación Maderera .....	30
2.3.1.3	Costos Indirectos de una Plantación Maderera .....	31
2.3.2	Turno Óptimo .....	32
2.3.2.1	Turno Óptimo Forestal Enfoque Técnico .....	32
2.3.2.2	Turno Óptimo Forestal Bajo un Criterio Económico .....	34
2.3.3	Modelización de Series de Tiempo .....	38
2.3.3.1	Modelos ARIMA .....	38
2.3.4	Probabilidad Subjetiva .....	39
2.4	MECANISMOS FINANCIEROS .....	40
2.4.1	Futuros en el Mercado de Aceite de Oliva .....	40
2.4.2	Mecanismos de Financiamiento de Plantaciones Madereras .....	41
2.4.2.1	Acciones .....	42
2.5	EVALUACIÓN DEL MARCO TEÓRICO .....	43

<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: MARCO EMPÍRICO</b>	<b>46</b>
3.1	MODELO DE RENTABILIDAD	46
3.1.1	Periodo de Análisis $(t)$	48
3.1.2	Volumen Estimado de Producción de Balsa $F(t,N)$	49
3.1.3	Volumen Estimado de Producción de Teca $F(t,N)$	50
3.1.4	Precios de Mercado $(P)$	50
	3.1.4.1 Modelo Precios Balsa	53
	3.1.4.2 Modelo Precios Teca	57
3.1.5	Factor de Ajuste de Precios	60
3.1.6	Tasa de Descuento $(r)$	62
3.1.7	Costo del Terreno $(K)$	63
3.1.8	Costos Recurrentes $(C(t))$	63
3.1.9	Inflación	64
3.1.10	Incremento Salarios	64
3.1.11	Portafolio de Maderas	65
3.2	ANÁLISIS DEL PORTAFOLIO DE PLANTACIONES	66
3.2.1	Análisis de las Variables en el Modelo	67
3.2.2	Análisis de Rentabilidad de la Plantación	67
3.2.3	Análisis de Composición de Hectáreas	68
3.3	MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO	71
3.3.1	Crédito Bancario	72
3.3.2	Titularización del Bosque	72
3.4	EVALUACIÓN DE LOS MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO	73
3.4.1	Crédito Bancario	74
3.4.2	Titularización del Bosque	75
3.5	SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS	79
3.5.1	Escenarios del Factor de Riesgo de Pérdida en la Plantación $(\alpha)$	79
	3.5.1.1 Análisis con Financiamiento de Crédito Forestal	80
	3.5.1.2 Análisis con Titularización del Bosque	82
3.5.2	Escenarios del Factor de Ajuste de los Precios de Balsa y Teca	84
	3.5.2.1 Análisis con Crédito Forestal	86
	3.5.2.2 Análisis con la Titularización del Bosque	88
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
4.1	CONCLUSIONES	91
4.2	RECOMENDACIONES	94
	<b>Referencias</b>	<b>96</b>
	<b>Anexos</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Ecuación de Volumen de Madera .....	33
Ecuación 2	Ecuación de Maximización de la Productividad Media.....	34
Ecuación 3	Momento Óptimo para Corte.....	34
Ecuación 4	Función del Valor Presente del Beneficio del Productor.....	35
Ecuación 5	Derivada de la Ecuación [4] .....	35
Ecuación 6	Relación entre el Turno Óptimo y la Tasa de Descuento.....	36
Ecuación 7	Función del Valor Presente del Beneficio del Productor (Precios en Función del Tiempo).....	36
Ecuación 8	Derivada de la Función [7] .....	37
Ecuación 9	Función del Valor Presente del Beneficio del Productor (Precios en Función del Tiempo y Flujos de Costos Descontados).....	37
Ecuación 10	Derivada de la Función [9] .....	38
Ecuación 11	Valor Presente Neto de la Plantación.....	47
Ecuación 12	Volumen Total de Producción de Balsa .....	50
Ecuación 13	Volumen Total de Producción de Teca.....	50
Ecuación 14	Precio Referencial Balsa .....	52
Ecuación 15	Ecuación de Residuos de la serie de Precios Balsa BCE Vs Resultados Modelo ARIMA .....	55
Ecuación 16	Ecuación de Estimación del Precio de Balsa .....	55
Ecuación 17	Estimación de Precios de Hardwood.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Participación Del PIB.....	1
Figura 2	Exportaciones por Producto .....	4
Figura 3	Curva de Crecimiento de un Árbol.....	33
Figura 4	Precio de Exportación de Balsa.....	54
Figura 5	Proyección de Precios de la Balsa .....	56
Figura 6	Índice de Precios de Hardwood (Fmi) .....	57
Figura 7	Proyección de Precios de Hardwood.....	60
Figura 8	Factor de Ajuste de Precios Referenciales de Balsa y Teca.....	62
Figura 9	VAN y TIRM del Análisis de Escenarios de Hectáreas en Plantación Pequeña (100 Ha).....	69
Figura 10	VAN Y TIRM del Análisis de Escenarios de Hectáreas en Plantación Grande (1000 Ha).....	70
Figura 11	VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Pequeña con Crédito Forestal (100 Ha) .....	80
Figura 12	VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Grande con Crédito Forestal (1000 Ha).....	81
Figura 13	VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Pequeña con Titularización (100 Ha).....	82
Figura 14	VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Grande con Titularización (1000 Ha) .....	83
Figura 15	Escenarios de Precios de Balsa y Teca.....	85
Figura 16	VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Crédito Forestal (Plantación Pequeña).....	86
Figura 17	VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Crédito Forestal (Plantación Grande).....	87
Figura 18	VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Titularización (Plantación Pequeña) .....	88
Figura 19	VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Titularización (Plantación Grande) .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

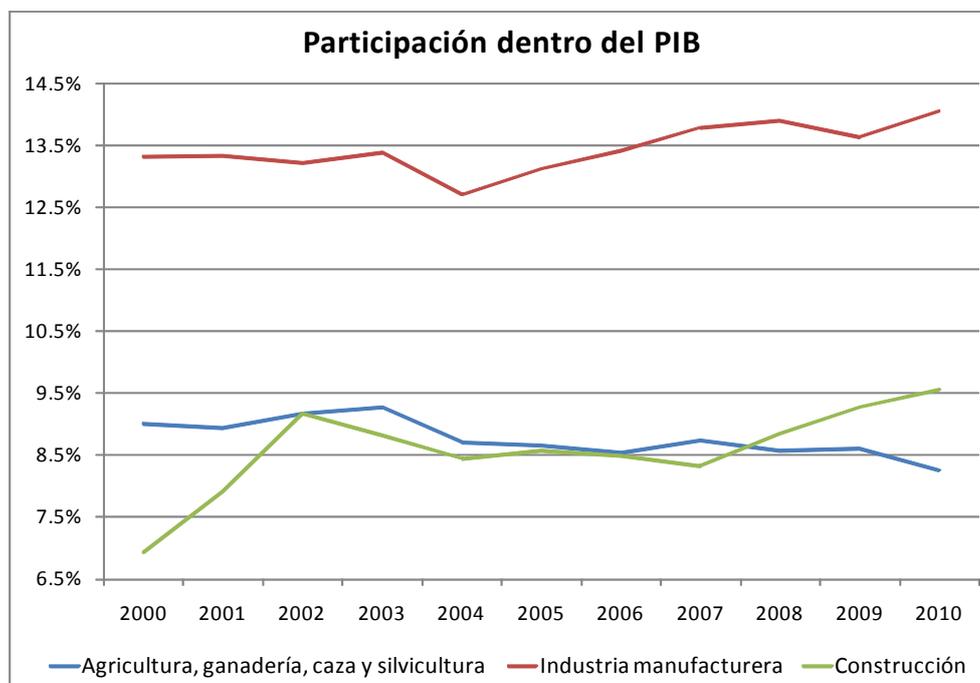
Tabla 1	Producción de Madera en Ecuador .....	12
Tabla 2	Costo para el establecimiento de una Plantación de Balsa .....	22
Tabla 3	Costos para el establecimiento de una Plantación de Teca.....	24
Tabla 4	Precio Acciones de emisiones de Teca.....	43
Tabla 5	Modelo Arima de precios de la Balsa (BCE).....	55
Tabla 6	Modelo Regresión de Hardwood contra la Tendencia .....	58
Tabla 7	Modelo Arima de Precios Hardwood sin Tendencia.....	59
Tabla 8	Costos Unitarios en el año 1.....	64
Tabla 9	Inflación Proyectada Periodo 2012 - 2015.....	64
Tabla 10	Renta Primaria Mensual de Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura .....	65
Tabla 11	Costo del terreno Zona Santo Domingo de los Tsáchilas .....	66
Tabla 12	Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Grande (50% - 50% Teca y Balsa).....	68
Tabla 13	Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Pequeña (50% - 50% Teca y Balsa).....	68
Tabla 14	Escenarios de Distribución de Hectáreas en Plantación Pequeña (100ha) y Grande (1000ha).....	69
Tabla 15	Resultados de Escenarios de Hectáreas: Plantación Pequeña.....	69
Tabla 16	Resultados de Escenarios de Hectáreas: Plantación Grande .....	70
Tabla 17	Pago del Crédito Forestal.....	74
Tabla 18	Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa).....	75
Tabla 19	Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa).....	75
Tabla 20	Características de Titularización de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa) .....	76
Tabla 21	Características de Titularización de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa) .....	76

Tabla 22 Amortización de los Títulos de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa).....	77
Tabla 23 Amortización de los Títulos de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa).....	77
Tabla 24 Indicadores de Rentabilidad con Titularización de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa) .....	78
Tabla 25 Indicadores de Rentabilidad con Titularización de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa).....	78
Tabla 26 Escenarios del Factor de Pérdida.....	80
Tabla 27 Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Crédito Forestal: Plantación Pequeña (100 Ha).....	80
Tabla 28 Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Crédito Forestal: Plantación Grande (1000 Ha) .....	80
Tabla 29 Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Titularización del Bosque: Plantación Pequeña (100 Ha).....	82
Tabla 30 Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Titularización del Bosque: Plantación Grande (1000 Ha) .....	82
Tabla 31 Escenarios del Factor de Ajuste en los Precios.....	85
Tabla 32 Resultados de Escenarios de Precios con Crédito Forestal: Plantación Pequeña (100ha) .....	86
Tabla 33 Resultados de Escenarios de Precios con Crédito Forestal: Plantación Grande (1000 Ha).....	86
Tabla 34 Resultados de Escenarios de Precios con Titularización: Plantación Pequeña (100ha) .....	88
Tabla 35 Resultados de Escenarios de Precios con Titularización: Plantación Grande (1000 Ha).....	88

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

Ecuador se caracteriza principalmente por ser un país productor y explotador de materias primas, principalmente petróleo. Gracias a la diversidad climática de sus diferentes regiones (Costa, Sierra y Oriente), Ecuador tiene la posibilidad de cultivar una gran variedad de productos agrícolas. El sector agrícola está localizado casi enteramente en el sector rural del país debido a los requerimientos de la actividad económica. Si bien la participación del sector agrícola dentro del PIB ha disminuido levemente del 9.0% en 2000 al 8.3% en 2010 (desplazado por otros sectores como la industria manufacturera, comercio y construcción que han tomado fuerza en este periodo), aporta casi con el 50% de divisas debido a que la producción se ha destinado principalmente para la exportación. Por otro lado, el sector agrícola sigue siendo fundamental para el Ecuador ya que emplea a 37.7% de la fuerza laboral del país de acuerdo a datos de 2007 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).



**Figura 1. Participación del PIB**  
Adaptado de: Banco Central del Ecuador (BCE)

A pesar del gran potencial productivo, el país se ha especializado en pocos productos. Es decir, la mayor parte de la producción agrícola se ha enfocado en los productos estrellas del Ecuador con los cuales el país se ha destacado en los mercados internacionales. El principal producto agrícola es el banano, es más, Ecuador es el principal exportador de banano del mundo. Aparte es conocido por productos como camarón, flores y cacao.

Es innegable la importancia del sector primario dentro de la balanza comercial del país. En el 2010, las exportaciones del sector primario (descartando el petróleo) corresponden al 28.8% del total. Sin embargo, existen nuevos mercados con nuevos productos – que el país tiene el potencial de producir – a nivel mundial que no han sido explotados todavía. Para un mayor desarrollo a nivel agrícola es importante introducirse en nuevos mercados aprovechando las ventajas competitivas naturales que tiene el país. Una industria que presenta altos índices de crecimiento de su demanda mundial es la industria forestal-maderera (Diario HOY, 2008).

El desarrollo de la industria forestal-maderera es estudiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT). La OIMT es una organización intergubernamental que promueve la conservación y la ordenación, la utilización y el comercio sostenibles de los recursos de los bosques tropicales. La OIMT cuenta con 59 países miembros, los cuales en conjunto poseen alrededor del 80 por ciento de los bosques tropicales del mundo y representan el 90 por ciento del comercio mundial de maderas tropicales. Entre los miembros de la organización se encuentra Ecuador.

Según un informe de evaluación de la situación mundial de las maderas de la OIMT (2008), el crecimiento de la industria a nivel internacional ha sido estable y creciente hasta el 2007. En el 2008 la industria presenta una recesión como consecuencia de la crisis financiera mundial. En el 2008, las importaciones madereras a nivel mundial decrecieron 18% comparado con el año anterior. Este decrecimiento se debe principalmente a la reducción de la demanda china

que fue afectada por la contracción de sus principales mercados de exportación. China es el principal mercado para productos madereros, su participación a nivel mundial ascendió del 52% en el 2004 al 61% en el 2008. Según la OIMT (2008), otros mercados importadores importantes de la OIMT (P.C. de Taiwán, Japón, República de Corea, Francia, Italia, España, Noruega y Portugal) también redujeron su demanda a causa de la crisis mundial. Sin embargo la organización espera que a partir de la recuperación económica de los países ya mencionados incremente la demanda de productos madereros para los años siguientes.

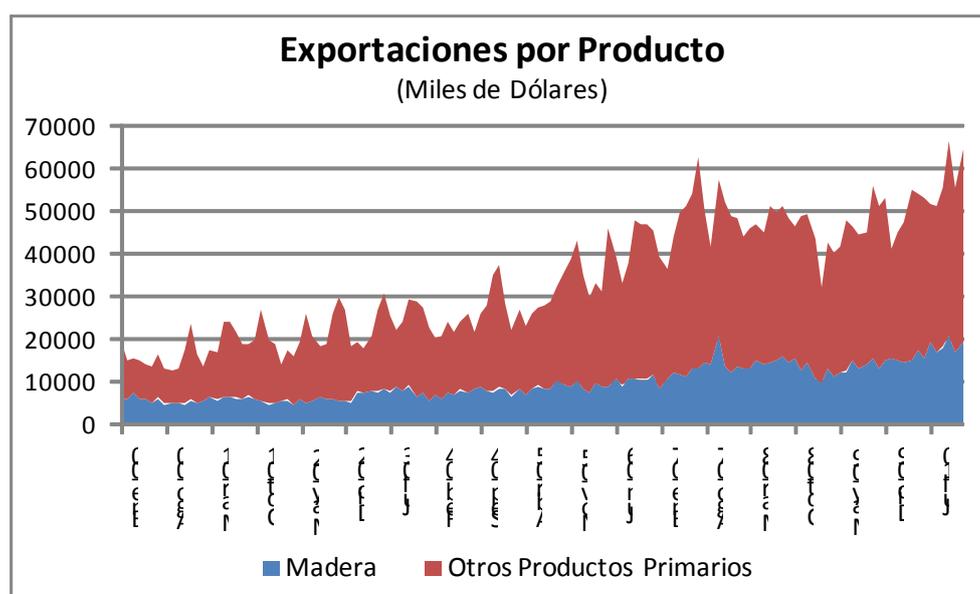
Estudios realizados por la OIMT sobre la industria maderera afirman que su crecimiento es 10% mayor que el crecimiento poblacional. Por lo cual indica que en un futuro, no muy lejano, existirían problemas en el mercado debido a la escasez de la oferta frente al incremento de la demanda. El dinamismo de la industria es provocado, no solo por los altos rendimientos que existen en el mercado maderero, sino también por el incremento de la demanda de bosques de producción sustentable producto del nuevo movimiento ecológico mundial que busca alternativas para mitigar las emisiones de carbono y la explotación indiscriminada de bosques primarios.

Según la OIMT (2008) el principal país productor y exportador de productos madereros en el mundo es Malasia. Su participación en el 2008 es alrededor del 35% del volumen mundial exportado, menor a la presentada en años anteriores (casi tres cuartos del total durante 2000-2007). La reducción de la oferta de Malasia es resultado de la política gubernamental orientada a la ejecución del proceso de ordenación forestal sostenible. Como consecuencia el resto de países pertenecientes a la OIMT han incrementado su participación en el mercado en los últimos años.

Dentro de esta nueva corriente hay potencial para aprovechar la explotación de los recursos naturales del Ecuador de manera sustentable. Ecuador, por su situación geográfica, tiene varias ventajas para la producción maderera de

bosques tropicales. Es por ello que la industria maderera ecuatoriana ha estado presente en el país durante varios años. No se tienen estadísticas exactas de la proporción de bosques nativos y de producción que existen o existían en el país.

Cabe recalcar que dentro del total de exportaciones de productos primarios del país, la madera representa apenas, en promedio para 2000-10, el 1.4% del total de exportaciones. No obstante, existe mayor interés del sector privado en desarrollar este producto. Actualmente las exportaciones madereras representan 42.8% del total de exportación del sector primario no tradicional, es decir, excluyendo los productos tradicionales de exportación del Ecuador. Esta proporción se ha mantenido durante los últimos 10 años.



**Figura 2. Exportaciones por Producto**

**Adaptado de:** Banco Central del Ecuador (BCE)

Uno de los principales limitantes para el crecimiento de la producción maderera en el país es su financiamiento. A diferencia de otros productos agrícolas, las plantaciones madereras no reciben ingresos hasta que el árbol haya alcanzado las características necesarias para ser talado. Dependiendo del tipo de árbol, este periodo puede variar entre 5 y 20 años. No obstante, en cualquier alternativa maderera durante el período en que no se generan ingresos se tiene

que realizar desembolsos para el mantenimiento de la plantación. Este descalce entre los flujos de ingresos y egresos es uno de los principales problemas que enfrenta un empresario para incursionar en el sector. Muchos agricultores, sobre todo los pequeños, no tienen la capacidad de esperar 5 años (en el mejor de los casos) para recibir ingresos por sus cultivos y cubrir con los costos de mantenimiento de la plantación en el proceso. Por esto es necesario que el productor tenga acceso a fuentes alternativas de financiamiento en términos convenientes hasta talar. Por falta de acceso a un sistema de financiamiento adecuado a las características del producto, el costo de oportunidad para el productor es más alto lo cual les obliga a cultivar otro tipo de sembríos, que generen flujos de ingresos en periodos más cortos.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Para los pequeños agricultores el costo de oportunidad de esperar largos periodos hasta el corte de los árboles es demasiado alto, por lo que no eligen plantar madera y prefieren cultivos de ciclo corto, que si bien son menos rentables generan ingresos de manera constante. En este sentido, la falta de mecanismos de financiamiento adecuados es el gran problema que frena el desarrollo de plantaciones madereras en el país ya que la escasez de oferta de financiamiento es bastante perceptible.

Además de las limitaciones de financiamiento para el sector maderero, al ser un producto que requiere de varios años hasta poder cultivar y recibir los beneficios, la especulación sobre los precios es uno de los principales riesgos del mercado. Estos precios son regulados por el mercado internacional. Según la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (2008) la demanda internacional de productos madereros ha crecido y tiene proyecciones de seguir creciendo lo cual implica que no existen indicios de que el precio disminuya, sino todo lo contrario. Sin embargo, no existen proyecciones de precios de mercado disponibles al público.

Para evaluar las posibilidades que tienen los productores agrícolas en incursionar en el sector forestal es necesario contar con un modelo de valoración que considere las todas las dimensiones que interviene en la producción maderera en el Ecuador.

En el mercado internacional existen modelos de valoración que reconocen el valor de estos factores, por lo que sería apropiado utilizar este tipo de modelos. Una subvaloración de los beneficios esperados limita el análisis de impactos de las plantaciones madereras en el país, ya que la decisión sobre el producto a producir tomaría en cuenta solo factores visibles a simple vista.

Para una valoración apropiada de la plantación en pie, es necesario identificar y cuantificar el volumen y precio esperado del producto incorporando factores sistemáticos que afecten a los valores esperados. Una vez que existan metodologías de valoración adecuadas para las plantaciones se puede empezar a evaluar mecanismos alternativos de financiamiento que encajen en el mercado financiero del país e impulsen el desarrollo de la industria.

Teniendo en cuenta la variedad de especies arbóreas que existen, esta investigación se dirigirá a dos especies características de bosques húmedos que se pueden plantar en Ecuador para diseñar y evaluar un mecanismo de financiamiento de plantaciones madereras.

Los tipos de especies arbóreas que se ha considerado para la investigación son: la balsa (*Ochroma pyramidale*) considerando que el tiempo de madurez de la planta es de ciclo corto (4 a 5 años), y la teca (*Tectona grandis*), considerando que el tiempo de madurez de la planta es de ciclo largo (20 años). De esta manera se pretende analizar las condiciones en las cuales se puede obtener el máximo beneficio utilizando estos dos productos.

Dentro del país las zonas que tiene una mayor participación en la producción maderera son Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo y Loja. Esta investigación

estará dirigida a plantaciones en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas ubicada en la zona centro noroccidental del país y existe la disponibilidad de obtener datos necesarios para la investigación.

### **1.3 OBJETIVOS**

- a. Valorar correctamente las plantaciones madereras y evaluar mecanismos de financiamiento basado en instrumentos financieros disponibles en el mercado ecuatoriano, internalizando los riesgos relevantes tanto para el productor como para las empresas compradoras de madera.
  - Construir un modelo que valore correctamente una plantación maderera, tomando en cuenta riesgos que afecten al negocio, costos de oportunidad y un análisis de precios futuros.
  - Comparar alternativas de financiamiento propuestas considerando la disponibilidad en el mercado ecuatoriano y los beneficios para los agentes involucrados.

### **1.4 METODOLOGÍA**

Con el fin de preparar una investigación consistente se realizará un levantamiento de información del macro entorno relacionado con el mercado maderero nacional y extranjero. De igual manera, se levantará información de la producción nacional y regional de madera. Con esta información se pretende tener conocimiento de las interacciones y participación de los diferentes agentes involucrados en el mercado nacional e internacional. De esta manera se identificará la información volúmenes de producción, precios de mercado, riesgos en la producción y características de financiamiento para incorporar en un modelo de valoración que permita realizar un análisis adecuado de las plantaciones madereras.

Para delimitar la investigación, el análisis se enfocará en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas y las especies arbóreas representantes de la producción en la zona escogida serán la Teca y Balsa. Se analizará los procesos de producción y comercialización dentro la zona estudiada, con el supuesto de que dentro del Ecuador dichos procesos no deben diferir mucho entre las diferentes regiones. A su vez dentro de la investigación se identificará los riesgos involucrados en el proceso de producción y comercialización. Para cada riesgo se encontrará un mecanismo para mitigarlo o contrarrestarlo. Una vez levantada la información del macro entorno y de la zona, se investigará en el mercado financiero con el fin de identificar productos financieros con similares características, o caso contrario, los que más se adapten a las características pre-establecidas, que ayuden a diseñar un producto financiero que se adapte a las necesidades tanto de los oferentes (productores) como de los demandantes (nacionales y extranjeros).

El producto que se espera obtener como resultado de la investigación se desarrollará a partir de la valoración adecuada de la plantación. Para ello es necesario investigar los posibles modelos que se pueden utilizar para diseñar un mecanismo de financiamiento alternativo para los productores madereros del Ecuador.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 LA INDUSTRIA MADERERA**

La principal fuente de abastecimiento de madera del mundo son los bosques naturales. Según informes del Organismo para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) la superficie mundial de bosques nativos es de 3,400 millones de hectáreas, de las cuales 1,640 millones corresponden a bosques templados y boreales, mayoritariamente compuestos por coníferas y 1,760 millones a bosques y selvas tropicales. Por otra parte, se estima que la superficie de bosques plantados abarca 200 millones de hectáreas. (Producción Forestal: Consejo Federal de Inversiones)

El consumo mundial anual de madera es de aproximadamente 4,100 millones de metros cúbicos, el 56% de este volumen es utilizado como combustible, fundamentalmente en países subdesarrollados y el 44% restante es industrializado, predominando la utilización de maderas de coníferas. (Producción Forestal: Consejo Federal de Inversiones)

Los principales proveedores de madera de coníferas son Canadá, Estados Unidos, Rusia y Suecia. Mientras que los principales productores y exportadores de madera tropicales son Estados Unidos, Brasil, Malasia e Indonesia. El mercado mundial maderero es muy concentrado en los principales productores a pesar que algunos países en desarrollo, como Brasil y Chile, tienen una importante participación en la actividad forestal.

#### **2.1.1 Industria Maderera Internacional**

La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) en su último informe realizado en 2009 habla acerca de las nuevas tendencias del mercado de la madera tropical. Destaca a los principales agentes participantes en este mercado y la relevancia.

La industria maderera a nivel mundial tiene un potencial creciente. “Actualmente se calcula que en el mundo se comercializan 400 mil millones de dólares en productos maderables (como referencia el mercado mundial del banano es de 6 mil millones de dólares). Según estudios realizados por organismos internacionales, la demanda mundial de madera crece hasta en un 10% más que el crecimiento poblacional” (Ecuador Forestal).

La madera es usada por varias industrias a nivel mundial por esto algunos países como Estados Unidos e India están creando planes de reforestación que les permita poder competir a futuro para satisfacer la demanda mundial proyectada de la madera.

### **2.1.2 Industria Maderera en el Ecuador**

En el Ecuador la industria nacional maderera se ha fortalecido en la última década, impulsada por el crecimiento de la demanda mundial<sup>1</sup> y las restricciones ambientales<sup>2</sup> para la producción impuestas a nivel mundial (las restricciones se enfocan en la tala indiscriminada de plantaciones naturales lo cual limita la oferta mundial). Los factores ambientales propios del Ecuador permiten aprovechar el potencial productivo de la industria.

Dentro de la industria se encuentra una gran variedad de especies arbóreas que pueden ser desarrolladas fácilmente en el país. Debido a las características ambientales del Ecuador la inserción de especies forestales que no son propias del país es mucho más factible que en otras zonas del mundo, permitiendo así una oferta variada de madera para el mercado mundial. En el país el aprovechamiento forestal cada vez es mayor, por ejemplo en el periodo 2007 – 2008 se registró un crecimiento de 13.53% en la explotación de bosques dentro del país. Sin embargo, para el 2009 el crecimiento se redujo a

---

<sup>1</sup> La demanda mundial de productos madereros ha crecido en función del uso alternativo que se da a los diferentes productos dentro de las industrias (papel, combustible, industria aerodinámica, industria automotriz, aislantes térmicos, estructuras en la construcción, cerramientos, revestimientos de pavimentos y cerramientos verticales, etc.)

<sup>2</sup> Las plantaciones forestales, la restauración de paisajes y la expansión natural de los bosques se han reducido en 7,3 millones de hectáreas al año del periodo 2000 – 2005 según datos de la FAO

0.33% debido a las nuevas leyes y programas de aprovechamiento forestal que fueron aprobadas por el gobierno y controladas por el Ministerio de Ambiente. Esto ha frenado de cierto modo el crecimiento de esta industria ya que el control al momento de autorizar la extracción de la madera es cada vez mayor. Por lo cual este factor se convierte en un incentivo para el desarrollo de plantaciones comerciales de madera en el país. De igual manera también se estaría anticipando para intentar satisfacer la demanda futura mundial.

La industria procesadora de Balsa es una de las más antiguas del país. Desde hace más de 50 años, el Ecuador es el primer país productor y exportador de balsa en el mundo acaparando el 95% de la demanda mundial. En cambio la teca es una madera altamente cotizada a nivel mundial y es muy atractiva para inversionistas internacionales. El diario El Comercio publicó el viernes 25 de marzo del 2011 una noticia donde habla del interés del sector privado chino en invertir en el sector maderero del Ecuador.

De acuerdo al informe de la OIMT (2008) la producción de madera en el país ha tenido una tasa de crecimiento promedio del 6% desde el 2005. Sin embargo, en el 2008 se explica un estancamiento en la producción maderera debido a la crisis mundial que afectó tanto a la oferta como a la demanda mundial. La siguiente tabla muestra la evolución de la producción maderera y del destino de la misma.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Dentro del informe de la OIMT constan solo exportaciones hacia los países miembros de la misma organización.

Tabla 1. Producción de Madera en Ecuador

Producción de Madera en Ecuador (1000 m <sup>3</sup> )					
	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Trozas</b>	741	741	728	757	757
<b>Madera Aserrado</b>	160	160	350	393	393
<b>Chapas</b>	121	121	198	234	234
<b>Contrachapada</b>	487	487	487	487	487
Exportación de Madera del Ecuador (1000 m <sup>3</sup> )					
	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Trozas</b>	117	35	79	102	102
<b>Madera Aserrado</b>	29	34	37	42	42
<b>Chapas</b>	1	2	2	2	2
<b>Contrachapada</b>	132	140	108	80	80
Consumo Interno de Madera del Ecuador (1000 m <sup>3</sup> )					
	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Trozas</b>	625	706	649	655	655
<b>Madera Aserrado</b>	131	126	314	351	351
<b>Chapas</b>	121	120	196	233	233
<b>Contrachapada</b>	355	348	380	408	408

Adaptado de: OMIT 2008

Los datos demuestran que las exportaciones decrecieron considerablemente en el 2005 comparadas con el año anterior (-24%). Sin embargo, a partir del 2006 podemos ver un cambio en la tendencia de los productos exportados. En los últimos años la cantidad de trozas, es decir materia prima sin procesar, exportadas ha crecido, contrariamente a las contrachapadas que han decrecido. Esto muestra una tendencia de la demanda hacia las trozas de madera ecuatoriana.

Ecuador en la actualidad es reconocido por la calidad de su madera y de sus manufacturas y semi-manufacturas que se exportan. Es el primer país exportador a nivel mundial de balsa cubriendo el 95% de toda la demanda mundial, también es muy importante en el mercado de contrachapados. Posee una amplia variedad de productos para ofrecer como tableros MDF, melamínicos, molduras, enchapados decorativos, etc.

El diario El Comercio publicó un artículo en el cual presenta un estudio realizado por Proecuador del potencial de mercado que tiene los productos

forestales a nivel mundial. Según el estudio, el Ecuador posee un potencial de exportación al año de USD 2 000 millones en productos forestales. Dentro del artículo se presenta a Estados Unidos, Venezuela, Panamá, Chile, Costa Rica, Francia y Colombia como los principales destinos de los productos madereros del Ecuador.

### **2.1.2.1 Zonas de Aprovechamiento Forestal en Ecuador**

Ecuador, por su posición geográfica, posee cuatro regiones, cada una con particularidades que las diferencian una de otra en clima, flora y fauna. La Costa, ubicada al oeste del país, se caracteriza por tener una baja altitud, ser cálida, relativamente llana y muy fértil. La Sierra es la parte con más altitud por estar ubicada en la cordillera de los Andes. El Oriente cubre alrededor de la mitad del territorio ecuatoriano, está constituido por vertientes rodeadas de bosques húmedos tropicales. Finalmente, Galápagos es un archipiélago que posee una flora y fauna casi única en el mundo, razón por la cual es muy atractiva turísticamente. La variedad de climas que posee el Ecuador se debe a las diferencias de la altitud que existen en cada región, de este modo las temperaturas medias oscilan entre los 23 °C y 36 °C en la Costa y la Amazonía, y los 13 °C y 19 °C en las montañas. (La guía 2000)

Debido a todos los factores mencionados antes, el Ecuador posee una gran ventaja competitiva en potencial productivo agrícola. La oferta agrícola ecuatoriana varía conforme a la diversidad de climas del país. De acuerdo al tercer censo agrícola en la Sierra la producción se concentra en productos agrícolas como cereales, palmito, piña, papaya, aguacate, orito, entre otros productos. En la región costera se encuentran árboles de maderas finas, arroz, algodón, cacao, banano, palma africana, plátano, maracuyá y en el oriente se pueden encontrar maderas comerciales como el cedro, cruz caspi, pucacaspi, capitona y plantas de aprovechamiento industrial como el caucho.

El Clima de la Zona de Santo Domingo donde será realizada la investigación es de una temperatura habitual de unos 21 a 33 °C en verano. Es un sector con el clima apropiado para los productos escogidos y es un sector con alto crecimiento de producción maderera.

En el Ecuador la mayor parte de producción maderera se centra en la Costa y Oriente. En la Costa predominan las plantaciones madereras comerciales y en el Oriente la explotación primaria de bosques naturales. En promedio, alrededor de 50% de la madera aprovechada tanto para consumo interno como para exportaciones, se extrae de la costa, 35% de la Sierra y 15% de la Amazonía. Referirse al anexo 5 para mayor detalle de volúmenes aprobados para el aprovechamiento forestal en Ecuador.

Las principales provincias productoras de plantaciones comerciales de madera son Los Ríos, Esmeraldas, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Sucumbíos. Entre todas ellas se concentra casi un 70% de la producción nacional.

De todas estas provincias las principales especies con las que se trabaja son: eucalipto, balsa, pino, laurel, pachaco y teca, entre las que abarcan el 68% de la producción nacional.

### **2.1.2.2 Estructura del Mercado Ecuatoriano**

El mercado ecuatoriano básicamente está formado por dos industrias, la industria de transformación primaria y la industria de transformación secundaria.

#### **Industria de Transformación Primaria**

Esta es la más importante en el Ecuador por sus ingresos y volumen de comercialización, dentro de este segmento se encuentran aquellas empresas que usan madera como materia prima proveniente directamente de bosques

nativos y plantaciones. Principalmente aquí se trata a la madera en su primera fase dando como principales productos chapas, tableros contrachapados, tableros aglomerados y tableros de fibras.

Según información de la Red de la Madera FORDAQ<sup>4</sup>, dentro de la industria ecuatoriana de madera existen alrededor de 95 empresas formales que se dedican a la explotación forestal de bosques naturales y a la producción de cultivos de bosques. Además, 81 empresas dedicadas al procesamiento de la madera (aserraderos). Las empresas productoras de chapas de madera que pertenecen al FORDAQ son 8. En cuanto a las empresas dedicadas al contrachapado de madera, son 22. Las fabricantes de productos semi-terminados (empalmados, madera curvada, armazones para asientos, componentes para muebles, cajones y puertas) son 37 en todo el Ecuador dentro de la base de datos de la FORDAQ.

Es importante recalcar que no existe exclusividad en el desarrollo de las actividades de la empresa. Es decir, la mayoría de empresas propietarias de plantaciones madereras se dedican al mismo tiempo a otras actividades del procesamiento de la madera. Por lo tanto, se considera que dentro de la industria ha sido común que las empresas sean sus propios proveedores.

Las empresas enumeradas anteriormente forman parte del sector formal de la industria. Sin embargo, cabe recalcar que dentro de la producción maderera existen varios productores que juegan un papel importante en el abastecimiento de la materia prima para la industria. Debido a las características de estos productores, no se puede determinar el número de participantes informales dentro de la industria.

---

<sup>4</sup> FORDAQ es el mercado líder en el mundo de la madera donde compradores y vendedores de todo el mundo pueden contactarse. Es un medio de comunicación para empresas que quieren ofertar productos madereros y empresas que demandan dichos productos.

## **Industria de Transformación Secundaria**

En esta industria se usa como materia prima todo lo que produjo la industria de transformación primaria. A continuación trabajan la madera para darle un mayor valor agregado haciendo productos más elaborados como muebles, columnas, vigas, artesanías y algunos productos más que servirán en diferentes industrias. En esta industria está inmersa la comercialización de la madera.

Utilizando información de la FORDAQ, en Ecuador dentro de la industria de transformación secundaria de la madera existen 63 empresas dedicadas a la carpintería (puertas, ventanas, escaleras, pisos, molduras, accesorios de tienda y carpintería en general). En la industria mobiliaria (muebles de sala, comedor, cocina, dormitorio, baños, estantería, oficina, etc.) existen 41 empresas dentro de la FORDAQ.

Existen varias empresas que pertenecen tanto a la industria de transformación primaria como a la industria de transformación secundaria. Esto confirma que las empresas que forman parte de la industria de transformación secundaria actúan al mismo tiempo como sus propios proveedores.

De la base de datos de la FORDAQ podemos ver que 114 de 180 empresas se dedican al comercio de madera. Esto incluye actividades de exportación, importación, ventas al por mayor y menor, agentes representantes y comerciantes a nivel nacional e internacional. Esto quiere decir que más del 60% de las empresas que pertenecen a la industria maderera se dedican al intercambio de productos en diferentes etapas del proceso productivo.

### **2.1.3 Procesos Productivos de la Madera en Ecuador**

#### **2.1.3.1 Procesos Productivos para Balsa en Ecuador**

La balsa producida en Ecuador tiene una alta demanda a nivel mundial. La especie es oriunda de la selva de Centroamérica y Sudamérica. Sin embargo, las condiciones geográficas y climáticas de la Costa del Ecuador hacen que la balsa ecuatoriana tenga un mayor desarrollo y calidad que en el resto del mundo. Es por ello que más del 95% de la balsa comercializada a nivel mundial es producida en Ecuador. Su contextura que es fácil de moldear y su baja densidad hacen que el trabajo con este material sea relativamente más sencillo que con otro tipo de materiales. Entre los diferentes usos que le dan a este tipo de madera están las artesanías, la marquetería y embalajes. De igual manera, gracias a sus cualidades de aislante químico y acústico y bajo peso, se utiliza en la construcción de tanques para químicos, tinas de baño, paletas para generadores eléctricos eólicos, autos, camiones, botes, entre otros usos.

Para una buena producción de balsa es necesario situar la plantación en una zona tropical ya que es necesaria bastante lluvia para un buen desarrollo del árbol. Adicionalmente, se requiere de espacios abiertos, ya que este árbol también necesita de buena luminosidad. Por estas razones, en estado nativo se encuentra árboles de balsa principalmente en los bordes de los caminos, alrededor de árboles desraizados u orillas de ríos que se desbordan. Aunque tiene un rápido crecimiento, el tiempo de vida es corto comparado con otras especies arbóreas. Alcanza su máxima altura a los 7 años aproximadamente (30 m en sitios favorables y 20 m en sitios no favorables) después de lo cual deja de crecer y por lo general muere. Sin embargo, bajo el contexto ambiental requerido el árbol puede estar listo para ser talado en un periodo entre 4 a 6 años, cuando el tronco ha llegado a un grosor entre 75 a 90 cm de diámetro.

Las características geográficas y climáticas de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas y la provincia de Los Ríos dentro del Ecuador hacen que sean

propicias para el desarrollo de la producción de balsa. Los terrenos en donde se puede producir deben ser suelos arcillosos, limosos y bien drenados en espacios amplios. En cuanto a la luminosidad, esta especie no tolera la sombra por lo cual es necesario que exista sol la mayor parte del tiempo en el año. El terreno de producción debe contar con rutas de acceso para facilitar el proceso de recolección de los troncos talados. Por ser una madera liviana, se puede transportar las trozas al hombro o a caballo, sin necesidad de vehículos motorizados.

El proceso de producción depende del lugar donde se encuentre la plantación. Sin embargo es necesario que cumpla con ciertas características esenciales para el manejo de la plantación.

1. **Prácticas de Vivero:** La semilla se adquiere una vez que ha sido germinada por el proveedor. Sin embargo, es necesario que la planta permanezca en un vivero por un tiempo hasta que ésta alcance el tamaño y fortaleza necesarios para ser replantada definitivamente.
2. **Preparación del Terreno y Plantación:** El terreno debe ser mecanizado, limpiado de malezas y removidas otras asperezas. La distancia que debe existir entre plantas es de 4 x 4 m. Se estima un aproximado de 800 plantas por hectárea.
3. **Cuidados y Fertilización:** Se fertiliza una vez después de un mes de la siembra. Durante el primer mes es necesario cuidar la planta de plagas que afecten su desarrollo.
4. **Replantación:** La especie es sumamente susceptible a suelos con malos drenajes o alta salinidad. El estimado de pérdidas de plantas en el primer año es del 15% del total plantado.

5. **Mantenimiento:** El mantenimiento varía con los años. Durante los dos primeros años es necesario realizar trabajos de limpieza de corona y chapia cada tres o cuatro semanas para garantizar un ambiente propicio para el máximo desarrollo de la planta. Conforme pasa el tiempo la frecuencia de estos trabajos disminuye ya que la planta va adquiriendo más fuerza.

### **2.1.3.2 Procesos Productivos para la Teca en Ecuador**

La teca es una madera altamente cotizada en el mercado mundial para la fabricación de muebles y la industria naval. Las cualidades físicas y estéticas de la teca han hecho que esta madera sea reconocida a nivel mundial como de alta calidad. La elevada concentración de aceites naturales le da un aspecto de engrasado. Estos aceites dan a la teca sus características únicas: resistencia al agua, a la humedad y a las condiciones de sol y lluvia. Por estas cualidades esta es una madera muy demandada y se ha generado un problema de tala indiscriminada de teca en los países con bosques nativos, lo que ha sido un problema para el ecosistema y una oportunidad para el desarrollo de plantaciones comerciales.

La teca es originaria de la India, Myanmar, Laos y Tailandia y ha sido aclimatada en Indonesia. Se han establecido plantaciones por toda Asia, África tropical, América Latina, el Caribe y en partes del Pacífico, incluyendo Papúa Nueva Guinea, Fiji e Islas Salomón. Países como la India y Tailandia han prohibido la tala de plantaciones naturales de teca. Myanmar es el único productor de teca natural, por lo que su madera es la más valorada en el mercado. Sin embargo, de acuerdo al último informe de la OIMT, Myanmar ha puesto mayores restricciones en la oferta de teca natural lo cual ha causado que el precio de este tipo de madera se incremente en el mercado mundial, incentivando el desarrollo de plantaciones comerciales.

Esta especie se desarrolla en clima tropical con suelos profundos, arenosos o franco- arenosos y bien drenados, fértiles, con pH neutro. Es una especie

heliófila que necesita abundante luz y sólo admite alguna sombra lateral cuando es joven. Estudios realizados en Costa Rica demuestran que el sitio óptimo para el desarrollo de la teca son lugares con altitudes menores a 800 m sobre el nivel del mar, con una estación seca marcada de 4 a 6 meses y temperatura entre 23 y 27 °C. (Fonseca, 2004)

Según un informe realizado por Ecuador Forestal, en condiciones adecuadas la planta tarda de 15 a 20 años en desarrollarse hasta llegar a completar las características requeridas en el mercado. El árbol alcanza alturas mayores a 30 m y diámetros mayores a 80 cm. Santo Domingo de los Tsáchilas es una zona climáticamente adecuada para el cultivo de la teca. La provincia del Ecuador presenta clima tropical lluvioso, a una altura de 600 msnm. La temperatura varía en el año entre 21 y 33°C con un promedio de 22°C. Posee dos estaciones bien marcadas; invierno de 4 meses, con la presencia de lluvias frecuentes, y un verano de 8 meses con mucho sol. Estas características hacen que la teca producida en Ecuador sea de muy alta calidad.

Los procesos productivos para el cultivo de teca varían según la región que se analiza. Sin embargo existen procedimientos sugeridos por Ecuador Forestal para el correcto desarrollo de la plantación.

- **Prácticas de Vivero:** La semilla necesita tratamientos pre-germinativos. Cuando las plantas han adquirido un grosor de 1 cm y un alto de 30 cm, aproximadamente, se procede a la formación de la pseudo estaca podando la parte aérea así también como las raíces.
- **Preparación del Terreno y Plantación:** Se debe remover el terreno, limpiar el terreno con moto sierra y quemar las malezas. Es necesario realizar un proceso de señalamiento que sirva como referencia del lugar para el plantado de los árboles. Para la plantación, el distanciamiento entre plantas varía entre 3m x 3m y 5m x 5m.

- **Cuidados y Fertilización:** Se fertiliza una vez después de un mes de la siembra. Durante el primer mes es necesario cuidar la planta de plagas que afecten su desarrollo.
- **Replantación:** La especie tiene una tasa promedio de muerte en los primeros meses del 15% por lo que es necesario realizar actividades de replante durante los primeros 8 meses de la plantación.
- **Crecimiento y Manejo de la Plantación:** El crecimiento esperado de esta especie es de 8 m<sup>3</sup>/ha/año. El manejo consiste en realizar limpiezas del terreno en los primeros años y manejo de rebrotes. Es importante tratar la ramificación de la especie ya que es un factor que limita el crecimiento de la planta.

## **2.2 IMPACTOS DE LAS PLANTACIONES DE Balsa Y TECA EN EL ECUADOR**

### **2.2.1 Impacto Económico de la Plantación de Balsa**

Por sus características, estas plantaciones demandan atención y mantenimiento durante los primeros 3 años, con un mayor enfoque en el primer año. Por lo que se considera que la necesidad significativa de capital sería para el primer año lo que incluye la compra de las semillas, la preparación, tanto de las semillas como del terreno, la plantación y el mantenimiento. Para los siguientes años existen necesidades de capital simplemente para las actividades de mantenimiento de la plantación.

De acuerdo a los requerimientos de mano de obra de una plantación de balsa, se estima que, para una hectárea de producción, se requiere de 2 a 3 jornaleros para realizar las labores necesarias. Usualmente los jornaleros trabajan por ciclos en lugar de contratarlos a tiempo completo. La demanda de trabajo de la plantación hace que un trabajador a tiempo completo sea

ineficiente ya que las actividades demandadas por la plantación no exigen un trabajo constante todos los días del año. La siguiente tabla muestra una aproximación de las necesidades de mano de obra y capital para completar cada actividad en los 3 años que se necesitan.

**Tabla 2. Costo para el Establecimiento de una Plantación de Balsa**

<b>Costos para el Establecimiento de una Plantación de Balsa (dólares por Ha)</b>			
<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>Costo (\$)</b>
Año 1	Semillas (US\$ 0.12 unidad)	730 plantas	87.6
	Vivero	1 Jornalero	200.0
	Preparación del Terreno	1 Jornalero	150.0
	Plantación y Replante	2 Jornaleros	400.0
	Mantenimiento Y Fertilización	1 Jornalero	250.0
	Herramientas		100.0
	<b>SUBTOTAL AÑO 1</b>		
	Asistencia Técnica, Supervisión (20%)	1 Supervisor 1 Asist. Técnico	237.5
<b>TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1</b>			<b>1,425.1</b>
Año 2	Mantenimiento Anual	1 Jornalero	200.0
Año 3	Mantenimiento Anual	1 Jornalero	100.0
<b>SUBTOTAL AÑOS 2 y 3</b>			<b>300.0</b>
Años 2 y 3	Supervisión (20%)	1 Supervisor	60.0
<b>TOTAL MANTENIMIENTO / SUPERVISIÓN AÑOS 2 y 3</b>			<b>360.0</b>
<b>TOTAL GENERAL PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO</b>			<b>1,785.1</b>

Adaptado de: Ecuador Forestal

Se estima que durante el primer año se necesitará un aproximado de US\$ 1,187.60 por hectárea para cubrir con la mano de obra necesaria para la plantación de la Balsa y todas las actividades previas. En el primer año se toma en cuenta el costo aproximado de asistencia técnica y supervisión de la plantación. Para fines prácticos se asume que el costo por hectárea-corresponde al 20% de los costos anuales. Lo cual da un total de requerimiento de capital en el primer año de US\$ 1,425.10 por hectárea sólo en semilla, mano de obra y fertilizantes. Debido a que el trabajo no requiere de maquinaria especializada sólo se toma en cuenta el costo incurrido en herramientas necesarias para realizar el trabajo.

En el segundo y tercer año las necesidades de capital y mano de obra disminuyen significativamente. El trabajo requerido para estos años es sólo de mantenimiento (limpieza de corona, chapiado y manga). En total para los siguientes años, el capital requerido es apenas de US\$ 360 por hectárea. En total el proceso de establecimiento y mantenimiento de una plantación de balsa dura 3 años y demanda US\$ 1,785.10 por hectárea.

### **2.2.2 Impacto Económico de la Plantación de Teca**

Debido a características de la especie, una plantación de Teca demanda atención y mantenimiento durante todo el periodo de crecimiento (15 a 20 años). Sin embargo, al igual que cualquier otra plantación maderera, requiere de especial atención durante los primeros 3 años, con un mayor enfoque en el primer año. Por lo que se considera que la necesidad significativa de capital sería para el primer año lo que incluye la compra de las semillas, la preparación, tanto de las semillas como del terreno, la plantación y el mantenimiento. La especie presenta características físicas que pueden considerarse factores limitantes de crecimiento de la planta por lo cual es necesario una mayor frecuencia en actividades de mantenimiento de la plantación.

De acuerdo a los requerimientos de mano de obra de una plantación de Teca, se estima que para una hectárea de producción se requiere de 2 a 3 jornaleros para realizar las labores necesarias. Usualmente los jornaleros trabajan por ciclos en lugar de contratarlos a tiempo completo. La demanda de trabajo de la plantación hace que un trabajador a tiempo completo sea ineficiente ya que las actividades demandadas por la plantación no exigen un trabajo constante todos los días del año. La siguiente tabla muestra una aproximación de las necesidades de mano de obra y capital para completar cada actividad en los 3 años que se necesitan.

Tabla 3. Costos para el Establecimiento de una plantación de Teca

<b>Costos para el Establecimiento de una Plantación de Teca (dólares por Ha.)</b>			
<b>Tiempo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>Costo</b>
Año 1	Semillas (US\$ 0.15 unidad)	400 plantas	60.0
	Vivero	1 Jornalero	200.0
	Preparación del Terreno	1 Jornalero	150.0
	Plantación y Replante	2 Jornaleros	400.0
	Mantenimiento Y Fertilización	1 Jornalero	250.0
	Herramientas		100.0
	<b>SUBTOTAL AÑO 1</b>		
	Asistencia Técnica, Supervisión (20%)	1 Supervisor 1 Asist. Técnico	232.0
<b>TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1</b>			<b>1,392.0</b>
Año 2	Mantenimiento Anual	1 Jornalero	200.0
Año 3	Mantenimiento Anual	1 Jornalero	200.0
<b>SUBTOTAL AÑOS 2 y 3</b>			<b>400.0</b>
Años 2 y 3	Supervisión (20%)	1 Supervisor	80.0
	<b>TOTAL MANTENIMIENTO / SUPERVISIÓN AÑOS 2 y 3</b>		<b>480.0</b>
<b>TOTAL GENERAL PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO</b>			<b>1,872.0</b>

Adaptado de: Ecuador Forestal

Se estima que durante el primer año se necesitará un aproximado de US\$ 1,160 por hectárea para cubrir con los costos de la semilla y la mano de obra necesaria para la plantación de la Teca. En el primer año se toma en cuenta el costo aproximado de asistencia técnica y supervisión de la plantación, sobre todo considerando en este rubro la asistencia de expertos para el desarrollo de la plantación. Para fines prácticos se asume que, por hectárea, corresponde al 20% de los costos anuales. Lo cual da un total de requerimiento de capital en el primer año de US\$ 1,392 por hectárea (semilla, mano de obra y fertilizantes). Debido a que el trabajo no requiere de maquinaria especializada sólo se toma en cuenta el costo incurrido en herramientas necesarias para realizar el trabajo.

En el segundo y tercer año las necesidades de capital y mano de obra disminuyen significativamente. El trabajo requerido para estos años es sólo de mantenimiento (limpieza de corona, chapiado, manga y tratamiento de las ramas del árbol). En total para los siguientes años el capital requerido es apenas de US\$ 400 por hectárea. En total el establecimiento y mantenimiento

de una plantación de teca, el proceso dura 3 años, demanda US\$ 1,872 por hectárea.

### **2.2.3 Impacto Social de las Plantaciones de Balsa y Teca en Ecuador**

Para tener una aproximación del nivel de vida que tiene la población rural del país que se dedica a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, es posible aproximar sus ingresos mensuales por el salario mensual de dicha actividad económica. El salario mensual promedio para esta actividad económica desde septiembre 2007 hasta marzo 2011 es de US\$230.06, según el BCE. Mientras que el promedio total de renta primaria mensual según rama de actividad económica en Ecuador es US\$425.80, en el mismo periodo. A pesar de su importancia dentro del desarrollo económico del país, dentro de todas las ramas de actividades económicas del mercado laboral ecuatoriano, corresponde a la segunda actividad económica que registra menor renta, después de Servicio Doméstico (US\$193.7).

Aunque en los últimos años los sectores de la industria y servicios han crecido tomando fuerza en el país, Ecuador sigue siendo un país dependiente de los productos primarios. Dentro de la economía nacional, el sector primario aportó con el 10% del PIB anual en el 2010. Los productos primarios tienen una participación promedio del 75% en las exportaciones nacionales desde 2000, incluyendo la exportación de petróleo como materia prima. Lo cual demuestra la importancia que tiene el desarrollo del sector primario dentro de la economía del país.

La población de las zonas rurales tiene una alta dependencia del sector primario ya que la mayor parte de su población se dedica a actividades relacionada con el sector. La tecnología utilizada en el sector es de poca sofisticación, por lo que producir en el sector primario involucra una alta participación de mano de obra para su funcionamiento. En este sentido, un primer impacto social de las plantaciones madereras sería la generación de

fuentes de empleo en la zona. Sin embargo, la cantidad demandada de mano de obra dependerá del tipo de actividad primaria a la cual esté relacionada. Debido a características geográficas del país, es factible encontrar cultivos de diferentes especies según la zona geográfica. La biodiversidad del país hace que sea factible que pequeños agricultores cultiven diferentes productos agrícolas, por lo cual este modelo de subsistencia se convierte en un segundo impacto social del sector.

El trabajo demandado por una plantación maderera es diferente al de otros tipos de cultivos que se producen en la misma zona. La demanda de trabajo para las plantaciones madereras es variable, con picos en los cuales es necesario de varios trabajadores, así como de más horas trabajadas. Todo depende del periodo en donde se encuentre la plantación. Es decir, en el primer año (siembra) se exige más trabajo y cuidado de las plantas, tanto en el periodo de vivero como en el primer año de sembrada la planta. En los siguientes años el mantenimiento requerido varía según la especie pero coincide en que no es necesario de un periodo constante de trabajo, por lo cual, es más eficiente para el productor contratar parcialmente según lo requiera. El último pico se da en la cosecha o tala ya que es necesario de varios trabajadores para talar y transportar la producción, todo depende del tamaño de la plantación.

#### **2.2.4 Impacto Ambiental de las Plantaciones de Balsa y Teca en Ecuador**

Dependiendo de la especie arbórea, la producción de plantaciones madereras tiene diferentes impactos ambientales hacia la zona. En caso de que la especie sea oriunda de la región, los efectos son positivos. En caso de que la especie haya sido adaptada a la región se consideran los factores ambientales que pueden ser alterados por la introducción de una especie a un ecosistema nuevo.

Tomando en cuenta que la balsa es oriunda del Ecuador, no se espera y tampoco se ha evidenciado efectos negativos sobre el ecosistema. Desde el punto de vista forestal la producción de balsa presenta características especiales. La especie es de ciclo corto, se establece en tierras agrícolas de excelente calidad y frecuentemente se aprovecha antes de utilizar las tierras para usos agrícolas. De esta manera, la actividad no representa ningún riesgo ambiental y más bien permite la utilización de un recurso que de otra manera se perdería.

En el caso de la balsa plantada, al ser establecidas las plantaciones sobre tierra agrícolas, utilizar muy poco fertilizante (una sola aplicación al mes de plantado) y en algunos casos un poco de cal, tiene un impacto mínimo en el ambiente y más bien constituye una mejoría notable en relación con cualquier otra cosecha que de lo contrario se establecería en esas tierras, tales como banano, cultivos anuales o pastoreo.

El único caso donde se observan problemas potenciales con la explotación de la balsa es la explotación de bosques naturales que ayudan a preservar el medio ambiente. Sin embargo, para fines de la investigación no se toma en cuenta este impacto ya que la explotación de este recurso es únicamente de plantaciones creadas para este fin.

La adaptación de la Teca al ecosistema de los bosques tropicales en los países de América Latina ha sido muy buena. No se ha demostrado que tenga efectos negativos en el ecosistema de la región. Por otro lado, las plagas que afectan al crecimiento de la Teca en países de América Latina son pocas, lo que demuestra que es una especie adaptada en la región.

En el caso de estudio realizado por Potvin, Whidden y Moore (2004) se analiza los cambios en las reservas de carbono de pastizales comparado con plantaciones de teca de diferente edad en Panamá. Los resultados de la investigación indican que no existe evidencia de que las plantaciones de teca

afecten considerablemente a la composición del suelo antes de realizada la plantación.

## **2.3 METODOLOGÍA DE VALORACIÓN**

Es necesario determinar la metodología adecuada para valorar plantaciones madereras, de manera que contenga todas las dimensiones que incrementarán el valor de la plantación. Para fines de este estudio se analizará el valor de la plantación utilizando un enfoque económico, en base del modelo de tiempo óptimo<sup>5</sup> para cortar en función del valor presente de los ingresos y costos.

### **2.3.1 Valoración de una Plantación Maderera**

La gestión forestal es un conjunto de actividades que permite obtener de los bosques una producción generalmente maderera, que sea sostenible en el tiempo. (González Galán, 2007)

El valor de mercado (económico), es el primero en analizar en la investigación ya que con este mecanismo se busca principalmente brindar alternativas de financiamiento a la industria y esto estará relacionado directamente con el valor económico que pueda tener una plantación. Aunque en la actualidad las plantaciones madereras también podrían ser valorizadas considerando el valor ambiental que implica para el entorno la plantación maderera, y por último, el valor social que aporta a la sociedad aledaña en la plantación. Este puede ser considerado dentro del ambiental o directamente hacia los *stakeholders* que participan en el cultivo. El factor ambiental es muy atractivo analizar ya que los efectos positivos ambientales impulsarán el valor económico de una plantación.

---

<sup>5</sup> El tiempo óptimo utilizando el Modelo de Turno Óptimo adaptado a las variedades arbóreas estudiadas.

### 2.3.1.1 Valor de Mercado

Para empezar se puede asumir a las plantaciones forestales y los bosques como activos de los inversionistas forestales, por lo tanto estos deben tomar la decisión de renunciar al disfrute de otras inversiones que le dan utilidades (costo de oportunidad) para obtener los ingresos que les brindará mayor utilidad en un futuro. El concepto de valor de una plantación es subjetivo, de modo que es necesario realizar una aproximación al valor de uso de un recurso natural que está en constante crecimiento. No solamente es necesario evaluar el valor comercial de la madera en una plantación, hay que tomar en cuenta el potencial de esa plantación, es decir, hasta cuándo puede crecer dejando la mayor rentabilidad posible. (Corella Rodríguez, 2009)

El valor de mercado de una plantación está integrado básicamente por el volumen y dimensiones del árbol, y por el precio de mercado que tiene la madera en un determinado período. Así mismo, hay que hallar el punto para cosechar en el cual se pueda maximizar el volumen de madera con el tiempo de crecimiento adecuado y el precio de mercado que justifique lo anterior. Existen otros factores que afectan al precio de equilibrio de cosecha de una plantación, factores que se añaden al precio de mercado, como son la distancia de la plantación del sitio en donde se la va a transformar (lo que incrementa los costos), los caminos de acceso a la plantación, malezas y pedregosidad, es decir, que tan cubierto de piedras está el terreno.

Teóricamente, se puede determinar el momento óptimo de realizar la tala utilizando el concepto de turno óptimo que se definirá más adelante. Cabe aclarar que para obtener el valor de mercado del bosque no se debe tomar en cuenta el valor del terreno ya que si bien al comienzo representa un costo, cuando el proceso de producción culmine este terreno se podría vender sin una pérdida considerable de valor en el tiempo. (Murillo, Meza y Cabrera, 2004)

### 2.3.1.2 Costos Directos de una Plantación Maderera

Los costos directos o privados son todos aquellos en que incurre el empresario en materia prima, mano de obra e instalaciones, con el fin de producir un bien o servicio. Dentro del proceso productivo de plantaciones madereras podemos detectar los siguientes costos directos que afectan a los productores madereros en general:

- Costo de la tierra: La tierra es el principal elemento necesario para la producción maderera. Es necesario tener en cuenta que la tierra es el único activo que no se deprecia, al contrario se aprecia en el tiempo.
- Costo de la mano de obra: Dentro de este costo está la mano de obra necesaria para la plantación, es decir, trabajadores y jornaleros que trabajan directamente en el campo. También debe incluir los administradores, capacitadores y supervisores que trabajan en las plantaciones.
- Costo de la semilla: El insumo necesario para la producción maderera.
- Costo de los materiales: Dentro de este rubro se consideran todos los fertilizantes, insecticidas y herramientas necesarias para la preparación del terreno y durante el desarrollo de la planta.

Los costos directos se pueden obtener de diferentes plantaciones de las zonas estudiadas o de expertos que manejen la producción maderera a profundidad. Estos costos son de fácil acceso ya que hay una industria a la cual se puede acudir y tiene estos costos establecidos dependiendo de sus características individuales.

### 2.3.1.3 Costos Indirectos<sup>6</sup> de una Plantación Maderera

Costos sociales son todos los costos de una acción, no importa quién los experimente. Los costos sociales pueden ser costos privados y costos externos.

Los costos privados son los costos que son asumidos por el agente productor dentro de la economía. Es decir, son todos los costos necesarios para producir. En este caso los costos privados corresponden a los costos directos, los cuales son asumidos por el productor para obtener el producto comercializable.

Se consideran costos indirectos o externalidades aquellos que normalmente las compañías no toman en cuenta al momento de realizar un proyecto, aunque afecten directamente a la sociedad. Uno de los principales tipos de costos externos es el causado por la degradación ambiental a las personas. Aunque estos costos son causados por las decisiones de los productores en cuanto al uso de los recursos ambientales, no existe un registro dentro de la contabilidad de la empresa sobre el efecto que tienen estas decisiones sobre la calidad ambiental.

Los costos indirectos también se pueden evaluar con las metodologías sugeridas por el libro Field y Field (2006) sobre la valoración ambiental.<sup>7</sup> Estas metodologías también servirían para ver el deterioro de la calidad de vida de la sociedad debido a una degradación ambiental.

---

<sup>6</sup> Los costos indirectos son también conocidos como costos a terceros. Siendo los productores y consumidores los principales agentes involucrados, se considera a la sociedad como un tercero agente. Por lo tanto, el costo a terceros afecta a las personas que no participan directamente en la transacción económica entre vendedores y compradores.

<sup>7</sup> Referirse al Anexo 2: Valoración Ambiental

### **2.3.2 Turno Óptimo**

La madera es un recurso renovable, al cortar un árbol o una plantación se produce un proceso de carácter destructible, pero al mismo tiempo inicia otro proceso: el de la creación de una nueva masa forestal por medio de un proceso biológico natural. El objetivo del turno óptimo es determinar la vida o el momento recomendable para la corta del árbol o plantación. (González, 2007)

Para esto se analizará dos enfoques del turno óptimo. El primero es más técnico y utiliza una perspectiva de ingeniería forestal (Enfoque técnico), el cual tiene como objetivo principal sacar la mayor cantidad de madera posible y un rendimiento sostenido de la misma, sin considerar parámetros económicos como oferta, demanda, precio, etc. El segundo enfoque será el económico, el cual tratará de maximizar el beneficio por parte del propietario de una plantación, donde el principal interés es analizar el mercado y como este da un valor a la madera.

#### **2.3.2.1 Turno Óptimo Forestal Enfoque Técnico**

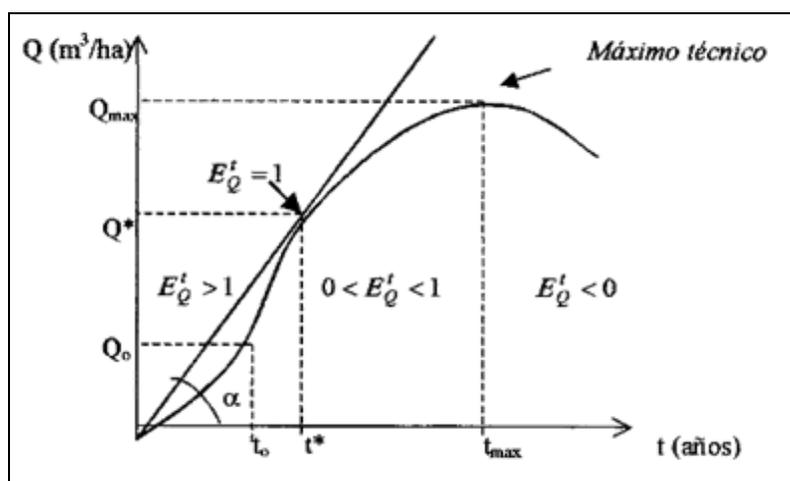
El enfoque técnico del modelo pretende encontrar el máximo volumen de madera en el tiempo. Una manera de conseguir esto sería maximizando la producción promedio de madera en un área determinada en función del crecimiento natural de la especie a considerar. (Montijano, 2004)

Bajo esta perspectiva se intenta conseguir a partir de la función natural de producción de madera, el momento para talar que maximice el volumen de madera. La cantidad de producción de madera es una función del tiempo. Es decir, el crecimiento de la planta depende del tiempo de espera. La ecuación de volumen de madera utilizando sólo el tiempo como variable explicativa está dada por la ecuación 1.

**Ecuación 1** Ecuación de Volumen de Madera

$$Q = f(t)$$

Donde  $Q$  es la cantidad de madera y  $t$  es el tiempo (puede ser en años, que es lo más común en plantaciones madereras. Según el documento de Francisco Montijano la siguiente gráfica funcional representa la evidencia empírica del crecimiento de un árbol:



**Figura 3.** Curva de Crecimiento de un árbol  
Tomado de: Montijano Guardia

Para encontrar el punto máximo de crecimiento (encontrar el año óptimo de cosecha) necesitamos derivar la función. De esto se puede obtener dos posibles resultados.

- 1)  $f'(t) > 0$  lo que significaría que mientras se incrementa el tiempo en un año más se genera producción adicional de madera hasta llegar a  $t_{\max}$  que sería una de las líneas de cruce con el máximo técnico especificado en la figura 3, a partir de aquí las variaciones de madera adicionales son negativas, es decir esperar un año más reduce la madera que nos puede proporcionar el árbol. (Montijano Guardia, 2004)
- 2)  $f'(t) < 0$  lo que significaría que la función es convexa hasta  $t_0$  y después se vuelve cóncava, es decir, muestra productividades marginales crecientes

hasta un momento del tiempo a partir del cual los incrementos de producción son cada vez más pequeños. (Montijano Guardia, 2004)

Por lo tanto se puede establecer que existe un momento que maximiza la productividad media el cual determina el momento óptimo para cortar la madera, que viene dado por la ecuación (2).

**Ecuación 2** Ecuación de Maximización de la Productividad Media

$$\bar{Q} = f(t)/t$$

Maximizando la función [2] se obtiene que el momento óptimo de corte sea cuando la tasa relativa de crecimiento sea igual a  $1/t$ . Es decir, bajo el enfoque teórico, la plantación se debe cortar cuando la plantación haya llegado al punto máximo de crecimiento.

**Ecuación 3** Momento Óptimo para Corte

$$\frac{f'(t)}{f(t)} = \frac{1}{t}$$

Sin embargo, este enfoque no incluye el resto de variables que intervienen en la decisión de talar una plantación. En general, el enfoque técnico no incluye el efecto de cambios en el precio, costos, u costo de espera; por lo tanto no se puede utilizar este enfoque como una referencia del momento óptimo de corte.

### **2.3.2.2 Turno Óptimo Forestal Bajo un Criterio Económico**

#### **Precios Constantes**

En este punto de vista el turno óptimo será aquel que maximiza el Valor Actual Neto (VAN) de la inversión (González Galán, 2007). Aquí, para establecer una gestión óptima con la cual se maximice el rendimiento económico, se toma en cuenta variables como los precios de la madera, los tipos de interés del mercado, el costo del dinero en el tiempo, etc. Esto nos brindará una edad de

madurez financiera adecuada para realizar la tala. Economistas como Fisher y Hotelling, realizaron estudios en los que modelizaron en comportamiento del turno óptimo que maximiza el valor actual de los beneficios netos obtenidos con la inversión realizada en el bosque.

La ecuación [4] plantea la función de beneficio del dueño de la plantación en términos de valor presente.

**Ecuación 4** Función del Valor Presente del Beneficio del Productor

$$\text{Max VAN} = P \cdot f(t) \cdot e^{-\delta t} - C$$

En el cual P es el precio de la madera,  $\delta$  es la tasa de descuento (coste de oportunidad de la inversión) y C representa los costes de la inversión forestal en unidades monetarias por hectárea. Bajo esta perspectiva se considera que sólo existe un costo inicial por lo tanto no hay necesidad de descontarlo al presente. Además se trabaja bajo el supuesto que los precios son constantes, es decir no van a cambiar en función del tiempo.<sup>8</sup>

Bajo los supuestos identificados la derivada de la función [4] identifica que el punto óptimo de corte de una plantación será cuando la tasa relativa de crecimiento promedio de la plantación sea igual a la tasa de descuento utilizada para la valoración de la plantación ( $\delta$ ).

**Ecuación 5** Derivada de la Ecuación [4]

$$\frac{\partial \pi}{\partial t} = \frac{\partial f(t)}{f(t)} = \delta$$

Si utilizamos la ecuación [3] y [4] se puede concluir que si los precios son constantes y no existe un flujo de costo en el tiempo para mantener la plantación, caso atípico y poco probable, el tiempo óptimo para cortar dependerá de la tasa de descuento que se utilice, es decir si la tasa de

---

<sup>8</sup> Cabe recalcar que es un supuesto grande pero es necesario identificar los escenarios con los que podríamos trabajar.

descuento incrementa el tiempo de corte disminuye (el turno óptimo para cortar es antes debido a la tasa de descuento).

**Ecuación 6** Relación entre el Turno Óptimo y la Tasa de Descuento

$$\frac{\partial \pi}{\partial t} = \frac{\partial f(t)}{f(t)} = \delta = \frac{1}{t}$$

### Precios en Función del Tiempo

El mercado maderero, al igual que la mayoría de mercados de commodities, está regido por la oferta y la demanda. Es decir, el precio de los bienes fluctúa constantemente en función de muchas variables que afectan al mercado involucrado. Es por eso que suponer precios constantes puede ser un supuesto irrealista que debilite la aplicabilidad del modelo. El precio de los productos madereros varía en función de la oferta y la demanda al igual que de otras variables que se identifican en la etapa empírica. Lo que se puede garantizar es que el precio no permanece constante en el tiempo, por lo tanto se puede asumir que el precio va a ser una función del tiempo. Lo cual cambia la ecuación [4] plantea la función de beneficio del dueño de la plantación en términos de valor presente.

**Ecuación 7** Función del Valor Presente del Beneficio del Productor (Precios en función del tiempo)

$$\text{Max VAN} = P(t) \cdot f(t) \cdot e^{\delta t} - C$$

En el cual P es el precio de la madera en función del tiempo y todo lo demás permanece similar a la ecuación anterior. Bajo esta perspectiva se sigue considerando que solo existe un costo inicial por lo tanto no hay necesidad de descontarlo al presente. Pero el precio ya no es una constante, por lo tanto no desaparece al momento de derivar la función. Por lo cual obtenemos que el momento o turno óptimo de corte sea determinado no solo por la tasa de descuento sino también por la variación de los precios en el tiempo.

**Ecuación 8** Derivada de la Función [7]

$$\frac{\partial \pi}{\partial t} = \frac{\partial t(t)}{f(t)} = \delta - \frac{\partial P(t)}{P(t)}$$

En la ecuación [8] podemos observar que el momento o turno óptimo de corte va a variar en mayor cantidad cuando los precios varíen en mayor proporción. Es decir, mientras la variación de los precios sea insignificante, según este análisis, el tiempo de corte de la plantación no se verá afectado. Al contrario, en función del incremento de tiempo, los precios varían más disminuyendo la tasa de rentabilidad de la plantación.

### **Precios en Función del Tiempo y Flujos de Costos Descontados**

El mismo análisis se puede realizar para determinar el momento óptimo de corte en caso de que el productor tenga que desembolsar un flujo de dinero a lo largo del tiempo que dure la plantación hasta el momento de corte. Para facilitar el análisis se trabajará bajo el supuesto que los flujos son constantes en el tiempo. Es decir, que la cantidad de gasto de mantenimiento no es función del tiempo. El crecimiento del monto es mínimo y no depende del tiempo.<sup>9</sup> Lo cual cambia la ecuación [7] agregando los costos descontados al presente.

**Ecuación 9** Función del Valor Presente del Beneficio del Productor (Precios en Función del Tiempo y Flujos de Costos Descontados)

$$\text{Max VAN} = P(t) \cdot f(t) \cdot e^{\delta t} - K - C \cdot e^{\delta t}$$

Por lo tanto a este gasto se lo puede tratar como una anualidad descontada a la misma tasa de descuento utilizada para descontar los ingresos de la plantación ( $\delta$ ). Por lo cual obtenemos que el momento o turno óptimo de corte sea determinado no solo por la tasa de descuento sino también por la variación de los precios en el tiempo y por la proporción que tengan los flujos de costos descontados en función del ingreso esperado.

---

<sup>9</sup> Se puede utilizar la inflación como un factor de crecimiento del gasto en mantenimiento.

**Ecuación 10** Derivada de la Función [9]

$$\frac{P(t) \cdot f'(t) + f(t) \cdot P'(t)}{f(t)P(t) - C} = \delta$$

Esto quiere decir que el momento óptimo de corte de la plantación disminuye en función se vayan incrementado los costos y sean más inciertos los precios de en el tiempo.

### 2.3.3 Modelización de Series de Tiempo

En la década de 1960 se encontró modelos más simples, que usaban únicamente una serie de tiempo, tenían un mejor poder predictivo que los modelos de ecuaciones simultáneas que trataban de capturar las interacciones entre varias variables con el fin de obtener proyecciones macroeconómicas.

#### 2.3.3.1 Modelos ARIMA

El nombre del modelo ARIMA proviene de Autoregresiva (AR) Integrada (I) Media Movil (MA), por sus siglas en inglés. Esto implica que los modelos ARIMA agrupan varios tipos, modelos autoregresivos y modelos de media móvil.

Los modelos ARIMA tienen la función de proyectar una variable en el tiempo utilizando como único insumo la serie de tiempo de la variable. Los modelos ARIMA no tienen una teoría económica por detrás, es decir, el modelo solo usa el comportamiento histórico de la serie de tiempo para realizar la predicción.

Cuando se trabaja con series de tiempo la primera condición es que sea estacionaria. Para que una serie de tiempo sea estacionaria debe cumplir con las siguientes características:

1. Su expectativa incondicional existe y no depende del tiempo.

2. Su varianza existe y no depende del tiempo (es una constante finita).
3. La covarianza entre dos valores solo depende de qué tan lejos en el tiempo están los dos valores

Si es que no se garantiza que la serie sea estacionaria al momento de utilizarla se corre el riesgo de que el modelo estimado señale que existe una relación entre las variables analizadas cuando en realidad no existe relación entre las variables, es decir recoge el efecto de la tendencia en el tiempo.

Dickey y Fuller (1971, 1981) calcularon con procedimientos de simulación los valores críticos adecuados para las pruebas de estacionariedad. Una adecuación de estas pruebas es la que ahora utiliza la mayoría de los programas econométricos.

#### **2.3.4 Probabilidad Subjetiva**

Los productos madereros analizados son muy populares en la zona de Santo Domingo, sin embargo, la balsa por ejemplo, no es un producto con el cual se hayan realizado los estudios suficientes para obtener una función que describa el comportamiento de su crecimiento en el tiempo. Para el desarrollo de este estudio utilizaremos criterios basados en la experiencia de los productores de la zona para cuantificar el riesgo y la probabilidad de crecimiento, no solo de la Balsa, sino también de la Teca. El expertise del productor nos dará una medida aproximada de la probabilidad de éxito de crecimiento y de riesgo de la producción. A esta medida se la conoce como probabilidad subjetiva.

“La probabilidad subjetiva es el grado de creencia o confirmación de un determinado suceso aleatorio, que se determina a partir de la experiencia, la intuición, los sentimientos y los conocimientos del sujeto decisor”. (Economía, 2006)

La probabilidad subjetiva se utiliza cuando existe poca o ninguna posibilidad en la cual se pueda basar objetivamente la determinación de un evento. Se determina evaluando las opiniones de los “expertos”<sup>10</sup> y otra información disponible.

## **2.4 MECANISMOS FINANCIEROS**

Un mecanismo es un conjunto de actividades que unidas llevan a la solución de un problema. Un mecanismo financiero ayuda a buscar una maximización del beneficio económico mediante un instrumento financiero adecuado, al encontrarlo este brindará algunas ventajas aparte de la maximización de la utilidad como bajar el costo del capital, diversificar el riesgo y dar más liquidez a la empresa.

### **2.4.1 Futuros en el Mercado de Aceite de Oliva**

El Mercado de Futuros de Aceite de Oliva (MFAO) se formó a principios del 2004 en España, actualmente es el único mercado en el mundo donde se negocian futuros de aceite de oliva. (Mercado de Futuros de Aceite de Oliva). El 7 de noviembre del 2003 se aprobó la creación de este mercado por medio del Consejo de Ministros de España, quien a su vez también delegó a la Comisión Nacional del Mercado de Valores la supervisión de este mercado organizado. De la misma manera dicho consejo también reconoce oficialmente a la cámara de compensación de este mercado como la encargada de la compensación y liquidación de productos financieros derivados. Este mercado está localizado en Jaén debido a la gran concentración de la producción de aceite de oliva, el cual es el único activo subyacente del MFAO. (Referencia del Consejo de Ministros)

El MFAO agrupa al sector productor, envasador, entidades financieras e inversores dándoles diferentes ventajas como permitirles asegurar hoy, precios

---

<sup>10</sup> Las personas con una vasta experiencia en el tema se pueden considerar expertos para la identificación de las probabilidades subjetivas.

para vender la cosecha futura y mayor liquidez con sus proveedores. Para un envasador, le permite asegurarse el precio de aprovisionamiento. Para una entidad financiera, le permite disminuir el riesgo de determinadas operaciones de financiamiento que utilizan aceite como garantía, esto se conoce como cobertura en el mercado de derivados financieros. Para un inversor, le permite la posibilidad de ganar dinero tanto en mercados alcistas como bajistas sin necesidad de tener que "mover" aceite físicamente.

El primer paso para operar en el MFAO es abrir una cuenta en uno de los miembros del mercado (cajas o entidades financieras por donde se realizan transacciones), por medio de las cuentas se podrá realizar órdenes de compra o de venta. El cliente puede realizar un seguimiento en tiempo real de los precios de las negociaciones y tener diferente información acerca del mercado, todo esto es a través de la página web del MFAO. Este mercado tienen un calendario establecido donde se indican días de vencimiento de los contratos, días de negociación y días de entrega física del activo. (Mercado de Futuros de Aceite de Oliva) Los contratos están básicamente formados por especificaciones técnicas donde se encuentra el tamaño del contrato, vencimiento, activo subyacente, liquidación, lugar de entrega, moneda, variaciones de los precios. También hay algunos puntos como días hábiles y horarios de negociación, forma de liquidación de los contratos, cálculo de garantías, incumplimientos, penalizaciones aplicables y resolución de controversias. (MFAO)

#### **2.4.2 Mecanismos de Financiamiento de Plantaciones Madereras**

En la industria maderera actualmente no se ha encontrado una variedad de mecanismos de los que se pueda elegir. En general, en lo que es explotación primaria no hay muchas opciones, menos en países en vías de desarrollo como el Ecuador, en el cual los mercados financieros de inversión son muy limitados en profundidad, amplitud y transparencia.

Un mecanismo común de financiamiento son préstamos bancarios. El sector público, por medio de la Corporación Financiera Nacional (CFN), proporciona un Programa de Financiamiento Forestal. Este programa tiene el objetivo apoyar al sector agroforestal mediante un Modelo de Gestión Forestal que contemple recursos financieros y no financieros destinados al fomento agroforestal nacional. Estos préstamos se emiten hasta por un plazo máximo de 20 años y máximo de US\$ 10 millones<sup>11</sup> y con periodos de gracia de hasta 20 años realizando un solo pago de capital más interés al final del periodo. La tasa de interés propuesta es ajustable y oscila entre el 7,5% y 8,5%, dependiendo del plazo definido. Las condiciones de los créditos varían en función de los productos y garantías disponibles.<sup>12</sup>

Además, existe un mecanismo alternativo de financiamiento disponible en el país, el cual es mediante emisión de “acciones” de las empresas forestales, pero solo se la utiliza en plantaciones de teca. Cabe recalcar que estas empresas son grandes y llevan varios años en el mercado.

#### **2.4.2.1 Acciones**

Esta iniciativa se encuentra en actividad desde el 2002, en la actualidad las empresas encargadas de emitir las acciones forestales son compañías anónimas de capital abierto<sup>13</sup> por lo cual están facultadas para realizar una emisión de acciones. Algunas de las principales son Guayabuyo S.A., Guachapaute S.A., Chictinaste S.A. entre otras.

Por ejemplo el proyecto maderero La Colina es emitido por Chictinaste S.A., esta emisión tiene un precio por acción de \$12, por lo que se podría adquirir 200 acciones por \$2,400, esto dependiendo del capital para invertir, por lo general estas acciones se venden en paquetes de 100 (Páez, 2011). Estas acciones son un poco diferentes, más se asemejan a un bono “Cupón Cero”

---

<sup>11</sup> A partir de la resolución DIR – 038 – 2011 emitida por la CFN el 29 de Septiembre del 2011.

<sup>12</sup> Referirse al Anexo 3: Programa de Financiamiento Forestal de la CFN

<sup>13</sup> Las compañías de capital abierto están obligadas a abrirse al público, es decir, a ofrecer sus acciones al público, a un sector determinado o un grupo de personas.

con la diferencia que al adquirir un bono no se posee propiedad sobre la empresa o algún activo. Dichas acciones no realizan pago de dividendos anuales, debido a que las plantaciones demoran alrededor de 20 años en estar listas, todo este tiempo no se percibe utilidades sino que estas se capitalizan hasta el fin de la inversión donde se recibe un 15% de rentabilidad anual capitalizable acumuladamente sobre el precio inicial de la acción. (Páez, 2011) La inversión por cada 10 mil metros de teca está entre los 5 mil y 6 mil dólares, obtienen 150 mil al final de la cosecha. (Diario HOY, 2008) Al pasar a ser accionista también uno es dueño de los futuros brotes de la planta que surgirán en un periodo menor al primer brote. (Páez, 2011) La apreciación de la acción también es otro gran beneficio que se adquiere, generando confianza al inversionista en caso de querer vender su participación, esto se puede ver reflejado ya que en los últimos años el número de inversionistas ha incrementado notablemente desde que se realizó la primera emisión de este tipo de acciones en el 2002. (Diario HOY, 2008)

**Tabla 4. Precio Acciones de Emisiones de Teca**

EMPRESA EMISORA	Número de Acciones	Año de Emisión	Precio 2012
LA CAMPIÑA FORESTAL STRONGFOREST S.A.	100,000	2007	\$ 23.00
EL REFUGIO FORESTAL HOMEFOREST S.A.	125,000	2008	\$ 20.00
EL SENDERO FORESTAL PATHFOREST S.A.	135,000	2009	\$ 18.00
LA ESTANCIA FORESTAL (FORESTEAD) S.A.	150,000	2010	\$ 16.00
LA COLINA FORESTAL (HILLFOREST) S.A.	200,000	2011	\$ 14.25
LA SABANA FORESTAL (PLAINFOREST) S.A.	240,000	2012	\$ 12.00
CERRO ALTO FORESTAL (HIGHFOREST) S.A.	150,000	2012	\$ 12.00

*Precio 2012 corresponde al precio registrado en la Bolsa de Valores al mes de oct - 2012*

**Adaptado de:** Bolsa de Valores de Quito

## 2.5 EVALUACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

En cuanto al ecosistema del Ecuador, se puede concluir que la producción de Teca y Balsa no causa efectos negativos en el ecosistema de la zona. La gran biodiversidad de climas permite que las especies encuentren un lugar adecuado para su adaptación, sobre todo en el caso de la teca ya que la balsa es Oriunda. Esta es una buena razón para incentivar el desarrollo de la producción maderera en el Ecuador.

Por otro lado, la industria maderera a nivel mundial está cambiando hacia la producción sostenible de maderas para controlar la explotación de madera (movimiento ambientalista hacia conservar los bosques naturales). En el caso de Ecuador, el país actualmente posee alto potencial de explotación maderera con una mayor concentración en la región costa debido a la disponibilidad de tierras en la región y al clima. Cabe aclarar que la transformación primaria de maderas tiene un mayor peso en la industria maderera del Ecuador.

En cuanto a la producción de balsa es necesario recalcar que actualmente la balsa producida en Ecuador provee más del 95% de la demanda del mercado mundial lo cual implica que el producto del país es reconocido a nivel mundial. Además es necesario considerar que la demanda de la balsa creciente ya que se encuentran nuevos usos gracias a las cualidades de la madera que hacen que sea fácil de manejar.

Por otro lado, la teca del país no tiene mayor presencia en el mercado mundial, ya que no se ha logrado desarrollar el mercado de producción comparado con otros grandes productores a nivel mundial. Son pocas las empresas que han ingresado masivamente en la producción de teca en el país aprovechando las ventajas del entorno para producir. Por el lado de cotización en el mercado, la teca es una madera muy cotizada en el mercado por sus cualidades físicas y estéticas. Debido a las restricciones ambientales que existen para la tala de teca natural en países orientales (de donde es oriunda) tiene una mejor cotización en el mercado por su escasez.

La diferencia principal entre el cultivo de las dos maderas es el tiempo que requieren para desarrollarse con las características que exige el mercado, el periodo de la balsa es de 5 años (promedio) y de la teca de 20 años (promedio), las diferencias en cuanto a técnicas de siembra o requisitos ambientales casi no existen por lo cual pueden desarrollarse tranquilamente en el mismo hábitat.

Para poder construir un modelo de turno óptimo es necesario encontrar la función de producción de las especies estudiadas. Lo que significa realizar un levantamiento de información de volúmenes de crecimiento anual. En el caso de la teca este proceso puede tomar hasta 100 años ya que se ha demostrado que esta especie puede seguir creciendo hasta los 100 años (Weaver, 1993). Por lo cual es necesario utilizar el modelo de turno óptimo como guía para la construcción de un modelo que permita evaluar la rentabilidad de las plantaciones utilizando todas las variables que intervienen en el resultado final manteniendo como enfoque principal la evaluación de mecanismos financieros para plantaciones madereras.

Debido a las condiciones tan dinámicas del mercado la mejor opción es utilizar un modelo de rentabilidad que incluya costos variables y precios en función del tiempo. Los modelos utilizados dependerán de la disponibilidad de información para obtener los mejores resultados adaptados a la realidad del mercado ecuatoriano. Para evaluar aspectos indispensables sobre los que no se encuentre información, se utilizará el conocimiento de expertos para poder incluir las variables en el modelo de rentabilidad, de la misma manera el mecanismo de financiamiento propuesto estará ligado a los resultados del modelo de rentabilidad y a la realidad del mercado financiero ecuatoriano para que se pueda comparar y que permita concluir su atractivo.

### 3 MARCO EMPÍRICO

#### 3.1 MODELO DE RENTABILIDAD

El objetivo del análisis financiero de la plantación es proyectar los flujos esperados de la plantación utilizando un modelo que incorpore las diferentes variables que afectan tanto los ingresos como egresos esperados. De esta manera, se puede utilizar los flujos esperados para determinar las condiciones de financiamiento requeridas para el desarrollo y mantenimiento de la plantación de teca y balsa en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.

En un principio se planteó utilizar el modelo de turno óptimo sugerido en el marco teórico para determinar el periodo óptimo para la tala que maximice el VAN de la utilidad del productor. Sin embargo, al analizar las necesidades de información y beneficios del modelo de turno óptimo para la evaluación, se llegó a la conclusión de no utilizarlo directamente. La principal razón es que para realizar el modelo de turno óptimo es necesario hacer un levantamiento de información del volumen de crecimiento anual de las especies evaluadas así como del precio referencial en el mercado. Debido a la informalidad del sector la información disponible es limitada y no es posible utilizarla para este tipo de modelo.

Por otro lado, el criterio de expertos sugiere que tanto la calidad de la teca como de la balsa no cumplen con los requisitos del mercado antes de los 20 años y 5 años, respectivamente. Y que, a partir de esa edad, el precio no incrementa significativamente como para esperar más tiempo. Por estas razones tratar de buscar una maximización del VAN (turno óptimo) en periodos anteriores no es realista y requiere un periodo de investigación de por lo menos 20 años, en el caso de la teca. Cabe recalcar que el objetivo de la presente investigación es evaluar mecanismos de financiamiento alternativos para plantaciones madereras en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas bajo las condiciones actuales del mercado. Esta investigación no pretende realizar una

investigación teórica y empírica para determinar si los periodos de desarrollo actualmente utilizados para los productos de teca y balsa son los óptimos para maximizar el VAN de la utilidad esperada.

En consecuencia, el modelo de rentabilidad que se utilizó para el análisis financiero de la plantación de Teca y Balsa toma como base el modelo de turno óptimo en el sentido que se calcula los flujos esperados en el periodo de duración que propone la investigación (esto recoge parte del modelo de turno óptimo teórico), descontados a la tasa de descuento analizada para el proyecto. Siguiendo la siguiente ecuación del VAN tanto para teca como para balsa.

**Ecuación 11** Valor Presente Neto de la Plantación

$$VAN = \frac{P(t) * F(t) N \alpha}{(1 - r)^t} - K - \frac{C_t}{(1 - r)^t}$$

En donde,

$P(t) =$  Precio  $m^3$  En función del tiempo

$F(t) =$  Función de crecimiento de la plantación (volumen de la plantación  $m^3/ha^2$ )

$a =$  Factor de pérdida de la plantación

$K =$  Costo inicial de inversión

$C_t =$  Costo variable de mantenimiento y administración

$R =$  Tasa de descuento del proyecto

$t =$  periodo de análisis

Una vez determinados los flujos esperados se procederá a analizar las condiciones de financiamiento requeridas por la plantación y los posibles mecanismos a utilizarse. De igual manera, se evaluará la rentabilidad de los agentes involucrados en los mecanismos de financiamiento en diferentes escenarios de las variables utilizadas. Para encontrar los flujos esperados del proyecto se utiliza los siguientes supuestos y variables que se detallan a continuación.

### 3.1.1 Periodo de Análisis (E)

Para determinar el periodo de duración desde la siembra hasta la cosecha, se realizó un levantamiento de información utilizando tanto fuentes teóricas como entrevistas con expertos. De esta manera se pretende encontrar el plazo de duración de las plantaciones de teca y balsa.

Del levantamiento de información empírica se pudo extraer que en el caso de la balsa el tiempo recomendable de duración desde la siembra hasta la cosecha es de 5 años. Según el criterio de expertos, en ese periodo la planta alcanza el desarrollo necesario para ser demandada en el mercado. De igual manera, estudios demuestran que el periodo adecuado para maduración es de 5 a 6 años.

La maduración económica y física de la balsa tiene lugar a una edad temprana. Los árboles de crecimiento rápido producen el mejor rendimiento y el mejor producto cuando tienen de 5 a 6 años de edad. Los árboles de 7 u 8 años comienzan a desarrollar un duramen saturado de agua. Después de 12 a 15 años, los árboles se deterioran rápidamente y muy pocos sobreviven más allá de los 20 a 30 años. (Francis, 1991)

Según Weaver (1993), un estudio de la teca realizado en la India demostró que el crecimiento de la teca tiene varios ciclos y que puede llegar a crecer hasta los 120 años. Sin embargo sostiene que el crecimiento en altura fue más rápido entre los 10 y 50 años, y que la tasa de acumulación de biomasa en el tronco incrementa entre los 10 a 15 años de edad.

En este sentido, expertos (Rodríguez, 2011) sostienen que una edad adecuada de cosecha de una plantación de Teca es de 20 años. En este periodo la planta alcanza el desarrollo necesario demandado por el mercado al precio esperado por la oferta. En adelante, el crecimiento y desarrollo del volumen del

árbol es menos acelerado, de igual manera el precio de mercado se incrementa más lentamente. Aunque exista evidencia de crecimiento en mayores edades esto significa alargar el tiempo de espera para percibir ingresos comparados con el mercado, por lo tanto utilizaremos el tiempo de espera levantado en el mercado de la zona. Se concluyó que el tiempo recomendable para la cosecha de teca es de 20 años, por lo que se utilizará esta referencia como periodo de tiempo de la evaluación.

### 3.1.2 Volumen Estimado de Producción de Balsa $F(t)$

Francis (1991), investiga el comportamiento de la balsa en la cuenca del Río Guayas. En este estudio se detalla la etapa de crecimiento hasta la madurez. Como resultado de la investigación se determinó que en esta zona la balsa es un árbol de rápido crecimiento, el potencial para la producción en volumen para la balsa en rodales puros es de 17 a 30  $m^3/ha/año$ . Esta información se utilizó como insumo para conocer el crecimiento anual esperado y construir una distribución de probabilidad continua  $(GRKS(min, medio, max))$ <sup>14</sup> que modelice el crecimiento de los árboles. Esta es una manera de introducir un factor de incertidumbre ya que no se sabe con certeza en qué magnitud crecerá la plantación, lo que se conocen son datos de muestra y el volumen real tiene una muy alta probabilidad de estar en el rango introducido, más no se conoce con exactitud el valor que tomará el volumen en el futuro. De esta forma con las diferentes simulaciones que se van a realizar para analizar el modelo, se obtendrá datos aleatorios de esta distribución de crecimiento anual para calcular el volumen total esperado de producción al final de los cinco años. Al final de los cinco años el volumen total se calcula con la siguiente ecuación:

---

<sup>14</sup> Es una distribución, desarrollada por Gray, Richardson, Klose, y Schuman (Texas A&M), usada para calcular distribuciones subjetivas, de las que se tiene información escasa para estimar formalmente parámetros. Está compuesta por tres parámetros de información: un mínimo, una media y un máximo. Esta información delimita los datos estimados y según como se los parametrize la probabilidad de ocurrencia se encontrará dentro de la distribución.

**Ecuación 12** Volumen Total de Producción de Balsa

*Volumen Total de Producción de Balsa*

$$= GRKS_{año1}(17,23,30) + GRKS_{año2}(17,23,30) + GRKS_{año3}(17,23,30) \\ + GRKS_{año4}(17,23,30) + GRKS_{año5}(17,23,30)$$

### 3.1.3 Volumen Estimado de Producción de Teca (F(t))

Weaver (1993), indica que el crecimiento de las plantaciones de teca depende de muchos factores como la localidad, la edad, la densidad de la plantación y el manejo del rodal; en los estudios realizados el incremento anual promedio de crecimiento está entre 10 a 25  $m^3/ha/año$ , tendiendo al lado inferior del intervalo con una media de 12  $m^3/ha/año$ . Esta información se utilizó como insumo para la construcción de una distribución de probabilidad continua ( $GRKS(min, medio, max)$ ) que modelice el crecimiento de los árboles, para de esta manera obtener datos de crecimiento anuales y calcular el volumen esperado de producción en el año 20. El volumen total de producción de teca sigue la siguiente ecuación:

**Ecuación 13** Volumen Total de Producción de Teca

*Volumen Total de Producción de Teca*

$$= GRKS_{año1}(10,12,25) + GRKS_{año2}(10,12,25) + GRKS_{año3}(10,12,25) \\ + \dots + GRKS_{año18}(10,12,25) + GRKS_{año19}(10,12,25) \\ + GRKS_{año20}(10,12,25)$$

Esta es una manera de introducir un factor de incertidumbre ya que no se sabe con certeza en qué magnitud crecerá la plantación, lo que se conocen son datos de muestra y el volumen real tiene una muy alta probabilidad de estar en el rango introducido más no se conoce con exactitud el valor.

### 3.1.4 Precios de Mercado (P)

El precio de la madera, tanto de teca como de balsa, es una de las variables claves para poder estimar la rentabilidad de la inversión. Debido al periodo de

proyección (20 años) es necesario encontrar un modelo que se adapte de mejor manera a la disponibilidad de información.

Durante el levantamiento de información se observó que la calidad de información es pobre en cuanto a series de tiempo. Es decir, en la zona no existen registros de precios que estén disponibles para el público. La oferta de madera toma el precio que el comprador ofrece, ya que el comprador tiene mayor experiencia y poder de negociación. Aun así se logró levantar información de los productores madereros de la zona de precios mínimos y máximos esperados por hectárea de producción para estos dos tipos de madera.

Sin embargo, esta información no se puede utilizar en la estimación de un modelo de proyección de precios. Un modelo es útil cuando se utiliza series de tiempo confiables ya que la calidad de los datos proyectados dependerá directamente de la calidad de los datos que se utilice como insumo.

En el caso de la Teca, al ser un producto mundialmente reconocido y cotizado, se decidió utilizar como insumo las series históricas de precios de las commodities a nivel mundial disponibles en la página oficial del Fondo Monetario Internacional (FMI). El FMI publica periódicamente un informe que contiene índices de precios de mercado de commodities desde el año 1980 hasta el presente. Debido a que el informe contiene productos generales transados en el mercado, no podemos encontrar los índices de precios específicos para teca. Sin embargo, se puede utilizar los rubros que tengan una mayor relación, para el caso de teca se utiliza como aproximación los precios de hardwood.

El rubro hardwood contiene un promedio de los precios de las maderas de la más alta calidad transadas en el mercado. Dentro del mercado mundial, la Teca es considerada como una madera de muy alta calidad y durabilidad, por lo tanto se considera que el precio de la teca puede estar por encima del índice

de hardwood. Sin embargo, en este caso lo que más importa para el análisis es la tendencia de los precios en el mercado ya que el precio de la Teca debería seguir la misma tendencia en el mercado al ser un producto características similares, si bien sus magnitudes serán mayores.

El caso de la balsa es diferente ya que no está dentro de las maderas monitoreadas por el FMI. El FMI no tiene ningún registro de ningún commodity que pueda ser comparado a la bolsa ya sea por características o por movimientos del mercado. Es por esto que se hace uso de la información de Comercio Exterior disponible en el Banco Central del Ecuador (BCE).

En la sección de Comercio Exterior del BCE se puede obtener datos de exportaciones por Nomenclatura Nandina<sup>15</sup> en volumen e ingresos (dólares FOB) desde 1980 hasta la fecha. Como lo indica la ecuación [14], a partir del volumen e ingresos en dólares FOB se calcula un precio implícito para el producto requerido siempre y cuando exista información disponible.

**Ecuación 14** Precio Referencial Balsa

$$\text{Precio Referencial Balsa}_{\text{Año}1} = \frac{\text{FOB Dólares}_{\text{Año}1}}{\text{Volumen Exportado}_{\text{Año}1}}$$

En la información publicada por el BCE la partida 4407.22.0000 corresponde a Virola, Imbuía y Balsa.<sup>16</sup> De esta partida, que corresponde a balsa, la disponibilidad de información es mucho más limitada ya que solo existen registros de exportaciones a partir del último trimestre del 2007. Lo que significa que se dispone de una serie de datos mensuales de cuatro años y un trimestre (52 datos). Otro factor que se debe tomar en cuenta es que la partida corresponde a madera procesada bajo ciertos requerimientos de exportación,

<sup>15</sup> La Nomenclatura Común NANDINA es el instrumento armonizador de comercio exterior más importante que dispone la Comunidad Andina basado en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (Sistema Armonizado) del Consejo de Cooperación Aduanera.

<sup>16</sup> Esta partida se encuentra bajo la agrupación 4407 que corresponde a Madera aserrada o desbastada longitudinalmente, cortada o desenrollada, incluso cepillada, lijada o unida por los extremos, de espesor superior a 6mm. Aunque no corresponde a madera en bruto, este precio está correlacionado con el precio de la madera en bruto por lo tanto se lo utiliza como precio referencial para las estimaciones.

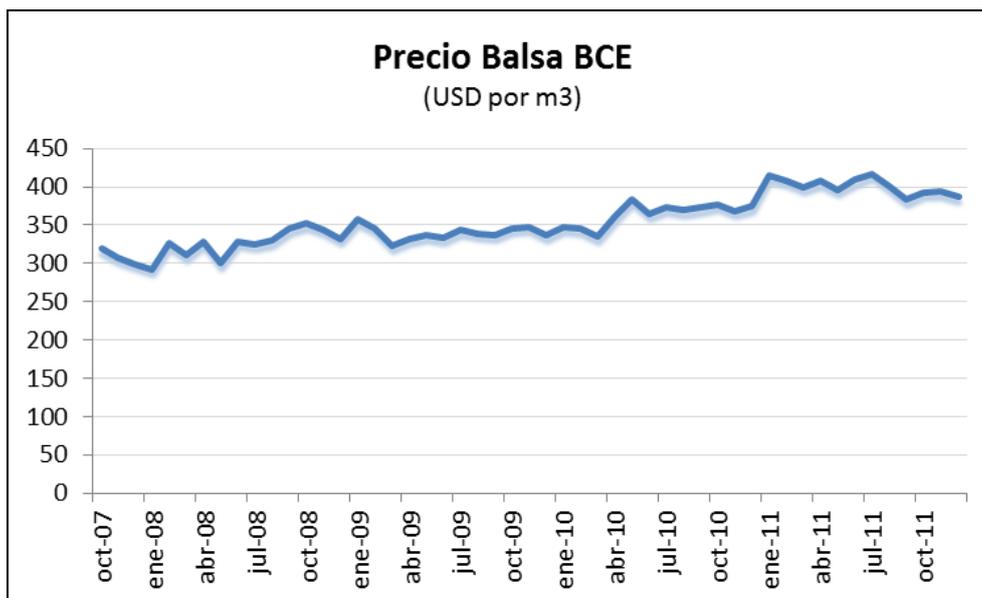
lo que significa que la madera debe pasar por un proceso de elaboración, no es un precio de madera en bruto.

Aun así, se encuentra en este precio el mejor insumo para poder estimar los futuros precios de la balsa en el mercado. Con este precio referencial de Balsa se puede evidenciar la tendencia del precio del mercado y estimar un precio referencial para los próximos 20 años de duración de la evaluación.

Cabe recalcar que, tanto para la teca como para la balsa, el precio es una medida de calidad de la madera. Esta calidad es imposible de predecir con certeza. De igual manera, una proyección de 20 años de precios es poco confiable en términos de precisión, por lo tanto, lo que se pretende encontrar es una tendencia razonable de los precios referenciales en el mercado utilizando las series descritas para poder modelizar la tendencia futura de los precios tanto de teca como de balsa.

#### **3.1.4.1 Modelo Precios Balsa**

Como insumo del modelo de predicción de precios de balsa se utilizó datos disponibles del BCE de exportaciones de balsa explicados previamente. Cabe recalcar que Ecuador ha comercializado balsa desde inicios del siglo XX, sin embargo, el BCE separó el producto en una partida individual desde tercer trimestre del 2007. A diciembre del 2011, la serie presenta una tendencia creciente con un promedio de crecimiento 0.5% mensual y 7.6% anual. No se observan fluctuaciones bruscas que deban ser controladas en la estimación con el uso de alguna otra variable.



**Figura 4. Precio de Exportación de Balsa**  
Adaptado de: BCE

Después de analizar las posibilidades en cuanto a metodologías de proyección y debido a que la disponibilidad de información es limitada, se llegó a la conclusión que para pronosticar los próximos 20 años de los precios de balsa se utilizará la metodología ARIMA. El modelo ARIMA analiza las propiedades estocásticas de la serie de tiempo de los precios de balsa del BCE explicadas por valores del pasado o rezagos de sí misma y por términos de error estocásticos.

Al realizar la prueba de estacionariedad de Dickey Fuller sobre la serie de tiempo de los precios de balsa, los resultados sugieren que la serie es integrada de orden 1 [es decir,  $I(1)$ ], por lo tanto sus primeras diferencias son  $I(0)$ , es decir estacionarias. Por lo tanto, se realizó un modelo ARIMA de orden  $I(1)$ . Los resultados son los siguientes:

**Tabla 5. Modelo ARIMA de Precios de la Balsa (BCE)**

MODELO ARIMA PRECIOS Balsa BCE						
	Coef.	Std. Err.	z	P>z	Intervalo de confianza al 95%	
<b>Precio_balsa_bce</b>						
_cons	0.018	0.007	2.490	0.013	0.004	0.032
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	-1.141	0.218	-5.240	0	-1.568	-0.715
L2.	-0.763	0.162	-4.700	0	-1.082	-0.445
ma						
L1.	0.702	0.352	1.990	0.046	0.012	1.391
L3.	-0.671	0.272	-2.460	0.014	-1.205	-0.137
/sigma	0.122	0.018	6.670	0	0.086	0.158

Con el modelo se proyectaron los precios hasta el año 2031, cuando acaba la evaluación. Para introducir un factor que represente al riesgo estocástico de utilizar una proyección de precios se sumó la distribución empírica de los residuos históricos. Los residuos se calculan de la siguiente forma.

**Ecuación 15** Ecuación de Residuos de la serie de Precios Balsa BCE vs. Resultados Modelo ARIMA

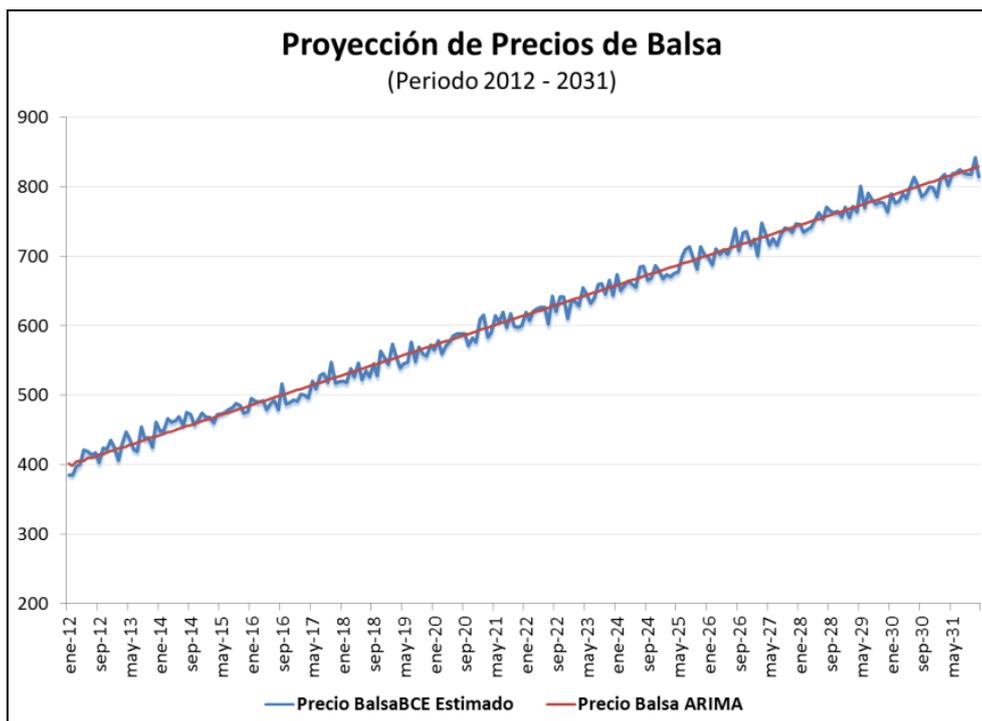
$$\hat{\epsilon} = \text{Precio Balsa BCE} - \text{Precio Balsa ARIMA}$$

En definitiva el precio proyectado utilizado al final es la suma del precio estimado por el modelo ARIMA y un factor aleatorio extraído de la distribución empírica de los residuos.

**Ecuación 16** Ecuación de Estimación del Precio de Balsa

$$\text{Precio BalsaBCE Estimado} = \text{Precio Balsa ARIMA} + \text{emp}(\hat{\epsilon})$$

El objetivo de introducir la distribución empírica de los residuos es introducir un factor de riesgo (incertidumbre) en el precio estimado que se utilizará como insumo para el modelo de rentabilidad ya que no se sabe con certeza el valor al cual se venderá la madera producida.



**Figura 5. Proyección de Precios de la Balsa**

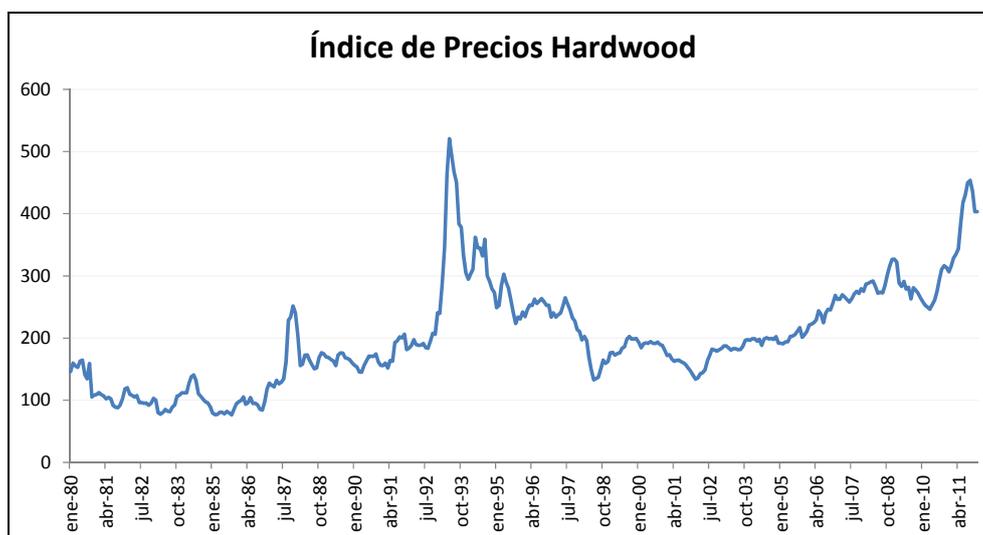
Para probar que los datos estimados son estacionarios se realizó la prueba Dickey Fuller con los residuos del modelo ARIMA para determinar si se comportan como un ruido blanco, es decir se calcularon los residuos del modelo ARIMA de los precios de Balsa estimados. A estos residuos se corrió la prueba Dickey Fuller en el software STATA para rechazar la  $H_0$  (hipótesis nula) de que la serie es no estacionaria y los resultados indican que se puede rechazar la hipótesis. De igual manera se analizó el estadístico Q de Box-Ljung para determinar que los residuos no presenten autocorrelación, estas pruebas indican que se puede considerar a los residuos como ruido blanco. Luego se procedió a hacer una simulación de 500 iteraciones de los precios estimados mensualmente para los próximos 20 años utilizando el modelo ARIMA, con los resultados se analizó la varianza y se llegó a la conclusión de que no existe evidencia de varianza explosiva de los precios estimados.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Ver Anexo 6: Prueba de Varianza Explosiva

### 3.1.4.2 Modelo Precios Teca

Después de analizar las posibilidades en cuanto a metodologías de proyección, se llegó a la conclusión que para pronosticar los próximos 20 años de los precios de hardwood se utilizará la metodología ARIMA. Al igual que con los precios de balsa, el objetivo es utilizar la información disponible en los datos históricos para pronosticar los siguientes 20 años del precio de hardwood.

Como insumo disponible para la construcción del modelo ARIMA se utilizó la serie de datos desde el año 1980 – 2011, representado en la siguiente figura. (Los precios presentados están en US\$ por  $m^3$ )



**Figura 6. Índice de Precios de Hardwood (FMI)**  
Adaptado de: Fondo Monetario Internacional

Analizando la serie se pudo observar que en el periodo de 1992 – 2000 existe un cambio de tendencia lo cual estaba afectando al poder predictivo de nuestro modelo. Por lo tanto se llegó a la conclusión de descartar datos anteriores al año 2000 con el objetivo de encontrar un modelo que recoja el comportamiento de la última década de los precios de hardwood.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Se excluyen del modelo econométrico los datos históricos de la serie de precios de hardwood antes del 2000 ya que, en ese periodo, la serie presenta cuatro cambios de tendencia, que aun que se introduzcan dummies para controlarlos se perjudica la proyección. Después de varias pruebas se llegó a la conclusión que el mejor modelo resultaba excluyendo estos datos.

Para poder utilizar el modelo ARIMA es necesario utilizar una serie de tiempo que sea estacionaria,<sup>19</sup> al realizar la prueba de Dickey Fuller sobre la serie de tiempo de los precios de hardwood dio como resultado que la serie es no estacionaria y con tendencia. Por lo cual se procedió a realizar una regresión de la serie contra el tiempo (supuesto de tendencia lineal) para eliminar la tendencia y poder utilizar esta nueva serie en el modelo ARIMA. También se utilizó una variable dummy que aísle el acelerado crecimiento observado a partir del segundo trimestre del 2010. Si no se utiliza esta dummy los datos proyectados van a recoger este acelerado crecimiento y van a ser más altos que la tendencia observada en los últimos años. El objetivo de aislar este crecimiento es el de minimizar el riesgo de sobre estimar los precios futuros de teca.

**Tabla 6. Modelo Regresión de Hardwood contra la Tendencia**

MODELO DE REGRESIÓN DE HARDWOOD CONTRA LA TENDENCIA						
Source	SS	df	MS	Número de Observaciones = 144		
Model	536105.91	2	268052.95	F( 2, 141) = 296.98		
Residual	127267.17	141	902.60	Prob. > F = 0.0000		
				R-squared = 0.8082		
				Adj R-squared = 0.8054		
Total	663373.08	143	4638.97	Root MSE = 30.043		
hardwood	Coef.	Std. Err.	t	P>t	Intervalo de Confianza al 95%	
tendencia	1.212	0.075	16.120	0	1.063	1.361
dumhardwood	45.079	9.041	4.990	0	27.205	62.952
_cons	143.526	5.420	26.480	0	132.811	154.242

Con los resultados del modelo de regresión contra la tendencia se calculó las diferencias vs la serie original. Estas diferencias son el insumo del modelo ARIMA para calcular los precios hardwood ya que se eliminó la tendencia.

<sup>19</sup> “La razón de requerir datos estacionarios es que todo modelo que se infiera a partir de estos datos puede interpretarse como estacionario o estable en sí mismo, y proporcione, por consiguiente, una base válida para pronosticar”. (Potorny, 1987)

Tabla 7. Modelo ARIMA de Precios Hardwood sin Tendencia

MODELO ARIMA PRECIOS HARDWOOD SIN TENENCIA						
	Coef.	Std. Err.	z	P>z	Intervalor de Confianza 95%	
<b>Hardwood</b>						
dummy	3.862	1.965	1.97	0.049	0.012	7.713
_cons	-0.636	1.471	-0.43	0.666	-3.520	2.248
<b>ARMA</b>						
ar						
L1.	0.285	0.065	4.37	0	0.157	0.412
/sigma	9.345	0.337	27.76	0	8.685	10.004

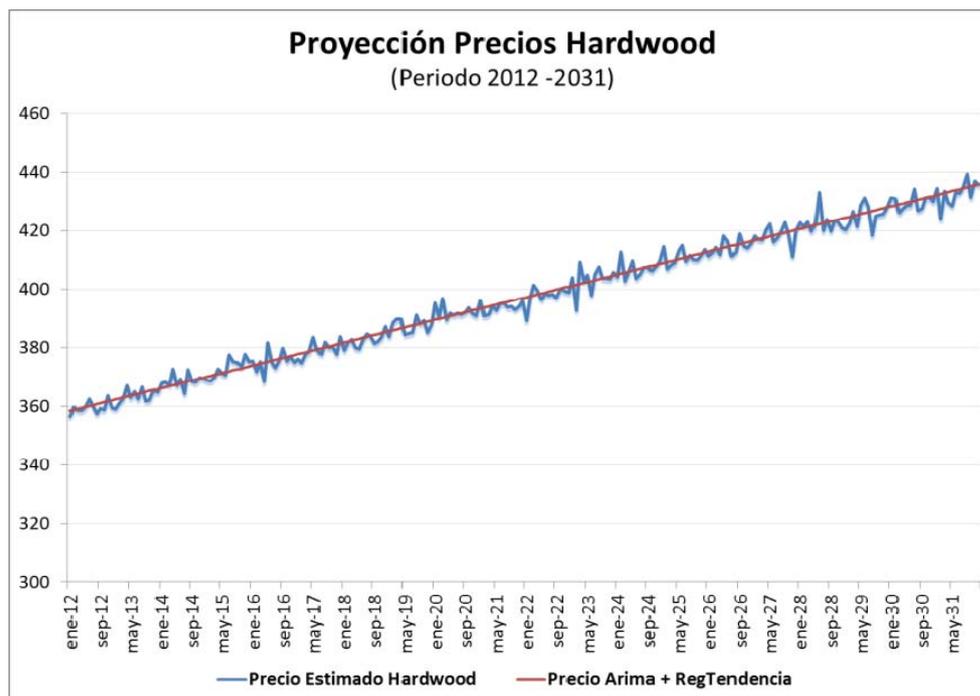
Los resultados de este modelo se utilizan para calcular el precio final proyectado con la siguiente ecuación:

**Ecuación 17.** Estimación de Precios de Hardwood

*Precio Estimado Hardwood*

$$= \text{Precio Hardwood tend} + \text{Precio Hardwood sintend} \\ + \text{emp}(\hat{\epsilon}) \text{ ARIMA Precio Hardwood sintend}$$

El objetivo de introducir la distribución empírica de los residuos es el de introducir un factor de riesgo en el precio estimado, que se utilizará como insumo para el modelo de rentabilidad ya que no se sabe con certeza el valor al cual se venderá la madera producida.



**Figura 7. Proyección de Precios de Hardwood**

Para probar que los datos estimados son estacionarios se realizó la prueba Dickey Fuller con los residuos del modelo ARIMA, es decir calcularon los residuos del modelo ARIMA de los precios de Hardwood estimados. A estos residuos se corrió la prueba Dickey Fuller en el software STATA, para rechazar la H0 de que la serie es no estacionaria y los resultados indican que se puede rechazar la hipótesis. De igual manera se analizó el estadístico Q de Box-Ljung para determinar que los residuos no presentan autocorrelación, estas pruebas indican que se puede considerar a los residuos como ruido blanco. Luego se procedió a hacer una simulación de 500 iteraciones de los precios estimados mensualmente para los próximos 20 años, con los resultados se analizó la varianza y se llegó a la conclusión de que no existe evidencia de varianza explosiva de los precios estimados.<sup>20</sup>

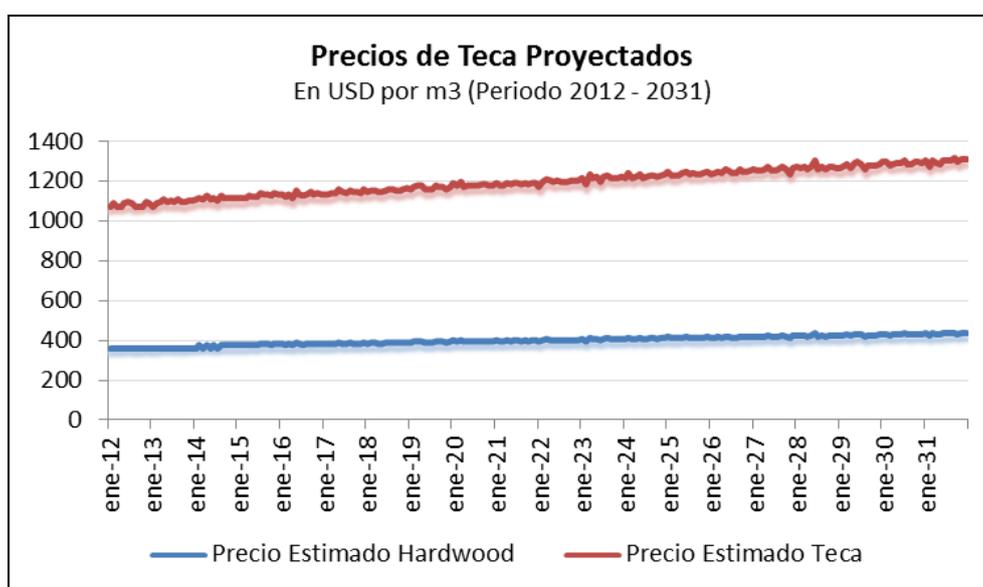
### 3.1.5 Factor de Ajuste de Precios

El objetivo de introducir un factor de ajuste de los precios estimados es determinar el precio que mejor se ajuste al precio de comercialización en bruto

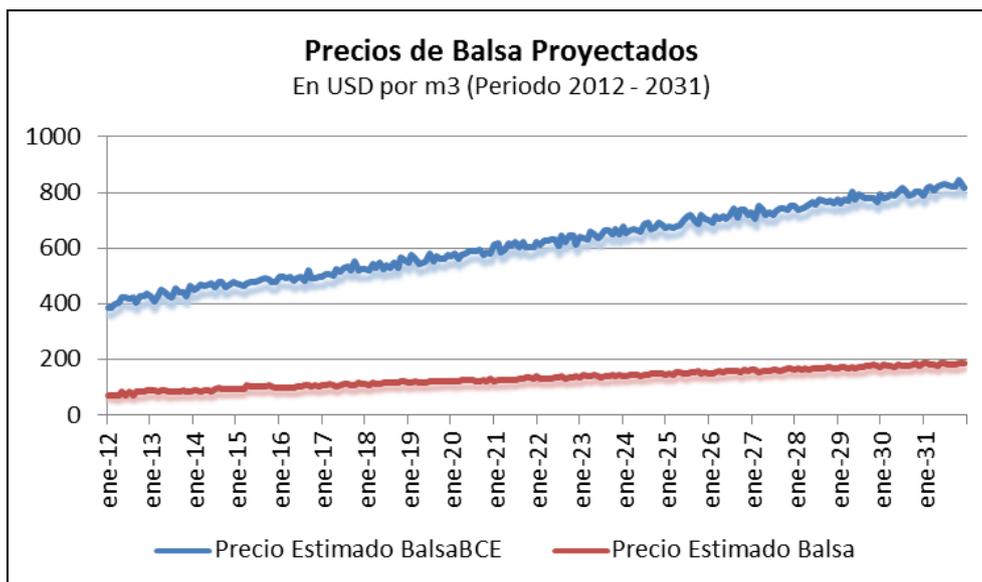
<sup>20</sup> Ver Anexo 6: Prueba de Varianza Explosiva

del mercado de la teca y la balsa. Las series de precios utilizadas en las estimaciones tienen una función de referencia para encontrar la tendencia de crecimiento de los precios en el mercado. Por lo tanto, lo que se pronosticó con los modelos de precios (hardwood y Balsa BCE) es la tendencia de crecimiento de los precios de las dos maderas. La función de los factores es ajustar los precios pronosticados a la realidad del mercado ecuatoriano para que puedan ser utilizados en los modelos de rentabilidad. Estos factores son independientes y responden al efecto que tienen los precios actuales de estos productos en las series de tiempo que se utilizó para las proyecciones.

Para el factor de ajuste de precios de la teca sobre la serie de hardwood del FMI se tomó en cuenta que la teca es una madera de mayor calidad que el resto de hardwoods que están dentro de los precios del FMI por lo tanto el factor de ajuste debe ser hacia el alza. Para determinar cuánto por encima del promedio están los precios de la teca se analizó con expertos<sup>21</sup> la serie del FMI y los ingresos actuales del mercado. De esta manera, se llegó a determinar que los precios de la teca deben ser ajustados por un factor que multiplique por 3 los precios estimados.



<sup>21</sup> (Rodríguez, 2011)



**Figura 8. Factor de Ajuste de Precios Referenciales de Balsa y Teca**

En cuanto al factor de balsa, el análisis es diferente ya que el precio que se utilizó como insumo es un precio referencial de las exportaciones de balsa, esto quiere decir que es un precio para un producto semielaborado. El modelo de rentabilidad necesita un precio del producto en bruto por lo tanto el factor que se utilizó reducirá el precio calculado de los datos del BCE. Para determinar el factor de ajuste se utilizó el criterio de expertos hasta llegar a la conclusión que el que mejor se ajusta es 0.25, es decir un cuarto del precio de exportación de balsa.

### 3.1.6 Tasa de Descuento (r)

Debido a que el sector económico analizado es tan variable y la información es muy limitada se utiliza como tasa de descuento la rentabilidad de la segunda mejor opción que tiene un inversionista, bajo un concepto de costo de oportunidad. Para esta investigación utilizamos como segunda mejor opción de inversión las acciones de Teca transadas en el mercado bursátil del Ecuador. Según información de la Bolsa de Valores de Quito, la rentabilidad anual de las acciones de Teca es del 15%.

### 3.1.7 Costo del Terreno (K)

El avalúo del terreno se realizó haciendo un levantamiento de información de precios de la hectárea en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Como resultado se obtuvo que el precio promedio de la **ha** actualmente es de US\$5,000 y se proyecta una apreciación del 5% anual lo que equivale a un precio de la **ha** al final de la evaluación (año 2031) de US\$ 12,635.

Para el modelo de rentabilidad se incluirá el costo de la tierra en el flujo como una inversión en el año 0 y como un ingreso en el año 20 cuando finaliza el periodo de evaluación.

### 3.1.8 Costos Recurrentes (C(1))

Los costos del primer año corresponden a semilla, vivero, preparación del terreno, plantación y replante, mantenimiento y fertilización, herramientas, asistencia técnica, mantenimiento y supervisión y administración. Por las características de la plantación el mantenimiento decrece a partir del tercer año. Por lo tanto a partir del tercer año los costos recurrentes corresponden a los rubros de Asistencia Técnica, Mantenimiento y Supervisión y Administración. La Asistencia Técnica y el mantenimiento y supervisión son contratos de servicios por periodos de tiempo determinados, a diferencia de la Administración que se considera dentro de la nómina.

Tabla 8. Costos Unitarios en el Año 1

### Costos Unitarios Año 1

	TECA	BALSA
Semilla (unidad)	\$ 0.15	\$ 0.12
Vivero*	\$ 1.75	\$ 1.75
Preparación del terreno*	\$ 1.75	\$ 1.75
Plantación y Replante*	\$ 1.75	\$ 1.75
Mantenimiento y Fertilización*	\$ 1.75	\$ 1.75
Herramientas (paquete)	\$ 100	\$ 100
Asistencia Técnica*	\$ 18.0	\$ 18.0
Mantenimiento y Supervisión*	\$ 2.5	\$ 2.5
Administración*	\$ 16.8	\$ 16.8

\*Costo hora - hombre

### 3.1.9 Inflación

Para los costos de los siguientes años se utilizará la inflación proyectada y publicada por el BCE hasta el 2015 a partir de ese año se mantiene constante el último dato proyectado.

Tabla 9. Inflación Proyectada periodo 2012 - 2015

Inflación Proyectada periodo 2012 - 2015				
	2012	2013	2014	2015
Inflación Proyectada	5.14%	3.82%	3.75%	3.67%

Fuente: Proyecciones Macroeconómicas 2012. Banco Central del Ecuador

Adaptado de: BCE

### 3.1.10 Incremento Salarios

El incremento anual de salarios se proyectó en función de los datos de renta primaria por actividad económica publicados por el BCE en el Boletín de Índices de Precios al consumidor y productor y mercado laboral. En la tabla a continuación se presenta el promedio de las tasas de crecimiento anual desde 2007 – 2011. Ya que la serie de datos es muy pequeña y las tasas de crecimiento son volátiles, creemos que el promedio (12% de incremento) es

muy alto, por lo tanto se estima que un incremento del 10% anual sería apropiado.

**Tabla 10. Renta Primaria Mensual de Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura**

Renta Primaria mensual para la actividad de Agricultura, ganadería, caza y silvicultura		
Año	Salario	Incremento
2007	\$ 190.50	
2008	\$ 217.33	14.09%
2009	\$ 227.00	4.45%
2010	\$ 239.50	5.51%
2011	\$ 297.25	24.11%
<b>Incremento Promedio</b>		<b>12.0%</b>

*Fuente: Boletín de Índice de Precios al consumidor,*

**Adaptado de:** BCE

### 3.1.11 Portafolio de Maderas

El término portafolio de inversiones se utiliza comúnmente para acciones, bonos u otros activos financieros transados en el mercado bursátil con el objetivo de diversificar el riesgo y obtener una mayor rentabilidad en el tiempo. Sin embargo, haciendo un símil de los productos del mercado bursátil con los productos agrícolas se puede adaptar el término a un portafolio de activos agrícolas y obtener el mismo objetivo.

La investigación contempla dos tipos de productos madereros, uno considerado de corto plazo (balsa) y otro de largo plazo (teca). Siguiendo el enfoque del objetivo de la investigación se analizará los flujos esperados de plantaciones madereras variando la participación (teca vs balsa). De esta manera se pretende encontrar un portafolio que maximice la rentabilidad de la plantación utilizando un producto de corto plazo y uno de largo plazo, permitiendo aprovechar de mejor manera los beneficios de los dos productos y facilitando el acceso al financiamiento.

La creación de un portafolio en este caso permite utilizar dos productos madereros de diferente plazo para obtener flujos positivos en periodos más

cortos de tiempo (ingresos de la balsa), manteniendo un flujo significativo (ingresos de la teca) a los veinte años. De esta forma se pretende encontrar el portafolio compuesto por balsa y teca que maximice la rentabilidad de la plantación.

Por estas razones se analizará el modelo en un periodo de 20 años dentro del cual se tendrá 4 periodos de ingresos destacables, en el 5to año, 10mo año, 15to año correspondientes a las cosechas de balsa y en el 20mo año corresponden a los ingresos de balsa y teca.

### 3.2 ANÁLISIS DEL PORTAFOLIO DE PLANTACIONES

Se analizará dos casos en particular: una plantación de 100 y una de 1000 hectáreas. Esto ayudará a diferenciar los volúmenes de inversiones y retornos que se manejan en cada caso. Se analizará el VAN y la TIRM<sup>22</sup> de los flujos esperados de una plantación en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los supuestos del modelo que se mantienen son los costos por **ha** en el año 2012, la tasa de descuento, el factor de pérdida estimada y el factor de precios.

**Tabla 11. Costo del Terreno Zona Santo Domingo de los Tsáchilas**

<b>Costo Terreno Zona Santo Domingo de los Tsachilas</b>		
	<b>Año 2012</b>	<b>Año 2031</b>
Costo terreno (c/ha)	\$ 5,000	\$ 12,635
<b>Total Costo Terreno 100 ha2</b>	<b>\$ 500,000</b>	<b>\$ 1,263,475</b>
<b>Total Costo Terreno 1,000 ha2</b>	<b>\$ 5,000,000</b>	<b>\$ 12,634,751</b>

*Se considera un apreciación del 5% anual del terreno*

Para los costos de los siguientes años se utilizará la inflación proyectada y publicada por el BCE hasta el 2015, a partir de ese año se mantiene constante el último dato proyectado.

<sup>22</sup> La Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), tiene dos principales diferencias con la TIR, la primera es que supone la reinversión de los flujos y la segunda es que supera los problemas que tiene la TIR cuando los proyectos tienen varios flujos negativos.

### **3.2.1 Análisis de las Variables en el Modelo**

Las variables que se analizarán son las que resultan más sensibles a diferentes cambios en el entorno, de esta manera estructurando diferentes escenarios para las variables se podrá apreciar como inciden en los flujos esperados del modelo y si estos cambios son manejables para el productor en cualquiera de los dos tamaños de plantación.

Para analizar cada variable se simularon escenarios de 500 iteraciones del VAN y la TIRM con parámetros establecidos previamente, mientras las demás variables permanecían estables. Es decir, se analiza el efecto en el VAN y la TIRM dado por el cambio de una variable a la vez. Esto se debe a que las variables de precio y volumen son variables estocásticas y es necesario realizar simulaciones de Montecarlo por hipercubo latino de 500 iteraciones para encontrar un valor esperado de las variables que miden la rentabilidad de la plantación. Los parámetros establecidos se irán detallando posteriormente al análisis de cada una de ellas.

### **3.2.2 Análisis de Rentabilidad de la Plantación**

En este análisis el principal objetivo es ver si un portafolio combinado de productos madereros es rentable, si bien no se busca todavía definir una combinación optima ya que el análisis se realizará con una combinación equitativa de Teca y Balsa, es decir 50% del total de la plantación para cada una. Los resultados fueron:

**Tabla 12. Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Grande (50% - 50% Teca y Balsa)**

<u>Indicadores de Rentabilidad de la Plantación (50% - 50% Teca y Balsa)</u>		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 6,491,417	18.03%
Promedio	\$ 7,445,004	18.43%
Límite superior (95%)	\$ 8,549,856	18.87%

**Tabla 13. Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Pequeña (50% - 50% Teca y Balsa)**

<u>Indicadores de Rentabilidad de la Plantación (50% - 50% Teca y Balsa)</u>		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 283,373	15.81%
Promedio	\$ 368,259	16.25%
Límite superior (95%)	\$ 452,472	16.67%

Como podemos darnos cuenta el proyecto es rentable tanto para plantaciones grandes como para las pequeñas. Es decir, es viable buscar mecanismos de financiamiento que ayuden a la realización de estos proyectos.

### 3.2.3 Análisis de Composición de Hectáreas

Lo primero que se realizó son escenarios de análisis para determinar la sensibilidad del VAN y la TIRM variando la participación entre Teca y Balsa de las 100~~ha~~ y 1000~~ha~~ respectivamente. De esta manera se analizará los efectos del cambio de participación de los dos productos de la plantación en la rentabilidad del proyecto. El objetivo del análisis es determinar la sensibilidad de la rentabilidad frente a variaciones en la participación de los productos madereros. De manera que podrá definir la combinación del portafolio tomando en cuenta la contribución a la rentabilidad de cada producto. En la siguiente tabla se presentan los escenarios propuestos:

**Tabla 14. Escenarios de Distribución de Hectáreas en Plantación Pequeña (100ha) y Grande (1000ha)**

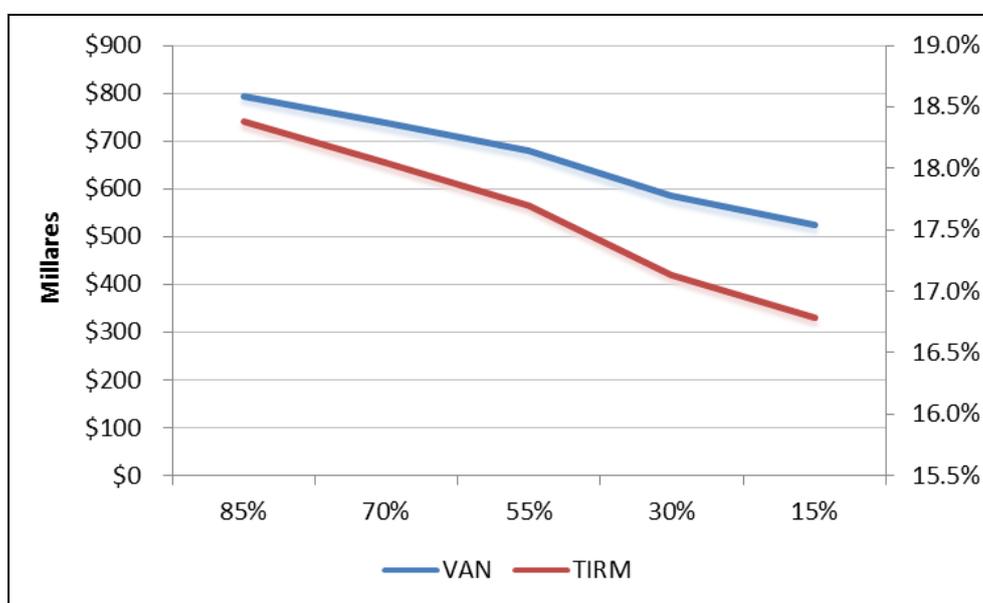
Escenarios Hectareas			Escenarios Hectareas		
	Teca (ha2)	Balsa (ha2)		Teca (ha2)	Balsa (ha2)
Escenario 1: 85% Teca	85	15	Escenario 1: 85% Teca	850	150
Escenario 2: 70% Teca	70	30	Escenario 2: 70% Teca	700	300
Escenario 3: 55% Teca	55	45	Escenario 3: 55% Teca	550	450
Escenario 4: 30% Teca	30	70	Escenario 4: 30% Teca	300	700
Escenario 5: 15% Teca	15	85	Escenario 5: 15% Teca	150	850

Se realizó una simulación de 500 iteraciones para cada escenario del VAN y la TIRM del modelo de rentabilidad diseñado para las plantaciones. En los 5 escenarios propuestos de participación de Teca y Balsa se mantienen todos los demás supuestos constantes.

**Tabla 15. Resultados de Escenarios de Hectáreas: Plantación Pequeña**

**Análisis Estadístico de Escenarios de Hectareas**

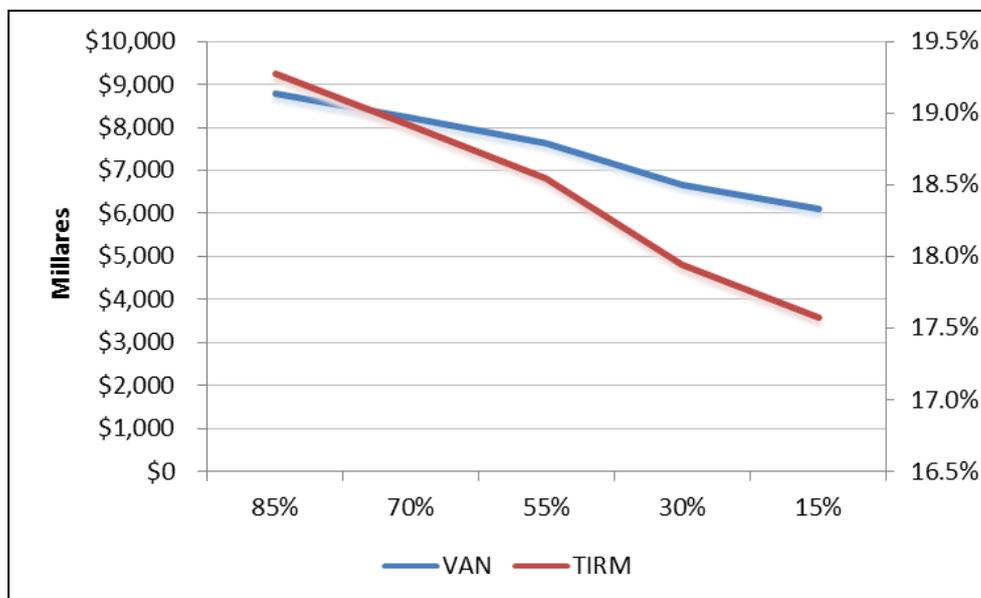
Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM								
Promedio	\$793,612	18.38%	\$736,273	18.04%	\$678,934	17.70%	\$583,370	17.13%	\$526,031	16.79%
Desv. Estandar	\$87,467	0.34%	\$72,956	0.29%	\$59,353	0.24%	\$41,197	0.18%	\$36,141	0.16%
Min	\$562,539	17.43%	\$540,527	17.22%	\$518,515	17.01%	\$456,822	16.57%	\$407,312	16.24%
Max	\$1,096,269	19.46%	\$985,640	18.97%	\$875,012	18.46%	\$692,272	17.58%	\$622,082	17.20%



**Figura 9. VAN y TIRM del Análisis de Escenarios de Hectáreas en Plantación Pequeña (100 ha)**

**Tabla 16. Resultados de Escenarios de Hectáreas: Plantación Grande**

Análisis Estadístico de Escenarios de Hectareas										
Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Promedio	\$8,782,709	19.28%	\$8,209,376	18.92%	\$7,636,042	18.55%	\$6,680,486	17.94%	\$6,107,152	17.58%
Desv. Estandar	\$878,300	0.34%	\$729,439	0.29%	\$589,604	0.24%	\$402,719	0.17%	\$352,264	0.16%
Min	\$6,511,133	18.35%	\$6,248,884	18.09%	\$5,986,636	17.85%	\$5,277,762	17.32%	\$4,728,949	16.94%
Max	\$11,400,274	20.23%	\$10,417,105	19.74%	\$9,433,935	19.25%	\$7,795,318	18.40%	\$6,923,864	17.93%



**Figura 10. VAN y TIRM del Análisis de Escenarios de Hectáreas en Plantación Grande (1000 ha)**

En las figuras 9 y 10 se puede observar como varían el VAN y la TIRM de la plantación pequeña y grande en función de los escenarios propuestos de participación de los productos madereros. Si se analiza los indicadores financieros se puede observar que sembrar más teca (escenario 1) es más rentable desde el punto de vista del VAN y la TIRM, pero es necesario recordar la importancia de tener balsa en el portafolio ya que ayudará a la liquidez del productor porque los flujos ingresan en menor tiempo (cada 5 años).

Tomando en cuenta que el objetivo de la investigación es analizar un portafolio de productos madereros que combine la teca y la balsa, el escenario que se utilizará como base para el resto del análisis es el escenario 2, es decir 70% teca y 30% balsa. Se descartan los escenarios con mayor participación de balsa ya que a partir del escenario 3 la reducción del VAN y de la TIRM es más significativa, el VAN disminuye en 12.5% comparado con el segundo escenario

mientras que la TIRM disminuye en 0.6pp. De esta manera en el portafolio se aprovechará las ventajas de los ingresos esperados de la teca para obtener un alto VAN y la ventaja de obtener ingresos periódicos de la balsa para obtener una TIRM mayor con ese VAN.

En la plantación pequeña se utiliza el mismo criterio para definir la combinación del portafolio que se utilizará para el resto del análisis. Sin embargo, cabe recalcar que en una plantación de menor tamaño la sensibilidad de los indicadores financieros es mayor frente a una mayor participación de la balsa en el portafolio. Se puede ver claramente que a mayor porcentaje de teca mejoran los índices financieros, sin embargo, se usará la misma proporción de teca y balsa que en la grande por la importancia de analizar el efecto que tiene utilizar un producto de corto plazo con un de largo plazo en escenario donde varían otras variables que afectan a la rentabilidad de la plantación.

### **3.3 MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO**

En función de las características del portafolio es necesario encontrar un mecanismo de financiamiento que permita tener por lo menos 5 años de gracia antes de realizar un primer pago con los ingresos de la balsa. Por lo cual se propone analizar el uso de dos mecanismos de financiamiento que cuentan con las características necesarias. El primero es un préstamo forestal que cuenta con un período de gracia para la cancelación tanto del interés como del capital y el segundo consiste en una titularización del valor presente del bosque, estos títulos deben ser negociados en el mercado financiero en función de los requerimientos del mercado. Estos mecanismos serán analizados en los modelos de rentabilidad de la plantación grande (1000 *ha*) y de la plantación pequeña (100 *ha*).<sup>23</sup>

El monto necesario para financiarse está en función de la inversión inicial (terreno), la inversión inicial de siembra de árboles y el capital de trabajo

---

<sup>23</sup> Ver Anexo 7: Instrumentos Financieros

estimados para los primeros 5 años ya que a los 5 años se espera tener los ingresos de la balsa. Por lo tanto, los montos que son necesarios para financiar la plantación grande y pequeño son US\$8'000,000 y US\$850,000, respectivamente.

### **3.3.1 Crédito Bancario**

El primer mecanismo es el crédito forestal de la Corporación Financiera Nacional (CFN). El producto crediticio disponible en el programa de agroforestal de la CFN<sup>24</sup> tiene las características necesarias para el desarrollo de una plantación forestal. Es decir, el monto máximo es de US\$ 10 millones, el plazo máximo es de 20 años, con hasta 20 años de gracia con un solo pago al final del periodo y una tasa de interés del 8.5%<sup>25</sup>. Este producto fue diseñado especialmente para el desarrollo de plantaciones madereras de balsa, gmelia, pino, eucalipto, laurel, pachaco, terminalia, jacarandá, mascarey, Fernán Sánchez, caucho y teca. Las condiciones del crédito varían en función del producto asociado.

El objetivo es evaluar cómo se sostienen los flujos de la plantación y la liquidez que se presenta al momento de enfrentar los egresos, que tan sensible es el modelo en escenarios de variación del precio de mercado estimado, como afecta al modelo variaciones en el factor de pérdida esperado de la plantación y, en general, como se ve afectada la rentabilidad que obtendría el productor en los distintos escenarios.

### **3.3.2 Titularización del Bosque**

Este mecanismo consiste en titularizar el valor presente del bosque. Es decir, los títulos valor emitidos estarán ligados a un activo tangible como es una plantación. De esta manera, el inversionista tendrá la garantía del activo

---

<sup>24</sup> Ver Anexo 3: Programa de Financiamiento Forestal CFN

<sup>25</sup> Las condiciones del crédito forestal son excepcionales y tienen la finalidad de incentivar a la forestación. En el mercado financiero privado sería imposible encontrar estas condiciones tan favorables para el productor.

tangible subyacente a los títulos valor - adquiridos. Según los montos establecidos de financiamiento, será únicamente necesario titularizar alrededor del 50% del valor presente del bosque.

La estructura de la titularización estará conformada por 80 títulos de US\$100,000 para la plantación grande y 85 títulos de US\$10,000 para la plantación pequeña, con un rendimiento anual del 12% fijado en base al análisis de tasas de rentabilidad de los títulos valor del mercado bursátil.<sup>26</sup> La tasa del 12% se fijó a partir de un análisis de los rendimientos esperados por los inversionistas del mercado financiero tomando en cuenta que estos títulos son diferentes a los existentes actualmente por lo tanto se paga una prima de casi 5pp sobre el promedio del mercado que se considera significativo, considerando que tienen como garantía el activo tangible.

El objetivo es evaluar cómo se sostienen los flujos de la plantación y la liquidez que se presenta al momento de enfrentar los egresos, analizar si es que los flujos permiten pago de cupones (abonos de interés y capital) en los títulos emitidos, qué tan sensible es el modelo en escenarios de variación del precio de mercado estimado, cómo afecta al modelo variaciones en el factor de pérdida esperado de la plantación y, en general, cómo se ve afectada la rentabilidad que obtendría el productor y el inversionista en los distintos escenarios planteados.

### **3.4 EVALUACIÓN DE LOS MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO**

Para poder comparar los dos mecanismos financieros es necesario realizar una evaluación comparativa del VAN y la TIRM que el modelo arroja utilizando el crédito forestal y la titularización. De esta manera se podrá determinar cuál mecanismo es el más conveniente para el productor de la plantación pequeña y grande.

---

<sup>26</sup> Ver Anexo 5: Rentabilidad De Las Títulos Emitidos En La Bolsa De Valores De Quito.

### 3.4.1 Crédito Bancario

En el caso del crédito bancario como mecanismo de financiamiento, los agentes involucrados son el prestatario, en este caso el Estado (CFN) y el sujeto de crédito, en este caso el productor. Teniendo en cuenta que la teca tiene el 70% de participación en la plantación, el financiamiento al cual se puede acceder tiene como plazo máximo de gracia 20 años. Sin embargo, es necesario encontrar el punto óptimo de periodos de gracia que genere el mayor beneficio para el productor.

Se introdujo en el modelo de rentabilidad de la plantación grande y pequeña los pagos del crédito calculados en la tabla de amortización dinámica<sup>27</sup> con el fin de evaluar diferentes alternativas e identificar el periodo que maximice el beneficio del productor. De esta manera se podrá analizar cuál es el periodo mínimo de gracia que soporta el modelo y cuál es el periodo que maximiza la rentabilidad esperada.

El resultado de la evaluación de varios periodos de gracia indica que el modelo no permite realizar pagos antes de los 20 años, periodo en el que se cosecha la teca, tanto en la plantación grande como en la pequeña. Es decir, los flujos de ingreso de la balsa no son suficientes para cancelar los intereses acumulados y el capital en periodos previos a los 20 años: para comenzar a cancelar el préstamo es necesario contar con los ingresos de la teca. En consecuencia, tanto para la plantación grande como pequeña se definió un solo pago de capital y de intereses acumulados a los 20 años.

**Tabla 17. Pago del Crédito Forestal**

Mecanismo 1: Crédito Forestal (CFN - 20 años de gracia)		
	Desembolso	Pago (20 años)
Plantación Grande (1000ha)	\$ 8,000,000	\$ 40,896,369
Plantación Pequeña (100ha)	\$ 850,000	\$ 4,345,239

<sup>27</sup> Revisar Anexo 8: Guía del Modelo de Rentabilidad en Excel

Una vez definido el periodo de gracia se realizó simulaciones de Montecarlo por hipercubo latino de 1000 iteraciones para determinar la distribución del VAN y la TIRM utilizando como mecanismo de financiamiento el crédito forestal con periodo de gracia de 20 años para un plantación pequeña (100ha) y grande (1000ha).

**Tabla 18. Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa)**

Indicadores de Rentabilidad del Potafolio Maderero con Crédito (70% Teca - 30% Balsa)		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 985,613	25.44%
Promedio	\$ 1,130,067	25.96%
Límite superior (95%)	\$ 1,292,084	26.43%

**Tabla 19. Indicadores de Rentabilidad de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa)**

Indicadores de Rentabilidad del Potafolio Maderero con Crédito (70% Teca - 30% Balsa)		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 11,089,789	23.91%
Promedio	\$ 13,725,732	24.66%
Límite superior (95%)	\$ 17,118,189	25.46%

Como podemos darnos cuenta utilizando el crédito forestal en la plantación pequeña, al 95% de confianza, el VAN se encuentra entre US\$985,613 y US\$ 1'292,084, y la TIRM entre 25.44% y 26.43%. En plantación grande, al 95% de confianza, el VAN se encuentra entre US\$11'089,789 y US\$ 17'118,189, y la TIRM entre 23.91% y 25.46%. En el VAN si existe una diferencia notable debido a la dimensión de las plantaciones. Mientras que la TIRM no varía mucho entre un plantación pequeña y una grande.

### 3.4.2 Titularización del Bosque

En el caso de titularizar el bosque para obtener financiamiento, los agentes involucrados son el productor, el fideicomiso necesario para la emisión de los títulos valor y los inversionistas. En este caso es necesario evaluar la rentabilidad tanto del productor como de los inversionistas que adquieren los

títulos valor. El valor a titularizar corresponde en promedio a menos del 50% del VAN del bosque de la plantación grande y a 63% de la plantación pequeña.<sup>28</sup>

**Tabla 20. Características de Titularización de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa)**

Mecanismo 2: Titularización del bosque	
Supuestos	
Valor Presente del Bosque (VAN Ingresos)	\$ 1,340,426
Valor a Titularizar	\$ 850,000
<i>% del VAN del bosque</i>	<i>63.4%</i>
Rendimiento Anual Títulos	12.0%

**Tabla 21. Características de Titularización de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa)**

Mecanismo 2: Titularización del bosque	
Supuestos	
Valor Presente del Bosque (VAN Ingresos)	\$ 17,169,502
Valor a Titularizar	\$ 8,000,000
<i>% del VAN del bosque</i>	<i>46.6%</i>
Rendimiento Anual Títulos	12.0%

Los títulos emitidos tienen la característica de que realizan pagos de cupón cada 5 años, consistente con los ingresos de la balsa cada 5 años. Para poder calcular el monto correspondiente al pago de ese cupón se realizó simulaciones de 500 iteraciones del flujo restante en el periodo 9, 14 y 19 es decir tomando en cuenta los ingresos esperados del año de cosecha menos los costos de replante y mantenimiento de los siguientes cuatro periodos hasta el periodo que se perciben ingresos (10, 15 y 20). De los valores de la simulación se calculó el límite inferior al 95% para determinar los pagos de los cupones de los títulos tanto de la plantación pequeña como de la grande.

<sup>28</sup> Debido a que el modelo de valoración utiliza variables estocásticas como el precio y el volumen de producción, no es posible calcular un valor exacto del VAN del bosque.

**Tabla 22. Amortización de los Títulos de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa)**

Amortización Títulos Valor Plantación Pequeña				
	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Pago Cupón (lim 95%)	\$ 1,765	\$ 3,765	\$ 6,118	\$64,330
Interés Generado	\$ 7,623	\$ 12,090	\$ 18,436	\$ 27,827
Interés Pagado	\$ 1,765	\$ 3,765	\$ 6,118	\$ 27,827
Capital Inicial	\$ 10,000	\$ 15,859	\$ 24,184	\$ 36,502
Capital Pagado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 36,502
Saldo Capital	\$ 15,859	\$ 24,184	\$ 36,502	\$ -
<i>Rendimiento</i>	<i>10.0%</i>	<i>13.5%</i>	<i>14.4%</i>	<i>43.3%</i>

**Tabla 23. Amortización de los Títulos de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa)**

Amortización Títulos Valor Plantación Grande				
	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Pago Cupón (lim 95%)	\$ 18,750	\$ 40,000	\$ 65,000	\$623,214
Interés Generado	\$ 76,234	\$ 120,057	\$ 181,087	\$ 269,586
Interés Pagado	\$ 18,750	\$ 40,000	\$ 65,000	\$ 269,586
Capital Inicial	\$ 100,000	\$ 157,484	\$ 237,541	\$ 353,628
Capital Pagado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 353,628
Saldo Capital	\$ 157,484	\$ 237,541	\$ 353,628	\$ -
<i>Rendimiento</i>	<i>10.6%</i>	<i>14.4%</i>	<i>15.5%</i>	<i>43.3%</i>

Analizando los resultados por el lado del inversionista, la rentabilidad de los cupones pagados por los títulos en el año 5 es del 10%, sin embargo, el resto de intereses (intereses no pagados) siguen capitalizándose de manera que sigan ganando valor en el tiempo. En el año 10 para la plantación grande la rentabilidad por título es de 14.4% y para la pequeña es de 13.5%. Al final del año 20 se realiza un pago correspondiente al capital y los intereses capitalizados, este valor corresponde a un rendimiento del 43.3% sobre la inversión.

Por el lado del productor es necesario analizar la rentabilidad esperada tanto por el lado del VAN y la TIRM. Al igual que con el crédito forestal, se realizó simulaciones de Montecarlo por hipercubo latino de 1000 iteraciones para determinar la distribución del VAN y la TIRM utilizando como mecanismo de financiamiento la titularización del bosque y tomando en cuenta los pagos periódicos definidos.

**Tabla 24. Indicadores de Rentabilidad con Titularización de la Plantación Pequeña (70% - 30% Teca y Balsa)**

Indicadores de Rentabilidad del Potafolio Maderero con Titularización (70% Teca - 30% Balsa)		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 865,764	24.66%
Promedio	\$ 1,010,218	25.24%
Límite superior (95%)	\$ 1,172,235	25.77%

**Tabla 25. Indicadores de Rentabilidad con Titularización de la Plantación Grande (70% - 30% Teca y Balsa)**

Indicadores de Rentabilidad del Potafolio Maderero con Titularización (70% Teca - 30% Balsa)		
	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 10,536,176	22.66%
Promedio	\$ 13,172,119	23.68%
Límite superior (95%)	\$ 16,564,576	24.64%

Como podemos darnos cuenta con el segundo mecanismo de financiamiento tanto en la plantación pequeña, al 95% de confianza, el VAN se encuentra entre US\$865,764 y US\$ 1'172,235, y la TIRM entre 24.66% y 25.77%. En plantación grande, al 95% de confianza, el VAN se encuentra entre US\$10'536,176 y US\$ 16'564,576, y la TIRM entre 22.66% y 24.64%. En el VAN si existe una diferencia notable debido a la dimensión de las plantaciones. Mientras que la TIRM no varía mucho entre una plantación pequeña y una grande.

Sin embargo, comparando los dos mecanismos de financiación propuestos se puede evidenciar que el crédito forestal significa rendimientos más altos para el productor ya que la tasa es menor al rendimiento pagado por lo títulos valor del segundo mecanismo. La TIRM en la plantación grande mejora en 1.0pp con el crédito forestal comparado con la titularización y en la plantación pequeña mejora en 0.7pp. Por el lado del VAN, en la plantación grande utilizando el crédito forestal mejora en 4.2% comparado con la titularización (más de US\$ 553 mil), y en la plantación pequeña utilizando el crédito forestal mejora en 12.1% comparado con la titularización (más de US\$ 110 mil).

En cuanto a la diferencia de una plantación grande con una pequeña en general se observa que una plantación de 1000 ha es más rentable que una pequeña de 100 ha. Esto se debe a que el costo fijo unitario de administración es menor en la plantación grande. Utilizando como mecanismo de financiamiento el crédito, la rentabilidad de la plantación pequeña se reduce en 0.5pp comparando la TIRM, y si se compara el ratio VAN promedio / inversión inicial se obtiene que en la plantación grande este ratio es 171.1% y en la plantación pequeña es 131.9%, es decir una diferencia de 40pp a favor de la plantación grande. Analizando los resultados utilizando la titularización del bosque se observa en la plantación grande una diferencia de 0.6pp de la TIRM comparando con la pequeña, y si se compara el ratio VAN promedio / inversión inicial se obtiene que en la plantación grande este ratio es 164.2% y en la plantación pequeña es 118.8%, es decir una diferencia de 45.4pp a favor de la plantación grande.

### **3.5 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS**

#### **3.5.1 Escenarios del Factor de Riesgo de Pérdida en la Plantación ( $\alpha$ )**

El factor  $\alpha$  se utiliza como una aproximación al riesgo de pérdida que se presenta en las plantaciones. Es decir, representa un porcentaje de árboles de los sembrados que mueren en el tiempo. Este factor ha sido levantado por expertos para las dos especies analizadas, sin embargo, el objetivo del análisis de escenarios del factor  $\alpha$  es encontrar hasta qué punto el productor puede absorber esta pérdida.

Según expertos los factores  $\alpha$  generalmente son de 15% para la teca y de 20% para la balsa en escenarios normales, en la siguiente tabla se presentan los escenarios propuestos relacionados con esta variable:

Tabla 26. Escenarios del Factor de Pérdida

Escenarios Factor Pérdida		
	Teca	Balsa
Escenario 1:	30.0%	40.0%
Escenario 2:	22.5%	30.0%
Escenario 3:	15.0%	20.0%
Escenario 4:	7.5%	10.0%
Escenario 5:	0.0%	0.0%

En los diferentes escenarios, se realizó una simulación de 500 iteraciones del VAN y de la TIR del modelo de rentabilidad diseñado para las plantaciones. En los 5 escenarios propuestos de pérdida de teca y balsa, manteniendo todos los demás supuestos constantes.

### 3.5.1.1 Análisis con Financiamiento de Crédito Forestal

Tabla 27. Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Crédito Forestal: Plantación Pequeña (100 ha)

Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Pérdida con Crédito Forestal										
Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM								
Promedio	\$878,775	24.01%	\$1,004,429	25.06%	\$1,130,082	25.96%	\$1,255,736	26.75%	\$1,381,390	27.46%
Desv. Estandar	\$67,983	0.26%	\$75,272	0.25%	\$82,561	0.24%	\$89,850	0.24%	\$97,139	0.24%
Min	\$699,839	23.19%	\$806,183	24.26%	\$912,526	25.17%	\$1,018,870	25.98%	\$1,125,213	26.69%
Max	\$1,113,359	24.69%	\$1,264,065	25.70%	\$1,414,770	26.58%	\$1,565,475	27.35%	\$1,716,181	28.05%

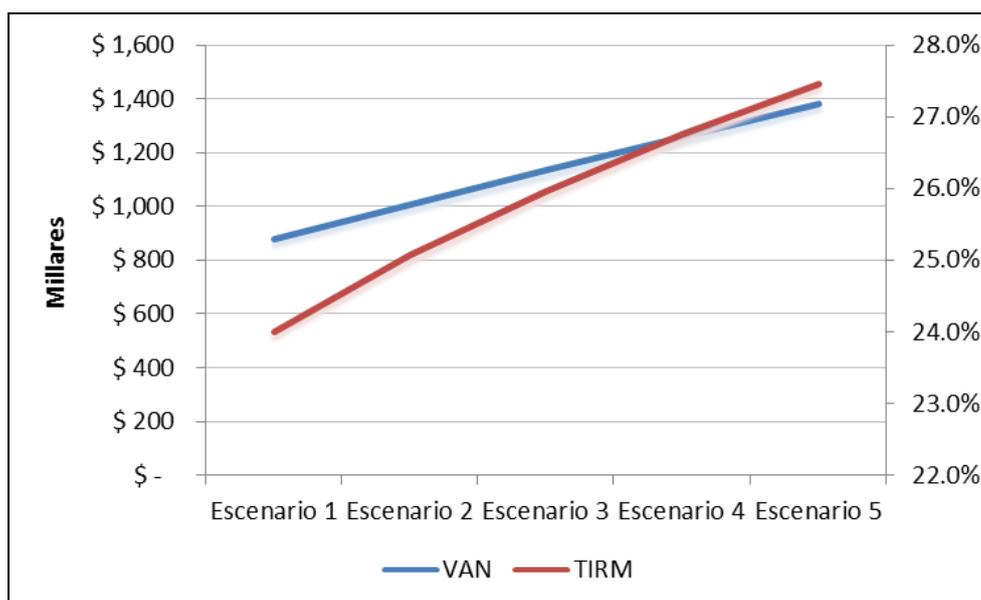
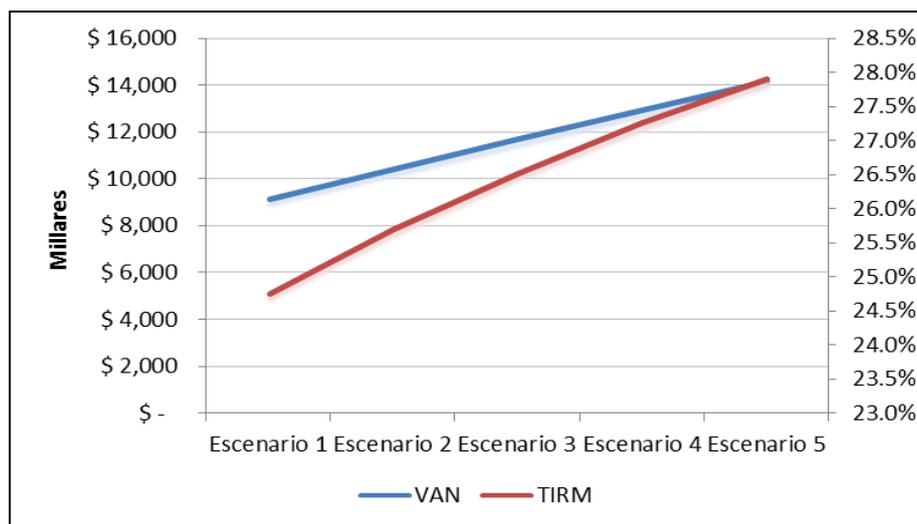


Figura 11. VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Pequeña con Crédito Forestal (100 ha)

**Tabla 28. Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Crédito Forestal: Plantación Grande (1000 ha)**

Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Pérdida con Crédito Forestal										
Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM								
Promedio	\$9,154,907	24.76%	\$10,411,441	25.70%	\$11,667,974	26.52%	\$12,924,508	27.25%	\$14,181,042	27.91%
Desv. Estandar	\$665,936	0.23%	\$737,294	0.23%	\$808,655	0.22%	\$880,018	0.22%	\$951,383	0.22%
Min	\$7,197,656	24.14%	\$8,244,414	25.08%	\$9,291,173	25.91%	\$10,337,932	26.63%	\$11,384,690	27.29%
Max	\$11,224,939	25.39%	\$12,703,428	26.32%	\$14,181,917	27.13%	\$15,660,406	27.85%	\$17,138,894	28.51%



**Figura 12. VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Grande con Crédito Forestal (1000 ha)**

En los resultados de la evaluación de los escenarios propuesto de variación en el factor de pérdida de una plantación utilizando como mecanismo de financiamiento el crédito forestal de la CFN se puede observar que a mayor pérdida de la plantación el VAN y la TIRM disminuyen, lo contrario sucede si el factor de pérdida es menor.

En el escenario 5 (no existe pérdida en la teca ni en la balsa) en la plantación pequeña, el VAN promedio es de US\$1'381,390 (US\$251,308 sobre el escenario normal) y la TIRM es de 27.46%, 1.5 puntos porcentuales (pp) sobre el escenario normal. Mientras que en la plantación grande el VAN promedio es de US\$14'181,042 (US\$ 2'513,068 sobre el escenario normal) y la TIRM es de 27.9%, 1.4pp sobre el escenario normal.

En el escenario 1 de la plantación pequeña (30% pérdida teca y 40% pérdida balsa) el factor de pérdida es el doble del experimentado normalmente, tanto

para teca como para balsa. Este sería el peor escenario simulado, aun así el VAN promedio no es negativo lo cual significa que el portafolio sigue siendo rentable. En comparación con el escenario normal (escenario 3), en la plantación pequeña el VAN disminuye en US\$ 251,308 y la TIRM disminuye en 1.9pp. Mientras que para la plantación grande el VAN disminuye en US\$ 2'513,067 y la TIRM disminuye en 1.8pp.

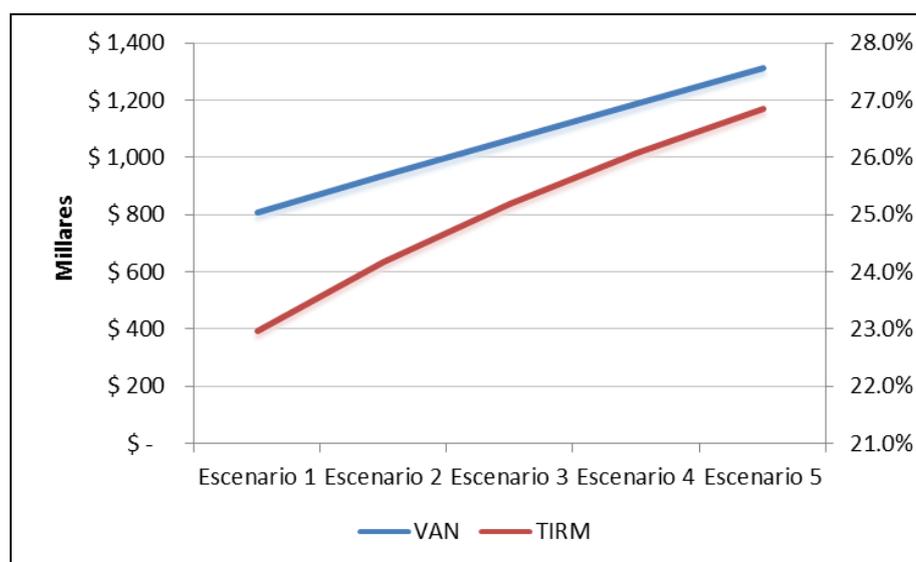
Podemos concluir que un productor de una plantación, con 70% teca y 30% de balsa puede esperar ganancias aún si el factor de pérdida incrementa el doble de lo observado en el sector. Para los siguientes análisis se mantiene con el escenario normal ya que son datos obtenidos de investigaciones realizadas en teca y balsa.

### 3.5.1.2 Análisis con Titularización del Bosque

**Tabla 29. Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Titularización del Bosque: Plantación Pequeña (100 ha)**

**Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Pérdida con Titularización del Bosque**

Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM								
Promedio	\$809,561	22.98%	\$935,215	24.18%	\$1,060,869	25.20%	\$1,186,523	26.09%	\$1,312,176	26.87%
Desv. Estandar	\$67,983	0.30%	\$75,272	0.29%	\$82,561	0.27%	\$89,850	0.27%	\$97,139	0.26%
Min	\$630,625	21.97%	\$736,969	23.26%	\$843,313	24.32%	\$949,656	25.23%	\$1,056,000	26.02%
Max	\$1,044,146	23.76%	\$1,194,851	24.91%	\$1,345,556	25.90%	\$1,496,262	26.75%	\$1,646,967	27.51%

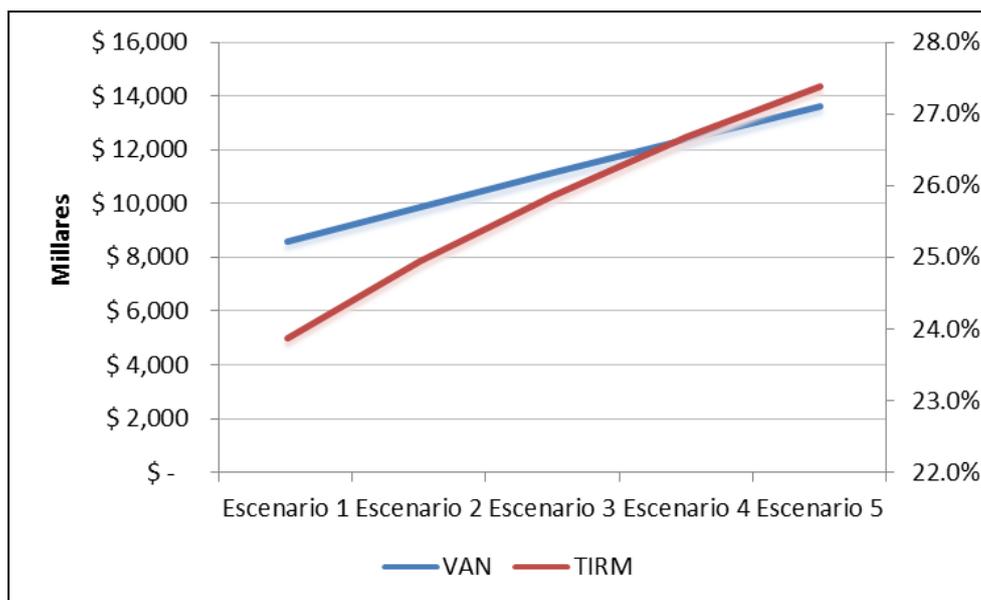


**Figura 23. VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Pequeña con Titularización (100 ha)**

**Tabla 30. Resultados de Escenarios Factor de Pérdida con Titularización del Bosque: Plantación Grande (1000 ha)**

**Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Pérdida con Titularización del Bosque**

Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4		Escenario 5	
	VAN	TIRM								
Promedio	\$8,601,154	23.88%	\$9,857,672	24.95%	\$11,114,190	25.86%	\$12,370,708	26.67%	\$13,627,226	27.38%
Desv. Estandar	\$685,622	0.26%	\$759,188	0.25%	\$832,756	0.24%	\$906,327	0.24%	\$979,899	0.23%
Min	\$6,861,273	22.96%	\$7,929,725	24.05%	\$8,998,176	24.98%	\$10,066,628	25.80%	\$11,135,080	26.52%
Max	\$10,640,142	24.54%	\$12,116,515	25.57%	\$13,592,887	26.47%	\$15,069,259	27.25%	\$16,545,631	27.96%



**Figura 34. VAN y TIRM de Escenarios del Factor de Pérdida en una Plantación Grande con Titularización (1000 ha)**

En los resultados de la evaluación de los escenarios propuesto de variación en el factor de pérdida de una plantación utilizando como mecanismo de financiamiento la titularización del bosque, se puede observar que a mayor pérdida de la plantación el VAN y la TIRM disminuyen, lo contrario sucede si el factor de pérdida es menor.

En el escenario 5, el mejor de los casos de la plantación pequeña (no existe pérdida en la teca ni en la balsa), el VAN promedio es US\$ 1'312,176 (US\$ 251,307 sobre el escenario normal) y la TIRM es 26.87%, 1.7 puntos porcentuales (pp) sobre el escenario normal. Mientras que en la plantación grande el VAN promedio es US\$ 13'627,226 (US\$ 2'513,036 sobre el escenario normal) y la TIRM es 27.4%, 1.5pp sobre el escenario normal.

En el escenario 1 de la plantación pequeña (30% pérdida teca y 40% pérdida balsa) el factor de pérdida es el doble del experimentado normalmente, tanto para teca como para balsa. Este sería el peor escenario simulado, aun así el VAN promedio no es negativo, lo cual significa que el portafolio sigue siendo rentable. En comparación con el escenario normal (escenario 3), en la plantación pequeña, el VAN disminuye en US\$ 251,308 y la TIRM disminuye en 2.2pp. Mientras que para la plantación grande el VAN disminuye en US\$ 2'513,036 y la TIRM disminuye en 2.3pp.

Podemos concluir que un productor de una plantación, con 70% teca y 30% de balsa puede esperar ganancias aún si el factor de pérdida incrementa el doble de lo observado en el sector. Para los siguientes análisis se mantiene con el escenario normal ya que son datos obtenidos de investigaciones realizadas en teca y balsa.

### **3.5.2 Escenarios del Factor de Ajuste de los Precios de Balsa y Teca**

El factor de ajuste de precios se usa para dar a las proyecciones de los precios un valor acorde con el mercado, este factor de ajuste es dado por un experto que está en contacto con los mercados tanto de Teca como de Balsa. En un inicio los factores utilizados son 3 para la Teca y 0.25 para la Balsa. Es decir, el valor de la Teca es 3 veces el valor promedio de los precios de hardwood del FMI y el precio de la Balsa en bruto es 25% del valor de la balsa elaborada que se comercializa internacionalmente. El objetivo de este análisis es ver cómo responde el modelo ante una caída del 50% en los precios proyectados y un alza en la misma proporción de los precios proyectados, a continuación los escenarios propuestos.

Tabla 31. Escenarios del Factor de Ajuste en los Precios

Escenarios Factor Precios		
	Teca	Balsa
Escenario 1:	1.50	0.13
Escenario 2:	3.00	0.25
Escenario 3:	4.50	0.38

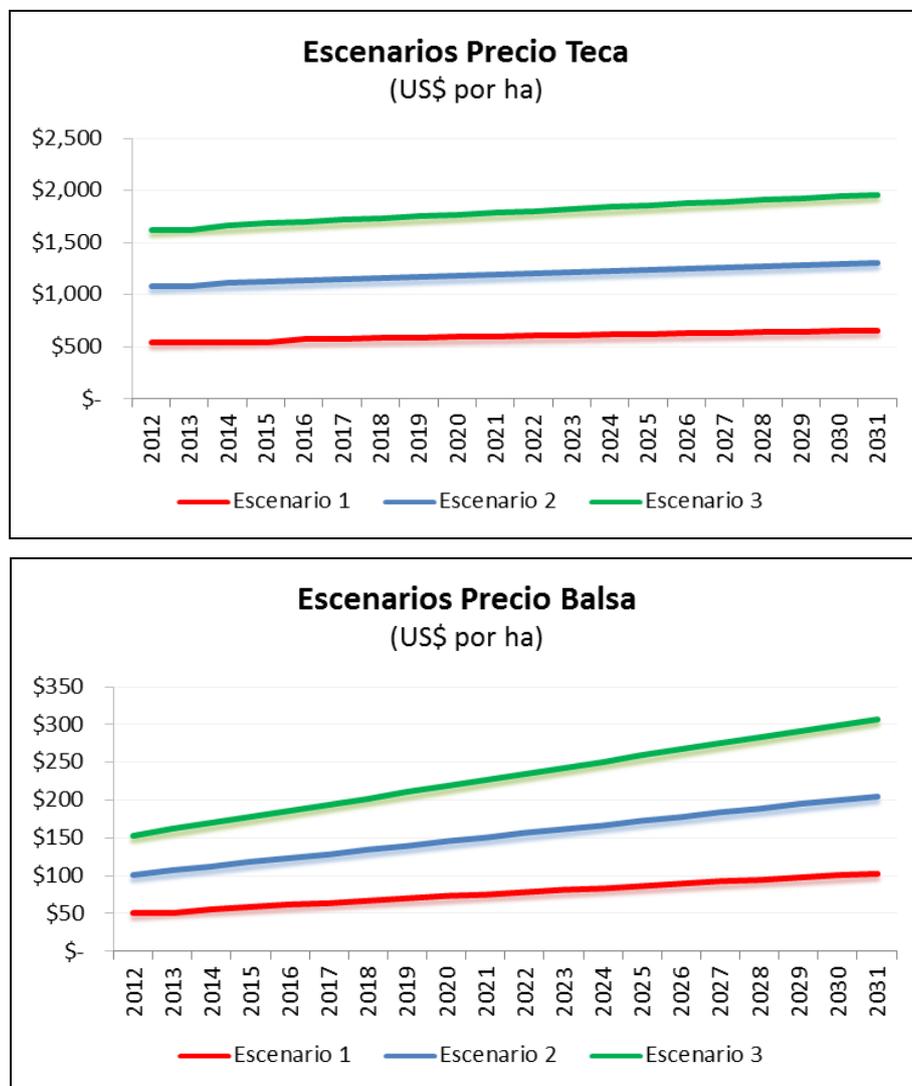


Figura 45. Escenarios de Precios de Balsa y Teca

En los diferentes escenarios, se realizó una simulación de 500 iteraciones del VAN y de la TIRM del modelo de rentabilidad diseñado para las plantaciones utilizando los 3 escenarios propuesto de factor precios de Teca y Balsa, manteniendo todos los demás supuestos constantes.

### 3.5.2.1 Análisis con Crédito Forestal

Tabla 32. Resultados de Escenarios de Precios con Crédito Forestal: Plantación Pequeña (100ha)

Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Precios con Crédito Forestal						
Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Promedio	\$445,012	20.26%	\$1,130,082	25.96%	\$1,815,153	28.93%
Desv. Estandar	\$41,280	0.34%	\$82,561	0.24%	\$123,841	0.24%
Min	\$336,234	19.02%	\$912,526	25.17%	\$1,488,819	28.18%
Max	\$587,355	21.10%	\$1,414,770	26.58%	\$2,242,184	29.53%

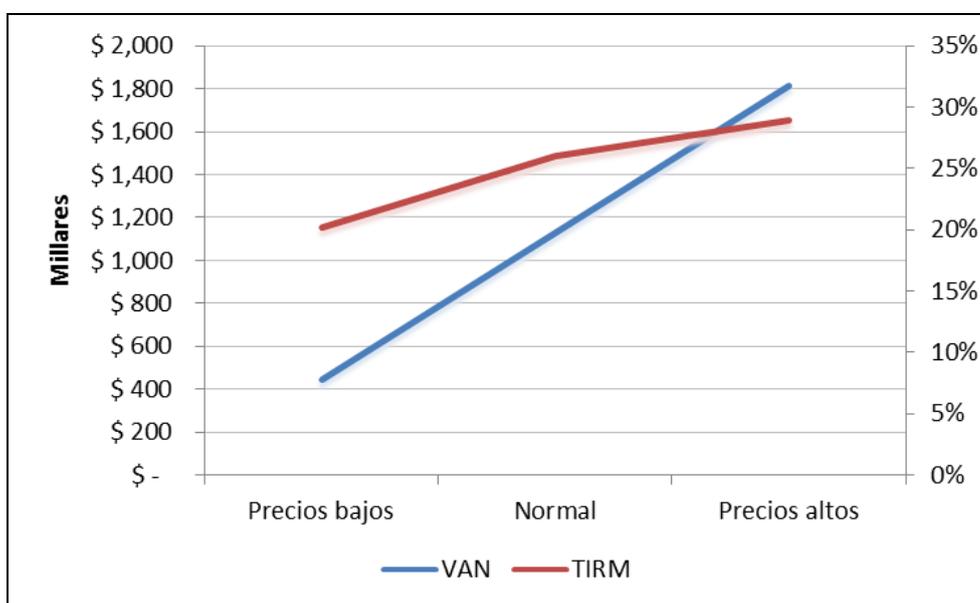
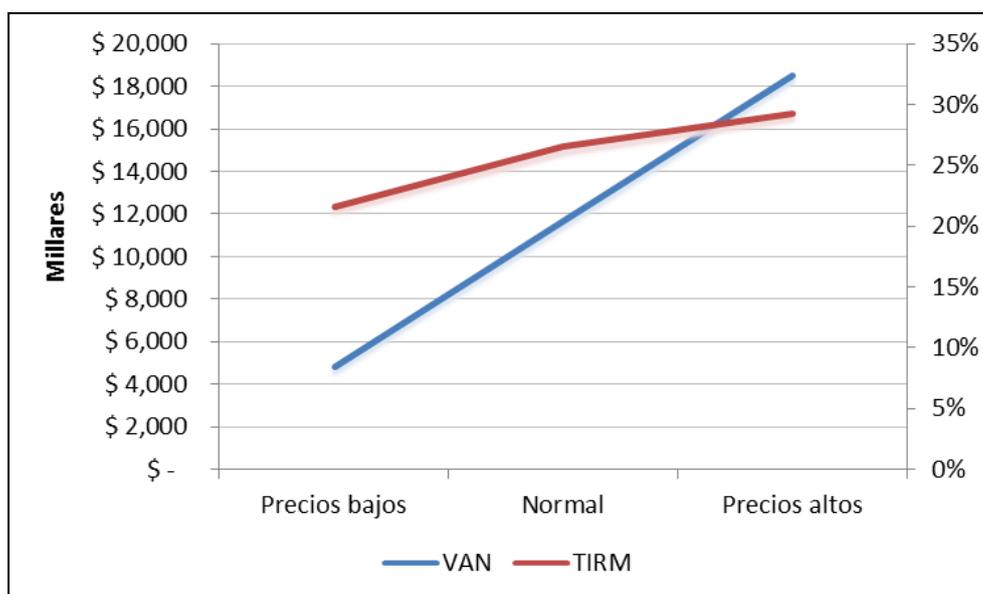


Figura 56. VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Crédito Forestal (Plantación Pequeña)

**Tabla 33. Resultados de Escenarios de Precios con Crédito Forestal: Plantación Grande (1000 ha)**

**Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Precios con Crédito Forestal**

Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Promedio	\$4,817,299	21.66%	\$11,667,974	26.52%	\$18,518,650	29.30%
Desv. Estandar	\$404,328	0.24%	\$808,655	0.22%	\$1,212,983	0.22%
Min	\$3,628,898	21.01%	\$9,291,173	25.91%	\$14,953,448	28.69%
Max	\$6,074,270	22.30%	\$14,181,917	27.13%	\$22,289,563	29.90%



**Figura 67. VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Crédito Forestal (Plantación Grande)**

Observando los resultados de las simulaciones se puede ver que una caída de los precios en 50% no tiene valores desalentadores para la plantación pequeña ni para la grande, las dos plantaciones logran sostenerse en este escenario, dando tan buenos resultados que el menor valor esperado del VAN no llega a ser negativo.

Cabe mencionar que hay razones que hacen de este escenario sea poco probable. La evolución del mercado, tanto de teca como de balsa, indica que por el contrario, los precios ascienden y debido a condiciones sociales y ambientales, el mercado maderero controlado va a crecer en el tiempo, por lo tanto no existe evidencia de una caída tan grande de precios. De igual

manera, una caída de esta magnitud significaría que en 20 años se tendría menores precios que los actuales. Por otro lado, el comportamiento del mercado y de los productos hacen que sea más probable una alza en los precios estimados, y cómo podemos observar gráficamente, bajo este escenario el VAN y la TIRM aumentan significativamente.

En conclusión, los ingresos esperados del flujo son sensibles a las variaciones del precio y la relación es directamente proporcional, sin embargo pueden soportar una caída fuerte de los precios si ningún problema.

### 3.5.2.2 Análisis con la Titularización del Bosque

Tabla 34. Resultados de Escenarios de Precios con Titularización: Plantación Pequeña (100ha)

#### Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Precios con Titularización

Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Promedio	\$375,798	17.86%	\$1,060,869	25.20%	\$1,745,940	28.46%
Desv. Estandar	\$41,280	0.42%	\$82,561	0.27%	\$123,841	0.25%
Min	\$267,020	16.44%	\$843,313	24.32%	\$1,419,605	27.64%
Max	\$518,142	18.93%	\$1,345,556	25.90%	\$2,172,971	29.10%

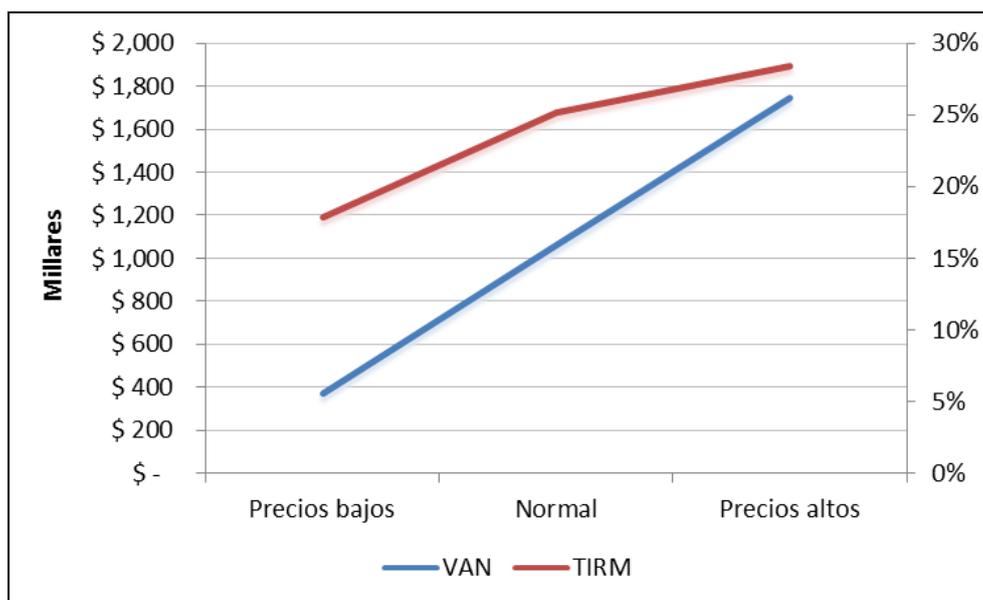
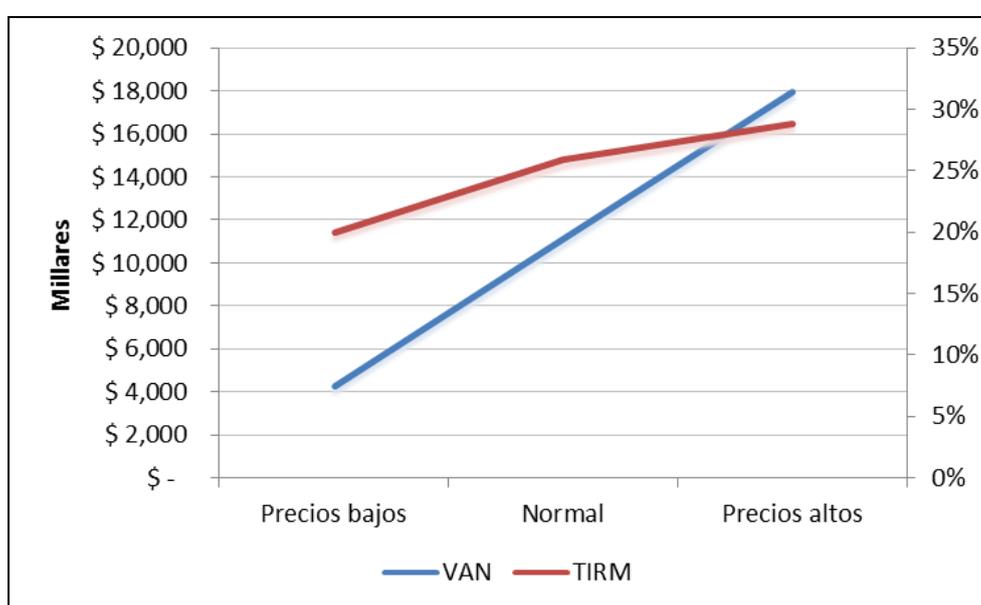


Figura 78. VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Titularización (Plantación Pequeña)

**Tabla 35. Resultados de Escenarios de Precios con Titularización: Plantación Grande (1000 ha)**

**Análisis Estadístico de Escenarios de Factor Precios con Titularización**

Variable	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Promedio	\$4,263,600	20.03%	\$11,114,190	25.86%	\$17,964,780	28.87%
Desv. Estandar	\$416,378	0.32%	\$832,756	0.24%	\$1,249,135	0.23%
Min	\$3,205,593	18.73%	\$8,998,176	24.98%	\$14,790,760	28.02%
Max	\$5,502,948	20.81%	\$13,592,887	26.47%	\$21,682,825	29.45%



**Figura 89. VAN y TIRM de Escenarios de Variación de Precios con Titularización (Plantación Grande)**

Observando los resultados de las simulaciones se puede ver que una caída de los precios en 50% no tiene valores desalentadores para la plantación pequeña ni para la grande, las dos plantaciones logran sostenerse en este escenario, dando tan buenos resultados que el menor valor esperado del VAN no llega a ser negativo. Cabe mencionar que hay razones que hacen de este escenario sea poco probable. La evolución del mercado, tanto de teca como de balsa, indica que por el contrario, los precios ascienden y debido a condiciones sociales y ambientales, el mercado maderero controlado va a crecer en el tiempo, por lo tanto no existe evidencia de una caída tan grande de precios.

De igual manera, una caída de esta magnitud significaría que en 20 años se tendría menores precios que los actuales. Por otro lado, el comportamiento del mercado y de los productos hace que sea más probable una alza en los precios estimados, y como podemos observar gráficamente, bajo este escenario el VAN y la TIRM aumentan significativamente.

En conclusión, los ingresos esperados del flujo son sensibles a las variaciones del precio y la relación es directamente proporcional, sin embargo pueden soportar una caída fuerte de los precios sin mayor problema.

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- La investigación propone como objetivos encontrar un modelo que valore correctamente una plantación maderera en función de las características del mercado ecuatoriano y una evaluación de mecanismos financieros con el fin de determinar la mejor posibilidad para el productor. El ejercicio empírico se realizó considerando todos los factores medibles que pueden afectar en la rentabilidad del productor y analizado las características del mercado financiero ecuatoriano para encontrar la mejor opción de financiamiento.
- Después de analizar los resultados del marco empírico es importante resaltar los beneficios de utilizar variables estocásticas en la evaluación de rentabilidad de la plantación propuesta. Al utilizar variables estocásticas para calcular el volumen y el precio esperado, tanto de la balsa como de la teca, es posible recoger la incertidumbre del mercado sobre del valor futuro de estas variables. De esta manera, los resultados del modelo de rentabilidad permiten al productor e inversionista tener un criterio más claro tener un intervalo del 95% de confianza, es decir, tanto los productores como los inversionistas tienen el 95% de probabilidad de que los valores reales se ubiquen en los resultados propuestos por el modelo en los diferentes escenarios.
- Por otro lado, la evaluación de los mecanismos financieros utiliza un mecanismo sencillo y conocido por la mayoría de productores como es el crédito forestal y un mecanismo financiero alternativo como es la titularización del bosque, que no es común ni conocido en el mercado ecuatoriano. Sin embargo, la titularización de bosques de teca es un mecanismo financiero que ha sido utilizado en países como Costa Rica. Al evaluar los resultados se concluye que el crédito forestal de la CFN es

el mejor mecanismo de financiamiento para el productor gracias a las condiciones del crédito – tasa de interés y periodo de gracia – que son más favorables para el productor comparado con las condiciones de la titularización del bosque que considera un mayor costo (12%) y pagos periódicos cada cinco años.

- Cabe recalcar que el crédito es otorgado por una institución pública (CFN) y responde a una iniciativa política de incentivar la producción forestal, es por esto que las características del crédito son más convenientes para el productor que cualquier otro mecanismo disponible en los mercados financieros. En el anexo 10 se encuentra un análisis de sensibilidad de la tasa de interés del crédito versus la tasa de rentabilidad de la titularización. Si se analiza escenarios en los que se igualan las tasas se puede evidenciar que en cuanto al VAN la titularización es una mejor opción para el productor, mientras que en cuanto a la TIRM el crédito forestal es superior aunque la tasa de interés sea del 12% (comparable con la tasas de rentabilidad de la titularización).
- Es necesario realizar una evaluación más profunda de las condiciones políticas, económicas y sociales del país para determinar la aceptación de los títulos valor de la titularización del bosque en el mercado ecuatoriano. Las características de los títulos requieren cinco años de gracia antes de realizar el primer pago al inversionista. Por factores coyunturales de la economía ecuatoriana, el inversionista no confía su dinero en productos de largo plazo ya que el entorno es muy variable y difícil de predecir. Por lo tanto, se puede concluir que la titularización del bosque maderero conformado con 70% teca y 30% balsa podría utilizarse como un mecanismo de financiamiento en entornos económicos más desarrollados donde exista mayor confianza del inversionista.
- Aun así es importante resaltar la idea de realizar un portafolio de productos madereros. Este componente del modelo permite diversificar el

riesgo de producir una sola especie arbórea. El riesgo puede venir tanto del volumen de producción así como del precio de venta en el mercado. Además, utilizar balsa que es de corto plazo y con un precio relativamente menor, y teca que es de largo plazo pero con un precio de mercado superior, permite que el producto obtenga ingresos en periodos de tiempo más cortos lo cual ayuda a mejorar su liquidez hasta el fin cuando obtiene un ingreso significativo de la teca.

- Evaluando las diferencias de rentabilidad de las plantaciones madereras se puede concluir que es más rentable tener una plantación más grande: esto se basa en el principio de economías de escala ya que existen costos fijos unitarios que disminuyen con el incremento de la producción. En el caso de las plantaciones, estos costos fijos son costo de mano de obra en la administración, mantenimiento y asesoría técnica. La cantidad de tiempo empleado en administración, mantenimiento y asesoría técnica por los empleados es mucho menor en una plantación pequeña. Sin embargo, debido a la regulación laboral nacional estos costos son iguales tanto en plantaciones grandes como en pequeñas ya que el tipo de contrato debe ser igual en los dos casos.
- El análisis de escenarios se realizó para identificar la sensibilidad de la rentabilidad en función de cambios en las variables que no controla el productor. Es decir, el porcentaje de pérdida de producción que se presenta por factores ambientales que están fuera de control de los productores y variaciones en el precio de mercado. Los resultados en la evaluación de escenarios indican que el modelo de rentabilidad presenta pérdidas en escenarios extremos de pérdida de la producción. Sin embargo, como era de esperarse, el modelo es mucho más sensible a cambios en los precios de mercado.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Esta investigación tiene un enfoque económico y financiero por lo tanto se han generado observaciones que apunta hacia mejorar la rentabilidad tanto del productor como del inversionista interesado en generar rentabilidad. Sin embargo, se considera importante complementar este análisis con una valoración ambiental de la plantación que pueda incluirse para evaluar el beneficio económico, social y ambiental que esta generaría. Existe un beneficio ambiental intrínseco en la plantación del bosque, esta es la reducción del dióxido de carbono del medio ambiente. Esta investigación no incluye este beneficio en el modelo de valoración de la plantación.
- Se recomienda hacer estudios de valoración ambiental de las plantaciones de teca y balsa para encontrar la absorción de CO<sub>2</sub> de las especies involucradas. De esta manera se podría incluir en el modelo de rentabilidad de la plantación el valor de reducción de dióxido de carbono generado por las plantaciones forestales. Con la tasa de absorción de CO<sub>2</sub> de la teca y balsa se pueden emitir Bonos de Carbono, estos bonos nacen de una iniciativa del Protocolo de Kyoto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero. De esta manera las empresas que emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub> pueden comparar estos bonos como un bien canjeable por el derecho a emitir CO<sub>2</sub>. Estos bonos también pueden ser considerados como un mecanismo de financiamiento para el productor. Cabe considerar que estos bonos no han sido emitidos en los mercados financieros, por lo tanto no se ha probado que generen el efecto deseado sobre la emisión de CO<sub>2</sub>.
- Por otro lado, la evaluación de la titularización del bosque asume supuestos fuertes de que los títulos valor son aceptados en el mercado financiero ecuatoriano, es decir, la tasa de rentabilidad y el periodo de

pago de los cupones son aceptados por los inversionistas. Para complementar este análisis es necesario realizar estudios de tasas de rendimiento esperadas por los inversionistas de titularizaciones dentro del mercado ecuatoriano con las características propuestas. Si la tasa de rendimiento propuesta está por encima de la tasa obtenida por los investigadores significa que es posible bajar el costo de financiamiento utilizando la titularización, por lo tanto sería necesario reevaluar el mecanismo con las nuevas condiciones de los títulos valor.

- El modelo introduce el concepto de un portafolio que maximice la rentabilidad del productor e inversionista. Esta metodología puede ser utilizada para evaluar otros productos madereros de diversas zonas del Ecuador con el objetivo de encontrar combinaciones de productos madereros que puedan apoyarse para generar una mayor rentabilidad para el productor y el inversionista. De igual manera, dado que la rentabilidad incrementa en función de la magnitud de la plantación, es importante realizar una evaluación de factibilidad para la creación de grupos de pequeños agricultores de la zona para la producción de bosques. Esta asociación se debe fomentar con el fin de ayudar a los pequeños productores para que aprovechen las economías de escalas y puedan incrementar su rentabilidad apoyándose en la comunidad.

## REFERENCIAS

1. Almeida Guzmán, D. (11 de Agosto de 1998). Titularización más ventajas. *Hoy*, págs. 5 - C.
2. Banco Central del Ecuador. (2009). *Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 2012, de <http://www.bce.fin.ec/index.php>
3. Bolsa de Valores de Quito. (s.f.). *Estadísticas: Bolsa de Valores de Quito*. Recuperado el 2012, de sitio web de la Bolsa de Valores de Quito: <http://www.bolsadequito.info/estadisticas/cotizaciones-historicas/titularizaciones/>
4. Consejo Nacional de Valores. (8 de Diciembre de 2009). Resolución No. CNV-008-2006. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Registro Oficial No. 98.
5. Corella Rodríguez, O. (2009). *Valoración de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico Norte de Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.
6. Corporación Financiera Nacional. (2010). *CFN crédito de primer piso, Matriz de Tasas de Interés*. Recuperado el Julio de 2011, de sitio web de CFN: [http://www.cfn.fin.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=135&Itemid=407](http://www.cfn.fin.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=407)
7. Corporación Financiera Nacional. (s.f.). MANUAL DE CREDITO DE PRIMER PISO. Quito, Pichincha, Ecuador.
8. Derivadosfinancieros.net. (s.f.). *Derivados Financieros*. Recuperado el Junio de 2011, de <http://www.derivadosfinancieros.net/index.php?page=conceptos>
9. Diario HOY. (14 de Julio de 2008). Cultivo de teca atrae a inversionistas. *Diario HOY*.
10. Economía, E. d. (2006). *Economía 48*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2011, de <http://www.economia48.com/spa/d/probabilidad-subjetiva/probabilidad-subjetiva.htm>
11. Ecuador Forestal. (s.f.). *Información: Ecuador Forestal*. Recuperado el Mayo de 2011, de <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/>
12. Enciclopedia de la Economía. (s.f.). *La gran enciclopedia de la economía*. Recuperado el Junio de 11 de 2011, de Enciclopedia de la Economía: <http://www.economia48.com/spa/d/papel-comercial/papel-comercial.htm>

13. Fondo Monetario Internacional. (s.f.). *Data and Statistics: International Monetary Fund*. Recuperado el 2011, de sitios web de FMI: <http://www.imf.org/external/data.htm>
14. Francis, J. K. (1991). *Ochroma Pyramidale Cav. Balsa*. New Orleans, Louisiana, EEUU: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
15. Franco Cuartas, F. (s.f.). *Scribd - Tipos de activos financieros*. Recuperado el 04 de Junio de 2011, de Copyright © 2011 Scribd Inc - es.scribd.com: <http://es.scribd.com/doc/52246583/Tipos-de-Activos-Financieros>
16. GestioPolis. (s.f.). *GestioPolis*. Recuperado el 2011, de GestioPolis.com © 2008 Carlos López: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/swapsforward.htm>
17. González Galán, M. D. (2007). *Economía de los recursos naturales. Recursos renovables: Turno forestal óptimo*. Universidad de Huelva.
18. Instituto Iberoamericano de mercados de valores, (. (2006). *Instituto Iberoamericano de mercados de valores*. Recuperado el 15 de Junio de 2011, de <http://www.iimv.org>
19. Inversion-es.com. (s.f.). *Inversion-es.com*. Recuperado el Junio de 2011, de <http://www.inversion-es.com/opciones-financieras.html#opcionesfinancierasdefinicion>
20. La Comisión de Legislación y Codificación. (24 de Enero de 2006). *Ley de Mercado de Valores*. Quito, Pichincha, Ecuador.
21. *La guía 2000*. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2011, de Geografía en la guía 2000: <http://geografia.laguia2000.com/climatologia/ecuador-clima>.
22. Larriba Díaz Zorita, A. *Los Instrumentos Financieros (excepto derivados)*. España: Asociación Española de contabilidad y administración de empresas (AECA).
23. Mercado de Futuros de Aceite de Oliva. (s.f.). *Mercado de Futuros de Aceite de Oliva*. Recuperado el Junio de 2011, de <http://www.mfao.es/somos/historia.asp>
24. MFAO, M. d. (s.f.). *Mercado de Futuros de Aceite de Oliva*. Recuperado el Junio de 2011, de Contrato de futuros sobre aceite de oliva lampante: <http://www.mfao.es/mercado/docs/cgc.pdf>
25. Montijano Guardia, F. (2004). *GESTIÓN ÓPTIMA DE RECURSOS RENOVABLES*.

26. Olman Murillo. Alejandro Meza. José Manuel Cabrera. (2004). *Estimación del valor real y del valor de mercado en pie de la plantación forestal*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
27. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. (2008). *Reseña Anual y Evaluación de la Situación Mundial de las Maderas*. OIMT, División de Información Económica e Información sobre el Mercado. Yokohama: OIMT Publications.
28. Páez, L. (1 de Abril de 2011). *Acciones Forestales*. Quito, Pichincha, Ecuador.
29. Potorny, M. (1987). *An Introduction to Econometrics*. New York: Basil Blackwell.
30. *Producción Forestal: Consejo Federal de Inversiones*. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2011, de Consejo Federal de Inversiones: <http://www.cfired.org.ar/default.aspx?nid=248>
31. Referencia del Consejo de Ministros. (s.f.). *Mercado de Futuros del Aceite de Oliva*. Recuperado el Junio de 2011, de [www.mfao.es](http://www.mfao.es)
32. Rodríguez, I. F. (2011). (L. E. Chaves, & P. Rodríguez, Entrevistadores)
33. Weaver, P. L. (1993). *Tectona Grandis L.f. Teak*. New Orleans, Luisiana, EEUU: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Tablas de Volumen Aprobado para Aprovechamiento de Madera en Ecuador

Volumen aprobado para aprovechamiento de madera en la región Costa 2007 - 2009					
PROVINCIAS	VOLUMEN AUTORIZADO PARA LA CORTA (miles de metros cubicos)				
	2007	2008	2009	Promedio m3/año	Participación respecto al total nacional (%)
Los Ríos	452,50	483,40	451,60	462,50	17,52
Esmeraldas	302,70	488,00	527,30	439,33	16,65
Santo Domingo de los Colorados	101,80	145,70	181,80	143,10	5,42
Manabí	71,70	170,60	139,00	127,10	4,82
Guayas	16,80	28,00	58,40	34,40	1,30
El Oro	2,00	20,50	13,00	11,83	0,45
<b>VOLUMEN TOTAL AUTORIZADO</b>	<b>947,50</b>	<b>1336,20</b>	<b>1371,10</b>	<b>1218,27</b>	<b>46,16</b>

Fuente : Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2010. Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007 – 2009. Quito, Ecuador.  
Elaboración: Autores

Volumen aprobado para aprovechamiento de madera en la región Sierra 2007 - 2009					
PROVINCIAS	VOLUMEN AUTORIZADO PARA LA CORTA (miles de metros cubicos)				
	2007	2008	2009	Promedio m3/año	Participación respecto al total nacional (%)
Pichincha	296,80	261,40	237,50	265,23	10,05
Cotopaxi	223,00	258,40	229,80	237,07	8,98
Chimborazo	123,60	159,90	251,30	178,27	6,76
Bolívar	81,30	57,20	62,00	66,83	2,53
Loja	51,10	48,30	80,10	59,83	2,27
Carchi	50,20	42,50	42,90	45,20	1,71
Imbabura	32,40	29,70	59,90	40,67	1,54
Azuay	10,30	57,00	26,30	31,20	1,18
Tungurahua	17,30	36,10	29,00	27,47	1,04
Cañar	15,30	10,10	19,10	14,83	0,56
<b>VOLUMEN TOTAL AUTORIZADO</b>	<b>901,30</b>	<b>960,60</b>	<b>1037,90</b>	<b>966,60</b>	<b>36,62</b>

Fuente : Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2010. Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007 – 2009. Quito, Ecuador.  
Elaboración: Autores

Volumen aprobado para aprovechamiento de madera en la región Amazónica 2007 - 2009					
PROVINCIAS	VOLUMEN AUTORIZADO PARA LA CORTA (miles de metros cubicos)				
	2007	2008	2009	Promedio m3/año	Participación respecto al total nacional (%)
Sucumbios	153,61	185,10	175,60	171,44	6,50
Orellana	117,87	101,30	109,70	109,62	4,20
Pastaza	16,35	81,60	111,90	69,95	2,60
Napo	36,10	50,80	71,40	52,77	2,00
Zamora Chinchipe	18,16	40,30	22,20	26,89	1,00
Morona Santiago	14,86	20,20	36,00	23,69	0,90
<b>VOLUMEN TOTAL AUTORIZADO</b>	<b>356,95</b>	<b>479,30</b>	<b>526,80</b>	<b>454,35</b>	<b>17,20</b>

Fuente : Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2010. Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007 – 2009. Quito, Ecuador.  
Elaboración: Autores

## ANEXO 2

### Valoración Ambiental de una Plantación

#### *Valor Ambiental*

De acuerdo con Field y Field (2006), la naturaleza tiene el papel de proveedor de materias primas y fuentes de energía para la producción y consumo de todas las economías. Es decir, la interacción de las economías con la naturaleza es un proceso de transferencia de recursos para la producción y consumo de las personas. La participación de los sistemas económicos dentro de este proceso es hacer que el sistema funcione aprovechando los recursos naturales eficientemente. El impacto a la naturaleza proviene de los desperdicios de las diferentes actividades de producción y consumo, ya que de una u otra forma la producción después de ser consumida tiene que volver al mundo natural. Dependiendo del manejo que se les dé a estos residuos pueden llevar a la contaminación o degradación del medioambiente. Por todo esto en la actualidad se busca que las materias primas sean sostenibles en el tiempo, lo cual hace que las empresas vayan buscando formas de manejar los desechos con el fin de mantener la calidad del medio ambiente, ya que un desgaste del ambiente implicaría menor cantidad de materias primas en un futuro provocando una menor oferta de bienes y servicios por parte de las empresas. En fin se busca que los bienes y servicios ofrecidos actualmente sean consistentes con mayores niveles de calidad ambiental.

En este sentido, la calidad del medioambiente debería ser considerado como un activo productivo de la sociedad. La productividad de un medioambiente natural recae en la habilidad del mismo para soportar y mejorar la vida humana, al mismo tiempo de su habilidad para asimilar y reducir los daños de los desperdicios de los productos de los sistemas económicos. Por lo tanto, la calidad del medioambiente es afectada por la cantidad y tipos de residuos que producen los sistemas económicos.

Existe un intercambio entre los bienes y servicios convencionales que se producen en una economía y la calidad del medioambiente. La cantidad de bienes y servicios ofrecidos en una economía depende de la capacidad instalada y del tipo de tecnología utilizada. Sin embargo, el intercambio se da en el incremento de la producción económica afectando la calidad del medioambiente. Esto quiere decir que dependiendo de las prioridades de la economía, los procesos productivos tienden hacia mayor producción o mayor protección ambiental.

Por lo tanto, existe una demanda de servicios ambientales que se puede ver como la disponibilidad a pagar por la calidad del medio ambiente. Field y Field (2006) definen a la demanda ambiental agregada como la suma de las diferentes curvas de demanda individuales de calidad del medio ambiente. La agregación de las curvas individuales depende del lugar al cual queremos analizar. La demanda agregada varía dependiendo de la calidad del medioambiente del lugar en donde se encuentren. No es lo mismo la demanda agregada de calidad ambiental de un grupo de interés de una metrópoli a la demanda agregada de una ciudad en las zonas rurales con acceso a fuentes de agua pura y bosques.

El beneficio de adquirir un activo ambiental es la mejora de la calidad del medio ambiente. Cuando el medioambiente está limpio, las personas obtienen beneficios, mientras que cuando se permite una destrucción en la calidad del medio ambiente, se está privando de este beneficio a las personas, de hecho estas están siendo perjudicadas. Esto quiere decir que podemos utilizar curvas ordinarias de demanda para calcular la cantidad de beneficio esperado por la persona. Cabe recalcar que el nivel de conocimiento de la persona afecta directamente a la disponibilidad a pagar sobre la calidad. Si una persona descubre que la calidad del medioambiente afecta a las probabilidades de enfermarse con cáncer, su disponibilidad a pagar va a incrementar comparado con el hecho de ignorar los efectos de la calidad sobre el cáncer.

El valor ambiental en general es una dimensión difícil de manejar por el hecho de que la valoración de los diferentes factores muchas veces resulta demasiado subjetiva. En algunas ocasiones el valor ambiental que puede aportar un bosque o una plantación puede ser relativamente alto para el ecosistema en el cual se desarrolla pero este no siempre es percibido por el ser humano. Considerando esto, al llevar un bien o servicio al mercado habría que tomar en cuenta que porcentaje de consumidores estarían dispuestos a pagar por estos valores.

Al centrarse en el valor ambiental que aporta una plantación maderera hay que tomar en cuenta como cada uno de los factores que pueden beneficiar o perjudicar al ser humano y al ecosistema en general. Para interpretar mejor estos valores se presenta un diagrama donde se puede tener una idea de lo que ocurre durante el proceso de una plantación y los valores que hay a lo largo del mismo.

### ***Metodologías de Valoración Ambiental***

Al momento de plantar se encuentra de por medio una gran captura de carbono a lo largo de todo el periodo que permanecerá el árbol en pie, por otro lado este aportará con el ecosistema ya que será la fuente de alimento u hogar de diferentes animales, purificará el aire, la calidad de la vida de las personas mejorará en cuanto a la salud. Sin embargo al momento que la plantación o el bosque sean procesados todo esto se revertirá y habrá residuos industriales de por medio, parte de los cuales se reutilizarán pero también algunos serán descargados en el medio ambiente lo que deteriorará el mismo, esto llevaría al análisis de todo lo que aportaron durante los años que permanecieron vivos y al daño que se hizo al talarlos para encontrar el beneficio real al medio ambiente. Las metodologías que se señalan a continuación nos podrán ayudar a entender como valorar el aspecto ambiental con el objetivo de ver cómo estas podrían llegar a alterar el comportamiento de los individuos, el texto de Field y Field (2006) nos facilita algunas metodologías, entre ellas las más adecuadas para el caso de un bosque o una plantación serían:

**El valor de la salud humana expresada en costos de prevención.** La contaminación del aire y el agua puede producir algunas dificultades en la salud de las personas desde pequeños malestares hasta dolencias que requieran cuidados hospitalarios. La gente por lo general trata de evitar estos malestares y los costos de prevención son la expresión de su voluntad para pagar por mejoras en el medio ambiente. Estudios de análisis de costos de prevención pueden determinar cuánto la gente está dispuesta a pagar por una vida más sana. El estudio se realiza en una determinada población, analizando los gastos en los que incurren las personas para tratar de evadir determinado problema. Por ejemplo, para evitar problemas respiratorios la gente prefiere cocinar con electricidad en lugar de utilizar GLP, disminuir el uso de aire acondicionado, tanto en el hogar como en sus automóviles, así como también optan por utilizar filtros de agua o botellones para consumir agua de mejor calidad. A partir de estos datos se obtiene un rango del gasto que las personas están dispuestas a pagar con el objetivo de prevenir alguna enfermedad.

**El valor de la vida humana expresada en diferencias salariales.** La deterioración de la calidad del aire y del agua nos puede llevar a una mala salud y hasta la muerte. Una manera de valorar estos impactos es valorar la vida humana de manera individual. En algunos casos se puede observar que las personas se comportan como si tuvieran una vida garantizada, de cierta forma esto se puede evidenciar en el tipo de gasto que realizan estas personas. La prioridad que determinan para evitar estos riesgos ambientales es muy baja pese a su nivel de ingresos. Algunas actividades cotidianas para ciertas personas como escalar, manejar carros, fumar implican un riesgo para la vida humana. Por otro lado se puede ver gente que dedica parte de sus ingresos para eliminar riesgos, gastando en seguros de salud, detectores de humo, previenen lugares peligrosos en la noche, todo esto sugiere que la gente trata de mitigar el riesgo de muerte de manera razonada y racional. Así de cierta forma, se puede inferir que las personas está dispuesta pagar para reducir los riesgos a una muerte o enfermedad. Siempre se podrá segmentar en grupos de personas que estén dispuestos a prevenir y otros que no. Los

que lo hagan estarán dispuestos hacerlos de diferente manera. El mejor ejemplo para acercarse a la valoración de esta voluntad de pago para reducir riesgos es el estudio de las diferencias salariales promedio en la industria, supongamos que todos los empleos son similares en todo menos en la maquinaria que usan. El riesgo de muerte en un empleo es mayor que en otro, entonces al inicio no habría diferencia salarial en las industrias por lo cual todos preferirían trabajar en la más segura, con el tiempo esto llevaría a que la industria segura pague menos y la riesgosa pague más, la diferencia de salario que se produciría entre las dos industrias mostraría como el trabajador valora el riesgo a la muerte, en otras palabras la diferencia de salario es la implícita valoración en la vida promedio. Analizando esta diferencia de salarios se podría valorar los beneficios que la gente obtendría si se reduce la contaminación.

**Valoración de la salud de los niños.** La mayoría de esta voluntad de pago es valorada por los adultos, sin embargo un gran porcentaje de gente afectada por la contaminación ambiental son los niños y no esto claro que la voluntad para pagar en los adultos también habría que aplicar a los niños, es muy probable que los niños sean afectados en mayor cantidad que los adultos por la contaminación y los niños por ellos mismos no están en posición de ofrecer un pago. Lo que se necesita para estimar aquí sería voluntad de pago en los adultos para reducir los riesgos en los niños y esto crea una gran diferencia porque la voluntad de pago por los niños es más que la voluntad de pago por ellos mismos. Diferentes estudios afirman esto entre ellos el realizado por Liu y colaboradores.<sup>29</sup>

El comportamiento preventivo ha sido estudiado para deducir el valor de la vida promedio, de esta manera alrededor de las plantaciones se podrá observar cómo la gente trata de prevenir el riesgo, ciertamente el riesgo por enfermedades ambientales puede ser mínimo por lo cual la gente no considerara primordial incurrir en gastos preventivos.

---

<sup>29</sup> J.-T.Liu, J. K. Hammitt, J.-D. Wang, and J.-L.Liu, "Mother's Willingness to Pay for Her Own and Her Child's Health: A Contingent Valuation Study in Taiwan".

### ANEXO 3

#### Programa de Financiamiento Forestal de la CFN

Programa de Financiamiento Forestal - Plantaciones Forestales (DIR-019-2010)	
<b>DESTINO DEL CRÉDITO</b>	Activos fijos, hasta 20 años.
<b>ACTIVIDADES FINANCIABLES</b>	Fomento agrícola forestal
<b>TASA</b>	TPP-F
<b>FINANCIAMIENTO CFN</b>	Financiamiento de inversión forestal, así como actividades de transformación forestal y aprovechamiento de subproductos no maderables. Los proyectos deberán contar con la aprobación técnica de la CFN. <b>(DIR-006-2012)</b>
<b>MONTO MÁXIMO DE FINANCIAMIENTO</b>	a. Hasta el límite máximo definido en la Metodología de Riesgos de Crédito de Primer Piso, para operaciones de financiamiento forestal de hasta 10 años. <b>(DIR-028-2011)</b> . b. Hasta USD 10.000.000,00 por sujeto de crédito o grupo económico para financiamiento de plantaciones forestales mayores a 10 años. <b>(DIR-028-2011)</b> . Se considerará hasta USD 2.000.000,00 por operación <b>(DIR-006-2012)</b> .
<b>PERÍODO DE GRACIA</b> (DIR-036-2010)	En el caso de financiamiento de plantaciones forestales para obtener <b>(DIR-006-2012)</b> madera de desarrollo o madera para la fabricación de tableros contrachapados, aglomerados, MDF y madera aserrada, que se desarrolle en condiciones limitadas (clima, altitud, y suelo) <b>(DIR-006-2012)</b> , el período de gracia se otorgará de acuerdo a las características del proyecto, sin exceder 15 años de gracia total (DIR-038-2010). En caso de operaciones con gracia total de hasta 20 años, el pago podrá ser un solo pago de capital más intereses al final. (DIR-009-2012)
<b>INSTRUCCIÓN ESPECIAL (DIR-006-2011)</b>	El monto máximo establecido para el Programa Forestal, en el caso de financiamiento de plantaciones forestales mayores a 10 años, será de USD 15'000.000,00. <b>(DIR-006-2012)</b> .

	Plantaciones de rápido crecimiento	Plantaciones de rápido crecimiento	Maderas de desarrollo	Maderas para aserradero y otros usos
<b>Plazo</b>	Hasta 5 años	Hasta 10 años	Hasta 15 años	Hasta 20 años
<b>Gracia TOTAL</b>	Hasta 5 años	Hasta 10 años	Hasta 15 años	Hasta 20 años
<b>Tasa de interés</b>	7,5%	8%	8,25%	8,5%
<b>Especies</b>	Balsa	Balsa, gmelina, para celulosa (pino y eucalipto)	Gmelina, laurel, pachaco, terminalia, jacarandá, mascarey, fernán sánchez	Laurel, fernán sánchez, caucho, pino, eucalipto, teca

## **ANEXO 4**

### **Precios Mínimos y Máximos del Mercado**

Se entrevistó a un productor agrícola de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas con el fin de obtener información que pueda servir para validar los precios de los productos madereros utilizados en el modelo de rentabilidad. Para ajustar las series de precios proyectadas se consultó los precios referenciales de la teca y balsa para poder determinar el factor de corrección necesario.

En el año 2012 la hectárea de teca se vende en un promedio de US\$100,000, todo depende de la calidad de la teca, sin embargo una hectárea de 20 años de edad en la zona de Santo Domingo se vende a ese precio.

En la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, el precio de la balsa por hectárea de 5 años de edad varía entre US\$6,000 hasta US\$10,000 dependiendo del volumen producido.

## ANEXO 5

### Rentabilidad de los Títulos Emitidos en la Bolsa de Valores de Quito

En la Bolsa de Valores de Quito (BVQ) se transan títulos valor de diferentes características que han sido emitidos en el mercado. En el registro de información histórica encontrado en la página web se puede evidenciar las características de los títulos emitidos. Dado el enfoque de la investigación, el análisis se enfocará en el plazo y el rendimiento de los títulos. De esta manera se podrá concluir una tasa atractiva para el mercado que pueda ser utilizada en la titularización del bosque de teca y balsa.

El Departamento de Rueda de la BVQ presenta en su informe de cierre de las titularizaciones información como emisor, precios, rendimiento, plazo, si es con cupón o sin cupón y el valor nominal de cada emisión. Utilizando esta información se podrá determinar las características que los títulos deben tener para ser aceptados en el mercado.

<b>Plazo e Interés Promedio de los Títulos</b>		
	Plazo Promedio	Interés Promedio
2006	9.99	7.70%
2007	6.17	7.50%
2008	5.57	7.15%
2009	4.70	7.58%
2010	4.94	8.08%
2011	7.44	6.87%
2012	4.33	7.42%

Fuente: BVQ - Departamento de Rueda

Elaboración: Autores

El comportamiento de los títulos valor en general es muy variable año a año. En promedio el plazo ha disminuido a lo largo de los años, pero la rentabilidad se ha mantenido. Desde el 2006 ha habido varias emisiones a 15 años plazo,

plazo más largo en la data. En el año 2011 existieron 12 emisiones a mayores a 10 años plazo, con un plazo promedio de 13.8 años y con una rentabilidad promedio 7.06% ponderada por el monto del valor nominal. Todas estas emisiones tienen pago de cupón

**Información de Cierre de Titularizaciones - BVQ**

	<b>Plazo</b>	<b>Interés</b>	<b>Cupón</b>	<b>Valor Nominal</b>
Emisión 1	9.58	7.3200	CON	2,480,000.00
Emisión 2	13.42	7.4200	CON	2,787,000.00
Emisión 3	13.5	9.1736	CON	1,000,000.00
Emisión 4	12.9	6.6800	CON	20,139,000.00
Emisión 5	14.81	7.2700	CON	7,323,000.00
Emisión 6	15.81	7.7100	CON	7,322,000.00
Emisión 7	15.81	7.7400	CON	7,324,000.00
Emisión 8	14.81	7.3000	CON	7,324,000.00
Emisión 9	12.9	6.7100	CON	20,142,000.00
Emisión 10	12.9	6.6900	CON	20,142,000.00
Emisión 11	14.81	7.2800	CON	7,324,000.00
Emisión 12	15.81	7.7200	CON	7,324,000.00

**Valor Promedio Ponderado 13.8013 7.0698254**

Fuente: BVQ - Departamento de Rueda

Elaboración: Autores

## ANEXO 6

### Prueba de Varianza No Explosiva

Uno de los problemas que puede existir con proyecciones de largo plazo es que la varianza sea explosiva. Esto quiere decir que los datos proyectados de los últimos periodos tiene una varianza que se acerca al infinito. Lo que implica que la serie proyectada es no estacionaria porque no cumple con el segundo principio de las series estacionarias (varianza existente y no depende del tiempo).

Para probar que la varianza es no explosiva se debe calcular los residuos de del modelo ARIMA de los precios de Balsa y Hardwood. A estos residuos se les debe correr la prueba Dickey Fuller en el software STATA para rechazar la hipótesis H0 de que la serie es no estacionaria.

#### PRUEBA DICKIE FULLER SOBRE LOS RESIDUOS DEL MODELO ARIMA DE BALSA

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-11.806	-3.496	-2.887	-2.577

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

*Elaboración: Autores*

#### PRUEBA DICKIE FULLER SOBRE LOS RESIDUOS DEL MODELO ARIMA DE HARDWOOD

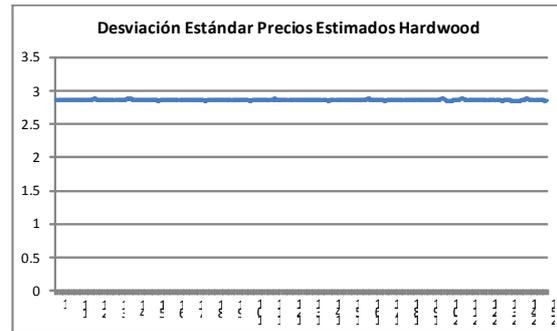
----- Interpolated Dickey-Fuller -----

	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-6.595	-3.587	-2.933	-2.601

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

*Elaboración: Autores*

Los resultados indican que se puede rechazar la hipótesis H0 tanto en las estimaciones de los precios de balsa como en las estimaciones de los precios de hardwood. Adicionalmente se corrió correlogram para las dos series y los resultados indican que no existe evidencia de correlación entre los valores de las series.



## **ANEXO 7**

### **Instrumentos Financieros**

Los instrumentos financieros son básicamente contratos que representan simultáneamente un activo financiero para el inversor y un pasivo financiero para el emisor. Un activo financiero podría ser desde dinero en efectivo hasta un derecho de cobro por parte del inversionista, mientras que un pasivo financiero está conformado por todas las obligaciones de pago adquiridas. (Larriba Díaz Zorita)

Los precios de los instrumentos financieros son determinados por el mercado y en el caso de los derivados financieros estos están ligados al valor de un activo subyacente. Hay instrumentos financieros de renta fija y de renta variable. En los de renta fija el rendimiento es estable, se acuerda una tasa de interés pactada entre inversor y emisor, tienen un menor riesgo pero también un menor rendimiento. Por otro lado, los de renta variable no tienen un rendimiento fijo, el rendimiento depende de lo que hayan generado los flujos invertidos, por eso el rendimiento se presentará en forma de dividendos o de apreciación del precio del instrumento financiero. Todos los instrumentos tienen un valor nominal y un valor de mercado, el valor nominal es fijado por el emisor al momento de emitir el pasivo, y el valor de mercado es el precio que percibe el mercado y está dispuesto a pagar, este se determina por varias razones como calificación de riesgo del emisor, tasas de intereses actuales, tasas libres de riesgo, primas de riesgo, crecimiento de la economía, oferta monetaria, liquidez del activo y otros factores que puedan ser relevantes para los inversionistas.

En el mercado hay una gran variedad de instrumentos financieros, clasificados de diferentes maneras. Para este estudio solo se analizarán instrumentos que puedan ser emitidos por empresas no financieras ni gubernamentales ya que dicho tipo de empresas tienen acceso a una variedad de instrumentos mucho más amplia que proviene básicamente de su giro de negocio o necesidades respectivamente.

## Bonos

Son títulos que se emiten por un valor determinado, este a su vez es negociado generalmente con descuento sobre el valor total del título, la mayoría de bonos durante su vigencia devengan un interés periódicamente, este es acordado previamente y al final del tiempo estipulado se entrega al inversor el valor nominal del bono. (Franco Cuartas) Estos títulos generalmente tienden a ser inversiones de largo plazo, es decir, mayores a un año. Hay algunas variedades de bonos entre ellos encontramos:

**Bonos a tasa fija:** Este paga un interés periódico durante toda la vida del bono a una tasa fija pactada con anticipación.

**Bonos con tasa variable (floating rate):** La tasa de interés pagada periódicamente es cambiante para cada cupón, generalmente es pactada al inicio de cada periodo, el interés casi siempre se indexa a una tasa de interés referencial o a un indicador determinado como pueden ser la tasa LIBOR<sup>30</sup> o la inflación respectivamente.

**Bonos cupón cero:** Este tipo de bonos no devenga un interés periódico, aquí se cancela tanto el interés como el capital al vencimiento. El inversor generalmente lo compra con descuento, es decir, a un precio inferior al de su valor nominal.

**Bonos convertibles:** Estos ofrecen la alternativa al vencimiento de ser cambiados por acciones en la empresa emisora, el precio de cambio de acción es previamente pactado puede ser un valor fijo o un precio de mercado en la fecha que se realice el intercambio.

---

<sup>30</sup> LIBOR: London Interbank Offered rate, es la tasa referencial a la que los bancos están dispuestos a prestar dinero entre ellos, esta tasa se la usa como referencial mundial en las finanzas internacionales.

## **Acciones**

Este título representa una parte de las fracciones iguales en las que se divide el capital de la empresa, cada acción tiene el mismo valor. Depende del porcentaje de representación que tenga en acciones suscritas cada participante para de esta manera acreditar, transmitir la calidad y los derechos del socio propietario. Dentro de las acciones existen básicamente dos tipos, acciones ordinarias que dan un derecho igual a todos en cuanto a voto y dividendos percibidos con base en la utilidad generada por la empresa y acciones preferenciales que poseen un voto limitado pero tienen favoritismo en el pago de utilidades y del patrimonio social, en el caso de liquidación, respecto de las acciones ordinarias. (Franco Cuartas)

Otro aspecto importante es que la rentabilidad de una acción es generada por dos aspectos principales:

**Valorización:** Esta va de la mano con el comportamiento de la economía, mercado y de la empresa a todo esto la acción responde con una apreciación o depreciación del valor de la misma. La diferencia de precio entre el momento adquirido y el momento actual determina parte del rendimiento de la acción. (Franco Cuartas)

**Dividendo:** Es el derecho de los propietarios de acciones a recibir su participación correspondiente de las utilidades de la empresa, a través del pago del dividendo. Los dividendos pueden ser entregados en efectivo, en acciones o en especie. (Franco Cuartas)

## **Titularizaciones**

La titularización consiste en agrupar activos que existen o se espera que existan, los cuales aguardan por la generación de una determinada cantidad de flujos futuros, en términos generales opera mediante un agente de manejo

como un fideicomiso, a este se le transfieren los activos que se quiere titularizar, el los agrupa quedando a cargo tanto de emitir los títulos, recaudar el dinero y representar legalmente a los inversionistas. (Almeida Guzmán, 1998)

Las titularizaciones pueden ser de participación, crediticias o mixtas. Las de participación aparte del derecho patrimonial se tienen participación en las ganancias o pérdidas que arroje el negocio. Las crediticias solo tienen derecho a la cancelación del capital y de los intereses señalados al momento de invertir. Y por último la mixta es una mezcla de las anteriormente explicadas. (Almeida Guzmán, 1998)

### **Papel comercial**

El papel comercial emitida casi siempre a corto plazo, frecuentemente utilizados como parte de una estrategia de despliegue para obtener financiación a largo plazo con un coste inferior. El papel comercial se puede colocar a los inversores bien directamente por el emisor empresarial o a través de agentes de papel comercial. El papel comercial rara vez tiene un vencimiento superior a los 270 días. (Enciclopedia de la Economía)

Los instrumentos más conocidos en el mercado que entran dentro de la categoría de papel comercial son los cheques, los pagarés en el que consta que una persona o entidad se obliga a pagar cierta suma de dinero en un determinado tiempo, el que se presenten garantías o pagos periódicos en el pagare depende de la negociación de ambas partes y las letras de cambio que básicamente es un contrato mercantil donde las dos partes están obligadas a dar y recibir lo acordado, el beneficio de esto es que no se necesita una escritura pública que justifique el título u obligación, se usa mucho por las empresas de bienes y servicios para dar más agilidad al comercio.

## **Derivados**

La característica básica de estos instrumentos es que el precio como su nombre lo indica se deriva de un activo subyacente, es decir su valor fluctúa según los cambios de precio del activo al que está ligado. (Derivadosfinancieros.net) El comprador y el vendedor del derivado pactan todo en el presente, fecha de vencimiento, valor del contrato y a que activo está ligado. De esta manera fijan el precio futuro en el presente y este tendrá que ser respetado por ambas partes, habrán diferentes modalidades de contratos, con diferentes cláusulas, todas estas constaran en el acuerdo y tendrán que ser aceptadas por todos los participantes.

Hay dos tipos de derivados, los financieros que son aquellos cuyo activo subyacente es financiero como índices bursátiles, tasas de interés, inflación, divisas entre otros y los commodities cuyo precio está atado a una materia prima, como el trigo, el petróleo, el aceite de oliva, etc. Actualmente el uso de los derivados ha ido incrementando ya que una de sus principales ventajas es la transferencia del riesgo y la cobertura, por lo que es imprescindible tomarlos en cuenta. Dentro del mercado de derivados podemos encontrar algunas modalidades de inversión, entre ellas los futuros, forwards, opciones y swaps. (Instituto Iberoamericano de mercados de valores, 2006)

## **Futuros**

Un futuro no es más que un contrato entre dos partes que se comprometen a intercambiar un activo en una fecha futura, fijando el precio del activo y el plazo en el presente. En el momento de la contratación no se realiza ninguna transacción, pero en la fecha de caducidad del contrato se intercambiarán los activos respetando los precios pactados en el contrato sin importar cuál sea el precio de mercado del activo, por eso el beneficio o la pérdida no está limitada el mercado. (Derivadosfinancieros.net)

Los forwards y los futuros operan de la misma manera, la diferencia es que los futuros se negocian dentro de un mercado organizado como una bolsa de valores, mientras que los forwards sólo en mercados OTC (over the counter) estos mercados carecen de regulaciones y no hay nadie que respalde a los inversores, esta diferencia se refleja en los contratos ya que los futuros están estandarizados es decir sus vencimientos y montos son determinados por la entidad que los regula, mientras que en los forwards todo es acordado entre las dos partes.

## **Opciones**

Una opción, al igual que los futuros, es estipulada para una fecha futura, a cuyo vencimiento tiene la opción el comprador de ejercer o no ejercer el contrato. El comprador, por adquirir el derecho de ejercer contrato, tiene que desembolsar una prima al momento de realizarse el acuerdo. Así pues, el comprador, llegado el momento del vencimiento, siempre podrá optar por ejercitar o no su opción, siendo el riesgo que corre igual a la prima pagada. El vendedor está a expensas de lo que decida el comprador ya que para él es una obligación.

“Las Opciones financieras son dos esencialmente, las denominadas Opciones financieras “Call” y las Opciones financieras “Put”. Las Opciones financieras “Call” se refieren a las que se comprometen a comprar un Título a futuro con garantía de precio, mientras que las Opciones financieras “Put” representan el sentido inverso, es decir la garantía de venta del Título Valor en el futuro. Como complemento, las Opciones financieras pueden clasificarse según se permita o no ejercer la opción de compromiso, antes del vencimiento del acuerdo o al momento del vencimiento. En el primer caso se denominan Opciones financieras tipo americanas, y en el segundo caso Opciones financieras europeas.” (Inversion-es.com)

## Swaps

Un swap es un contrato donde dos partes se comprometen a intercambiar flujos de dinero en una fecha futura, acordando en el presente las monedas en que se intercambiarán los flujos ya que estas pueden ser iguales o distintas, la tasa de interés aplicable a cada uno de los flujos, la periodicidad de los pagos y cualquier normativa que lleve a regular las relaciones entre ambas partes. (GestioPolis)

Como ya vimos con anterioridad aquí solo se intercambian flujos de dinero, en un swap de materia prima sobre trigo por ejemplo, en la fecha de vencimiento (la empresa A no entrega a la empresa B trigo), solamente se entregan los flujos prometidos en función del precio del trigo fijado mediante el swap y el precio de mercado. Es decir, si el precio del trigo baja por debajo del precio establecido, la una empresa paga a la otra y si sube todo es al contrario.

## ANEXO 8

### Guía del Modelo de Rentabilidad de Excel

Este anexo tiene el objetivo de guiar al lector del modelo en el archivo del Excel. Para poder abrir el modelo es indispensable contar con el software SIMETAR Simulation & Econometrics to Analyze Risk©.

1. En la hoja "MENU" se encuentra el modelo diagramado de manera que sea más amigable para el lector la lógica utilizada.
2. La hoja "Modelo de Rentabilidad" agrupa todas las variables calculadas en las otras hojas. Donde se calculan los ingresos y egresos de los flujos esperados. Todas las variables, tanto de ingresos como de egresos, están en hectáreas por lo tanto en esta hoja están el número de hectáreas para calcular el total del portafolio. El modelo parte de estimar los precios esperados para los próximos 20 años.
3. En la hoja "PRECIO HARDWOOD" se encuentra la estimación utilizando el modelo ARIMA de los precios referenciales de teca.
4. En la hoja "PRECIO BALSA" se encuentra la estimación utilizando el modelo ARIMA de los precios referenciales de balsa.
5. En la hoja "VOLUMEN TECA" se encuentra la estimación del volumen de producción esperado de teca en función de la investigación de mínimos, promedio y máximos de crecimiento anual por hectárea.
6. En la hoja "VOLUMEN BALSA" se encuentra la estimación del volumen de producción esperado de balsa en función de la investigación de mínimos, promedio y máximos de crecimiento anual por hectárea.

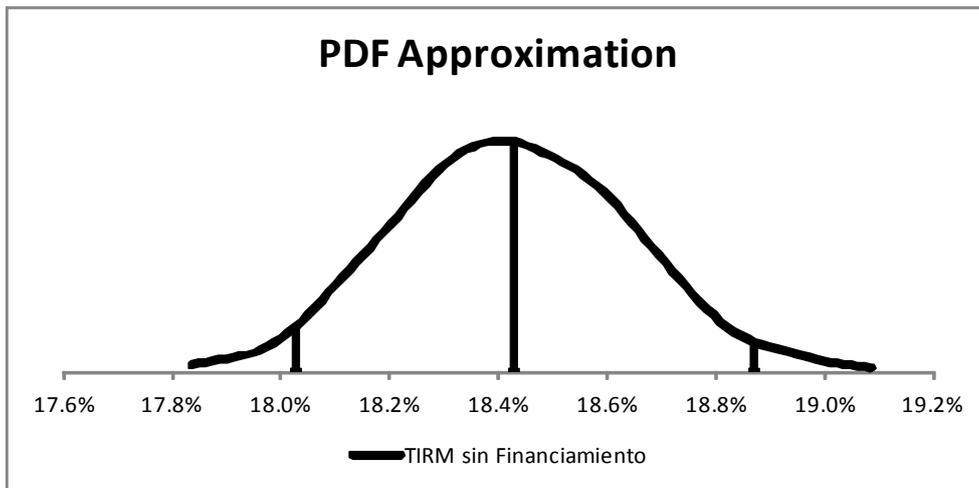
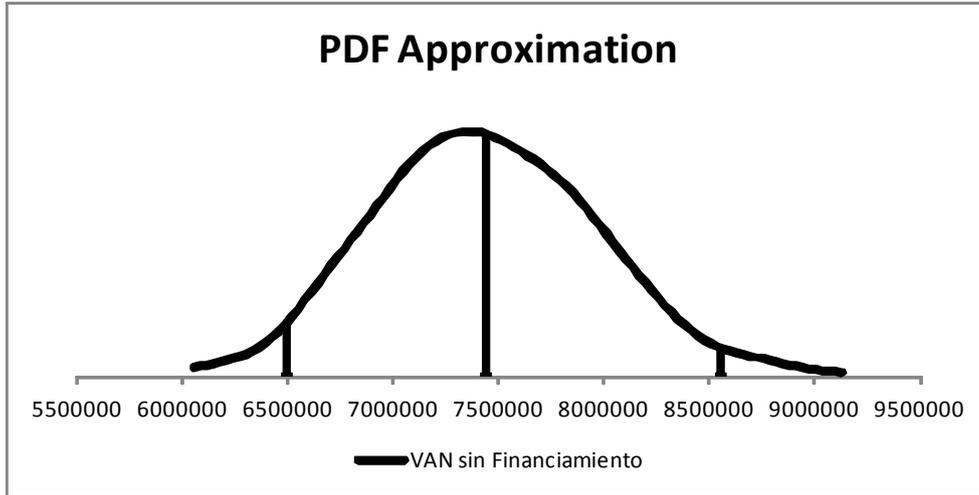
7. En la hoja "COSTOS TECA" están descritos los costos de teca tanto fijos como variables y proyectados en función de la inflación y el incremento salarial del sector.
8. En la hoja "COSTOS BALSA" están descritos los costos de balsa tanto fijos como variables y proyectados en función de la inflación y el incremento salarial del sector.
9. En la hoja "VAN y TIRM sin financiamiento" se encuentra la simulación de 1000 iteraciones para con una distribución del portafolio de 50% Teca y 50% balsa determinar si los productos son rentables.
10. En la hoja "Escenarios Hectáreas" se realizó una simulación de 5 escenarios para determinar la mejor distribución del portafolio.
11. En la hoja "VAN y TIRM Crédito" se encuentra la simulación de 1000 iteraciones de los indicadores del modelo utilizando como financiamiento el crédito forestal de la CFN.
12. En la hoja "VAN y TIRM Crédito" se encuentra la simulación de 1000 iteraciones de los indicadores del modelo utilizando como financiamiento la titularización del bosque.
13. En la hoja "Escenarios Precios Crédito" se realizó una simulación de 3 escenarios de los precios de teca y balsa para analizar las repercusiones en los indicadores utilizando el crédito forestal.
14. En la hoja "Escenarios Precios Titularización" se realizó una simulación de 3 escenarios de los precios de teca y balsa para analizar las repercusiones en los indicadores utilizando la titularización.

15. En la hoja “Escenarios Pérdida Crédito” se realizó una simulación de 5 escenarios de pérdida de teca y balsa para analizar las repercusiones en los indicadores utilizando el crédito forestal.
16. En la hoja “Escenarios Pérdida Titulariza” se realizó una simulación de 5 escenarios de pérdida de teca y balsa para analizar las repercusiones en los indicadores utilizando la titularización.
17. En la hoja “Amortización” se encuentra la tabla de amortización del crédito forestal bajo los criterios de la CFN.
18. En la hoja “Pagos Mínimos” se encuentra una simulación del flujo sobrante de los años 5, 10 y 15 para determinar el monto máximo que se puede pagar como cupón a los tenedores de los títulos valor.
19. En la hoja “Simulación Precios Hardwood” se realizó la simulación de los precios mensuales de los próximo 20 años de los precios referenciales de teca para probar si existe o no varianza explosiva.
20. En la hoja “Simulación Precios Balsa” se realizó la simulación de los precios mensuales de los próximo 20 años de los precios referenciales de balsa para probar si existe o no varianza explosiva.

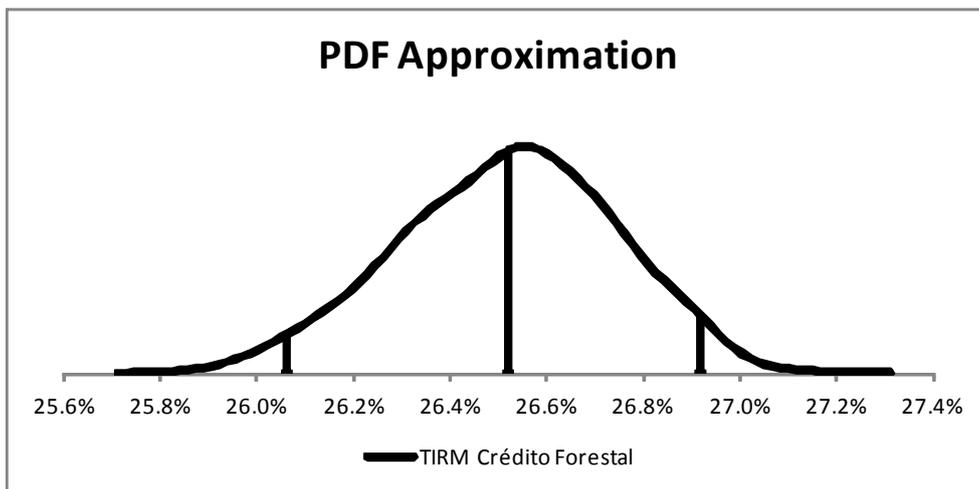
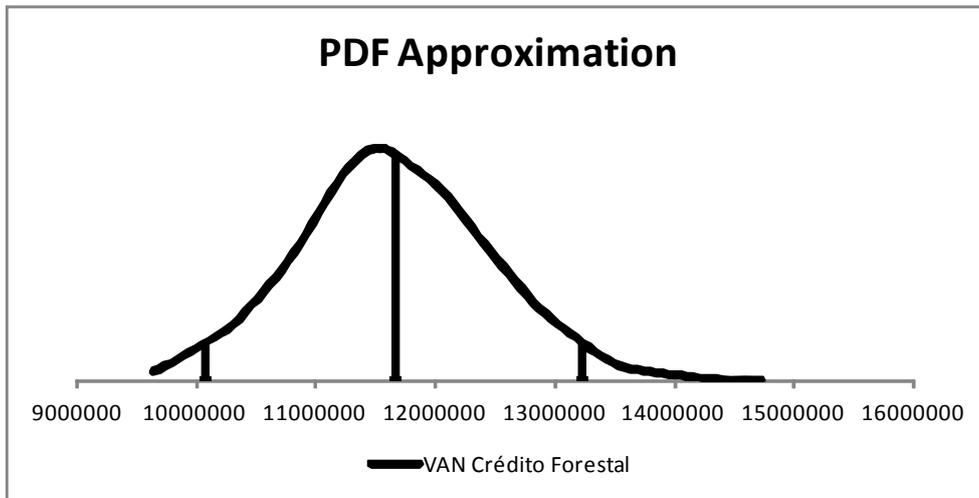
## ANEXO 9

### Indicadores Financieros

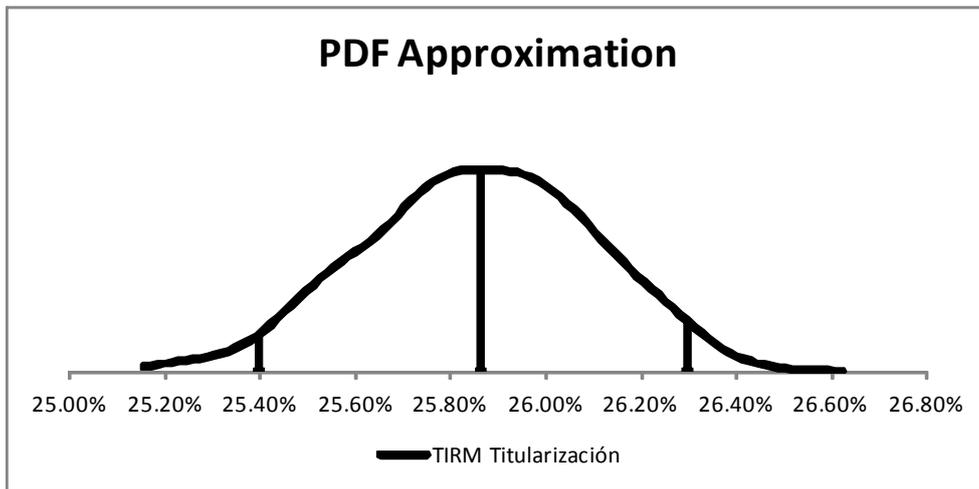
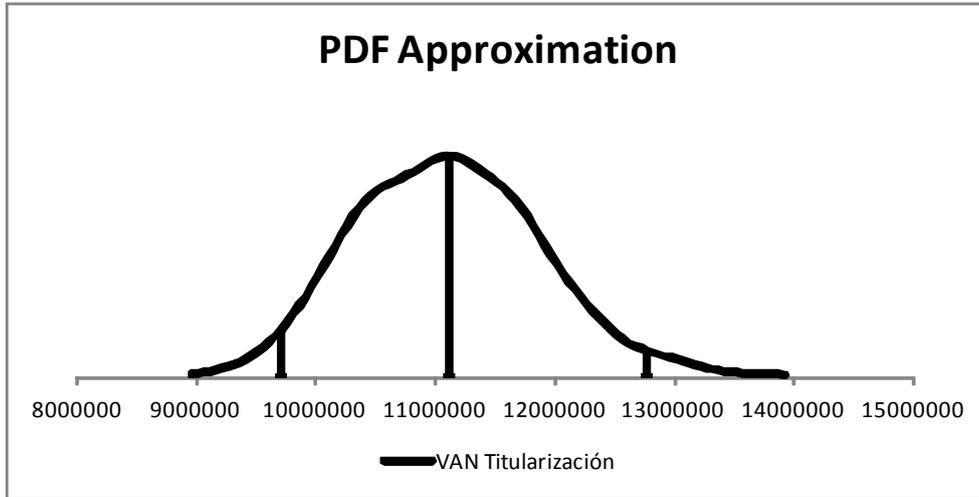
#### Modelo de Rentabilidad sin Financiamiento



## Modelo de Rentabilidad con Crédito Forestal



## Modelo de Rentabilidad con Titularización del Bosque



## ANEXO 10

### Análisis comparativo de los mecanismos financieros utilizando tasas semejantes

Se realizó un análisis comparativo de los indicadores de rentabilidad de la plantación grande para determinar la sensibilidad de estas variables frente a cambios en la tasa de interés del crédito forestal y la tasa de rentabilidad de la titularización. Se analizó los resultados utilizando el crédito forestal como la titularización a una tasa del 8.5% y del 12%.

#### Análisis comparativo de los mecanismos utilizando el 8.5% como tasa de interés

	Crédito Forestal		Titularización	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 11,089,789	23.91%	\$ 12,350,205	23.04%
Promedio	\$ 13,725,732	24.66%	\$ 14,986,148	24.11%
Límite superior (95%)	\$ 17,118,189	25.46%	\$ 18,378,605	25.05%

#### Análisis comparativo de los mecanismos utilizando el 12% como tasa de interés

	Titularización		Crédito Forestal	
	VAN	TIRM	VAN	TIRM
Límite inferior (95%)	\$ 10,536,176	22.66%	\$ 9,612,037	23.49%
Promedio	\$ 13,172,119	23.68%	\$ 12,247,980	24.28%
Límite superior (95%)	\$ 16,564,576	24.64%	\$ 15,640,437	25.13%

Los resultados indican que en los dos escenarios la titularización corresponde a una mejor opción si se utiliza el VAN como indicador de rentabilidad. Sin embargo, si se analiza la TIRM se puede ver que en los dos escenarios el crédito tiene una mayor TIRM.