

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE:  
IMPLICACIONES DE LA APLICACIÓN DEL MONITOREO ECOLÓGICO EN LA  
RENTABILIDAD DEL MANEJO EN BOSQUES CON ALTO VALOR DE  
CONSERVACIÓN BAJO CERTIFICACIÓN,  
REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE, NICARAGUA.**

Tesis sometida a consideración por el Comité Técnico Académico del Programa de Enseñanza de ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Para optar al grado de

**Magister Scientiae**

Por

**YADY YULITZA ZEA ESCAMILLA**

**CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
2003**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el comité consejero del Estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES

---

**Guillermo Navarro Ph. D.**  
Consejero Principal

---

**José Joaquín Campos Ph. D.**  
Miembro Comité Consejero

---

**Bryan Finegan Ph. D.**  
Miembro Comité Consejero

---

**Bastiaan Louman M.Sc.**  
Miembro Comité Consejero

---

**Glenn Galloway,**  
Decano de la Escuela de Posgraduados

---

**Yady Yulitza Zea Escamilla**  
Candidata

Dedico este triunfo a:

A Dios sobre todas las cosas y a Emperatriz,  
la mujer que me dio vida y alas para volar tan  
alto cuan mi mente quiera...

## AGRADECIMIENTOS

A los miembros del comité asesor:

Por su colaboración y empeño a Guillermo Navarro, por orientarme en el arduo camino de la Economía Forestal.

José Joaquín Campos y Bastiaan Louman, por sus importantes aportes y observaciones realizadas.

De manera especial a Bryan Finegan, por todo el apoyo, comprensión y colaboración brindada en el desarrollo de la investigación, por sus acertados comentarios y la confianza brindada.

A WWF, por su apoyo financiero para la ejecución de la investigación.

A todo el personal de la OTN – Nicaragua, por su amabilidad y colaboración en los aspectos logísticos.

Al personal de Prada S.A. (Nicaragua), especialmente al Ing. Antonio Asturias, por su apoyo, así como a Lesbia Cruz y a Guillermo On Zang, del departamento forestal al colaborarnos en la parte logística.

A todo el personal de campo, especialmente a Clemencia por sus arepas, Chus y Paiba por sus cuidados y colaboración.

A Roberto, Denis y Quincho, pues sin ellos la vida en Rosita habría sido poco placentera.

Un agradecimiento especial a mi amiga y unidad experimental Oliva, por su apoyo en los ratos tristes y felices, como siempre china!

Y a todos los amigos y compañeros, especialmente a Neidy, Alex, Jaime, Benus, Yany y Raúl, quienes hicieron de la estancia en CATIE una bonita experiencia para recordar con cariño.

**ZEA ESCAMILLA, Y.Y. 2003. Análisis económico del manejo forestal sostenible: Implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo en bosques con alto valor de conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis M. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 97 p.**

**Palabras Claves:** Manejo de bosque natural, intensidad de aprovechamiento, certificación forestal, monitoreo ecológico, valor del bosque, ciclo de corta, tasa de descuento, precio implícito de madera en pie, economía forestal, valor esperado de la tierra.

## RESUMEN

Se identificaron factores que afectan la rentabilidad del manejo de bosques ubicados en Rosita (RAAN, Nicaragua), tomándose dos áreas con diferente grado de intervención. Estos bosques fueron sometidos a evaluación para la certificación forestal y al ubicarse en un área de alto valor de conservación, la ejecución del monitoreo ecológico fue una condicionante. Para satisfacer este requerimiento, se diseñó una guía de monitoreo, cuya aplicación se basa entre otros, en evaluar las intensidades de aprovechamiento contra necesidad de monitoreo.

Para evaluar su efecto en la rentabilidad del manejo forestal se utilizó el valor del bosque (VB) que se basa en la voluntad de pago por el bosque (tierra más masa forestal remanente), considerando todos los ciclos de corta (CC) a perpetuidad. Se ajustaron escenarios base, tomando como referencia diferentes intensidades de aprovechamiento; una intensidad baja (IB) y otra alta (IA) de  $8.9 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  y  $17.6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  respectivamente. La rentabilidad en términos de VB se estimó para cada intensidad, analizándose tres factores: tasas de descuento, precios de madera en pie y frecuencia e intensidad de monitoreo.

Los estudios de caso sugieren que la intensidad de aprovechamiento, es un factor que influye directamente sobre la rentabilidad. En el caso de IB, los valores máximos están por debajo del precio del bosque y al adicionar factores como tasas de descuento altas, no es aceptable la inversión. Con IA, la inversión es aceptable y al agregar tasas de descuento el VB es aceptable para tasas de descuento hasta de 8.52%. Otro factor que afecta la rentabilidad es el precio de madera en pie; al pagarse U\$ 7  $\text{m}^3$ , la actividad no es rentable para ninguna intensidad; los dueños de bosques que no pueden pagar por su aprovechamiento prefieren vender la madera a bajo costo sin importar que esto afecte sus recursos, así mismo se refleja que para distancias mayores el VB no es aceptable.

Al incluir monitoreo ecológico dentro de los costos del manejo, el VB disminuye para ambas intensidades. El estudio sugiere que para IB, no se debe aplicar monitoreo ya que al incluirse dentro de las actividades a realizar, la rentabilidad disminuye. Esto reafirma la opción que se presenta dentro de la guía de monitoreo en no exigir esta actividad para IB, pues agregar un costo más desmotivaría a hacer un mejor manejo del bosque. Para IA el monitoreo se puede realizar cada 5 años presentando VB aceptables para la inversión.

**ZEA ESCAMILLA, Y.Y. 2003. Profitability of Forest Management: Implications of Applying Ecological Monitoring in Certified Forests in the North Atlantic Autonomous Region, Nicaragua. MSc thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 84 p.**

**Keywords:** Natural forest management, logging intensity, forest certification, ecological monitoring, forest value, felling cycles, discount rates, implicit value of standing timber, forest economy, land expected value.

## **SUMMARY**

The study identified factors that affect the profitability of forest management in two operations under different logging intensities in Rosita (North Atlantic Autonomous Region, Nicaragua). These forest operations have been subjected to certification assessments, and since they are considered as being of high conservation value, the need to carry out ecological monitoring was specified as a corrective action request as a result of the assessment. In order to comply with this requirement, a Monitoring Guide was developed, of which one element focused on evaluating the logging intensity versus the need for monitoring.

To assess the effect of monitoring requirements on the profitability of the forest operation, the forest value was used. This calculation was based on willingness to pay for the forest (land plus remaining forest stand after extraction) and where all the felling cycles in perpetuity were taken into account. The base scenarios were subsequently adjusted according to the different logging intensities (low intensity:  $8.9 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ , high intensity:  $17.6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ). Three factors were analyzed to make an estimate of the profitability in terms of forest value for each logging intensity: discount rates, prices of standing timber, and frequency and intensity of the required monitoring.

The case studies suggest that logging intensity is a factor that influences directly on the profitability of the operation. In the case of low intensity logging, the maximum values are below to the price of the forest and when adding factors such as high discount rates, the investment becomes unacceptable. With high intensity logging, the investment is acceptable and when adding discount rates the forest value is acceptable for discount rates until 8.52%. Another factor that affects profitability is the price of standing timber; when paying itself U\$ 7  $\text{m}^3$ , timber extraction is not profitable for any intensity. Forests owners who are not able to cover the cost prefer to sell their timber at low cost without regard to the fact that this may affect their resources, also is reflected that for greater distances the forest value is unacceptable.

When including ecological monitoring inside the costs of forest management, the forest value diminishes for both intensities. The study suggests that, under conditions of low intensity logging, ecological monitoring should not be required since this will negatively affect the profitability of the operation. This supports the recommendation presented by the monitoring guide, which reasons that this would represent an additional cost that may be a disincentive to improving forest management. For high intensity logging the ecological monitoring can be acceptable every 5 years for investment.

## LISTA DE CUADROS

|  | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Características de las unidades de manejo.   | 31   |
| Cuadro 2. Características generales de los estudios utilizados en el modelaje del crecimiento y rendimiento.   | 36   |
| Cuadro 3. Variables incluidas en la hoja de cálculo Excel para estimación del Valor del Bosque.  | 39   |
| Cuadro 4. Porcentaje del costo de la actividad forestal para dos intensidades de aprovechamiento.  | 43   |
| Cuadro 5 Estructura de costos e ingresos para intensidades de aprovechamiento baja y alta.   | 45   |
| Cuadro 6. Estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento.  | 47   |
| Cuadro 7. Estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento.  | 48   |
| Cuadro 8. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento.                      | 51   |
| Cuadro 9. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento.                      | 52   |
| Cuadro 10. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento. | 56   |
| Cuadro 11. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento. | 57   |
| Cuadro 12. Costos generales del monitoreo ecológico de dos indicadores   | 59   |
| Cuadro 13. Costos estimados del diseño y selección de áreas para el monitoreo ecológico de bosques manejados.  | 60   |
| Cuadro 14. Costos estimados para apertura, recuperación y señalización de fajas para el monitoreo ecológico de bosques manejados.  | 61   |
| Cuadro 15. Costos estimados para monitoreo de mariposas en bosques manejados.  | 62   |
| Cuadro 16. Costos estimados para monitoreo de estructura del bosque de manejados.  | 62   |

|  | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 17. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad baja de aprovechamiento.  | 65   |
| Cuadro 18. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad alta de aprovechamiento.  | 66   |
| Cuadro 19. Efecto del cambio en el número de indicadores a monitorear en el valor del bosque y el ciclo de corta para intensidad baja de aprovechamiento.  | 68   |
| Cuadro 20. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.                     | 69   |
| Cuadro 21. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.                     | 71   |
| Cuadro 22. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico.   | 72   |
| Cuadro 23. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años. | 74   |
| Cuadro 24. Comparación del valor del bosque para intensidades bajas y altas de aprovechamiento.  | 75   |
| Cuadro 25. Variación del valor del bosque según la tasa de descuento para dos intensidades de aprovechamiento.   | 77   |
| Cuadro 26. Comparación de costos al monitorear estructura de bosques.  | 80   |
| Cuadro 27. Comparación de costos al monitorear mariposas.  | 80   |
| Cuadro 28. Comparación de diferentes intensidades de aprovechamiento, en bosques tropicales de Centroamérica.  | 82   |

## LISTA DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Mapa de Nicaragua, ubicación del área de estudio.  | 32   |
| Figura 2. Comparación de la variación del valor del bosque y el ciclo de corta, para intensidades de aprovechamiento baja y alta.  | 49   |
| Figura 3. Efecto del cambio en la tasa de descuento en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidades bajas de aprovechamiento.   | 50   |
| Figura 4. Efecto del cambio en la tasa de descuento en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidades altas de aprovechamiento.   | 53   |
| Figura 5. Comparación de la variación del valor del bosque, según la tasa de descuento y la intensidad de aprovechamiento.   | 54   |
| Figura 6. Comparación de la variación del valor del bosque, para el precio implícito de la madera en pie, según distancia e intensidad de aprovechamiento.   | 55   |
| Figura 7. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad baja de aprovechamiento.                                    | 56   |
| Figura 8. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad alta de aprovechamiento.                                    | 58   |
| Figura 9. Comparación de la variación del valor del bosque al incluirse el costo del monitoreo ecológico, para dos intensidades de aprovechamiento.  | 64   |
| Figura 10. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidades bajas de aprovechamiento.   | 65   |
| Figura 11. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad alta de aprovechamiento.  | 67   |
| Figura 12. Efecto del cambio en el número de indicadores a monitorear en el valor del bosque para intensidad baja de aprovechamiento.  | 68   |
| Figura 13. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque, para intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.                             | 70   |
| Figura 14. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.                             | 71   |
| Figura 15. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años. | 73   |
| Figura 16. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años. | 74   |

## LISTA DE ANEXOS

### Anexo 1

Simulación del crecimiento baja intensidad de aprovechamiento.

Simulación del crecimiento alta intensidad de aprovechamiento.

Curvas de crecimiento para boques con baja y alta intensidad de aprovechamiento.

### Anexo 2

Estimación del Valor del Bosque y el ciclo de corta, para intensidad de aprovechamiento baja.

### Anexo 3

Estimación del Valor del Bosque y el ciclo de corta, para intensidad de aprovechamiento alta.

### Anexo 4

Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento.

### Anexo 5

Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad alta de aprovechamiento.

### Anexo 6

Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento.

### Anexo 7

Efecto del cambio en el Precio Implícito de la Madera en Pie, en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad alta de aprovechamiento.

### Anexo 8

Estimación de los costos del monitoreo ecológico de dos grupos indicadores.

### Anexo 9

Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el Valor del Bosque para intensidad baja de aprovechamiento.

### Anexo 10

Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el Valor del Bosque para intensidad alta de aprovechamiento.

### Anexo 11

Efecto del cambio en el número de indicadores a monitorear en el Valor del Bosque y el ciclo de corta para intensidad baja de aprovechamiento.

### Anexo 12

Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo

ecológico.

Anexo 13

Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico.

Anexo 14

Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico.

Anexo 15

Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del Valor del Bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico.

## ACRÓNIMOS

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>ACB</b>              | Análisis Costo Beneficio                                |
| <b>AVC</b>              | Altos Valores de Conservación                           |
| <b>BAVC</b>             | Bosques con Alto Valor para Conservación                |
| <b>CC</b>               | ciclo de corta  |
| <b>DAP</b>              | Diámetro a la altura del pecho                          |
| <b>DMC</b>              | Diámetro Mínimo de Corta                                |
| <b>FSC</b>              | Forest Stewardship Council (Consejo de Manejo Forestal) |
| <b>IA</b>               | Intensidad de aprovechamiento alta                      |
| <b>IAM</b>              | Intensidad de aprovechamiento alta con monitoreo        |
| <b>IB</b>               | Intensidad de aprovechamiento baja                      |
| <b>IBM</b>              | Intensidad de aprovechamiento baja con monitoreo        |
| <b>INAFOR</b>           | Instituto Nacional Forestal                             |
| <b>P&amp;C</b>          | Principios y Criterios                                  |
| <b>PGM</b>              | Plan General de Manejo                                  |
| <b>PIMP</b>             | Precio Implícito de la Madera en Pie                    |
| <b>POA</b>              | Plan Operativo Anual                                    |
| <b>PT</b>               | Parcelas temporales                                     |
| <b>RAAN</b>             | Región Autónoma del Atlántico Norte                     |
| <b>UMF</b>              | Unidad de Manejo Forestal                               |
| <b>VAN</b>              | Valor Actual Neto                                       |
| <b>VB</b>               | Valor del Bosque  |
| <b>VB<sub>max</sub></b> | Valor del Bosque máximo                                 |
| <b>VET</b>              | Valor Esperado de la Tierra                             |
| <b>Vol.</b>             | Volumen   |
| <b>VPN</b>              | Valor Presente Neto                                     |

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN   | 1  |
| 1.1 OBJETIVOS   | 4  |
| 1.1.1 Objetivo general  | 4  |
| 1.1.2 Objetivos específicos   | 4  |
| 1.2 HIPÓTESIS   | 4  |
| 2. MARCO DE REFERENCIA  | 5  |
| 2.1 MANEJO DEL BOSQUE   | 5  |
| 2.1.1 Planificación del manejo forestal   | 6  |
| 2.1.2 Manejo forestal en Nicaragua  | 7  |
| 2.2 CERTIFICACIÓN FORESTAL  | 9  |
| 2.2.1 Costos de la certificación forestal   | 10 |
| 2.2.2 Principios y criterios para el manejo forestal                                | 11 |
| 2.2.3 El Consejo de Manejo Forestal y sus principios                                | 12 |
| 2.2.4 Certificación del FSC para bosques pequeños<br>y de baja intensidad de manejo | 14 |
| 2.3. MONITOREO ECOLÓGICO DEL MANEJO DEL BOSQUE                                      | 15 |
| 2.3.1 ¿Qué se evalúa?   | 16 |
| 2.3.2 Una propuesta de monitoreo  | 17 |
| 3. MODELO MICROECONÓMICO  | 21 |
| 3.1 ANALISIS DE INVERSIONES DEL MANEJO DE BOSQUES                                   | 21 |
| 3.1.1 Análisis Costo Beneficio  | 22 |
| 3.1.2 Valor del bosque  | 23 |
| 3.2 PREMISAS DEL ESTUDIO  | 26 |
| 3.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE INVERSIONES   | 26 |
| 3.3.1 Tasa de descuento   | 27 |
| 3.3.2 Precio implícito de la madera en pie  | 28 |
| 3.3.3 Frecuencia de monitoreo   | 28 |
| 3.4 CENTRO DE COSTOS E INGRESOS PARA EL<br>ANÁLISIS DE INVERSIONES                  | 29 |
| 4. METODOLOGÍA  | 31 |
| 4.1 CASO BASE   | 31 |
| 4.2 FUENTES DE DATOS  | 32 |
| 4.2.1 Área de estudio   | 32 |
| 4.2.1.1 Clima   | 33 |
| 4.2.1.2 Geomorfología y suelos  | 34 |
| 4.2.2 Recopilación de datos del manejo forestal                                     | 34 |
| 4.2.3 Recolección datos de monitoreo ecológico                                      | 35 |
| 4.2.4 Simulación del crecimiento  | 36 |
| 4.2.5 Precio implícito de la madera en pie  | 38 |
| 4.3 ANÁLISIS DE INVERSIONES   | 39 |
| 4.3.1 Modelo microeconómico   | 39 |
| 4.3.2 Tasa de descuento   | 40 |
| 4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD  | 41 |
| 4.4.1 Sensibilización del caso base   | 41 |
| 4.4.2 Sensibilización del caso base incluyendo monitoreo ecológico                  | 42 |

|   |        |
|---|--------|
| 5. RESULTADOS   | 43     |
| 5.1 ACTIVIDADES DE MANEJO FORESTAL  | 43     |
| 5.2 SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO  | 45     |
| 5.3 VALOR DEL BOSQUE COMO CRITERIO DE INVERSIÓN                                     | 47     |
| 5.3.1 Valor del bosque para intensidad de aprovechamiento baja                      | 47     |
| 5.3.2 Valor del Bosque para intensidad de aprovechamiento alta                      | 48     |
| 5.4 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE  | 50     |
| 5.4.1 Tasa de descuento   | 51     |
| 5.4.2 Precio implícito de la madera en pie  | iii    |
| 5.5 ACTIVIDADES DE MONITOREO ECOLÓGICO  | vii    |
| 5.5.1 Diseño y selección de áreas para monitoreo                                    | viii   |
| 5.5.2 Apertura, recuperación de fajas y señalización                                | ix     |
| 5.5.3 Evaluación de indicadores de perturbación                                     | x      |
| 5.5.4 Evaluación de estructura del bosque   | xi     |
| 5.6 INFLUENCIA DEL MONITOREO ECOLÓGICO<br>EN LA RENTABILIDAD DEL MANEJO             | xii    |
| 5.7 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE<br>CONSIDERANDO EL MONITOREO ECOLÓGICO | xii    |
| 5.7.1 Frecuencia del monitoreo ecológico  | xiii   |
| 5.7.2 Número de indicadores para intensidad baja de aprovechamiento                 | xvi    |
| 5.7.3 Tasa de descuento   | xviii  |
| 5.7.4 Precio implícito de la madera en pie  | xxi    |
| 6. DISCUSION  | xxiv   |
| 6.1 VALOR DEL BOSQUE COMO CRITERIO DE ANÁLISIS<br>DE INVERSIONES                    | xxiv   |
| 6.2 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE  | xxvi   |
| 6.2.1 Tasa de descuento   | xxvi   |
| 6.2.2 Precio de la madera   | xxvii  |
| 6.3 MONITOREO ECOLÓGICO E INFLUENCIA EN LA RENTABILIDAD                             | xxviii |
| 6.3.1 Costos del monitoreo ecológico  | xxviii |
| 6.3.2 Frecuencia e intensidad del monitoreo ecológico                               | xxx    |
| 6.3.3 Tasas de descuento  | xxxii  |
| 6.3.4 Precio implícito de la madera en pie  | xxxii  |
| 7. CONCLUSIONES   | xxxiii |
| 7.1 VALOR DEL BOSQUE COMO INDICADOR DE INVERSIONES                                  | xxxv   |
| 7.2 FACTORES QUE AFECTAN LA RENTABILIDAD  | xxxvi  |
| 7.3 MONITOREO ECOLÓGICO Y RENTABILIDAD DEL MANEJO                                   | xxxvii |
| 8. RECOMENDACIONES  | xxxvii |
| LITERATURA CITADA   | xxxix  |
| ANEXOS  | 95     |

## 1. INTRODUCCIÓN

La madera procedente de bosques tropicales es un recurso cada vez más escaso y limitado, por lo cual se debe planificar su uso racional. Lo anterior se logra a través del manejo sostenible, integrando los aspectos económicos, ecológicos y sociales que influyen en el bosque. La sostenibilidad del manejo forestal incluye la necesidad de asegurar el mantenimiento de la biodiversidad en sistemas manejados, requiriendo información sobre cómo el manejo afecta los componentes del bosque en general; esto conlleva a un desafío para los manejadores de bosque quienes buscan obtener un mayor rendimiento en las operaciones de aprovechamiento, sin que con ello se reduzca la sostenibilidad, ni se vean afectadas las características ecológicas del bosque.

Para cumplir con las exigencias de manejo se han creado directrices (principios y criterios - P&C) que ayudan a orientar de manera práctica y concisa las actividades de manejo del bosque, creando un marco general, a partir del cual se definen leyes y regulaciones adaptables a condiciones específicas del sitio. Estas directrices pueden ser utilizadas para definir formas de manejo o restricciones de uso de los recursos, siendo aplicables en la definición de estrategias de planificación a diferentes niveles.

En la práctica, donde más se utilizan los P&C es a través de las certificadoras, las cuales buscan el mejoramiento de las prácticas de manejo del bosque, lo cual se logra según los cambios producidos por la adopción de la planificación del manejo. Muchas empresas, tanto privadas como comunitarias, han debido pasar por intensos y largos procesos de mejoramiento (cambios en aspectos técnicos, sociales y ambientales) del manejo forestal antes de acceder a la certificación; estos cambios dependen de los requerimientos del área de manejo, los cuales están dirigidos a la obtención de ganancias económicas para un largo período de tiempo, obteniendo de manera constante ingresos, estimulando al manejo del bosque, viéndolo como capital de inversión (de Camino y Alfaro 1998).

Uno de los aspectos considerados dentro de los principios para el manejo forestal es el monitoreo ecológico (principio 8 del Consejo de Manejo Forestal, por sus siglas en inglés, FSC), que permite conocer cómo influyen las prácticas de manejo sobre el recurso bosque, pudiéndose aplicar como componente de la estrategia de conservación de un

plan de manejo, ya que provee información del estado y la tendencia del desarrollo de las especies o hábitats e indica metas específicas necesarias para cumplir con los requisitos que enmarcan el manejo forestal dentro de la producción sostenible, incluyendo el mantenimiento de la integridad ecológica del bosque. También, por medio del principio 9 del FSC, se identifican aquellos bosques cuyas características sean de Alto Valor de Conservación (AVC), para lo cual el manejador del bosque debe planear e implementar acciones administrativas para mantener o mejorar los AVC identificados y establecer un programa de monitoreo para revisar su cumplimiento.

Sin embargo, el monitoreo ecológico es tal vez el elemento menos entendido del manejo forestal, tanto por manejadores del bosque como por evaluadores de sostenibilidad. Para lo cual se deben desarrollar metodologías para realizarlo, con el fin de evaluar adecuadamente los diferentes componentes de la biodiversidad y mantener el equilibrio funcional de los ecosistemas (Ferris-Kaan y Patterson 1992; Pielou 1994).

Al incluir labores de monitoreo ecológico dentro de actividades de manejo forestal, los costos operacionales aumentan. Por tanto, los costos incurridos deben ser compensados por lo menos por bases sólidas y confiables dadas por los valores de los indicadores de diversidad. Estos indicadores deben ser fáciles de monitorear, de rápida respuesta a cambios producidos por actividades de aprovechamiento y su monitoreo no implique mayores esfuerzos técnicos ni económicos en su implementación (Finegan *et al.* 2003).

El presente estudio intenta generar información sobre cómo se afecta la rentabilidad del manejo de forestal con la aplicación de la guía de monitoreo ecológico en bosques certificados, en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua, como parte del proceso de prueba y validación de una Guía para Operadores Forestales y Certificadores con énfasis en bosques con alto valor de conservación (Finegan *et al.* 2003; Ordoñez 2003).

El bosque húmedo tropical de Nicaragua se distribuye principalmente en las Regiones Autónomas del Norte y Sur (RAAN y RAAS), que en conjunto representan el 45 % del territorio nacional. La RAAN fue sometida a explotación maderera selectiva durante las décadas de los años 50 y 70's, extrayendo especialmente maderas preciosas (*Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*), provocando la disminución de estas especies (Saravia y

Louman 1999). Las actividades de manejo forestal se iniciaron en Nicaragua con mayor énfasis desde 1992 con la implementación del Plan de Acción Forestal y la creación del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) organismo regulador de las políticas forestales, a partir del cual se buscó la validación del manejo del bosque con base en sistemas y planes que contuvieran principios de sostenibilidad en sus diferentes componentes.

Se espera que los resultados de este estudio, sean aplicados como insumo en la orientación de toma de decisiones sobre el manejo del bosque en aquellas operaciones en las cuales el ente certificador sugiera la aplicación de los principios 8 y 9 del FSC; a su vez se busca, conocer los efectos que tiene la aplicación del monitoreo ecológico sobre la rentabilidad del manejo forestal. Estos resultados buscan establecer pautas tendientes al mejoramiento del desempeño de las labores de la certificación forestal evaluándose la eficiencia y la factibilidad económica de la aplicación de la guía, al establecer lineamientos de desempeño y avanzar hacia una herramienta relevante y práctica para el monitoreo ecológico.

Este estudio se basa en casos reales de manejo del bosque en los que se identifican aquellos factores que afectan la rentabilidad del manejo forestal. Dentro de la estructura del documento la introducción, los objetivos y las hipótesis planteadas, se desarrollan en el capítulo 1; en el capítulo 2 se definen las ideas generales sobre el manejo del bosque, basadas en la planificación y ejecución de planes generales de manejo (PGM), la certificación forestal como incentivo para el buen uso del recurso forestal y el monitoreo ecológico como herramienta para la prueba del impacto que las actividades de manejo causan sobre el ecosistema, principalmente en bosques con AVC.

El capítulo 3 presenta el modelo microeconómico basado en la utilización del valor del bosque (VB) como indicador de inversiones, aplicado en la evaluación de la rentabilidad del manejo forestal y cómo influye la adición de la actividad del monitoreo en ella. La metodología para el desarrollo del estudio se presenta en el capítulo 4. En el capítulo 5 se muestran los resultados de la rentabilidad del manejo forestal, influencia del monitoreo y un análisis de sensibilidad para dos intensidades de aprovechamiento. La discusión, conclusiones y recomendaciones se presentan en los capítulos 6, 7 y 8 respectivamente.

## **6.1 1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

Determinar el efecto que tiene en la rentabilidad del manejo forestal, la aplicación de la guía de monitoreo ecológico en bosques certificados, de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Determinar la rentabilidad de la actividad forestal para dos intensidades de aprovechamiento en bosques certificados.

Identificar los factores que afectan la rentabilidad del manejo forestal al incluir variaciones económicas y ecológicas.

Establecer la estructura de costos en la aplicación de la guía de monitoreo ecológico y su influencia en la rentabilidad del manejo de bosques para acceder a la certificación forestal.

## **6.2**

## **6.3 1.2 HIPÓTESIS**

El aumento en la intensidad del aprovechamiento, incrementa el valor del bosque; sin embargo éste se maximiza en un ciclo de corta menor al caso de referencia.

El valor del bosque y el ciclo de corta que maximizan el valor del bosque disminuyen, al aumentar la tasa de descuento y viceversa.

El monitoreo ecológico al aumentar su frecuencia, disminuye el valor del bosque y aumenta el ciclo de corta que maximiza su valor.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **6.4 2.1 MANEJO DEL BOSQUE**

Armitage (1998), define el manejo del bosque como un proceso que busca integrar de manera eficiente los factores biológicos, sociales y económicos que influyen en la toma de decisiones y guían a la puesta en práctica de objetivos para el aprovechamiento de los bosques. Esto implica varios grados de intervención humana, dirigidas a salvaguardar y mantener las funciones del ecosistema favoreciendo algunas especies en particular, que pueden ser económicamente valiosas para mejorar su producción. Tiene en cuenta los aspectos administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos relacionados con los bosques naturales, buscando satisfacer las necesidades actuales sin dejar de lado su disponibilidad en el largo plazo.

Las actividades de manejo de bosques se enfocan hacia la evaluación del mantenimiento de los procesos ecológicos, la conservación de la diversidad biológica, la satisfacción de las necesidades de las comunidades locales y el sostenimiento en la obtención de productos maderables y no maderables del bosque. Debe considerarse el cumplimiento de una buena práctica de las labores silviculturales, los impactos y los resultados del manejo, para facilitar información en la identificación de los aspectos negativos que se puedan modificar o aquellos positivos que se deban impulsar, dentro de un sistema de manejo adaptativo (McGinley y Finegan, 2002).

Así, para lograr la sostenibilidad del manejo del bosque, este no debe ser estático, sino que debe permitir la adopción de actividades en escenarios cambiantes, bien sean ocasionados por eventos naturales como huracanes, inundaciones, etc.; elementos de mercado como son fluctuaciones en los precios, cambios en las tasas de interés o

aquellos provenientes de resultados de investigaciones en el comportamiento del bosque a diferentes tratamientos, etc. (Louman, 2001).

### **2.1.1 Planificación del manejo forestal**

Todas las actividades propias del manejo forestal deben planificarse para largo y mediano plazo. Al identificar los objetivos del manejo, las limitaciones del mismo y realizando propuestas de las actividades basadas en las metas planteadas y los productos esperados, basado en la ejecución y acogimiento de políticas nacionales y/o regionales para la utilización del bosque (Armitage 1998).

El plan general de manejo (PGM), es un programa operacional cuidadosamente preparado y bien coordinado para ejecutar labores silviculturales en un período de tiempo determinado (ciclo de corta); este debe tener en cuenta las operaciones del bosque determinando el volumen a extraer, los años de aprovechamiento, las labores silviculturales, especificando las condiciones para realizar el aprovechamiento y la protección de los bosques, convirtiéndose una vez aprobado, en un compromiso entre el dueño de bosque, el Estado y los responsables de llevarlo a cabo (Quirós y Louman 1999).

Quirós y Louman (1999), proponen cuatro etapas básicas en la etapa de la planificación del manejo:

?Recolección de antecedentes, basada en la historia del uso anterior del bosque, identificación de grupos interesados en su uso y conservación e identificación de problemas y limitantes.

?Realización de inventarios para el análisis de la composición del bosque, identificación de aspectos físicos del área y aceptación en el mercado, proporcionando un marco básico y apropiado para efectuar los tratamientos silviculturales.

?Identificación de los objetivos, según los grupos de interés y el potencial forestal y las características del área.

?Identificación, descripción y análisis de alternativas basadas en la información disponible, se analizan las diferentes opciones de manejo, seleccionando la más apropiada y acorde con los objetivos planteados.

Con esta información debidamente analizada, se puede aprovechar el bosque de tal forma que se obtenga la cantidad máxima permisible de los productos deseados, de buena calidad y a un menor costo, todo esto sin causar mayores daños al bosque y asegurando un uso sostenible.

### **2.1.2 Manejo forestal en Nicaragua**

Para la legislación nicaragüense el manejo de bosques es un sistema de ordenamiento forestal, cuya finalidad es obtener una producción sostenida de diversos productos forestales maderables y no maderables a perpetuidad. Donde todos los sectores involucrados participan en el diseño, implementación, evaluación y distribución de los costos y beneficios, además de las políticas y acciones de conformidad con sus derechos (INAFOR 1999).

En Nicaragua sector forestal es rectorado por el Ministerio de Agropecuario y Forestal (MAG-FOR) con base a las políticas forestales. Este ministerio posee dentro de su estructura al Instituto Nacional Forestal – INAFOR, como máxima autoridad nacional para ejecutar las políticas y el desarrollo forestal del país. Como ente regulador del manejo del bosque, busca armonizar la sostenibilidad y la producción forestal con la conservación del ambiente y los recursos naturales; también regular y orientar las actividades forestales de manera sostenible y normalizar las actividades de aprovechamiento y transformación de productos maderables (INAFOR 1999).

Según las normas, se aplica el sistema policíclico para el manejo del bosque, el cual toma en consideración la representatividad de especies en el bosque, composición florística, número de individuos y área basal por categorías diamétricas, para determinar su

viabilidad de manejo y silvicultura a partir de la fijación de diámetros mínimos y ciclos de corta (INAFOR 1999).

También plantea que el ciclo de corta debe determinarse de acuerdo a los resultados del inventario, siendo de 25 años mínimo; así mismo, el volumen aprovechable del bosque es determinado en cada PGM de acuerdo a la intensidad de corta por especie (INAFOR 1999).

El aprovechamiento y las actividades de manejo se realizarán con base a PGM, utilizados como guía en las operaciones ejecutadas, donde se detallan las actividades silviculturales, de protección y aprovechamiento forestal definidas en el tiempo y espacio (INAFOR 1999).

Para dar seguimiento y evaluar las actividades silviculturales detalladas en el PGM, se proyecta el Plan Operativo Anual (POA), el cual es el desglose detallado de las actividades forestales y tratamientos a efectuar en un año en particular, que de forma general aparecen en el plan de manejo (INAFOR 1999).

Por medio de evaluaciones de la situación forestal en Nicaragua, se elaboró un estándar utilizado como herramienta para la definición de los principios que conllevan al manejo forestal. Se compone de 5 principios que identifican fortalezas y debilidades, buscando garantizar los acuerdos que se acogen dentro de los instrumentos legales del manejo forestal a nivel nacional y de los PGM a nivel local (Saravia y Louman 1999):

?? Principio 1. El manejo forestal está constituido como componente de desarrollo sostenible dentro de la política forestal nacional.

?? Principio 2. Las tecnologías empleadas por los diferentes actores en el manejo de recursos naturales, especialmente los forestales, deberán ser apropiadas.

?? Principio 3. Las prácticas de aprovechamiento forestal deberán ser compatibles con los objetivos secundarios, tales como la conservación y protección del medio ambiente, bajo el principio general de sostenibilidad.

?? Principio 4. Promover y respaldar valores culturales de las comunidades y actores involucrados para alcanzar el desarrollo sostenible del manejo de los recursos naturales del país.

?? Principio 5. Procurar una distribución de costos y beneficios del uso de los recursos naturales y su ordenación natural.

## 6.5 2.2 CERTIFICACIÓN FORESTAL

La certificación fue creada como un instrumento económico de mercado, que ofrece incentivos tanto a productores como a consumidores y busca el compromiso de mejorar el uso del bosque, sin influir necesariamente en mayores precios para estos productos. Los beneficios pueden ser reflejados al facilitar el acceso a nuevos mercados con mejores precios (productos especializados) generando una ventaja competitiva, mayor eficiencia en la productividad, menores riesgos ambientales y una mejor imagen en los mercados específicos, lo que implica una disposición a pagar los costos adicionales de certificación (Upton y Bass 1996; Louman 1998a; de Camino y Alfaro 1998).

El eje de la certificación consiste en corregir la falta de manejo forestal que históricamente ha caracterizado la explotación del bosque natural y particularmente el aprovechamiento de la madera tropical a escala industrial (Davies 1997a). Por ejemplo, dentro del proceso de certificación promovido por el Consejo de Manejo Forestal (por sus siglas en Inglés FSC), se busca optimizar las técnicas de manejo del bosque, mejorando las condiciones de los trabajadores y el acceso a nuevos mercados (de Camino y Alfaro 1998). La certificación consta de dos elementos fundamentales:

?La certificación de la sostenibilidad del manejo forestal, que abarca el inventario forestal, la planificación de la ordenación, el aprovechamiento, las prácticas silviculturales, la construcción de vías, así como la repercusión de las actividades forestales en el ámbito ecológico, económico y social.

?La certificación de los productos, donde se hace un seguimiento de la madera en rollo y de los productos madereros elaborados a través de las distintas fases del proceso (cadena de custodia).

Normalmente una organización independiente otorga la certificación del plan de manejo y verifica su cumplimiento; así se asegura que el manejo forestal cumple con criterios

predeterminados, que incluyen la preparación de un plan de manejo, ciertas prácticas de extracción, la protección de la biodiversidad y la integridad del ecosistema.

### **2.2.1 Costos de la certificación forestal**

Se discute a menudo que los costos iniciales de la certificación son muy elevados conduciendo a una baja ventaja competitiva frente a la tala ilegal del bosque, aunque poco se ha hecho en el análisis de cómo estos costos pueden variar según el área del bosque (por hectárea) o los niveles de producción (volumen aprovechable por metro cúbico). Para unidades de manejo pequeñas el principal problema son los flujos de caja y encontrar fondos para cubrir los costos iniciales de la certificación, ya que estos costos por metro cúbico pueden incrementarse en un 50% y si la producción está enfocada a suplir el mercado interno, estos costos difícilmente serán superados (de Camino y Alfaro 1998).

Los costos de la certificación se componen de los costos del manejo sostenible del bosque (prácticas de manejo) y los costos del proceso de certificación en sí mismo. Respecto a las prácticas de manejo sostenible del bosque, estos costos necesariamente no deberían ser altos con respecto a aquellos provenientes del manejo tradicional del bosque. Mejorar el manejo del bosque implica costos de planeación (inventarios más detallados, mejor planificación de las vías, mayor control en la tala y extracción). Estos costos son compensados por mayores rendimientos y menores costos en las operaciones de aprovechamiento, una mejor distribución dentro del ciclo de corta, constantes fuentes de materia prima en el proceso industrial, etc. Así mismo, los costos del proceso de certificación son inversamente proporcionales al área de manejo y al volumen aprovechable (de Camino y Alfaro 1998).

Es difícil dar una idea de los costos de certificación en general, ya que existen costos de inspección y evaluación (costos directos) y costos para satisfacer estándares requeridos (costos indirectos). Los costos indirectos varían de acuerdo a las condiciones; estos fluctúan en un rango que va desde los U\$ 0.02 ha<sup>-1</sup> en Zambia hasta los U\$ 0.90 ha<sup>-1</sup> en Bolivia, pues los certificadores utilizan diferentes tarifas, que dependen por ejemplo, de la

contratación de personal local o extranjero, la experiencia del equipo de trabajo, el tiempo que tome realizar las labores de campo y principalmente la calidad de la información existente (Louman 1998, Bass *et al.* 2001).

Por otra parte, muchas empresas que buscan la certificación creen que inmediatamente es concedida, se aumenta el valor de todos sus productos y se encuentran en capacidad de ofrecer diferentes tipos de maderas (un amplio número de especies) y los volúmenes esperados por el mercado; pero la realidad es que existen casos en los que no se reciben beneficios económicos directos de la certificación, y aunque se cuente con un mercado para los productos certificados, muchas veces es difícil suplir las necesidades del mismo (de Camino y Alfaro 1998).

### **2.2.2 Principios y criterios para el manejo forestal**

La certificación involucra un certificador independiente para evaluar si se alcanzó el nivel de desempeño especificado, para lo cual cada organismo certificador contiene una serie de Principios y Criterios (P&C), los cuales son utilizados para evaluar el progreso hacia el manejo forestal sostenible. Varios países han adoptado P&C de manejo forestal. En América Central existe el estándar de Costa Rica y borradores de estándares en Guatemala (pinos y el Petén) y Nicaragua. Sin embargo, el hecho de tener un estándar que permite evaluar el manejo forestal no significa la existencia un sistema de monitoreo del mismo (Prabhu *et al.* 1998; Pokorny *et al.* 2001; Louman 2002).

Los P&C definen las prácticas de manejo forestal y buscan reducir los impactos negativos de las operaciones de manejo en el ecosistema. Son considerados herramientas para la promoción del manejo del bosque, monitoreo y evaluación de las practicas de manejo (van Bueren y Blom 1997; Pokorny *et al.* 2001).

En el contexto del manejo de bosque, los principios se consideran como un objetivo o una respuesta a una función del ecosistema forestal, siendo condiciones importantes para lograr el manejo del bosque. Su función es ejecutar metas planteadas, tales como el manejo forestal sostenible, lo que implica mantener de una manera sostenible las funciones

del bosque, siendo el resultado de procesos políticos, de consultación, negociación y compromiso (Pedroni y de Camino 2000; Louman 2002).

Un criterio agrega el significado y operacionalidad a un principio sin ser una medida directa del funcionamiento del bosque; este muestra la dinámica del bosque y su estado deseable. Su función es evidenciar la implicación práctica de un principio, traduciéndolo en estados deseados del ecosistema (Pedroni y de Camino 2000; Louman 2002).

### **2.2.3 El Consejo de Manejo Forestal y sus principios**

La utilización práctica de los P&C se ha generalizado en la certificación forestal, donde trata de evaluar la sostenibilidad de la producción maderera, sin dejar de lado los aspectos sociales. Al ser sometida una operación de manejo, a la evaluación de los certificadores, la verificación se hace basadas en las actividades plasmadas dentro del PGM y los POA's, esto se hace a través de los planes, registros y evaluaciones internas relacionadas con el desempeño del manejo (Quirós y Louman 1999). En caso que la evaluación resulte positiva, la empresa obtiene un sello de calidad como resultado del buen desempeño en el manejo forestal o por el origen de la madera, el cual puede usarse para la comercialización de productos certificados (Pokorny *et al.* 2001).

El FSC es un organismo internacional que acredita organizaciones de certificación cuyo objetivo es promover el manejo sostenible del bosque, socialmente beneficioso y económicamente viable a nivel mundial, mediante el establecimiento de P&C reconocidos y aplicables a todos los bosques tropicales, templados y boreales. Están diseñados principalmente con referencia a los bosques manejados para producción maderera, sin embargo, también pueden ser aplicados, en diversos grados, a los bosques manejados para productos forestales no maderables (FSC 1999).

La aplicación de P&C en el proceso de certificación se divide en tres fases (Pokorny *et al.* 2001):

?? Precertificación, en la cual se detectan los principales errores en el manejo y la potencialidad que presenta la unidad de manejo con respecto a la certificación.

- ?? Análisis de las actividades de la empresa.
- ?? Control del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el certificador sobre la calidad de las operaciones forestales.

Los P&C del FSC, sirven como la base global para el desarrollo de estándares de manejo forestal específicos para cada región. Para el manejo de bosques naturales, el FSC (2000) plantea nueve Principios, los cuales encierran directrices aplicables al manejo del bosque, pues busca que:

??Sean compatibles con las leyes nacionales y locales, definiendo claramente la tenencia y los derechos de uso a largo plazo sobre la tierra y los recursos forestales (Principios 1 y 2).

??Consideren los derechos legales y consuetudinarios de los pueblos indígenas, comunidades y trabajadores, elevando el bienestar social y económico a largo plazo (Principios 3 y 4).

??Posean viabilidad económica y una amplia gama de beneficios ambientales y sociales, promoviendo el uso eficiente de los servicios del bosque, a través del manejo forestal, manteniendo las funciones ecológicas y la integridad del bosque (Principios 5 y 6).

??Posean un plan de manejo, según la escala y la intensidad de las operaciones, estableciendo los objetivos y los medios para lograrlo (Principio 7).

??Evalúen la condición del bosque, el rendimiento de los productos forestales, la cadena de custodia, y la actividad del manejo y sus impactos sociales y ambientales por medio del monitoreo ecológico (Principio 8).

??Se tomen las decisiones referentes a actividades de manejo en Bosques con Alto Valor de Conservación dentro del contexto de un enfoque precautorio, buscando mantener o incrementar los atributos que los definen (Principio 9).

Los P&C desarrollados para el monitoreo de las acciones tienen una evaluación permanente (anual), con el fin percibir el cambio ejercido por las actividades de manejo aplicadas y modificadas según las condicionantes del organismo certificador, lo que permite realizar un control integral de las operaciones de la empresa certificada. Siendo un subproducto de la certificación la realización del monitoreo ecológico, por parte de las empresas para demostrar la sostenibilidad de las estrategias de manejo, estas incluyen (de Camino y Alfaro 1998; Pokorny *et al.* 2001):

- ?? Establecimiento de parcelas permanentes de medición, para determinar las tasas de crecimiento y la composición de especies arbóreas, así como el impacto del manejo en el bosque remanente;
- ?? Estudios de la fauna silvestre;
- ?? Estudios del impacto de las actividades de aprovechamiento en cuencas, fauna, flora y suelos;
- ?? Estudios de productos potenciales y mercadeo de productos no maderables del bosque y;
- ?? Establecimiento de sistemas de monitoreo de los aspectos económicos, ecológicos y sociales determinados en la certificación

#### **2.2.4 Certificación del FSC para bosques pequeños y de baja intensidad de manejo**

A inicios del año 2002 el FSC lanzó una nueva iniciativa llamada: "Aumentando el acceso a la certificación para los bosques manejados a pequeña escala y de baja intensidad": llamada la "Iniciativa SLIMF" (por sus siglas en inglés). El objetivo de este proyecto es hallar e implementar soluciones prácticas a las barreras que enfrentan las operaciones forestales a pequeña escala y de baja intensidad para tener acceso y conservar la certificación forestal del FSC (Robinson y Brown 2003).

La iniciativa de los SLIMFs constituye una respuesta al reconocimiento que las realidades y necesidades de los bosques pequeños y de baja intensidad de manejo varían mucho en todo el mundo y que no todos han tenido facilidad de acceso a los sistemas de certificación FSC o a conseguir la certificación (FSC 2002).

De tal forma que una serie de iniciativas han aportado información valiosa para identificar las barreras que enfrentan los bosques pequeños y/o de baja intensidad de manejo para lograr la certificación, sugiriendo soluciones y brindando orientación sobre las políticas actuales. Estas iniciativas incluyen proyectos de investigación, esquemas y propuestas de entidades de certificación. Muchas de estas iniciativas concuerdan que los manejadores de bosques pequeños y de baja intensidad de manejo se verían beneficiados con apoyo en las siguientes áreas (FSC 2002):

- ?? Identificar los criterios de elegibilidad, aplicando un esquema de decisiones y/o una evaluación de riesgos, para determinar el tipo de usuario que participaría en las modificaciones aplicadas a los sistemas y estándares del FSC;
- ?? Proporcionar material para comunicación y/o de apoyo para los grupos objetivo en cuanto a estándares y procesos de certificación del FSC;
- ?? Proporcionar pautas por escrito y/o una interpretación de los estándares donde se tomen en cuenta los asuntos relacionados con el tamaño y escala de las operaciones forestales;
- ?? Reducir los costos de evaluaciones e inspecciones para las entidades certificadoras, reduciendo así los costos para las operaciones forestales, y
- ?? Modificar las políticas de certificación para el manejo forestal de grupos.

### **6.6 2.3. MONITOREO ECOLÓGICO DEL MANEJO DEL BOSQUE**

Finegan *et al.* (2003), definen el monitoreo como *un proceso de recolección de información usada para mejorar el manejo del bosque*; enfatiza sobre la practicidad y lo significativo que debe ser, pues se buscan respuestas confiables a preguntas relacionadas con el impacto que el manejo represente en la biodiversidad y su ejecución no debe utilizar mayores recursos humanos y financieros de los disponibles.

Una de las necesidades al realizar un programa de monitoreo, es conocer los efectos del manejo sobre la composición, estructura y funcionalidad de los procesos ecológicos y encontrar herramientas de monitoreo que permitan una evaluación confiable, en lapsos de

tiempos cortos y de bajo costo. Aún no existen acuerdos en cuanto a qué y cómo hacerlo de manera rápida, fácil y económica, debido a la falta de comprensión de los procesos ecológicos y la influencia que podrían tener las actividades en estos procesos, por la complejidad de la biodiversidad misma y sus interrelaciones (Beccaloni y Gaston 1995; Finegan *et al.* 2003; Louman 2002).

El monitoreo dentro del manejo forestal tiene como objetivo final detectar cambios dados por operaciones efectuadas en el bosque, orientando hacia un mejor manejo. El monitoreo debe tener en cuenta lo que se va a medir con respecto a los objetivos propuestos y cómo tomar las mediciones. Los indicadores de cambio son seleccionados, por sus características claves, antes de iniciar el monitoreo, con esto el monitoreo permite la comparación de cambios de valores iniciales de los indicadores con los encontrados al finalizar las operaciones de manejo (Ferris-Kaan y Patterson 1992).

El poco dinero disponible es un desafío importante en el desarrollo de programas de monitoreo relevantes y prácticos en muchas operaciones de manejo forestal en el trópico. La escasez de dinero es a menudo acompañada por la falta de conocimiento y capacidad para manejar la biodiversidad, en general, y para el monitoreo en particular. Pero por otra parte, el monitoreo es parte importante dentro de la certificación forestal, siendo uno de los diez principios del FSC (Principio 8); con esto el monitoreo se convierte en un elemento clave para el buen manejo forestal.

### **2.3.1 ¿Qué se evalúa?**

Diversos autores han presentado clasificaciones en las que se puede enfocar un estudio de monitoreo ecológico (Noss 1990; Boyle y Boontawee 1994; Noss, 1999). Igualmente muchos sugieren especies o grupos de organismos que pueden ser utilizados como indicadores, tales como aves y/o grupos de artrópodos terrestres (Kremen 1992; Pearson y Cassola, 1992). Otro ejemplo son ciertas plantas consideradas como especies claves, que son el soporte de numerosas especies de aves y murciélagos durante épocas de escasez de frutos. Sin estas especies claves el nivel de población de muchas otras

podría declinar. Así mismo, las plantas que dependen de animales para la dispersión o la polinización podrían experimentar la declinación de sus poblaciones (Alfonso 1999).

Finegan *et al.* (2003), proponen realizar el monitoreo de variables estructurales tales como el área basal, estructura diamétrica y estructura vertical las cuales se relacionan con la diversidad de animales del bosque tal como se han encontrado relacionadas la abundancia de aves cantoras, con la complejidad de la estructura vertical de los bosques; siendo el monitoreo de plantas usado para evaluar las cualidades de los hábitats animales, al ser más económico y fácil que evaluar poblaciones de animales, ya que las especies de plantas presentes son importantes en la estructura de la vegetación y en la determinación de las características del hábitat y sus componentes (Ferris-Kaan y Patterson, 1992).

También se sugiere, en algunas ocasiones, la utilización de especies indicadoras de perturbación, ya que existe gran conocimiento del efecto que produce el manejo del bosque en las mismas. Las aves juegan un papel significativo en la diseminación de semillas, mientras que los insectos (mariposas y escarabajos) son importantes en la polinización, siendo las características de estas comunidades (riqueza, diversidad y composición), directamente relacionadas con variaciones estructurales y microambientales del hábitat (Pearson y Cassola 1992; Beccaloni y Gaston 1995; Kremen 1994; Finegan *et al.* 2003).

### **2.3.2 Una propuesta de monitoreo**

Las directrices propuestas por las certificadoras para el monitoreo son poco claras y específicas para los manejadores de bosques, siendo un punto débil en muchas evaluaciones de certificación independientes conducidas en América Central. Aunque los equipos certificadoros con frecuencia solicitan a los manejadores del bosque hacer monitoreo de las operaciones de manejo, las instrucciones son, usualmente, muy generales como para que sirvan de guía adecuada (Finegan *et al.* 2003).

El monitoreo debe ser parte central del manejo de bosques, siendo práctico y útil, al proveer a los encargados del bosque información adecuada, fácilmente aplicable para

evaluar los efectos de las actividades y modificar posteriormente las acciones dentro del Plan de Manejo cuando sea necesario.

Se sabe que el monitoreo agrega costos adicionales al manejo del bosque y puede reducir los estímulos para las comunidades locales o empresas privadas dueñas de bosques. Basados en ésta realidad, el poco entrenamiento y conocimiento que los manejadores de bosque tienen en la forma de recolección, el tipo y el análisis de los datos provenientes del monitoreo, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en ingles), el Centro Agronómico Tropical de Investigación Enseñanza (CATIE - Costa Rica) y la Universidad de Estado de Oregon (OSU - Estados Unidos), desarrollaron una Guía para Operadores Forestales y Certificadores, con énfasis en Bosques con Alto Valor para Conservación (BAVC).

Dentro de los principios del FSC se encuentra el 9 que propone un monitoreo anual para evaluar la efectividad de las medidas usadas para mantener o incrementar los Altos Valores de Conservación (AVC) de los bosques, previamente identificados. Los atributos con los cuales se definen la presencia de AVC, deben ser identificados dentro de los bosques por poseer una o más de las siguientes características (Jennings *et al.* 2002):

??AVC 1. Áreas forestales que contienen concentraciones de valores de biodiversidad importantes a nivel global, regional o nacional (Ej. endemismo, especies en peligro de extinción, refugios).

??AVC 2. Áreas forestales con grandes bosques a nivel de paisaje, importantes a escala global, regional o nacional, que están insertas en la unidad de manejo (UM) o que incluyen la UM donde existen poblaciones viables de la mayoría o de todas las especies con distribución natural en los patrones de distribución y abundancia.

??AVC 3. Áreas forestales que están dentro de o contienen ecosistemas raros, amenazados o en peligro de extinción.

??AVC 4. Áreas forestales que proporcionan servicios básicos de naturaleza en situaciones críticas (Ej. protección de cuencas, control de erosión).

??AVC 5. Áreas forestales muy importantes para satisfacer las necesidades básicas de las comunidades locales (Ej. subsistencia, salud).

AVC 6. Áreas forestales con suma importancia para la identidad tradicional cultural de las comunidades locales (áreas con importancia cultural, ecológica, económica y religiosa, identificadas en colaboración con las comunidades locales).

El objetivo principal de la guía de monitoreo es proporcionar una herramienta útil y aplicable para los manejadores y certificadores de los bosques tropicales. Esta guía propone acciones de monitoreo prácticas, relevantes (centrada en componentes críticos de la biodiversidad), económicas y fácilmente ejecutables (Finegan *et al.* 2003).

La guía se divide en cuatro secciones. La sección 1 proporciona información general sobre monitoreo ecológico, diseño y ejecución de programas de monitoreo. La sección 2 presenta siete pasos para diseñar un programa de monitoreo. Esta sección demuestra cómo las metas de conservación son fundamentales para los objetivos de manejo del bosque, y cómo un programa de monitoreo es solo parte de metas más amplias de conservación. Para identificar qué elementos ecológicos deben ser supervisados, la sección 3 presenta un árbol de decisiones que orienta hacia las opciones posibles. Finalmente, la sección 4 presenta la base conceptual para utilizar los datos obtenidos y cómo estos resultados se pueden utilizar para modificar el Plan de Manejo.

Los apéndices proveen pautas técnicas para el uso de la guía. Entre los más importantes son el A y B. El apéndice A proporciona los protocolos para la evaluación de los indicadores biológicos, las técnicas de monitoreo que se pueden poner en ejecución en el campo y cuál sería la interpretación adecuada de los resultados. El apéndice B proporciona generalidades sobre el muestreo, el análisis de los valores propuestos de los activadores y umbrales para cada uno de los indicadores y las variables de la supervisión (Finegan *et al.* 2003).

Puntos relevantes como criterios prácticos en la utilización de la guía de monitoreo, son:

La utilización del enfoque de **filtro grueso y filtro fino**, para lo cual la composición de la vegetación del bosque actúa como un filtro grueso en la planeación del manejo de bosques, al contener especies dependientes de él. Sin embargo, algunas especies no son detectadas por este filtro, tales como las endémicas, con distribución muy restringida y los mamíferos de amplia distribución.

Dichas especies, podrán ser cobijada entonces, por el filtro fino. Esto es importante al momento de la planificación, al monitorear especies cuyas características sean fácilmente detectables y no se deba hacer investigaciones costosas enfocadas a una sola especie en particular.

?? Se tiene en cuenta la **intensidad del manejo dado a las áreas de aprovechamiento**, al plantear que no en todas las áreas aprovechadas se debe monitorear, sino que se debe evaluar la magnitud de los daños causados por el aprovechamiento y así mismo plantear los indicadores a monitorear. Utilizando el enfoque anterior, para un aprovechamiento de baja intensidad en algunos casos no es necesario realizar el monitoreo de todos los indicadores sugeridos por la guía, sino utilizar los resultados tan solo del monitoreo de la estructura de bosque.

?? Según sean las intensidades de aprovechamiento, así mismo será la respuesta de los indicadores a los cambios en su hábitat, por tanto se debe ser conciente de la **cuantificación del cambio aceptable** de los indicadores en las áreas de bosque para que sea admisible o no, y por ende se hagan cambios en los PGM y POAs.

El monitoreo requiere tiempo y dinero, y sus resultados pueden conducir a modificaciones en el PGM. Los manejadores deben tomar en cuenta desde el inicio la necesidad de definir objetivos claros y específicos para el monitoreo, la necesidad de enfoques de muestreo que permitan obtener respuestas confiables a las preguntas sobre las relaciones entre el manejo forestal y los cambios en la biodiversidad, y la necesidad de contar con procedimientos claros para el análisis, interpretación y uso de los datos generados en el proceso de manejo (Finegan *et al.* 2003).

El monitoreo ecológico es un elemento clave del manejo adaptativo, y éste a su vez es clave en la filosofía del FSC y en la mayoría de los enfoques modernos del manejo forestal. Básicamente, el manejo adaptativo se centra en el uso de la información recopilada durante las acciones de manejo para ayudar a modificar futuras acciones. Dentro del contexto del manejo adaptativo, el monitoreo debería ayudar a detectar cambios en la abundancia de las especies o en las condiciones del bosque con un cierto nivel de confianza estadística, y a relacionar tales cambios con las operaciones de

manejo; si el monitoreo no permite hacer esto, no es útil para el manejo adaptativo ni para el proceso de certificación (Finegan *et al.* 2003).

### **3. MODELO MICROECONÓMICO**

#### **6.7 3.1 ANALISIS DE INVERSIONES DEL MANEJO DE BOSQUES**

Un análisis de inversiones considera los costos y beneficios a lo largo de la vida de un proyecto en particular. Para proyectos forestales, se sugiere la utilización de indicadores basados en la relación costo beneficio actualizados, dados los largos plazos de inversión en los cuales se dan cambios en el valor del dinero en el tiempo (Piedra 2003).

Dentro del manejo de bosques se busca examinar diferentes opciones de manejo y demostrar los resultados posibles al tomar alguna alternativa de decisión, ya que determina la rentabilidad del sistema productivo en términos del valor del activo, en este caso el bosque (tierra mas el vuelo forestal) e indica al inversionista la factibilidad financiera para implementar un plan de manejo sostenible de un bosque, teniéndose en cuenta que (Gregory 1987; Davies 1997; Maginnis *et al.* 1998; Gómez y Quirós 2001):

?? Un proyecto forestal tiene un horizonte de tiempo significativo, por tanto, el procedimiento de descuento tiene mucha importancia en el cálculo de la rentabilidad.

?? Históricamente el sector forestal en muchos países ha sido marcado por las distorsiones en sus mercados para trozas y madera aserrada; así mismo, la creación de mercados imperfectos para los insumos o factores de producción.

?? Existe la necesidad de cuantificar los impactos de los usos alternativos del suelo (costo de oportunidad).

El análisis de inversiones de largo plazo (análisis de inversiones) ayuda a determinar la sostenibilidad de proyectos de naturaleza forestal, partiendo de la base que estos son sostenibles si generan utilidades mínimas que motivan a los dueños de bosque y/o inversionistas a establecerlos y adoptarlos por un tiempo indefinido; con lo cual se generan indicadores que pueden ser comparables con el costo de oportunidad de la tierra y con el rendimiento de otras actividades productivas accesibles (Piedra 2003).

Una herramienta para generar criterios de decisión según la sostenibilidad del manejo forestal es el análisis de inversiones, que ayuda a identificar sistemas de manejo que pueden ser rentables o no, a partir de los cuales se puede promocionar su implementación o buscar alternativas rentables de manejo con mejores oportunidades de mercado (Gómez y Quirós 2001).

### **3.1.1 Análisis Costo Beneficio**

Este tipo de análisis examina los costos y beneficios de un proyecto a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores que reflejan las preferencias individuales de los inversionistas mediante la utilización de tasas de descuento, las cuales calculan valores específicos para cada inversionista.

Según Boardman *et al.* (2001), algunos principios básicos que se deben tener en cuenta al realizar un Análisis Costo Beneficio (ACB) son:

- ?? Especificar diferentes alternativas del proyecto.
- ?? Determinar costos y beneficios.
- ?? Predecir impactos que puedan afectar la vida útil del proyecto.
- ?? Descontar costos y beneficios para obtener los valores presentes.
- ?? Estimar el Valor Presente Neto (VPN) para cada alternativa planteada.
- ?? Realizar un análisis de sensibilidad del proyecto.
- ?? Hacer recomendaciones basadas en los resultados de la estimación del VPN y del análisis de sensibilidad.

Los indicadores financieros para el manejo del bosque se basan principalmente en costos y beneficios actualizados, por los largos plazos de los ciclos de corta, donde se asume que la proyección hacia el futuro es con cero (0) inflación. Así, en el análisis de inversiones se asumen precios constantes y tasas de interés reales a lo largo del tiempo dentro de cada periodo de análisis (ciclo de corta aplicado en el manejo de los bosques a analizar) (Gómez y Quirós 2001; Navarro 2003b).

El ACB es solo una herramienta para la toma de decisiones, cuya regla básica es aceptar la propuesta de manejo que brinde mayores beneficios y presentar diversas opciones de manejo para seleccionar la opción que lleve a su punto máximo el valor del bosque.

### **3.1.2 Valor del bosque**

El bosque tiene una amplia gama de usos potenciales, desde la conservación hasta el cambio de uso para actividades agrícolas y pecuarias. Para optar por la alternativa de la utilización del bosque de manera sostenible como generador de ingresos, los costos de las operaciones de manejo deben ser menores que los dados por la tala ilegal o la conversión a tierras agrícolas.

En los proyectos que incluyen el uso de la tierra como capital (agrícolas, agroforestales y forestales), se puede utilizar el Valor Presente Neto (VPN) como método para conocer *cuanto esta dispuesto a pagar el inversionista por un activo (bosque), basado en estimaciones de beneficios y costos a una tasa de descuento aceptable*. La maximización

del VPN, donde se considera el costo de oportunidad de la tierra conocido como valor de uso de la tierra, la cual es utilizada en aquellas actividades que generan mayores beneficios a sus dueños. Para determinar el valor de la tierra, basados en los ingresos que su uso pueda generar, se deben descontar los ingresos netos. Esto significa conocer el VPN de futuros ingresos netos obtenidos por el uso de la tierra (Klemperer 1996; Filius 1992).

Para inversiones forestales, bajo este concepto, el uso la tierra forestal dentro del manejo de bosques, debe proporcionar el máximo ingreso por su uso. Para este tipo de análisis se utiliza el concepto de Valor Esperado de la Tierra (VET), el cual encierra el criterio del *valor máximo que un comprador puede pagar por la tierra desnuda y aún ganar a la tasa de descuento pagada por el banco, aplicado a perpetuidad*. El ciclo de corta donde se maximiza el VET es conocido como Teorema de Faustmann. El VET tiene como limitante el ser elaborado para aplicarse en plantaciones forestales ya que considera el precio de la tierra desnuda después del aprovechamiento, la cual se asume será reforestada a perpetuidad y que se tienen iguales ingresos y costos para todas las rotaciones futuras, sin tenerse en cuenta cambios en el precio de la tierra, mejoramiento genético de especies y mejores condiciones de fertilidad (Klemperer 1996; Filius 1992).

Este concepto para ser aplicado al manejo de bosques puede llamarse Valor esperado del bosque o Valor del bosque (VB), el cual debe tomarse como un indicador del valor máximo que se puede pagar por la tierra, ligado al recurso bosque, pues no se puede separar la relación intrínseca existente entre la tierra y el ecosistema forestal (ecuación 1). En esta ecuación se calcula el valor máximo que se puede pagar por el bosque, considerando un número infinito de ciclos de aprovechamiento, y se asume un rendimiento de la inversión, equivalente a la tasa de descuento utilizada en el análisis (Klemperer 1996; Davies 1997a; Navarro 1999; CONAP 1999; Gómez y Quirós 2001; Navarro 2003a).

$$VB_0 = \frac{I_{CC} \lambda \sum_{t=1}^{\infty} \lambda^t i^{tCC} + \frac{C_{CC} \lambda \sum_{t=1}^{\infty} \lambda^t i^{tCC}}{CC?1}}{\lambda \sum_{t=1}^{\infty} \lambda^t i^{tCC} - 1} \quad (1)$$

Para la ecuación 1, en el numerador se incluye los ingresos obtenidos por la venta de la madera dentro del ciclo de corta ( $I_{cc}$ ), los cuales se obtienen a partir del ingreso neto por venta de madera y los costos incurridos al hacer manejo del bosque dentro del ciclo de corta ( $C_{cc}$ ) que incluyen los costos de planificación y los costos de administración, ambos factores capitalizados, teniendo en cuenta el factor de descuento  $(1 + i)$  hasta el final del CC calculando así la renta del bosque durante un CC. Luego se calcula el VPN considerando todos los CC a perpetuidad de la actividad para lo que se utiliza el menos uno (-1), en el denominador de la ecuación.

La utilización de la fórmula del VET puede ser utilizada para bosques manejados. El criterio de aceptación de VB como indicador de rentabilidad está basado en aquel CC que maximice el VB, el cual debe ser mayor que el precio de venta de mercado del bosque.

Algunas ventajas dentro del análisis de inversiones que presenta este indicador son (Filius 1992; Klemperer 1996; Maginnis *et al.* 1998; Navarro 2003b):

- ?? Ayuda a conocer el valor máximo que se puede pagar por la tierra según su condición de uso.
- ?? Permite hacer proyecciones a perpetuidad, teniendo los proyectos evaluados el mismo horizonte.
- ?? Admite la comparación de opciones de manejo con distintos ciclos de corta.
- ?? Define el valor del activo según la voluntad de pago (tierra forestal o bosque).

Como desventajas se tienen:

- ?? Depende de la tasa de descuento que se utilice para su estimación.
- ?? Permite evaluar la rentabilidad, ya que se basa en el supuesto que el ciclo de corta se repite una y otra vez.
- ?? Depende de las premisas establecidas.
- ?? Depende del valor de mercado de la tierra, lo que puede influir en la aceptación de proyectos forestales.
- ?? Asume la sostenibilidad del proyecto.

## **6.8 3.2 PREMISAS DEL ESTUDIO**

Un grupo de premisas clásicas deben tomarse en cuenta para la realización de este tipo de investigaciones y son dadas por las condiciones controladas de mercados perfectos, lo cual sirve como herramienta de experimentación, para predecir el comportamiento del inversionista que maximiza beneficios asumiendo (Johansson y Löfgren 1985):

- ?? Las tasas de interés son conocidas y constantes, existiendo una única tasa de interés.
- ?? Los precios de la madera e insumos son conocidos y constantes durante el tiempo de análisis.
- ?? Los rendimientos de la producción forestal (volúmenes aprovechables) son conocidos y constantes y libres de riesgos biológicos y ambientales.
- ?? La tierra es un bien de mercado que puede ser vendida, comprada, rentada en un mercado perfecto.

## **6.9 3.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE INVERSIONES**

El propósito del análisis de sensibilidad es mostrar cuán sensibles pueden ser los valores de los indicadores de rentabilidad a los cambios en los factores de producción intertemporal. Si los beneficios no cambian cuando se consideran un amplio rango de supuestos, el análisis presenta resultados confiables (Boardman *et al.* 2001).

Una de las formas más directas y confiables para hacer un análisis de sensibilidad es variar sistemáticamente cada uno de los parámetros que pueden aportar variación e incertidumbre en el estudio y recalcular el indicador utilizado. Con lo anterior, se debe reconocer que un análisis de sensibilidad sirve para hacer recomendaciones de la mejor opción con base en los resultados y con ellas tomar decisiones (Boardman *et al.* 2001).

Por su parte, en estudios que relacionan el Valor del bosque como indicador, el análisis de sensibilidad permite conocer y determinar cuanto se afecta el VB ante cambios de determinadas variables básicas a considerar dentro de un proyecto, los cuales pueden ser llamados escenarios de cambio y reflejar los efectos de estos cambios dentro de la rentabilidad, influyendo en la toma de decisiones para las opciones de manejo.

El análisis de sensibilidad explora los cambios en los valores de los parámetros principales que influyen en la rentabilidad como el precio de la madera, pagos de incentivos, tasas de descuento, volumen esperado, intensidad de aprovechamiento, entre otros, generando escenarios de análisis más o menos optimistas que otros (Maginnis *et al.* 1998).

Al analizar los cambios de escenarios, se permite hacer una evaluación crítica para las actividades de manejo, presentando alternativas para los manejadores y dueños de bosques y para grupos certificadores, tomándose situaciones reales en las que se conjuga el manejo de bosques para dos diferentes intensidades de aprovechamiento. Para el análisis se evalúan tres elementos importantes del manejo para cada intensidad de aprovechamiento: variación de la tasa de descuento, variación del precio de la madera por metro cúbico, variación de la frecuencia del monitoreo ecológico.

### **3.3.1 Tasa de descuento**

La tasa de descuento tiene gran influencia en la rentabilidad de los proyectos por la naturaleza del factor de descuento, el cual es exponencial. Es necesario minimizar los costos y maximizar los ingresos dentro de un periodo de tiempo lo mas corto posible, haciendo muchas veces que choquen los intereses financieros contra los silviculturales dentro del proyecto (Davies 1997a; Maginnis *et al.* 1998).

La tasa de descuento es usada para calcular el valor actualizado de un flujo de caja en un horizonte de varios años, esto significa que el valor depende del porcentaje de la tasa de descuento que sea aplicada. Una tasa de descuento alta significa un valor presente bajo (Filius1992). Para proyectos forestales, entre menor sea la tasa de descuento más largo

será el ciclo de corta y más elevado el indicador estimado y a una tasa de descuento mayor, el ciclo de corta será menor (Maginnis *et al.* 1998).

### 3.3.2 Precio implícito de la madera en pie

Un cambio en el precio de la madera se puede tomar de diferentes formas, puede ser que el precio por diámetro cambie, el precio de la madera varíe o la distancia desde el bosque al patio de acopio varíe. Si se cambia el precio según el diámetro, esto puede causar una disminución en los ingresos aumentando el ciclo de corta; mientras que una disminución en el precio de la madera puede significar ciclos de corta menores (Filius 1992).

El precio implícito de la madera en pie (PIMP) es el precio pagado al dueño del bosque por metro cúbico de madera sin esta haber sido derribada, siendo el precio de mercado de la madera menos los costos de producción. Los precios pagados varían considerablemente entre diferentes regiones y tiempo de estimación (Hyde 1980).

Los factores que afectan el PIMP incluyen: el tamaño de la unidad de manejo, la distancia a los centros de acopio, la accesibilidad al sitio, el volumen cosechado y variaciones del mercado (Hyde 1980). Los ingresos del manejo dependen de la diferencia entre los costos de aprovechamiento ( $C_{Aprov}$ ), los costos de transporte ( $C_{Transp}$ ) y el precio de mercado de madera en troza puesta en el patio de acopio ( $P_{Patio}$ ), lo que se conoce como el precio implícito de la madera en pie (PIMP) (ecuación 2):

$$PIMP = P_{Patio} - C_{Transporte} - C_{Aprovechamiento} \quad (2)$$

### 3.3.3 Frecuencia de monitoreo

Tiempo después de un aprovechamiento, la estructura del bosque y el ecosistema, tiende a recuperarse, presentando valores similares a los originales; de esta forma la recuperación post-aprovechamiento de áreas manejadas puede ser evaluada

adecuadamente comparando las condiciones existentes antes y después de la perturbación, así como comparando las áreas manejadas contra las de referencia por medio de la evaluación de indicadores de cambio (Finegan *et al.* 2003).

Un aspecto a estimar dentro de la recuperación del bosque es el tiempo requerido por los valores de los indicadores para restablecerse después del aprovechamiento, hasta alcanzar aquellos valores típicos del bosque no perturbado. Finegan *et al.* (2003), denominan estos periodos de tiempo como Categorías de Tiempo de Recuperación (CTR), donde los indicadores en diferentes CTR pueden proveer controles o señales para la evaluación de la condición del bosque y su recuperación.

En algunas ocasiones la recuperación lenta de los indicadores podría sugerir realizar un monitoreo más intensivo (aumentando frecuencia e indicadores); con lo cual, si los indicadores no se recuperan en el tiempo esperado, se obtienen criterios sólidos para hacer modificaciones en el plan de manejo. En el Anexo A de la guía de monitoreo se encuentran las pautas y criterios de los indicadores a monitorear, con las cuales se establecen la forma, cantidad y frecuencia para ejecución del plan de monitoreo según éstas características (Finegan *et al.* 2003).

Junto con la frecuencia, un punto importante en la planificación del monitoreo es la escala y la intensidad de las operaciones de manejo, las cuales deben ser acordes al manejo. Dado que existen áreas donde se requiere más monitoreo que en otras, Finegan *et al.* (2003) sugieren dentro del programa de monitoreo, identificar el impacto que proporcionan las operaciones y con esto diseñar el programa de monitoreo puesto que existen operaciones en donde sería necesario intensificar el monitoreo para demostrar que las operaciones no afectan características importantes del bosque (por ejemplo AVC – Principio 9, FSC) y que se cumplen los objetivos del manejo sostenible del bosque.

#### **6.10 3.4 CENTRO DE COSTOS E INGRESOS PARA EL ANALISIS DE INVERSIONES**

La sostenibilidad financiera del manejo de bosques requiere generalmente una condición de rentabilidad del proceso completo, el cual incluye actividades de aprovechamiento, manejo y administración del bosque como empresa, lo que encierra el conocimiento de todas las actividades que se realizan dentro del área de manejo. Los análisis a nivel de manejo se hacen a largo plazo, el cual se puede realizar a nivel de área anual de aprovechamiento, utilizando el ciclo de corta, que generalmente es de 25 a 40 años según lo establecido dentro del PGM (Gómez y Quirós 2001).

Para el análisis a nivel de aprovechamiento se requiere de información acerca de los ingresos por venta de la madera y/u otros productos provenientes de la actividad forestal, así como de costos de las actividades del manejo que van desde la apertura de carriles, realización del plan de aprovechamiento, hasta la venta de la madera. Se deben considerar además todos los costos relacionados con la realización de estudios de campo (POAs, muestreos de diagnóstico), tratamientos y toda la información relacionada con el manejo. También es importante estimar los ingresos resultantes de la actividad, para conocer en conjunto la rentabilidad del manejo forestal (CONAP 1999).

Los aspectos del manejo tomados en cuenta para el análisis fueron:

- ?? Ingresos por la actividad forestal.
  - Venta de madera en rollo según la clasificación por especie.
  
- ?? Costos del manejo de bosques.
  - Planificación:
    - ?? Elaboración del Plan General de Manejo (PGM).
    - ?? Elaboración del Plan Operativo Anual (POA).
    - ?? Trámites y permisos.
  - Aprovechamiento:
    - ?? Inventarios operacionales.
    - ?? Trazado de red de caminos.
    - ?? Tala.
    - ?? Arrastre.
    - ?? Rodeo.
    - ?? Troceo.
    - ?? Transporte al centro de acopio.

Protección y vigilancia

?? Control

?? Protección

Costos tales como cortas de salvamento, tratamientos silviculturales, muestreos de diagnóstico e incentivos, no se tienen en cuenta dentro de este análisis pues no se realizan en estos bosques en estudio.

Adicionales a estas actividades tradicionales del manejo del bosque se agrega la del monitoreo ecológico; para el análisis se tuvieron en cuenta las siguientes:

A. Diseño y selección de las áreas.

?? Reconocimiento y diseño.

B. Instalación y recuperación de fajas de monitoreo.

?? Apertura de fajas.

?? Recuperación de fajas.

C. Evaluación de indicadores.

?? Monitoreo de indicadores de estructura del bosque.

?? Monitoreo de indicadores de perturbación (mariposas).

## **4. METODOLOGÍA**

### **6.11 4.1 CASO BASE**

Los datos para este estudio fueron obtenidos a partir de información proveniente de bosques manejados de la Región Autónoma del Atlántico Norte – RAAN. La investigación

abarca un análisis de inversiones fundamentado en dos casos base de aprovechamiento de madera con baja y alta intensidad ( $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  y  $17.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) (Cuadro 1).

El método aplicado en este estudio es el Análisis Costo-Beneficio, que implica la estimación del Valor del bosque (VB), tomado como el valor de la tierra forestal más el remanente de los árboles después del aprovechamiento. El VB es una herramienta para evaluar la rentabilidad de una inversión en proyectos que involucren el suelo y la masa forestal, desde el punto de vista del tiempo (Ciclos de Corta), permitiendo la comparación entre diferentes de opciones.

Los flujos de caja del sistema fueron estimados para el aprovechamiento de dos áreas situadas en bosques primarios, anteriormente aprovechados de manera selectiva (hace 50 años aproximadamente), principalmente especies de maderas “preciosas” (*Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*). Los flujos de caja fueron basados en datos obtenidos en el año 2003.

#### **Cuadro 1. Características generales de las unidades de manejo**

##### **1. Baja intensidad de aprovechamiento (UMF El Cascal)**

Presenta un área total productiva de 1720 ha.; para el año 2002 el área del Plan Operativo Anual El Cascal fue de 300 hectáreas, de las cuales 275 ha son productivas y las 25 ha restantes son breña. Se aprovecharon 770 árboles ( $2.8 \text{ árb ha}^{-1}$ ), los cuales produjeron un volumen total de  $2424.36 \text{ m}^3$  a razón de  $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Prada S.A. 2002b, Prada S.A. 2002c).

##### **2. Alta intensidad de aprovechamiento (UMF Layasiksa)**

Dentro del área comprendida en el Plan General de Manejo Layasiksa es de 4,950 ha, para el año 2002 se ejecuto el POA Layasiksa con un área de aprovechamiento de 1000 ha, extrayéndose 3500 árboles ( $3.5 \text{ árb ha}^{-1}$ ) con un volumen total de  $17635 \text{ m}^3$  para  $17.64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Prada S.A. 2001, Prada S.A. 2002a).

## **6.12 4.2 FUENTES DE DATOS**

### **4.2.1 Área de estudio**

El estudio se realizó en bosques localizados en la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), en el municipio de Rosita – Nicaragua (figura 1). Son bosques en recuperación

después de aprovechamientos intensivos en las décadas de los 50's – 70's, principalmente de especies como Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Cedro Real (*Cedrela odorata*); también presentan gran dominancia de especies como Cedro Macho (*Carapa guianensis*) y Comenegro (*Dialium guianense*); las características generales son las siguientes (Marín 1997):



**Figura 1. Mapa de Nicaragua, ubicación del área de estudio.**

#### **4.2.1.1 Clima**

El área presenta condiciones climáticas típicas de los ecosistemas del trópico húmedo. Las precipitaciones son altas y aumentan de oeste a este (2000 a 3200 mm/anuales), el mayor porcentaje de lluvias se distribuye en los meses de mayo a diciembre con un periodo seco de cuatro a cinco meses (enero – abril); las temperaturas medias anuales son generalmente entre 24 a 27 °C. La humedad relativa varía dentro de los rangos de 55% en época seca a 95% en época lluviosa. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, éste se clasifica como bosque húmedo tropical (bh-T) en la zona de bosques latifoliados (Marín 1997; Salas, citado por Pérez 2000; Prada S.A. 2002c).

#### **4.2.1.2 Geomorfología y suelos**

La zona presenta una topografía variada en la que se observan tres tipos de relieves bien definidos: las zonas bajas paralelas a la costa con alturas de 0-30 msnm, terrenos planos con pendientes de 0-1% sometido a inundaciones frecuentes; la zona intermedia con alturas de 30-100 msnm, terrenos ondulados con pendientes de 0-15%; y la zona montañosa con alturas que van de 100-800 msnm, relieve accidentado y con pendientes que varían de 15-75%. La topografía de las áreas bajo manejo, sobresalen elevaciones máximas de 46 msnm con rangos de pendiente que van desde 2% al 20% (Marín 1997; Prada S.A. 2002b).

Los suelos de ésta región son desarrollados a partir de rocas volcánicas en las planicies intermedias y en zonas montañosas y por rocas sedimentarias y sedimentos aluviales en las extensas planicies costeras del océano Atlántico. Por las condiciones del trópico húmedo son generalmente de ácidos a muy ácidos, la fertilidad aparente es baja a muy baja, dada por procesos de lixiviación y altas concentraciones de hierro, aluminio y manganeso; con predominio de texturas arcillosas (Marín 1997).

#### **4.2.2 Recopilación de datos del manejo forestal**

Dadas las limitaciones de información técnica y financiera, la selección del método para la recolección de la información depende del objetivo de análisis y disponibilidad de tiempo y recursos. Generalmente para estos cálculos se utilizan diferentes métodos, como por ejemplo de Tiempos y Movimientos, Rendimiento por Faena y la Recuperación de Datos (Reiche 1989, CONAP 1999, Gómez y Quirós 2001).

Estos métodos permiten la evaluación de la estructura de costos – ingresos a través del tiempo dentro del ciclo de corta, por lo cual el análisis de la información depende de la recopilación y el cálculo de los costos de todas las faenas o actividades que se llevan a cabo durante las operaciones de manejo (Davies 1997b).

Para la estimación de la rentabilidad financiera del manejo forestal, se recopilaron datos provenientes de fuentes primarias y secundarias: bases de datos contables de empresas forestales, donde se obtuvieron en detalle los costos e ingresos tales como costos de la madera, la tierra, del manejo dado al bosque, las especies que se aprovechan, las intensidades de aprovechamiento, etc. Se hizo una recuperación de información existente sobre los costos de aquellas actividades inherentes al manejo forestal, también fue utilizada la información contenida en libros de contabilidad, planes de manejo y demás documentos que contuvieran información sobre el flujo financiero de las actividades asociadas al manejo forestal.

#### **4.2.3 Recolección datos de monitoreo ecológico**

Según el área y el tipo de aprovechamiento se determinan el método de muestreo, la frecuencia de observaciones y el tamaño de muestra (Quirós y Gómez 1999); el muestreo se realizó en bosques sometidos a manejo forestal y en áreas de referencia, las cuales se identificaron utilizando información proveniente de planes de manejo y visita física a los bosques.

Para la evaluación de las operaciones de validación de la guía de monitoreo se establecieron parcelas temporales (PT) de medición y transectos, donde se anotó el tiempo de inicio y fin de cada actividad realizada. Para aplicar la metodología de tiempos y movimientos, se tomó el tiempo total requerido para efectuar una actividad y sus diferentes subactividades en un día de trabajo. Al final de cada faena se revisaron y calificaron las labores realizadas.

El proceso para la determinación de los costos de la aplicación de la guía, se cumplió al realizar la fase de prueba de campo, en donde se obtuvo la información primaria del costo de las actividades propias del monitoreo al ser puesto en marcha el plan de monitoreo ecológico, evaluación y procesamiento de los datos obtenidos.

Dentro de estos bosques se seleccionaron dos unidades de manejo forestal (UMF) cuyo grado de intervención fue diferente (Cuadro 1), aunque presentan las mismas

características estructurales para el bosque (Ordoñez, 2003); se seleccionó un área de bosque sin intervención aparente (bosque de referencia) ubicada alrededor de 500 m del borde exterior del Plan Operativo de intensidad alta de aprovechamiento.

En estas áreas se efectuó el monitoreo con lo cual se obtuvieron los costos de evaluar la estructura del bosque, basados en los resultados de la medición del área basal, la abundancia total y por clase de tamaño, la apertura del dosel y la estructura vertical. A su vez, se estimaron los costos de respuesta de las especies sensibles, en grupos indicadores de perturbación, para lo cual se monitorearon comunidades de mariposas.

Para iniciar el trabajo de campo y evaluar los indicadores, se tomaron transeptos de 1600 m, separados 200 m entre sí, señalizados cada 50 m; dentro de estos se localizaron PT de 10 x 10 m para la de toma de datos de fases de regeneración y apertura del dosel (cada 50 m); PT de 50 x 20 m para el levantamiento de la información del área basal, abundancia, composición de árboles y abundancia de palmas (cada 200 m); y para la composición de mariposas se tomaron transeptos de 500 m separados entre sí 200 m.

#### **4.2.4 Simulación del crecimiento**

La disponibilidad de un modelo de simulación de crecimiento que permita al manejador de bosques optimizar la ordenación y rentabilidad de un bosque, representa una etapa fundamental en el proceso hacia el manejo sostenible, además pone en evidencia la necesidad de llevar a cabo actividades de campo que algunas veces no son consideradas (Davies, J. 1997b).

El crecimiento de los árboles residuales y el reclutamiento de árboles nuevos del bosque, fue estimado con el modelo de la simulación del crecimiento del bosque Polifemo (Valerio 1997). En vista de la necesidad de contar con criterios técnicos para la definición de ciclos de corta, el modelo determina el crecimiento del volumen actual, correspondiente a los árboles sobre un determinado diámetro de corta. Uno de los aspectos a tomar en cuenta en la definición del ciclo de corta es el tiempo necesario para que el crecimiento iguale al volumen aprovechado (Valerio 1997).

Este modelo fue diseñado como una herramienta de planificación del manejo, para armonizar la intensidad de aprovechamiento y el ciclo de corta, tomando en cuenta la mortalidad esperada, en función de la intensidad del nivel de planificación de la cosecha; la información base proviene del inventario forestal, utilizando los diámetros de los árboles de las especies a aprovechar mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). La intensidad es definida por el Diámetro Mínimo de Corta (DMC) y el área inventariada (Valerio 1997).

Para tener una idea de la rentabilidad de la actividad de aprovechamiento del bosque, se estimaron los volúmenes de madera a aprovechar. En este caso al no contar con información completa de los inventarios de las dos UMF seleccionadas, se tomaron como referencia datos de especie y DAP recolectados en estudios realizados en Awastingni (RAAN) un área cercana, la que presenta similar composición florística al área de estudio (Cuadro 2) (Camacho 1999; Pérez 2000).

**Cuadro 2. Características generales de los estudios utilizados en el modelaje del crecimiento y rendimiento**

|  |
|--|
| <p>Camacho, 1999.<br/>         Número de parcelas: 9<br/>         Área de las parcelas: 1 ha<br/>         Objetivo del estudio: Desarrollar un modelo de crecimiento y rendimiento, aplicable al bosque de la comunidad de Awastingni, dentro de las áreas de aprovechamiento de la concesión forestal de la empresa MADENSA, ubicada en la RAAN, Nicaragua.</p> |
| <p>Pérez 2000.<br/>         Número de parcelas: 12<br/>         Área de las parcelas: 0.25 ha<br/>         Objetivo del estudio: Caracterización de los tipos de bosques en Awastingni, RAAN (Nic.) de la concesión forestal MADENSA, a través del análisis de composición de la vegetación mayor igual a 10 cm DAP.</p>   |

Para modelar el crecimiento y obtener el volumen para cada intensidad de aprovechamiento se procedió a insertar los datos del DAP procedentes del inventario de especies comerciales > 10 cm de DAP, el área de muestra y DMC en el programa, el cual arrojó los valores del área basal y el número de árboles por hectárea a aprovechar. El valor del DMC es variado hasta obtener datos del área basal y el número de árboles acordes a lo planificado dentro del POA.

#### 4.2.5 Precio implícito de la madera en pie

Uno de los factores que influye dentro del PIMP, es la distancia entre el bosque y el patio de acopio de la empresa compradora de las trozas. Al variar la distancia entre uno y otro punto la rentabilidad de la inversión puede disminuir, de tal forma que no sea aceptable realizarla. Para tener un punto de comparación se estimó el valor del transporte de la madera basado en la distancia que existe entre los bosques aprovechados y el patio de acopio, la cual es de 42 Km; el costo del transporte es igual para los bosques aprovechados ya que se encuentran contiguos el uno del otro, siendo de similar distancia.

Para intensidad baja se estimó una variación de la distancia en  $\pm 46.22$  Km desde el bosque a la planta y para intensidad alta de  $\pm 40.11$  Km, siendo estas distancias calculadas para dar una idea de la distancia máxima de la ubicación del bosque a manejar conservando un VB aceptable.

Otro factor que influye en el PIMP es el precio de la madera que pagan las empresas a las personas particulares que venden madera, quienes asumen todos los costos de operación hasta el momento de dejar las trozas en los patios de acopio de la planta procesadora. Para el pago de la madera se hace siguiendo las categorías de agrupación que especifica la Ley de Tasas por Aprovechamiento y Servicios Forestales de Nicaragua (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua 2001) así:

| Categoría | Especies   | Precio Planta U\$ m <sup>3</sup> |
|-----------|--|----------------------------------|
| A         | <i>Swietenia, Cedrela, Dalbergia, Juglans...</i>   | 54                               |
| B         | <i>Platimicium, Tabebuia, Astronium, Cordia...</i> | 48                               |
| C         | <i>Terminalia. Calophyllum, Carapa, Laetia...</i>  | 45                               |
| D         | <i>Vochysia, Brosimum, Dialium, Guarea...</i>      | 42                               |
| E         | <i>Todas las no incluidas</i>                      | 41                               |

Basados en estos precios pagados se estimó el PIMP, que para el caso de baja intensidad de aprovechamiento, fue de U\$ 18.50 m<sup>-3</sup> y para intensidades altas fue de U\$ 20.25 m<sup>-3</sup>. Este valor resulta de restar del precio pagado en planta por metro cúbico, los costos de aprovechamiento y transporte (ver ecuación 2).

En algunos casos, cuando el dueño de bosque no cuenta con los medios para realizar las operaciones de aprovechamiento se subcontrata una empresa extractora, siendo en este caso pagada la madera puesta en patio de manera generalizada a U\$ 7 m<sup>-3</sup>. Para estas circunstancias el PIMP se estimó en U\$ 7 m<sup>-3</sup>.

## **6.13 4.3 ANÁLISIS DE INVERSIONES**

### **4.3.1 Modelo microeconómico**

Con los valores del volumen estimados para 30 y 35 años, el flujo de caja de las actividades de manejo, precios de mercado de la madera y de la tierra forestal, se evaluaron diferentes ciclos de corta para hallar el CC que maximice el valor del bosque (*VB máx*).

Utilizando hojas de cálculo Excel, se construyó el modelo obtenido a partir de los ingresos y los costos fijos capitalizados (control y vigilancia), que ocurren para las opciones de ciclo de corta. Otros costos y variables que se incluyen se encuentran en el cuadro 3:

- a. Costos capitalizados,
- b. Volumen aprovechable total,
- c. Volumen aprovechable según el porcentaje planificado en los POAs por especie,
- d. Costo de planificación, calculado como el costo de la elaboración de documentos como PGM y POA, y los tramites y permisos, multiplicado por el volumen aprovechable para cada opción de ciclo de corta,
- e. Precio de la madera en patio según la clasificación por especie y volumen, se obtiene a partir de la multiplicación del precio por volumen aprovechable, en cada opción de corta,
- f. Precio de la madera en pie, se obtiene de la resta del precio de la madera en patio menos los costos de aprovechamiento y transporte,
- g. El ingreso neto por venta de la madera, estimado a partir de la diferencia de los costos de planificación y el precio de la madera en pie, y

h. El valor total futuro que se obtiene de la diferencia de los ingresos por venta de la madera y los costos capitalizados.

**Cuadro 3. Variables incluidas en la hoja de cálculo Excel para estimación del Valor del Bosque**

| Ítem     | Año   | Ctrol y vigilan. | Opciones de ciclo de corta |                  |                |                 |                 |                |                |                |                |  |  |
|----------|---|------------------|----------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|--|
|          |   |                  | 0                          | 1                | 5              | 10              | 15              | 20             | 25             | 30             | 35             |  |  |
|          | 0   |                  |                            |                  |                |                 |                 |                |                |                |                |  |  |
|          | 1   | (\$0,56)         |                            | (\$0,56)         | (\$0,69)       | (\$0,91)        | (\$1,19)        | (\$1,55)       | (\$2,03)       | (\$2,66)       | (\$3,48)       |  |  |
|          | 5   | (\$0,56)         |                            |                  | (\$0,56)       | (\$0,73)        | (\$0,96)        | (\$1,25)       | (\$1,64)       | (\$2,15)       | (\$2,81)       |  |  |
|          | 10  | (\$0,56)         |                            |                  |                | (\$0,56)        | (\$0,73)        | (\$0,96)       | (\$1,25)       | (\$1,64)       | (\$2,15)       |  |  |
|          | 11  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 | (\$0,69)        | (\$0,91)       | (\$1,19)       | (\$1,55)       | (\$2,03)       |  |  |
|          | 12  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 | (\$0,66)        | (\$0,86)       | (\$1,13)       | (\$1,47)       | (\$1,93)       |  |  |
|          | 13  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 | (\$0,62)        | (\$0,82)       | (\$1,07)       | (\$1,40)       | (\$1,83)       |  |  |
|          | 14  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 | (\$0,59)        | (\$0,77)       | (\$1,01)       | (\$1,32)       | (\$1,73)       |  |  |
|          | 15  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 | (\$0,56)        | (\$0,73)       | (\$0,96)       | (\$1,25)       | (\$1,64)       |  |  |
|          | 20  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 |                 | (\$0,56)       | (\$0,73)       | (\$0,96)       | (\$1,25)       |  |  |
|          | 25  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 |                 |                | (\$0,56)       | (\$0,73)       | (\$0,96)       |  |  |
|          | 30  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 |                 |                |                | (\$0,56)       | (\$0,73)       |  |  |
|          | 35  | (\$0,56)         |                            |                  |                |                 |                 |                |                |                | (\$0,56)       |  |  |
| <b>a</b> | <b>Costos Capitalizados (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>      |                  |                            | (\$0,56)         | (\$1,25)       | (\$2,20)        | (\$6,01)        | (\$8,42)       | (\$11,57)      | (\$15,70)      | (\$21,09)      |  |  |
| <b>b</b> | <b>Volumen aprovechable (m<sup>3</sup>)</b>           |                  | <b>17,63</b>               | <b>-3,33</b>     | <b>0,94</b>    | <b>5,51</b>     | <b>9,28</b>     | <b>12,30</b>   | <b>14,64</b>   | <b>16,37</b>   | <b>17,54</b>   |  |  |
|          | <i>A (Swietenia, Cedrela...)</i>                      | 1,60%            | 0,28                       | -0,053           | 0,015          | 0,088           | 0,148           | 0,197          | 0,234          | 0,262          | 0,281          |  |  |
|          | <i>B (Tabebuia, Astronium...)</i>                     | 6,80%            | 1,20                       | -0,227           | 0,064          | 0,375           | 0,631           | 0,836          | 0,996          | 1,113          | 1,193          |  |  |
| <b>c</b> | <i>C (Terminalia, Carapa...)</i>                      | 81,90%           | 14,44                      | -2,73            | 0,773          | 4,514           | 7,597           | 10,073         | 11,992         | 13,405         | 14,363         |  |  |
|          | <i>D (Vochysia, Dialium...)</i>                       | 6,45%            | 1,14                       | -0,21            | 0,061          | 0,355           | 0,598           | 0,793          | 0,944          | 1,056          | 1,131          |  |  |
|          | <i>E (Todas no incluidas)</i>                         | 3,25%            | 0,57                       | -0,11            | 0,031          | 0,179           | 0,301           | 0,400          | 0,476          | 0,532          | 0,570          |  |  |
| <b>d</b> | <b>Costos de planificación (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>   |                  |                            | -\$17,85         | \$5,06         | \$29,54         | \$49,72         | \$65,92        | \$78,48        | \$87,73        | \$94,00        |  |  |
|          | <b>Precio de madera en patio (\$ m<sup>-3</sup>)</b>  |                  |                            |                  |                |                 |                 |                |                |                |                |  |  |
|          | <i>A (Swietenia, Cedrela...)</i>                      | \$ 54            | \$15,23                    | -\$2,88          | \$0,82         | \$4,76          | \$8,01          | \$10,63        | \$12,65        | \$14,14        | \$15,15        |  |  |
|          | <i>B (Tabebuia, Astronium...)</i>                     | \$ 48            | \$57,55                    | -\$10,87         | \$3,08         | \$17,99         | \$30,28         | \$40,14        | \$47,79        | \$53,42        | \$57,24        |  |  |
| <b>e</b> | <i>C (Terminalia, Carapa...)</i>                      | \$ 45            | \$649,84                   | -\$122,76        | \$34,77        | \$203,13        | \$341,87        | \$453,29       | \$539,65       | \$603,23       | \$646,32       |  |  |
|          | <i>D (Vochysia, Dialium...)</i>                       | \$ 42            | \$47,77                    | -\$9,02          | \$2,56         | \$14,93         | \$25,13         | \$33,32        | \$39,67        | \$44,34        | \$47,51        |  |  |
|          | <i>E (Todas no incluidas)</i>                         | \$ 41            | \$23,50                    | -\$4,44          | \$1,26         | \$7,34          | \$12,36         | \$16,39        | \$19,51        | \$21,81        | \$23,37        |  |  |
| <b>f</b> | <b>Precio de Madera en pie (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>   |                  |                            | -\$67,47         | \$19,11        | \$111,63        | \$187,88        | \$249,11       | \$296,58       | \$331,52       | \$355,20       |  |  |
| <b>g</b> | <b>Ingreso neto venta madera (\$ ha<sup>-1</sup>)</b> |                  |                            | -\$49,61         | \$14,05        | \$82,09         | \$138,16        | \$183,19       | \$218,09       | \$243,79       | \$261,20       |  |  |
| <b>h</b> | <b>Valor Total Futuro (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>        |                  |                            | -\$50,17         | \$12,80        | \$79,89         | \$132,16        | \$174,77       | \$206,52       | \$228,09       | \$240,11       |  |  |
| <b>i</b> | <b>Precio Mercado Bosque (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>     |                  | \$50,00                    | \$50,00          | \$50,00        | \$50,00         | \$50,00         | \$50,00        | \$50,00        | \$50,00        | \$50,00        |  |  |
| <b>j</b> | <b>VB (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>                        |                  |                            | <b>-\$908,92</b> | <b>\$41,53</b> | <b>\$112,30</b> | <b>\$106,68</b> | <b>\$90,61</b> | <b>\$72,94</b> | <b>\$56,85</b> | <b>\$43,21</b> |  |  |

#### 4.3.2 Tasa de descuento

Para los análisis de inversiones, comúnmente se utilizan flujos de caja a precios constantes, lo que requiere la aplicación de una tasa de descuento real, de la cual se haya deducido la tasa de inflación. Esto se aplica al hacer proyecciones de costos e ingresos para un periodo futuro, utilizando precios actuales (CONAP 1999). Para calcular la tasa de descuento real, se utiliza la siguiente ecuación (3):

$$Tasa\ real = [(1 + tasa\ nominal) / (1 + tasa\ de\ inflación)] - 1 \quad (3)$$

Donde, la tasa real es obtenida a partir del promedio de las tasas bancarias pasivas (para este caso 7.75 %) y la tasa de inflación, es calculada a partir de los índices de precios (en este procedimiento 2.11 %). Con lo anterior la tasa de descuento utilizada para el cálculo del Valor del bosque fue de 5.52 %.

## 6.14

## 6.15 4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 4.4.1 Sensibilización del caso base

Para el análisis de sensibilidad se estimaron dos escenarios diferentes teniendo como base las dos intensidades de aprovechamiento aplicadas a los bosques estudiados:

?? Escenario 1. Bosque con intensidad de aprovechamiento baja **(IB)**, 8.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

?? Escenario 2. Bosque con Intensidad de aprovechamiento alta **(IA)**, 17.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Se utilizó el enfoque de *ceteribus paribus*, lo que significa que al hacer el análisis se toma el caso base y se cambia solo una variable a la vez mientras las otras se mantienen constantes. Estas variaciones se estimaron para ambos escenarios, las variables tomadas fueron:

1. Tasa de descuento aceptable, donde se variaron  $\pm 2$  y 3 puntos con respecto a la tasa mínima aceptable con que se realizaron los cálculos (5.52 %), cubriendo un amplio espectro (2.52%, 3.52%, 5.52% 7,52% y 8,52%).
2. La estimación del precio implícito de la madera en pie (PIMP) para intensidades bajas de aprovechamiento fue de U\$ 18.50 m<sup>-3</sup>, este se varió: menos (-) U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> (82.11 Km) con lo que se estima el precio que se paga a dueños de bosques que contratan empresas extractoras (PIMP U\$ 7 m<sup>-3</sup>) y como comparación, más (+) U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> (1.89 Km) y un PIMP U\$ 30 m<sup>-3</sup>. Para intensidades altas el PIMP fue de U\$ 20.25 m<sup>-3</sup>, variándose a su vez  $\pm$  U\$ 13.25 m<sup>-3</sup>, siendo PIMP de U\$ 7 m<sup>-3</sup> (88.22 Km) y U\$ 33.5 m<sup>-3</sup> (4.22 Km).

#### 4.4.2 Sensibilización del caso base incluyendo monitoreo ecológico

Siendo el monitoreo ecológico una herramienta importante en la toma de decisiones dentro del plan de manejo se tomaron como escenarios a sensibilizar los casos de mayor y menor intensidad de aprovechamiento (**IA** e **IB**), adicionando el costo del monitoreo, quedando la sensibilización distribuida así:

?? Escenario 3: Bosque con baja intensidad de aprovechamiento y monitoreo (**IBM**)

?? Escenario 4: Bosque con alta intensidad de aprovechamiento y monitoreo (**IAM**)

Las variaciones que se realizaron fueron:

1. Distribución del monitoreo ecológico dentro del ciclo de corta siendo el caso base cada 5 años, variando la frecuencia del monitoreo ecológico para tres Categorías de Tiempo de Recuperación (CTR): cada 3 años, 5 años y 7 años.
2. La intensidad de monitoreo, al aplicar el costo por realizar el monitoreo al mínimo de indicadores requeridos: monitoreo de mariposas, monitoreo de estructura de bosque y monitoreo de ambos indicadores.

3. Variación de la tasa de descuento  $\pm 3$  puntos con respecto a la tasa mínima aceptable (5.52 %) con que se estimó la rentabilidad.

4. Precio implícito de la madera en el pié, variando  $\pm$  U\$ 11.5 m<sup>-3</sup>, para **IBM** y  $\pm$  U\$ 13.25 m<sup>-3</sup>, para **IAM**.

## 5. RESULTADOS

Existen factores que afectan el Valor de Bosque (VB), influyendo de manera positiva o negativa en la rentabilidad del manejo forestal. De manera positiva se encuentran los ingresos de la actividad e incentivos, y de manera negativa pueden ser costos en las operaciones de aprovechamiento, transporte, impuestos sobre el valor de la madera, entre otros, que reducen la compensación por lo pagado por la madera puesta en el sitio de acopio.

Muchos de estos costos pueden ser compensados por el bosque al pagar precios bajos por la madera en pié, dejando sin mayores beneficios económicos al dueño del bosque. En la mayoría de los casos son grupos comunitarios o pequeños productores, los cuales al encontrarse ubicados en zonas marginales y de difícil acceso, no tienen mejores opciones que vender la madera de sus bosques a inversionistas interesados en el aprovechamiento del bosque y/o cambio de uso del suelo.

### 6.16 5.1 ACTIVIDADES DE MANEJO FORESTAL

Una base para iniciar el análisis de los resultados fue elaborar el flujo de caja del manejo forestal que incluyó las labores de aprovechamiento. La actividad inicial en el manejo de bosques es la elaboración del Plan General de Manejo, cuyo costo varía según las hectáreas a manejar. Es así como para el escenario **IB**, tiene un costo de U\$ 4.26 m<sup>3</sup> (U\$ 6 ha<sup>-1</sup>) mientras que para **IA**, su costo fue de U\$ 0.84 m<sup>3</sup> (U\$ 3 ha<sup>-1</sup>), estos costos incluyen el inventario general para ambos casos. El costo del Plan Operativo Anual (POA), para los dos escenarios fue de U\$ 1.5 m<sup>3</sup>, cobrados por metro cúbico reportado en

el POA. Los trámites y permisos que se deben realizar para la aprobación del aprovechamiento hacen parte de costos más altos pues están entre los U\$ 3.60 m<sup>-3</sup> y U\$ 3.90 m<sup>-3</sup>, alrededor del 12 % de los costos. Estos costos dependen principalmente del porcentaje a aprovechar según la categoría en que se agrupan las especies, lo cual está definido por la Ley 402 (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua 2001). En el cuadro 4, se puede apreciar el costo de cada actividad y el porcentaje que este representa dentro del total del costo del manejo forestal.

Las actividades de aprovechamiento, que incluyen: tala, extracción, arrastre, rodeo, y troceo, representan otro costo alto (U\$ 11 m<sup>-3</sup> – U\$ 12 m<sup>-3</sup>), pues para todos ellos se debe subcontratar o alquilar maquinaria adecuada para realizar estas actividades; el alquiler de esta maquinaria es por horas (U\$ 50 hora<sup>-1</sup>) las cuales por las condiciones difíciles de la zona hacen que las operaciones se atrasen y se presente un bajo rendimiento, estos representan casi un 40 % de los costos totales.

**Cuadro 4. Porcentaje del costo de la actividad forestal para dos intensidades de aprovechamiento.**

| ACTIVIDAD   | Baja Intensidad     |              | Alta Intensidad     |              |
|---|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
|   | U\$ m <sup>-3</sup> | %            | U\$ m <sup>-3</sup> | %            |
| <b>1. ELABORACION DOCUMENTOS</b>                  |                     |              |                     |              |
| 1.1 PGM- POA                                      | 5,76                |              | 2,34                |              |
|   | <b>5,76</b>         | <b>16,09</b> | <b>2,34</b>         | <b>7,55</b>  |
| <b>2. TRAMITES DE PERMISOS</b>                    |                     |              |                     |              |
| 2.1 Impuesto Alcaldía                             | 0,34                |              | 0,34                |              |
| 2.2 Permiso de aprovechamiento                    | 3,26                |              | 3,52                |              |
|   | <b>3,60</b>         | <b>10,07</b> | <b>3,86</b>         | <b>12,43</b> |
| <b>3. INVENTARIO OPERACIONAL</b>                  |                     |              |                     |              |
| 3.1 Apertura carriles – Levantamiento información | 0,50                |              | 0,23                |              |
| 3.2 Marqueo y Revisión legal                      | 1,30                |              | 1,07                |              |
|   | <b>1,81</b>         | <b>5,05</b>  | <b>1,30</b>         | <b>4,19</b>  |
| <b>4. TRAZADO DE CAMINOS</b>                      |                     |              |                     |              |
| 4.1 Señalización de Caminos                       | 0,13                |              | 0,06                |              |
| 4.3 Construcción de vías de arrastre              | 0,03                |              | 0,005               |              |
| 4.4 Construcción patios de acopio                 | 0,31                |              | 0,14                |              |
|   | <b>0,46</b>         | <b>1,27</b>  | <b>0,20</b>         | <b>0,66</b>  |
| <b>5. APROVECHAMIENTO</b>                         |                     |              |                     |              |
| 5.1 Tala  | 0,43                |              | 0,26                |              |
| 5.2 Extracción                                    |                     |              |                     |              |
| 5.2.1 Arrastre                                    | 5,55                |              | 5,45                |              |
| 5.2.2 Rodeo                                       | 2,22                |              | 2,00                |              |
| 5.3 Troceo  | 3,84                |              | 3,51                |              |

|                                   |              |               |              |               |
|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|                                   | <b>12,05</b> | <b>33,68</b>  | <b>11,22</b> | <b>36,16</b>  |
| <b>6. TRANSPORTE MAYOR</b>        |              |               |              |               |
| 6.1 Personal de carga             | 0,14         |               | 0,06         |               |
| 6.2 Transporte                    | 11,90        |               | 11,98        |               |
|                                   | <b>12,04</b> | <b>33,66</b>  | <b>12,04</b> | <b>38,81</b>  |
| <b>7. PROTECCION Y VIGILANCIA</b> | 0,06         |               | 0,06         |               |
|                                   | <b>0,06</b>  | <b>0,18</b>   | <b>0,06</b>  | <b>0,21</b>   |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>35,77</b> | <b>100,00</b> | <b>31,03</b> | <b>100,00</b> |

El transporte al centro de acopio de la madera, es quizás el costo más elevado que se presenta para la actividad de aprovechamiento (U\$ 12 m<sup>-3</sup>, siendo casi el 35 %), debido a las precarias vías de transporte, se reducen las facilidades para el transporte, aumentándose estos costos; además el mismo debe hacerse en un rango limitado de tiempo (tres a cuatro meses), pues solamente en el verano es viable el tránsito por estas rutas. También es importante resaltar que aunque los bosques se ubican de manera contigua (por tanto el costo del transporte no varía entre ellos), es un factor significativo dentro de la estimación del VB estimar el precio implícito de la madera en pie.

En el cuadro 5, se resume el flujo de caja de las actividades de aprovechamiento para las dos intensidades, por hectárea y m<sup>3</sup> de madera aprovechada. En este cuadro se comparan tanto los ingresos como los costos de la actividad forestal, de manera que se muestran los ingresos por venta de madera para las dos intensidades y los costos en que se incurre al hacer el manejo (planificación, aprovechamiento y protección y vigilancia). Todos los costos estimados fueron basados en producción actual y a precios de 2003.

## 6.17 5.2 SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO

El crecimiento del bosque se modeló a través de curvas de crecimiento, con las cuales se estimaron los volúmenes de madera a aprovechar, simuladas bajo los parámetros del programa Polifemo (Valerio 1997). Para la simulación del crecimiento para **IB** de aprovechamiento, se tomaron los parámetros de un diámetro mínimo de corta de 69 cm y un área muestreada de 9 ha; lo anterior arrojó valores de 1.55 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de el área basal, volumen de 8.87 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para un aprovechamiento de 2.7 árboles por hectárea. Con

estos datos se generó una curva de crecimiento en la cual se pudo observar que el bosque alcanza una recuperación del volumen original a los 30 años.

Los parámetros utilizados para la simulación del crecimiento con **IA** de aprovechamiento fueron: diámetro mínimo de corta 64 cm y 3 hectáreas de área muestreada. Con estos datos se estima un área basal de 1.71 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, volumen de 17.63 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y 3.6 árboles por hectárea para aprovechar; el bosque alcanza una recuperación del volumen inicial a los 35 años. En el Anexo 1, se pueden observar los cuadros de los datos para su cálculo y las curvas de crecimiento para los dos estudios.

**Cuadro 5. Estructura de costos e ingresos para intensidades de aprovechamiento baja y alta.**

| MANEJO SILVICOLA DEL BOSQUE NATURAL<br>BAJA INTNESIDAD |                            |                        |                            | MANEJO SILVICOLA DEL BOSQUE NATURAL<br>ALTA INTNESIDAD |                                |                        |                            |
|--|----------------------------|------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Detalles del área de aprovechamiento:                  |                            |                        |                            | Detalles del área de aprovechamiento:                  |                                |                        |                            |
| Nombre:  | Casal (RAAN, Rosita, Nic.) |                        |                            | Nombre:  | Layasiksa (RAAN, Rosita, Nic.) |                        |                            |
| Fecha  | 6-Abr-03                   |                        |                            | Fecha  | 6-Abr-03                       |                        |                            |
| Área   | 300 ha                     |                        |                            | Área   | 1.000 ha                       |                        |                            |
| Área efectiva  | 275 ha                     |                        |                            | Área efectiva  | 1.000 ha                       |                        |                            |
| INGRESOS   |                            |                        |                            | INGRESOS   |                                |                        |                            |
|  | Vol.                       | \$Patio                | Ingreso                    |  | Vol.                           | \$Patio                | Ingreso                    |
| <b>A. Especies por categoría*1</b>                     | <b>(m<sup>3</sup>)</b>     | <b>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>(US m<sup>-3</sup>)</b> | <b>A. Especies por categoría*1</b>                     | <b>(m<sup>3</sup>)</b>         | <b>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>(US m<sup>-3</sup>)</b> |
| <i>A (Swietenia, Cedrela..)</i>                        | 23,29                      | 54                     | 1.257,43                   | <i>A (Swietenia, Cedrela..)</i>                        | 283,55                         | 54                     | 15.311,76                  |
| <i>B (Platimicium, Cordia..)</i>                       | 119,16                     | 48                     | 5.719,62                   | <i>B (Platimicium, Cordia..)</i>                       | 1.203,77                       | 48                     | 57.781,14                  |
| <i>C (Terminalia, Carapa..)</i>                        | 2.013,69                   | 45                     | 90.616,09                  | <i>C (Terminalia, Carapa..)</i>                        | 14.494,34                      | 45                     | 652.245,08                 |
| <i>D ( Dialium, Brosimun)</i>                          | 147,28                     | 42                     | 6.185,88                   | <i>D ( Dialium, Brosimun)</i>                          | 1.140,69                       | 42                     | 47.909,14                  |
| <b>E (Restantes)</b>                                   | 121,33                     | 41                     | 4.974,58                   | <b>E (Restantes)</b>                                   | 575,50                         | 41                     | 23.595,43                  |
| <b>Volumen total m<sup>3</sup></b>                     | <b>2.424,75</b>            |                        | <b>108.753,58</b>          | <b>Volumen total m<sup>3</sup></b>                     | <b>17.697,85</b>               |                        | <b>796.842,55</b>          |
| Volumen ha <sup>-1</sup> (m3 ha <sup>1</sup> )         | 8,82                       |                        | 395,47                     | Volumen ha <sup>-1</sup> (m3 ha <sup>1</sup> )         | 17,70                          |                        | 796,84                     |
| <b>Total de Ingresos (US m<sup>-3</sup>)</b>           |                            |                        | <b>108.753,58</b>          | <b>Total de Ingresos (US m<sup>-3</sup>)</b>           |                                |                        | <b>796.842,55</b>          |
| COSTOS   |                            |                        |                            | COSTOS   |                                |                        |                            |
| <b>A. PLANIFICACION</b>                                |                            | US ha <sup>-1</sup>    | US m <sup>3</sup>          | <b>A. PLANIFICACION</b>                                |                                | US ha <sup>-1</sup>    | US m <sup>3</sup>          |
| <b>Plan General de Manejo</b>                          |                            | 37,53                  | 4,26                       | <b>Plan General de Manejo</b>                          |                                | 14,85                  | 0,84                       |
| <b>Plan Operativo Anual</b>                            |                            | 13,22                  | 1,50                       | <b>Plan Operativo Anual</b>                            |                                | 26,45                  | 1,50                       |
| <b>Tramite de permisos</b>                             |                            | 31,74                  | 3,60                       | <b>Tramite de permisos</b>                             |                                | 68,03                  | 3,86                       |
|  |                            | <b>82,49</b>           | <b>9,36</b>                |  |                                | <b>109,33</b>          | <b>6,20</b>                |
| <b>B. APROVECHAMIENTO</b>                              |                            | US ha <sup>-1</sup>    | US m <sup>3</sup>          | <b>B. APROVECHAMIENTO</b>                              |                                | US ha <sup>-1</sup>    | US m <sup>3</sup>          |
| <b>Inventario operacional</b>                          |                            | 15,92                  | 1,80                       | <b>Inventario operacional</b>                          |                                | 22,90                  | 1,30                       |
| <b>Trazado de caminos</b>                              |                            | 4,02                   | 0,47                       | <b>Trazado de caminos</b>                              |                                | 3,58                   | 0,21                       |
| <b>Tala</b>  |                            | 3,83                   | 0,43                       | <b>Tala</b>  |                                | 4,60                   | 0,26                       |
| <b>Arrastre</b>  |                            | 48,96                  | 5,55                       | <b>Arrastre</b>  |                                | 96,11                  | 5,45                       |
| <b>Rodeo</b>   |                            | 19,54                  | 2,22                       | <b>Rodeo</b>   |                                | 35,30                  | 2,00                       |

|                                   |                     |                    |                                   |                     |                    |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Troceo</b>                     | 34,05               | 3,84               | <b>Troceo</b>                     | 61,88               | 3,51               |
| <b>Transporte hasta planta</b>    | 106,16              | 12,04              | <b>Transporte hasta planta</b>    | 212,35              | 12,04              |
|                                   | <b>232,48</b>       | <b>26,35</b>       |                                   | <b>436,72</b>       | <b>24,77</b>       |
|                                   | US ha <sup>-1</sup> | US m <sup>-3</sup> |                                   | US ha <sup>-1</sup> | US m <sup>-3</sup> |
| <b>C. PROTECCION Y VIGILANCIA</b> | 0,56                | 0,06               | <b>C. PROTECCION Y VIGILANCIA</b> | 0,56                | 0,06               |
|                                   | <b>0,56</b>         | <b>0,06</b>        |                                   | <b>0,56</b>         | <b>0,06</b>        |
| <b>TOTAL COSTOS</b>               | <b>315,53</b>       | <b>35,77</b>       | <b>TOTAL COSTOS</b>               | <b>546,61</b>       | <b>31,03</b>       |

\*1 Clasificación según Diario Oficial Ley 402 de Oct. de 2003

## 6.18 5.3 VALOR DEL BOSQUE COMO CRITERIO DE INVERSIÓN

El valor del bosque se utilizó como indicador de inversiones para conocer la voluntad de pago máxima que puede alcanzar el bosque. Se determinó el ciclo de corta que ofrece mayor retorno de la inversión, siendo donde se presentó el VB máximo.

Para la discusión y análisis de los resultados se tomaron dos escenarios base:

??Bosque con intensidad de aprovechamiento baja **(IB)**

??Bosque con intensidad de aprovechamiento alta **(IA)**

Al realizar el cálculo del VB, se tuvieron en cuenta todas las variables que se explicaron en la metodología (numeral 4.3.1 y cuadro 3).

### 5.3.1 Valor del bosque para intensidad de aprovechamiento baja

Para bosques con intensidad de aprovechamiento baja **(IB)** (8.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), se estimó el VB para 30 años de cálculo, junto con las variables que afectan su valor, tales como costos capitalizados, costos de planificación, precio de la madera en patio y en pie por metro cúbico aprovechado, todo esto comparado con el precio de mercado del bosque en la zona (US\$ 50 ha<sup>-1</sup>). La tasa real de interés utilizada fue 5.52%.

Con lo anterior se estimó el VB máximo, que para el escenario de baja intensidad de aprovechamiento presento un ciclo de corta de 14 años, con un valor de U\$ 20.22 ha<sup>-1</sup>, lo cual indica que las operaciones de manejo con esta intensidad hace que la inversión no sea aceptable ya que el valor calculado está por debajo del precio del mercado del bosque (cuadro 6). En el Anexo 2, se pueden observar los valores de manera detallada.

**Cuadro 6. Estimación del valor del bosque máximo y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento.**

| Item / Año  | 0             | ...    | 10    | 11    | 12    | 13     | 14            | 15            | ...    | 30     |        |
|---|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|---------------|---------------|--------|--------|--------|
| <b>Costos Capitalizados (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>        |               | ...    | -7,22 | -8,18 | -9,19 | -10,25 | <b>-11,38</b> | -12,57        | ...    | -40,71 |        |
| Volumen aprovechable (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) | 8,98          | ...    | 2,28  | 2,63  | 2,98  | 3,35   | <b>3,73</b>   | 4,11          | ...    | 8,93   |        |
| <i>A (Swietenia, Cedrela...)</i>                        | <b>0,94%</b>  | 0,08   | ...   | 0,02  | 0,02  | 0,03   | 0,03          | <b>0,04</b>   | 0,04   | ...    | 0,08   |
| <i>B (Tabebuia, Astronium...)</i>                       | <b>4,79%</b>  | 0,43   | ...   | 0,11  | 0,13  | 0,14   | 0,16          | <b>0,18</b>   | 0,20   | ...    | 0,43   |
| <i>C (Terminalia, Carapa...)</i>                        | <b>83,49%</b> | 7,50   | ...   | 1,90  | 2,19  | 2,49   | 2,80          | <b>3,11</b>   | 3,43   | ...    | 7,46   |
| <i>D (Vochysia, Dialium...)</i>                         | <b>5,92%</b>  | 0,53   | ...   | 0,13  | 0,16  | 0,18   | 0,20          | <b>0,22</b>   | 0,24   | ...    | 0,53   |
| <i>E (Todas no incluidas)</i>                           | <b>4,87%</b>  | 0,44   | ...   | 0,11  | 0,13  | 0,15   | 0,16          | <b>0,18</b>   | 0,20   | ...    | 0,43   |
| <b>Costos planificación (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>        |               | ...    | 21,34 | 24,58 | 27,94 | 31,38  | <b>34,88</b>  | 38,44         | ...    | 83,60  |        |
| <b>Precio de madera en patio (\$ m<sup>-3</sup>)</b>    |               |        |       |       |       |        |               |               |        |        |        |
| <i>A (Swietenia, Cedrela...)</i>                        | 54            | 4,56   | ...   | 1,16  | 1,33  | 1,51   | 1,70          | <b>1,89</b>   | 2,08   | ...    | 4,53   |
| <i>B (Tabebuia, Astronium...)</i>                       | 48            | 20,66  | ...   | 5,24  | 6,04  | 6,86   | 7,71          | <b>8,57</b>   | 9,44   | ...    | 20,54  |
| <i>C (Terminalia, Carapa...)</i>                        | 45            | 337,53 | ...   | 85,64 | 98,67 | 112,13 | 125,94        | <b>140,01</b> | 154,28 | ...    | 335,58 |
| <i>D (Vochysia, Dialium...)</i>                         | 42            | 22,34  | ...   | 5,67  | 6,53  | 7,42   | 8,33          | <b>9,27</b>   | 10,21  | ...    | 22,21  |
| <i>E (Todas no incluidas)</i>                           | 41            | 17,94  | ...   | 4,55  | 5,24  | 5,96   | 6,69          | <b>7,44</b>   | 8,20   | ...    | 17,83  |
| <b>Precio de Madera en pie (\$ m<sup>-3</sup>)</b>      |               | ...    | 42,17 | 48,59 | 55,22 | 62,02  | <b>68,95</b>  | 75,97         | ...    | 165,25 |        |
| <b>Ingreso neto venta madera (\$m<sup>-3</sup>)</b>     |               | ...    | 20,83 | 24,01 | 27,28 | 30,64  | <b>34,06</b>  | 37,53         | ...    | 81,64  |        |
| <b>Valor Total Futuro (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>          |               | ...    | 13,62 | 15,83 | 18,09 | 20,39  | <b>22,68</b>  | 24,97         | ...    | 40,94  |        |
| <b>Precio Mercado Bosque (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>       | 50            | ...    | 50    | 50    | 50    | 50     | <b>50</b>     | 50            | ...    | 50     |        |
| <b>VB (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>                          |               | ...    | 19,14 | 19,64 | 19,98 | 20,17  | <b>20,22</b>  | 20,15         | ...    | 10,20  |        |

|  |              |  |             |
|--|--------------|--|-------------|
| <b>Aprovechamiento</b>                           |              | <b>Planificación</b>                           |             |
| Trazado vías                                     | 0,47         | Plan General                                   | 4,26        |
| Inventario                                       | 1,81         | Plan Operativo                                 | 1,50        |
| Aprovechamiento                                  | 12,04        | Tramites y permisos                            | 3,60        |
| <b>Total aprovechamiento (\$ m<sup>-3</sup>)</b> | <b>14,32</b> | <b>Total Planificación (\$ m<sup>-3</sup>)</b> | <b>9,36</b> |
| <b>Transporte (\$ m<sup>-3</sup>)</b>            | <b>12,04</b> |  |             |

### 5.3.2 Valor del Bosque para intensidad de aprovechamiento alta

Para la estimación del VB para esta intensidad (17.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de volumen de madera), se tuvieron en cuenta los mismos parámetros anteriores como los costos capitalizados, costos de planificación, precio de la madera en patio y en pie por metro cúbico aprovechado, precio de mercado del bosque en la zona (U\$ 50 ha<sup>-1</sup>). La combinación de estos factores, para la IA de aprovechamiento presenta un VB de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup>, para un ciclo de corta de 12 años (cuadro 7); este valor es mucho mayor al del IB (U\$ 20.22 ha<sup>-1</sup>), lo cual se debe en gran medida al incremento del volumen aprovechable repercutiendo en mayor rentabilidad de la actividad forestal. En el Anexo 3, se encuentran los valores estimados a partir de los cuales se obtuvo la rentabilidad de esta intensidad de manera mas detallada.

**Cuadro 7. Estimación del Valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento.**

| Item / Año  | 0      | ...    | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | ...    | 35     |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Costos Capitalizados (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>        | ...    |        | -7,22  | -8,18  | -9,19  | -10,25 | -11,38 | ...    | -56,38 |        |
| Volumen aprovechable (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) | 17,63  | ...    | 5,51   | 6,33   | 7,11   | 7,86   | 8,58   | ...    | 17,54  |        |
| <b>A (Swietenia, Cedrela...)</b>                        | 1,60%  | 0,28   | ...    | 0,09   | 0,10   | 0,11   | 0,13   | 0,14   | ...    | 0,28   |
| <b>B (Tabebuia, Astronium...)</b>                       | 6,80%  | 1,20   | ...    | 0,37   | 0,43   | 0,48   | 0,53   | 0,58   | ...    | 1,19   |
| <b>C (Terminalia, Carapa...)</b>                        | 81,90% | 14,44  | ...    | 4,51   | 5,18   | 5,82   | 6,44   | 7,03   | ...    | 14,36  |
| <b>D (Vochysia, Dialium...)</b>                         | 6,45%  | 1,14   | ...    | 0,36   | 0,41   | 0,46   | 0,51   | 0,55   | ...    | 1,13   |
| <b>E (Todas no incluidas)</b>                           | 3,25%  | 0,57   | ...    | 0,18   | 0,21   | 0,23   | 0,26   | 0,28   | ...    | 0,57   |
| <b>Costos planificación (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>        | ...    |        | 34,17  | 39,23  | 44,08  | 48,75  | 53,22  | ...    | 108,73 |        |
| Precio de madera en patio (\$ m <sup>-3</sup> )         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>A (Swietenia, Cedrela...)</b>                        | 54     | 15,23  | ...    | 4,76   | 5,47   | 6,14   | 6,79   | 7,42   | ...    | 15,15  |
| <b>B (Tabebuia, Astronium...)</b>                       | 48     | 57,55  | ...    | 17,99  | 20,65  | 23,21  | 25,66  | 28,02  | ...    | 57,24  |
| <b>C (Terminalia, Carapa...)</b>                        | 45     | 649,84 | ...    | 203,13 | 233,17 | 262,05 | 289,78 | 316,38 | ...    | 646,32 |
| <b>D (Vochysia, Dialium...)</b>                         | 42     | 47,77  | ...    | 14,93  | 17,14  | 19,26  | 21,30  | 23,26  | ...    | 47,51  |
| <b>E (Todas no incluidas)</b>                           | 41     | 23,50  | ...    | 7,34   | 8,43   | 9,47   | 10,48  | 11,44  | ...    | 23,37  |
| <b>Precio de Madera en pie (\$ m<sup>-3</sup>)</b>      | ...    |        | 111,63 | 128,15 | 144,02 | 159,26 | 173,88 | ...    | 355,20 |        |
| Ingreso neto venta madera (\$m <sup>-3</sup> )          | ...    |        | 77,46  | 88,92  | 99,93  | 110,51 | 120,65 | ...    | 246,47 |        |
| Valor Total Futuro (\$ ha <sup>-1</sup> )               | ...    |        | 70,24  | 80,74  | 90,75  | 100,25 | 109,27 | ...    | 190,09 |        |
| <b>Precio Mercado Bosque (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>       | 50     | ...    | 50     | 50     | 50     | 50     | 50     | ...    | 50     |        |
| <b>VB (\$ ha<sup>-1</sup>)</b>                          | ...    |        | 98,74  | 100,20 | 100,21 | 99,19  | 97,42  | ...    | 34,21  |        |

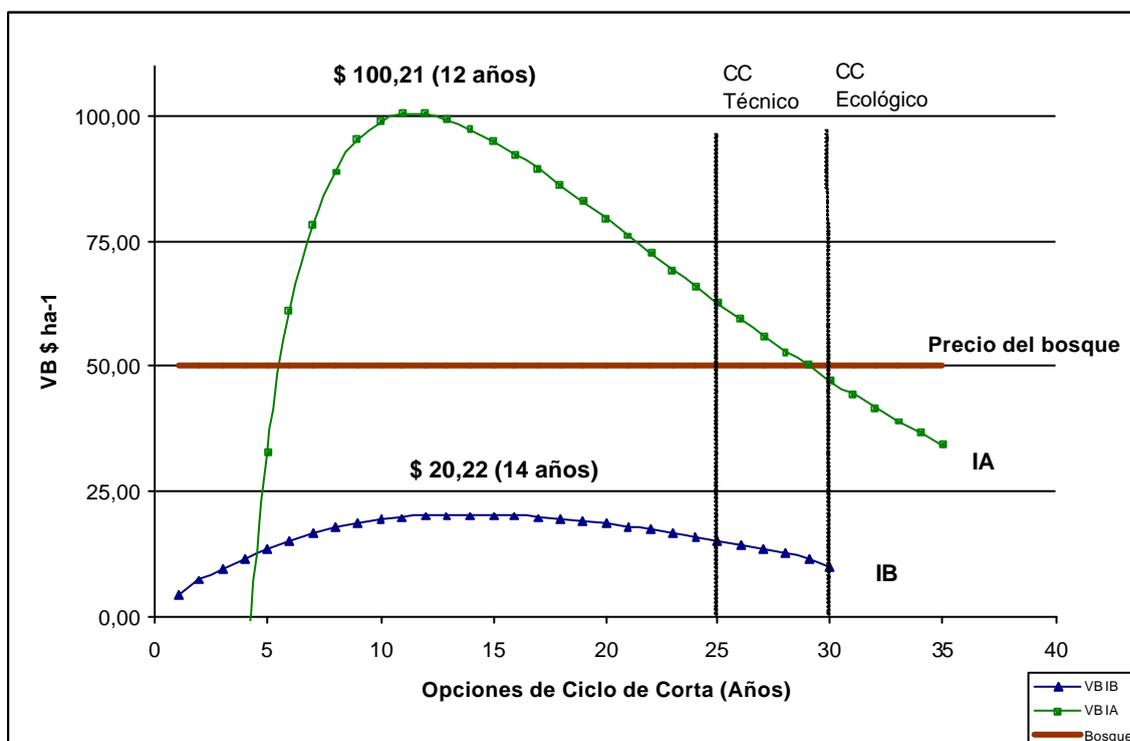
**Aprovechamiento (\$m<sup>-3</sup>)**

|   |              |
|---|--------------|
| Trazado vías                                    | 0,21         |
| Inventario                                      | 1,30         |
| Aprovechamiento                                 | 11,22        |
| <b>Total aprovechamiento (\$m<sup>-3</sup>)</b> | <b>12,73</b> |
| <b>Transporte (\$m<sup>-3</sup>)</b>            | <b>12,04</b> |

**Planificación (\$m<sup>-3</sup>)**

|   |             |
|---|-------------|
| Plan General                                  | 0,84        |
| Plan Operativo                                | 1,50        |
| Tramites y permisos                           | 3,86        |
| <b>Total Planificación (\$m<sup>-3</sup>)</b> | <b>6,20</b> |

En la figura 2 se puede apreciar el comportamiento del VB para las dos intensidades de aprovechamiento, donde se observan valores mayores para **IA** de VB, que superan el precio del bosque en la zona. Así mismo el ciclo de corta para **IB** es mayor que para **IA**, (14 y 12 años, respectivamente). En esta figura, se encontrará en el eje de las X las opciones de ciclo de corta (en años) que se tienen y en el eje de las Y el VB expresado en dólares por hectárea. De forma comparativa, se ubica en forma de línea horizontal el precio del bosque, lo que facilita la identificación si se acepta o no la inversión según el VB para cualquiera de las dos intensidades; en líneas verticales se encuentran ubicados tanto el ciclo de corta técnico como el ecológico, para compararlos con los estimados según el VB.



**Figura 2. Comparación de la variación del valor del bosque y el ciclo de corta, para intensidades de aprovechamiento baja y alta.**

#### 6.19 5.4 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE

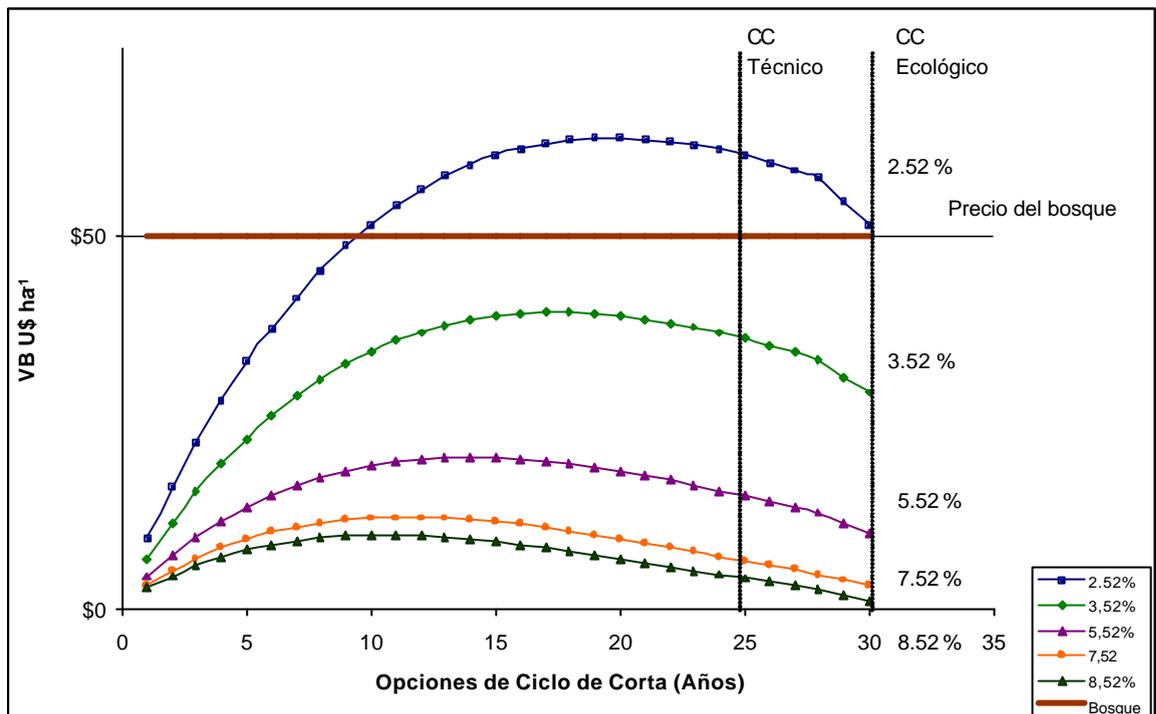
Teniendo como base los resultados de la estimación de la rentabilidad del manejo forestal para los escenarios **IB** e **IA**, se plantearon diversas condiciones, con las cuales se apreció una variación en la rentabilidad en el manejo de bosques. Estos dos escenarios se sometieron a sensibilización de las variables: tasa de descuento y precio implícito de la madera en pie.

Con el objetivo de hacer más fácil la apreciación del efecto que tiene las diferentes variables en el valor del bosque, se ha procedido a diseñar cuadros donde se muestran los valores que toma el VB para cada situación, las cuales en el texto se muestran de manera resumida, pero en los anexos se muestran detalladamente. En la parte inferior de cada cuadro se muestran costos que influyen en la obtención del VB según intensidad y variable a evaluar. Para las figuras de manera general se han tomado para el eje de las X las opciones de ciclo de corta (años) y en el eje de las Y el VB expresado en dólares por hectárea. De forma comparativa, se halla el precio del bosque (línea horizontal) y en líneas verticales se encuentran ubicados tanto el ciclo de corta técnico como el ecológico, para compararlos con los estimados según el VB.

#### **5.4.1 Tasa de descuento**

La tasa real de descuento utilizada para la estimación del VB fue de 5.52%, y para la sensibilización se variaron  $\pm 1$  y  $\pm 2$  puntos con respecto a ella.

Tomando como indicador de rentabilidad el VB, la actividad de manejo del bosque para **IB** de aprovechamiento, se hace rentable con tasas de descuento menores del 2.9%, aumentando su rentabilidad a medida que la tasa de descuento desciende (Figura 3).



**Figura 3. Efecto del cambio en la tasa de descuento en el valor del bosque y ciclo de corta, para intensidad baja de aprovechamiento.**

Siendo 2.52 %, la tasa de descuento que hace aceptable la inversión puesto que alcanza un VB de U\$ 63.09 ha<sup>-1</sup>, para un ciclo de corta de 20 años, haciendo el proyecto aceptable (Cuadro 8) y aumentando el ciclo de corta, al ser mas cercano al CC bajo criterios técnicos. Para tasas de descuento mayores de 3%, la rentabilidad se ve afectada, con lo que se aprecia que para las personas interesadas en la actividad forestal con baja intensidad de aprovechamiento las tasas mayores del 3 % hacen la inversión no aceptable, es así como para tasas de 8.52 % el VB es de U\$ 63.09 ha<sup>-1</sup> (CC de 10 años). En el Anexo 4 se muestran los valores detallados del resultado de la variación en la tasa de descuento con respecto a la inicial.

**Cuadro 8. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento.**

| Costos | Costos |  |  |  |  |
|--------|--------|--|--|--|--|
|--------|--------|--|--|--|--|

| Año | Vol. planificación<br>m <sup>3</sup> | PMPie<br>\$ m <sup>3</sup> | INVM<br>\$ m <sup>3</sup> | PB<br>\$ ha <sup>-1</sup> | capitalizados<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VTF<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VB<br>2,52% | VB<br>3,52%  | VB<br>5,52%  | VB<br>7,52%  | VB<br>8,52%  |             |
|-----|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 5   | 0,80                                 | 7,49                       | 14,81                     | 7,32                      | 50                                   | -2,94                      | 4,37        | 32,99        | 22,83        | 13,59        | 9,30         | 7,91        |
| 10  | 2,28                                 | 21,34                      | 42,17                     | 20,83                     | 50                                   | -6,28                      | 14,55       | 51,51        | 34,50        | 19,14        | 12,12        | <b>9,90</b> |
| 11  | 2,63                                 | 24,58                      | 48,59                     | 24,01                     | 50                                   | -7,00                      | 17,01       | 54,01        | 35,93        | 19,64        | <b>12,23</b> | 9,89        |
| 12  | 2,98                                 | 27,94                      | 55,22                     | 27,28                     | 50                                   | -7,73                      | 19,55       | 56,16        | 37,11        | 19,98        | 12,22        | 9,79        |
| 13  | 3,35                                 | 31,38                      | 62,02                     | 30,64                     | 50                                   | -8,49                      | 22,15       | 57,98        | 38,04        | 20,17        | 12,11        | 9,60        |
| 14  | 3,73                                 | 34,88                      | 68,95                     | 34,06                     | 50                                   | -9,26                      | 24,80       | 59,50        | 38,76        | <b>20,22</b> | 11,91        | 9,33        |
| 15  | 4,11                                 | 38,44                      | 75,97                     | 37,53                     | 50                                   | -10,06                     | 27,48       | 60,72        | 39,27        | 20,15        | 11,63        | 9,01        |
| 16  | 4,49                                 | 42,02                      | 83,06                     | 41,03                     | 50                                   | -10,87                     | 30,16       | 61,67        | 39,59        | 19,97        | 11,29        | 8,63        |
| 17  | 4,87                                 | 45,62                      | 90,17                     | 44,55                     | 50                                   | -11,70                     | 32,84       | 62,36        | <b>39,74</b> | 19,70        | 10,88        | 8,20        |
| 18  | 5,26                                 | 49,22                      | 97,28                     | 48,06                     | 50                                   | -12,56                     | 35,50       | 62,82        | 39,72        | 19,33        | 10,43        | 7,74        |
| 19  | 5,64                                 | 52,80                      | 104,36                    | 51,56                     | 50                                   | -13,44                     | 38,12       | 63,06        | 39,56        | 18,89        | 9,94         | 7,26        |
| 20  | 6,02                                 | 56,35                      | 111,38                    | 55,03                     | 50                                   | -14,33                     | 40,70       | <b>63,09</b> | 39,26        | 18,38        | 9,41         | 6,75        |
| 25  | 7,83                                 | 73,29                      | 144,86                    | 71,57                     | 50                                   | -19,18                     | 52,39       | 60,71        | 36,15        | 15,13        | 6,51         | 4,07        |
| 30  | 8,93                                 | 83,60                      | 165,25                    | 81,64                     | 50                                   | -24,66                     | 56,98       | 51,34        | 28,87        | 10,20        | 3,01         | 1,11        |

|  |         |         |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tasa de descuento                          | 2,52%   | 3,52%   | 5,52%   | 7,52%   | 8,52%   |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,04   | 12,04   | 12,04   | 12,04   | 12,04   |
| Km.  | 42      | 42      | 42      | 42      | 42      |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> ) | \$14,32 | \$14,32 | \$14,32 | \$14,32 | \$14,32 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

Para aquellas operaciones con mayor volumen de aprovechamiento con **IA**, presenta una inversión en el manejo forestal aceptable para todas las opciones de variación de tasas de descuento, ya que hasta con la más alta (8.52 %) el VB obtiene un valor de U\$ 54.65 ha<sup>-1</sup> para un CC de 10 años, aunque la rentabilidad es más baja la inversión es aceptable. Con referencia a la tasa utilizada para el análisis de 5.52 %, presentó un VB de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup> con un ciclo de corta de 12 años y para tasas mucho menores (2.52 %) el VB se comporta de mejor manera (U\$ 267.22 ha<sup>-1</sup>) aumentándose el CC a 14 años; por tal razón en todos los casos se puede aceptar el proyecto ya que presentan valores positivos que sobrepasan al valor del bosque en la zona (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento.**

| Año | Vol.<br>m <sup>3</sup> | Costos                            |                             |                            | PB<br>\$ ha <sup>-1</sup> | Costos<br>capitalizados |                     | VTF<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VB            |               |              |              |       |
|-----|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------|
|     |                        | planificación<br>\$m <sup>3</sup> | PMPie<br>\$ m <sup>-3</sup> | INVM<br>\$ m <sup>-3</sup> |                           | \$ ha <sup>-1</sup>     | \$ ha <sup>-1</sup> |                            | 2,52%         | 3,52%         | 5,52%        | 7,52%        | 8,52% |
| 5   | 0,94                   | 5,85                              | 19,11                       | 13,26                      | 50                        | -2,94                   | 10,32               | 77,84                      | 54,31         | 32,88         | 22,90        | 19,68        |       |
| 10  | 5,51                   | 34,17                             | 111,63                      | 77,46                      | 50                        | -6,28                   | 71,18               | 251,90                     | 171,50        | 98,74         | 65,30        | <b>54,65</b> |       |
| 11  | 6,33                   | 39,23                             | 128,15                      | 88,92                      | 50                        | -7,00                   | 81,92               | 260,15                     | 176,11        | 100,20        | <b>65,43</b> | 54,41        |       |
| 12  | 7,11                   | 44,08                             | 144,02                      | 99,93                      | 50                        | -7,73                   | 92,20               | 264,91                     | 178,29        | <b>100,21</b> | 64,60        | 53,35        |       |
| 13  | 7,86                   | 48,75                             | 159,26                      | 110,51                     | 50                        | -8,49                   | 102,02              | 267,06                     | <b>178,68</b> | 99,19         | 63,09        | 51,75        |       |
| 14  | 8,58                   | 53,22                             | 173,88                      | 120,65                     | 50                        | -9,26                   | 111,39              | <b>267,22</b>              | 177,73        | 97,42         | 61,12        | 49,77        |       |
| 15  | 9,28                   | 57,51                             | 187,88                      | 130,37                     | 50                        | -10,06                  | 120,32              | 265,87                     | 175,75        | 95,09         | 58,83        | 47,54        |       |
| 20  | 12,30                  | 76,26                             | 249,11                      | 172,86                     | 50                        | -14,33                  | 158,53              | 245,77                     | 157,38        | 79,47         | 45,52        | 35,27        |       |
| 25  | 14,64                  | 90,78                             | 296,58                      | 205,79                     | 50                        | -19,18                  | 186,61              | 216,24                     | 133,79        | 62,53         | 32,69        | 24,04        |       |
| 30  | 16,37                  | 101,48                            | 331,52                      | 230,04                     | 50                        | -24,66                  | 205,38              | 185,04                     | 110,27        | 47,19         | 22,03        | 15,08        |       |
| 35  | 17,54                  | 108,73                            | 355,20                      | 246,47                     | 50                        | -30,88                  | 215,59              | 155,16                     | 88,70         | 34,21         | 13,71        | 8,37         |       |

|  |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tasa de descuento                          | 2,52% | 3,52% | 5,52% | 7,52% | 8,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,04 | 12,04 |
| Km.  | 42    | 42    | 42    | 42    | 42    |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> ) | 12,73 | 12,73 | 12,73 | 12,73 | 12,73 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

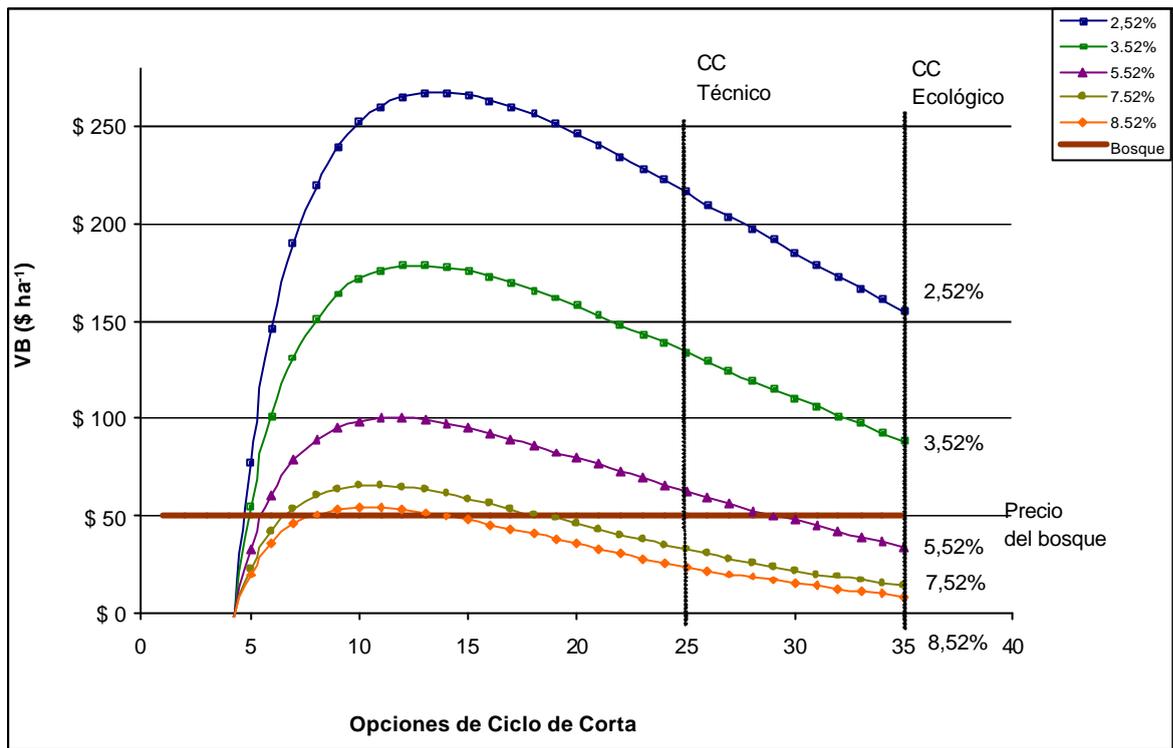
VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

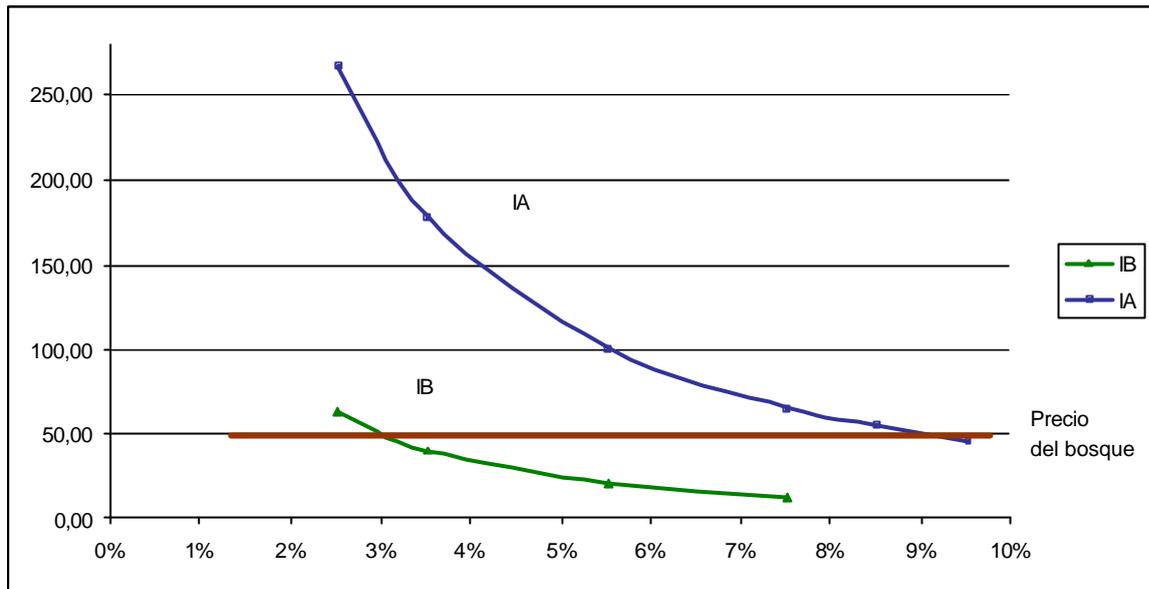
VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

En la figura 4 se puede apreciar el comportamiento del VB para las diferentes tasas de descuento a las cuales fue variado, apreciando que para tasas de descuento bajas es mayor la rentabilidad y viceversa; los cálculos para estas estimaciones se encuentran con mayor detalle en el Anexo 5.



**Figura 4. Efecto del cambio en la tasa de descuento en el valor del bosque y ciclo de corta, para intensidad alta de aprovechamiento.**

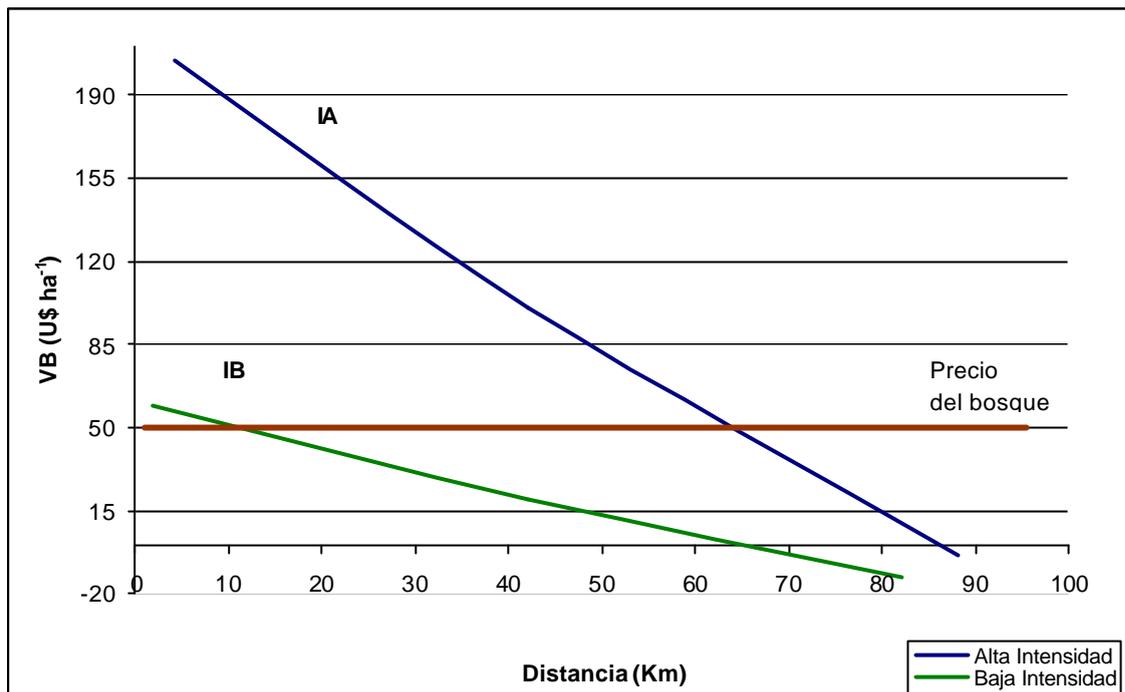
En la figura 5, al comparar el comportamiento de la tasa de descuento para **IB** e **IA**, se nota claramente una mayor rentabilidad para **IA**. En relación a **IB** para tasas de descuento mayor o iguales de 5.5% la actividad ya no es financieramente aceptable, mientras que para **IA**, la tasa de descuento puede aumentar hasta un 9 % y el VB sigue siendo mayor al valor de referencia del precio del bosque.



**Figura 5. Comparación de la variación del valor del bosque, según la tasa de descuento y la intensidad de aprovechamiento.**

#### 5.4.2 Precio implícito de la madera en pie

Teniendo como base que el PIMP varía según la distancia entre el bosque y el patio de acopio y además según las variaciones en el precio pagado por la madera, el PIMP se estimó en U\$ 18.50 m<sup>-3</sup> (42 Km) para la intensidad baja de aprovechamiento; este valor se varió - U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> (82.11 Km) para calcular la rentabilidad del manejo para aquellas personas que no poseen los medios de extracción y reciben ingresos bajos por la venta de la madera y que el bosque se encuentra a una distancia mayor de 42 Km del patio de acopio y + U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> (1.89 Km) para nivelar el análisis siendo la ubicación de estos bosques presumible en distancias menores de 42 Km. Para la intensidad alta de aprovechamiento el PIMP fue estimado en U\$ 20.25 m<sup>-3</sup> (42 Km) el cual fue también variado - U\$ 13.25 m<sup>-3</sup> (88.22 Km) y + U\$ 13.25 m<sup>-3</sup> (4.22 Km) para encontrar una distancia aceptable para el VB (figura 6).



**Figura 6. Comparación de la variación del valor del bosque, para el precio implícito de la madera en pie, según distancia e intensidad de aprovechamiento.**

En el cuadro 10, para **IB** el VB al estimar un PIMP de U\$ 7 m<sup>-3</sup> (82.11 Km) muestra solo valores negativos para el periodo de análisis, siendo el VB de U\$ -13.82 m<sup>-3</sup> (CC de 1 año). En contraste para el PIMP de U\$ 30 m<sup>-3</sup> (1.89 Km), el VB fue de U\$ 58.58 ha<sup>-1</sup> con un CC de 14 años, siendo la rentabilidad aceptable al aumentarse el precio que se pague por la madera. La figura 7 muestra el comportamiento del VB al variar los PIMP, en la cual se puede notar que a menor es el precio pagado por la madera en pie la rentabilidad disminuye; estos cálculos se encuentran en detalle en el Anexo 6.

**Cuadro 10. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento.**

| Año | Vol.<br>m <sup>3</sup> | PB<br>\$ ha <sup>-1</sup> | Costos                               |                             | Costos                             |                            | VTF<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VB                    |                          |                        |
|-----|------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
|     |                        |                           | capitalizados<br>\$ ha <sup>-1</sup> | PMPie<br>\$ m <sup>-3</sup> | planificación<br>\$ m <sup>3</sup> | INVM<br>\$ m <sup>-3</sup> |                            | US 7 ha <sup>-1</sup> | US 18,5 ha <sup>-1</sup> | US 30 ha <sup>-1</sup> |
| 1   | 0,09                   | 50                        | -0,56                                | 0,62                        | 0,82                               | -0,20                      | -0,76                      | <b>-13,82</b>         | 4,36                     | 22,68                  |
| 5   | 0,80                   | 50                        | -3,13                                | 5,64                        | 7,49                               | -1,85                      | -4,98                      | -16,16                | 13,59                    | 43,58                  |
| 10  | 2,28                   | 50                        | -7,22                                | 16,05                       | 21,34                              | -5,28                      | -12,50                     | -17,57                | 19,14                    | 56,14                  |
| 11  | 2,63                   | 50                        | -8,18                                | 18,50                       | 24,58                              | -6,08                      | -14,26                     | -17,70                | 19,64                    | 57,27                  |
| 12  | 2,98                   | 50                        | -9,19                                | 21,02                       | 27,94                              | -6,91                      | -16,10                     | -17,78                | 19,98                    | 58,03                  |
| 13  | 3,35                   | 50                        | -10,25                               | 23,61                       | 31,38                              | -7,77                      | -18,02                     | -17,83                | 20,17                    | 58,46                  |
| 14  | 3,73                   | 50                        | -11,38                               | 26,25                       | 34,88                              | -8,63                      | -20,01                     | -17,84                | <b>20,22</b>             | <b>58,58</b>           |
| 15  | 4,11                   | 50                        | -12,57                               | 28,92                       | 38,44                              | -9,51                      | -22,08                     | -17,82                | 20,15                    | 58,42                  |
| 20  | 6,02                   | 50                        | -19,57                               | 42,40                       | 56,35                              | -13,95                     | -33,52                     | -17,38                | 18,38                    | 54,42                  |
| 25  | 7,83                   | 50                        | -28,73                               | 55,15                       | 73,29                              | -18,14                     | -46,86                     | -16,55                | 15,13                    | 47,06                  |
| 30  | 8,93                   | 50                        | -40,71                               | 62,91                       | 83,60                              | -20,69                     | -61,40                     | -15,30                | 10,20                    | 35,90                  |

|   |       |
|---|-------|
| Tasa de descuento                           | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )    | 12,04 |
| Km.   | 42    |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>-3</sup> ) | 14,32 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

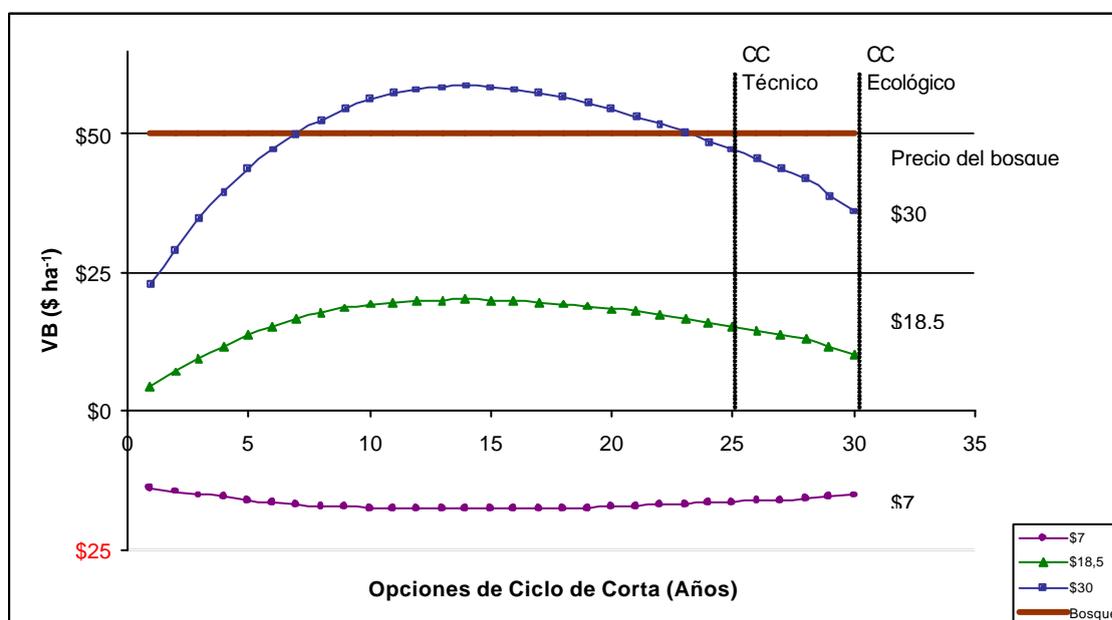
INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)



**Figura 7. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y ciclo de corta, para intensidad baja de aprovechamiento.**

Con respecto a **IA**, donde son mayores los volúmenes a aprovechar, la variación del PIMP dio como resultado VB aceptables, aunque para el PIMP U\$ 7 m<sup>-3</sup> (88.22 Km) se presentaron solo valores negativos, siendo U\$ -3.62 ha<sup>-1</sup> (CC 12 años). El PIMP U\$ 33.50 m<sup>-3</sup> (4.22 Km) mostró un VB alto de U\$ 204.45 ha<sup>-1</sup> para un ciclo de corta de 12 años (cuadro 11 y Anexo 7). Aunque cambió el PIMP y con esto se varió el VB, los ciclos de corta para las diferentes opciones no cambiaron siendo 12 años el CC óptimo para este análisis. En la figura 8, se aprecia el efecto del cambio del PIMP en el VB, cuya tendencia muestra que a menores precios pagados por la madera, menor es la rentabilidad del manejo.

**Cuadro 11. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento.**

| Año | Vol.<br>m <sup>3</sup> | Costos                             |                           | Costos                               |                             |                            | VTF<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VB<br>\$ 7 m <sup>3</sup> | VB<br>\$ 20,2 m <sup>3</sup> | VB<br>\$ 33,5 m <sup>3</sup> |
|-----|------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
|     |                        | planificación<br>\$ m <sup>3</sup> | PB<br>\$ ha <sup>-1</sup> | capitalizados<br>\$ ha <sup>-1</sup> | PMPie<br>\$ m <sup>-3</sup> | INVM<br>\$ m <sup>-3</sup> |                            |                           |                              |                              |
| 5   | 0,94                   | 5,85                               | 50                        | -3,13                                | 6,63                        | 0,78                       | -2,34                      | -7,60                     | 32,88                        | 73,52                        |
| 10  | 5,51                   | 34,17                              | 50                        | -7,22                                | 38,75                       | 4,57                       | -2,64                      | -3,71                     | 98,74                        | 201,60                       |
| 11  | 6,33                   | 39,23                              | 50                        | -8,18                                | 44,48                       | 5,25                       | -2,92                      | -3,63                     | 100,20                       | 204,42                       |
| 12  | 7,11                   | 44,08                              | 50                        | -9,19                                | 49,99                       | 5,90                       | -3,29                      | <b>-3,62</b>              | <b>100,21</b>                | <b>204,45</b>                |
| 13  | 7,86                   | 48,75                              | 50                        | -10,25                               | 55,28                       | 6,53                       | -3,73                      | -3,69                     | 99,19                        | 202,46                       |
| 14  | 8,58                   | 53,22                              | 50                        | -11,38                               | 60,35                       | 7,13                       | -4,25                      | -3,79                     | 97,42                        | 199,01                       |
| 15  | 9,28                   | 57,51                              | 50                        | -12,57                               | 65,21                       | 7,70                       | -4,87                      | -3,93                     | 95,09                        | 194,50                       |
| 20  | 12,30                  | 76,26                              | 50                        | -19,57                               | 86,46                       | 10,21                      | -9,36                      | -4,85                     | 79,47                        | 164,12                       |
| 25  | 14,64                  | 90,78                              | 50                        | -28,73                               | 102,94                      | 12,15                      | -16,57                     | -5,85                     | 62,53                        | 131,19                       |
| 30  | 16,37                  | 101,48                             | 50                        | -40,71                               | 115,07                      | 13,59                      | -27,12                     | -6,76                     | 47,19                        | 101,34                       |
| 35  | 17,54                  | 108,73                             | 50                        | -56,38                               | 123,28                      | 14,56                      | -41,82                     | -7,53                     | 34,21                        | 76,10                        |

|  |       |
|--|-------|
| Tasa de descuento                          | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,04 |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> ) | 12,73 |
| Km.  | 42    |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

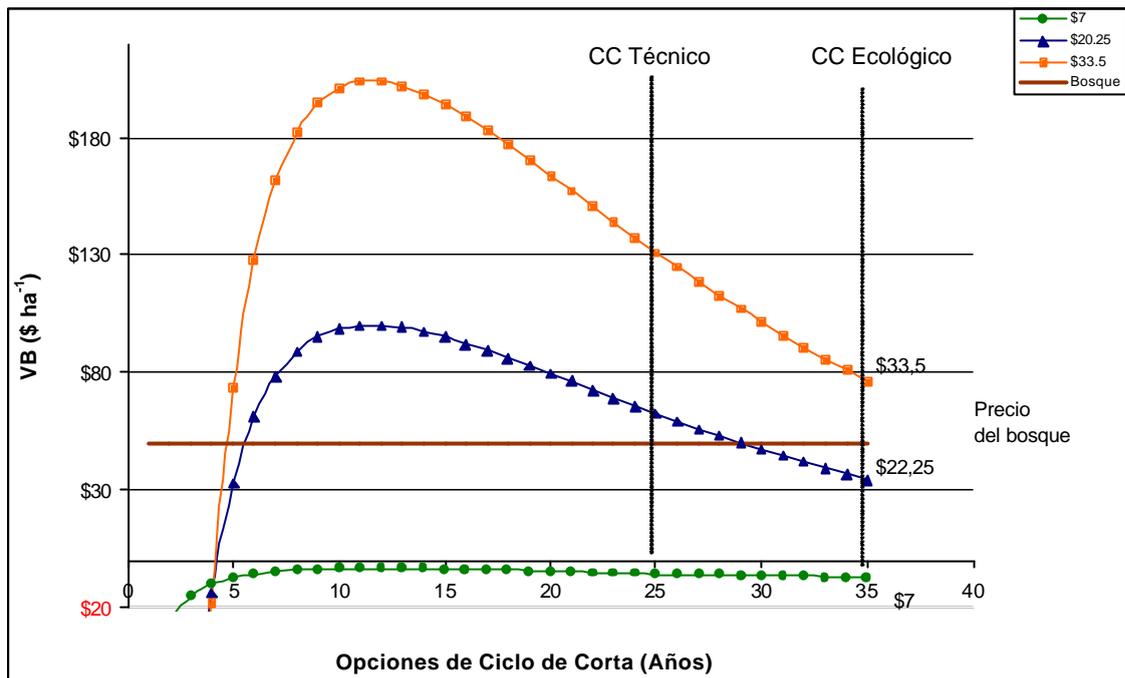
INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)



**Figura 8. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y ciclo de corta, para intensidad alta de aprovechamiento.**

## 6.20 5.5 ACTIVIDADES DE MONITOREO ECOLÓGICO

Uno de los principales productos a obtener en la elaboración de este estudio, fue la estimación del costo de ejecución de las actividades del monitoreo ecológico, como base para la validación técnica de la guía de monitoreo ecológico planteada por Finegan *et al.* (2003).

En el Anexo 8, se pueden encontrar los detalles de los costos de las actividades desarrolladas para realizar las labores del monitoreo ecológico, teniendo como base un área aproximada a monitorear de 300 ha por bosque, en las cuales se ubicaron 9 fajas por tipo de aprovechamiento, donde se evaluaron la estructura del bosque en parcelas temporales (62 de 50 x 20 m. y 202 10 x 10 m.) y las comunidades de mariposas como grupo indicador de perturbación.

En general las labores de monitoreo de indicadores de estructura y de comunidades de mariposas pueden durar un espacio de 30 a 40 días contando con el personal técnico y de campo en toda la fase de ejecución, presentando un costo promedio de U\$ 9.02 ha<sup>-1</sup> para evaluar los dos indicadores. En aquellos casos en que no fuera necesario realizar el monitoreo de mariposas el costo de la ejecución del monitoreo de estructura del bosque sería a U\$ 6.66 ha<sup>-1</sup> (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Costos generales del monitoreo ecológico de dos indicadores.**

| <b>Actividad</b>  | <b>Costo total<br/>U\$ ha<sup>-1</sup></b> | <b>Costo<br/>U\$ ha<sup>-1</sup></b> |
|---|--|--------------------------------------|
| 1. Diseño y selección de áreas<br>Reconocimiento y diseño | 333,75                                     | 1,34                                 |
| 2. Instalación de fajas                                   |  |                                      |
| 2.1 Apertura de fajas,<br>ubicación de transeptos         | 159,46                                     | 0,85                                 |
| 2.2 Recuperación de fajas,<br>ubicación de transeptos     | 142,21                                     | 0,47                                 |
| 3. Monitoreo de mariposas                                 | 426,80                                     | 1,42                                 |
| 5. Estructura de bosque                                   |  |                                      |
| 5.1 Parcelas temporales 10 x 10                           | 33,50                                      | 0,11                                 |
| 5.2 Parcelas temporales 50 x 20                           | 182,24                                     | 0,61                                 |
| 6. Otros  | 1265,45                                    | 4,22                                 |
| <b>Total</b>  | <b>2543,41</b>                             | <b>9,02</b>                          |

### 5.5.1 Diseño y selección de áreas para monitoreo

En la etapa inicial del diseño del monitoreo se deben tener claramente identificados los objetivos del monitoreo, así mismo como los indicadores que se requieren monitorear y sus respuestas, esto acorde con la intensidad de manejo dado a las áreas forestales.

Siendo esta actividad básica para la toma de decisiones al iniciar el monitoreo, pues de ella depende en gran medida el diseño y así mismo la selección de las áreas a monitorear. Esta fase se realizó en una semana, lo cual depende de la pericia del profesional y el contar con personal conocedor de las áreas a referenciar. Los costos de realizar esta actividad se especifican en el Cuadro 13.

Los costos que implica el diseño y la planificación del monitoreo deben contemplar contratar personal especializado y no deben ser tenidos en cuenta en la estimación de los costos de la implementación del monitoreo de los indicadores, ya que esta es una actividad que considera el conocimiento en general del área, de las actividades a ejecutar y del análisis de los resultados del monitoreo.

**Cuadro 13. Costos estimados del diseño y selección de áreas para el monitoreo ecológico de bosques manejados.**

| Actividad                             | Productividad            | Personal | No. Jornales/<br>Unidades | Costo<br>Unitario U\$ | Costo<br>total U\$ | Costo<br>U\$ ha <sup>-1</sup> |
|---------------------------------------|--------------------------|----------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| <b>1. Diseño y selección de áreas</b> |                          |          |                           |                       |                    |                               |
| Reconocimiento y<br>diseño            | 4,8 ha día <sup>-1</sup> |          |                           |                       |                    |                               |
| Experto                               |                          | 1        | 5                         | 50,00                 | 250,00             | 0,80                          |
| Técnico                               |                          | 1        | 5                         | 13,40                 | 67,00              | 0,20                          |
| Trochero                              |                          | 1        | 5                         | 3,35                  | 16,75              | 0,10                          |
| <b>Subtotal</b>                       |                          |          |                           |                       | <b>333,75</b>      | <b>1,10</b>                   |

### 5.5.2 Apertura, recuperación de fajas y señalización

Dentro de las áreas seleccionadas, se establecieron transectos para realizar el monitoreo. La apertura de las fajas presentó una productividad de 1.6 ha día<sup>-1</sup>cuadrilla<sup>-1</sup>; esta actividad puede tomar 4 a 6 días dependiendo de la intensidad del monitoreo. En las áreas donde se realizó aprovechamiento se recuperaron las fajas utilizadas para el censo comercial, en esta actividad se emplean 3 personas por cuadrilla, las cuales tiene una productividad de 4.8 ha día<sup>-1</sup>cuadrilla<sup>-1</sup>.

Para estas tareas es importante mencionar que la presencia del técnico no es necesaria en toda la fase de desarrollo de las mismas, ya que una vez instruido el personal de campo (trocheros y brujuleros), estas actividades se pueden realizar sin una supervisión directa. Estas labores se tiene una duración de 3 o más días dependiendo de la intensidad del monitoreo (Cuadro 14). Siendo que las fajas son utilizadas tanto para el monitoreo de mariposas en transectos como para la evaluación de la estructura del bosque en las parcelas temporales, el costo de la apertura y recuperación se debe compartir para estas actividades.

**Cuadro 14. Costos estimados para apertura, recuperación y señalización de fajas para el monitoreo ecológico de bosques manejados.**

| Actividad   | Productividad            | Personal | No. Jornales/<br>Unidades | Costo<br>Unitario U\$ | Costo<br>total U\$ | Costo<br>U\$ ha <sup>-1</sup> |
|---|--------------------------|----------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| <b>1. Instalación fajas</b>                         |                          |          |                           |                       |                    |                               |
| <b>1.1 Apertura fajas, ubicación transectos</b>     |                          |          |                           |                       |                    |                               |
|   | 1,6 ha día <sup>-1</sup> |          |                           |                       |                    |                               |
| Técnico   |                          | 1        | 2                         | 13,4                  | 26,8               | 0,09                          |
| Brujulero   |                          | 1        | 9                         | 4,69                  | 42,21              | 0,14                          |
| Trochero  |                          | 3        | 9                         | 3,35                  | 90,45              | 0,30                          |
| Machete   |                          |          | 3                         | 4,02                  | 12,06              | 0,04                          |
| Cinta biodegradable                                 |                          |          | 20                        | 3,35                  | 67                 | 0,22                          |
| Cinta métrica                                       |                          |          | 1                         | 16,25                 | 16,25              | 0,05                          |
| <b>Subtotal</b>                                     |                          |          |                           |                       | <b>159,46</b>      | <b>0,8</b>                    |
| <b>1.2 Recuperación fajas, ubicación transectos</b> |                          |          |                           |                       |                    |                               |
|   | 4,8 ha día <sup>-1</sup> |          |                           |                       |                    |                               |
| Técnico   |                          | 1        | 1                         | 13,4                  | 13,4               | 0,04                          |
| Trochero  |                          | 2        | 5                         | 3,35                  | 33,5               | 0,11                          |
| Machete   |                          |          | 3                         | 4,02                  | 12,06              | 0,04                          |
| Cinta biodegradable                                 |                          |          | 20                        | 3,35                  | 67                 | 0,22                          |
| Cinta métrica                                       |                          |          | 1                         | 16,25                 | 16,25              | 0,05                          |
| <b>Subtotal</b>                                     |                          |          |                           |                       | <b>142,2</b>       | <b>0,5</b>                    |
| <b>Total</b>  |                          |          |                           |                       | <b>301,7</b>       | <b>1,3</b>                    |

### 5.5.3 Evaluación de indicadores de perturbación

Como indicador de perturbación fue monitoreada la comunidad de mariposas. Se realizó en transectos de 500 m. de longitud y 10 m. de ancho, a una velocidad constante durante 1 hora cada uno, dentro de las fajas se ubicaron 2 transectos separados 200 m cada uno.

Se aconseja realizar el monitoreo en las horas de la mañana, dentro de las 9 a las 1 p.m. y en condiciones soleadas. La productividad diaria es de 20 ha día<sup>-1</sup>, monitoreándose 4 transectos diarios; el realizar el monitoreo de mariposas tiene un costo de U\$ 7.36 ha<sup>-1</sup> monitoreada (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Costos estimados para monitoreo de mariposas en bosques manejados.**

| Actividad                      | Productividad             | Personal | No. Jornales/<br>Unidades | Costo<br>Unitario U\$ | Costo<br>total U\$ | Costo<br>U\$ ha <sup>-1</sup> |
|--------------------------------|---------------------------|----------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| <b>1. Diseño e instalación</b> |                           |          |                           |                       | 1900,87            | 5,94                          |
| <b>2. Monitoreo mariposas</b>  | 20 ha día <sup>-1</sup>   |          |                           |                       |                    |                               |
| Experto                        | 4 horas día <sup>-1</sup> | 1        | 8                         | 50                    | 400                | 1,33                          |
| Trochero                       |                           | 1        | 8                         | 3,35                  | 26,8               | 0,09                          |
| <b>Subtotal</b>                |                           |          |                           |                       | <b>2327,7</b>      | <b>7,36</b>                   |

### 5.3.4 Evaluación de estructura del bosque

Para el monitoreo de indicadores de estructura del bosque se evaluaron: el área basal, la abundancia de árboles total y por clases de tamaños, las fases de regeneración, la apertura del dosel y la composición y abundancia de palmas.

El levantamiento de la información del área basal, abundancia, composición de árboles y abundancia de palmas, requiere realizar un trabajo más detallado, lo cual implica más tiempo por el trabajo que envuelve la medición de un promedio de 50 árboles con DAP > 10 cm. por parcela; esta actividad presenta una productividad de 14 ha día<sup>-1</sup> en los cuales se obtiene la información perteneciente a 14 parcelas dentro de 2 fajas de 1600 m (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Costos estimados para monitoreo de estructura del bosque de manejados.**

| Actividad                                | Productividad             | Personal | No. Jornales/<br>Unidades | Costo<br>Unitario U\$ | Costo<br>total U\$ | Costo<br>U\$ ha <sup>-1</sup> |
|--|---------------------------|----------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| <b>1. Datos estructura de bosque</b>     |                           |          |                           |                       |                    |                               |
| <b>2. Diseño e instalación</b>           |                           |          |                           |                       | 1900,87            | 5,94                          |
| <b>2.1 Parcelas temporales 10 x 10 m</b> | 12,8 ha día <sup>-1</sup> |          |                           |                       |                    |                               |
| Técnico                                  |                           | 1        | 2                         | 13,4                  | 26,8               | 0,09                          |

|  |   |   |      |                |             |
|--|---|---|------|----------------|-------------|
| Trochero   | 1 | 2 | 3,35 | 6,7            | 0,02        |
| <b>Subtotal</b>  |   |   |      | <b>1934,37</b> | <b>0,11</b> |
| <b>2.2 Parcelas temporales 50 x 20 m</b> 14 ha día <sup>-1</sup> |   |   |      |                |             |
| Técnico  | 1 | 8 | 13,4 | 107,2          | 0,36        |
| Reconocedor  | 2 | 8 | 4,69 | 75,04          | 0,25        |
| <b>Subtotal</b>  |   |   |      | <b>250,0</b>   | <b>0,6</b>  |
| <b>Total</b>   |   |   |      | <b>2184,4</b>  | <b>6,66</b> |

## 6.21 5.6 INFLUENCIA DEL MONITOREO ECOLÓGICO EN LA RENTABILIDAD DEL MANEJO

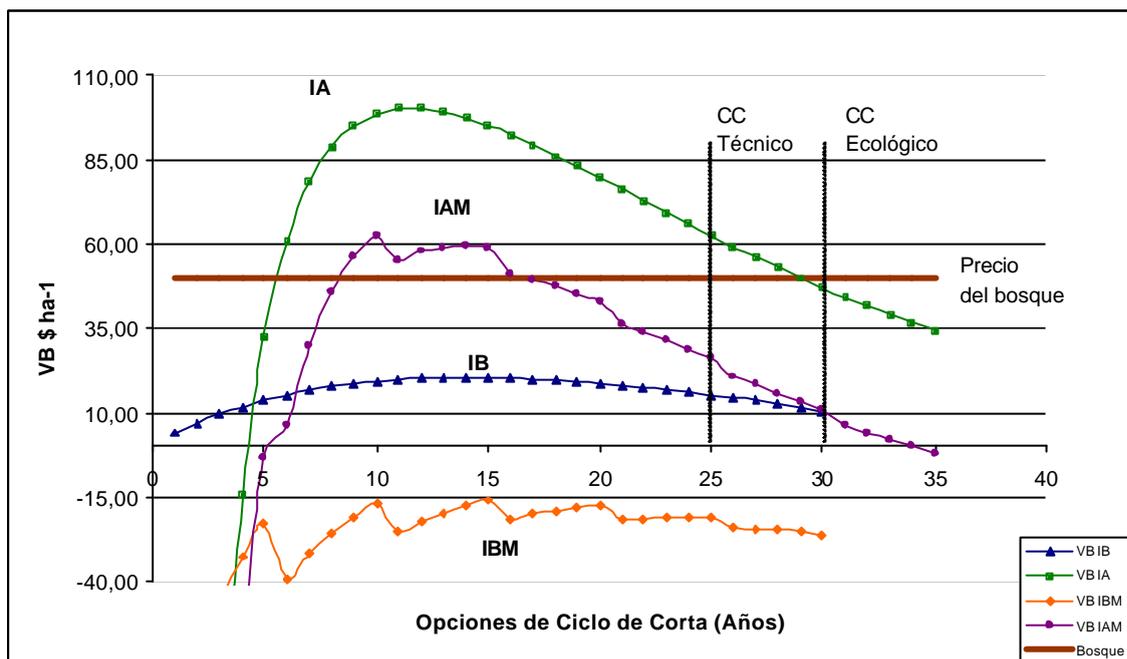
El monitoreo ecológico es una herramienta importante en la toma de decisiones dentro del plan de manejo y muchas veces por su costo puede ser un desincentivo en su adopción. Tomando como base que para acceder a la certificación se ejecuta el monitoreo y este debe incluirse en el flujo de caja del manejo, existe también la necesidad de buscar alternativas que lo hagan más accesible para su aplicación. Para tal fin se tomaron los escenarios base (**IB** e **IA**), a los cuales se les agregó el costo del monitoreo de los indicadores, siendo designados como **IBM** e **IAM** (intensidad baja con monitoreo e intensidad alta con monitoreo, respectivamente). Este costo fue adicionado cada 5 años, según lo sugerido por Finegan *et al.* 2003.

En la figura 9, se aprecia el comportamiento del VB para las dos intensidades de aprovechamiento, donde disminuye el VB al agregarse el costo del monitoreo ecológico. El VB máximo que se alcanzó para **IAM** fue de U\$ 62.46 ha<sup>-1</sup>, (CC 10 años). En contraste se encuentran los VB para **IBM**, en donde los VB no superaron el precio del bosque, siendo estos negativos, lo cual disminuye la rentabilidad de la actividad con baja intensidad de aprovechamiento. Por la periodicidad con que se realiza el monitoreo dentro del CC, se dificulta la interpretación de la influencia del monitoreo ecológico en VB.

## 6.22 5.7 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE CONSIDERANDO EL MONITOREO ECOLÓGICO

Tomando como caso base los escenarios de **IBM** e **IAM**, al someterlos a sensibilización, se analizó la respuesta del VB al variar los siguientes factores:

1. Frecuencia del monitoreo ecológico, variando los costos de ejecución 2 años con respecto al caso base (5 años) siendo cada 3 años y 7 años.
2. La intensidad de monitoreo, al tomar el costo de monitorear mariposas, estructura de bosque y el monitoreo de ambos indicadores.
3. Variación de la tasa de descuento  $\pm 3$  puntos con respecto a la tasa mínima aceptable (5.52 %) con que se estimó la rentabilidad.
4. Precio implícito de la madera en el pie, variando  $\pm$  U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> (para IBM) y  $\pm$  U\$ 20.25 m<sup>-3</sup> (para IAM).



**Figura 9. Comparación de la variación del valor del bosque al incluirse el costo del monitoreo ecológico, para dos intensidades de aprovechamiento.**

### 5.7.1 Frecuencia del monitoreo ecológico

Al evaluar el VB con baja intensidad de aprovechamiento, se pudo notar un descenso en la rentabilidad al adicionar el costo del monitoreo ecológico. Para este análisis se varió la frecuencia del monitoreo ecológico dentro del ciclo de corta utilizando como referencia lo sugerido por Finegan *et al.* (2003), siendo entonces sometido el VB a variaciones de ejecución cada 3 años y 7 años, con respecto al caso base de 5 años.

En el cuadro 17, se puede apreciar el comportamiento del VB para **IB**, ninguna de las opciones registran valores que hagan aceptable la inversión, presentando VB negativos para las diferentes opciones (figura 10). Para realizarlo cada 3 años el VB fue de U\$ -37.27 ha<sup>-1</sup> (CC de 15 años), mientras que para la opción de cada 7 años fue de U\$ -7.05 ha<sup>-1</sup> (CC de 14 años). Con lo anterior se puede notar que para ninguna de las opciones es rentable proponer la actividad de monitoreo ecológico para baja intensidad de aprovechamiento de bosque. En el Anexo 9 se pueden apreciar las variaciones con mayor detalle, de los valores del VB con respecto a la frecuencia del monitoreo.

**Cuadro 17. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad baja de aprovechamiento.**

| Año | Vol. m <sup>3</sup> | Costos                          |                        |                          | Costos                  |                                   |         | VTF \$ ha <sup>-1</sup> | VB SME        | VB 3 años     | VB 5 años    | VB 7 años |
|-----|---------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|
|     |                     | planificación \$ m <sup>3</sup> | PB \$ ha <sup>-1</sup> | PMPie \$ m <sup>-3</sup> | INVM \$ m <sup>-3</sup> | capitalizados \$ ha <sup>-1</sup> |         |                         |               |               |              |           |
| 5   | 0,80                | 7,49                            | 50                     | 14,81                    | 7,32                    | -23,83                            | -16,51  | 13,59                   | -53,57        | -22,69        | -22,69       |           |
| 10  | 2,28                | 21,34                           | 50                     | 42,17                    | 20,83                   | -53,92                            | -33,08  | 19,14                   | -46,50        | -17,14        | -15,54       |           |
| 11  | 2,63                | 24,58                           | 50                     | 48,59                    | 24,01                   | -57,45                            | -33,45  | 19,64                   | -41,50        | -25,35        | -12,66       |           |
| 12  | 2,98                | 27,94                           | 50                     | 55,22                    | 27,28                   | -61,18                            | -33,90  | 19,98                   | -37,44        | -22,27        | -10,36       |           |
| 13  | 3,35                | 31,38                           | 50                     | 62,02                    | 30,64                   | -74,14                            | -43,50  | 20,17                   | -43,04        | -19,77        | -8,51        |           |
| 14  | 3,73                | 34,88                           | 50                     | 68,95                    | 34,06                   | -78,79                            | -44,73  | <b>20,22</b>            | -39,88        | -17,75        | <b>-7,05</b> |           |
| 15  | 4,11                | 38,44                           | 50                     | 75,97                    | 37,53                   | -83,70                            | -46,17  | 20,15                   | <b>-37,27</b> | <b>-16,13</b> | -13,18       |           |
| 20  | 6,02                | 56,35                           | 50                     | 111,38                   | 55,03                   | -133,33                           | -78,30  | 18,38                   | -40,59        | -17,90        | -9,62        |           |
| 25  | 7,83                | 73,29                           | 50                     | 144,86                   | 71,57                   | -197,16                           | -125,59 | 15,13                   | -44,36        | -21,15        | -13,57       |           |
| 30  | 8,93                | 83,60                           | 50                     | 165,25                   | 81,64                   | -271,10                           | -189,45 | 10,20                   | -47,22        | -26,08        | -18,67       |           |

|  |       |
|--|-------|
| Tasa de descuento                            | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> ) Km. | 12,04 |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>-3</sup> )  | 42    |
|  | 14,32 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

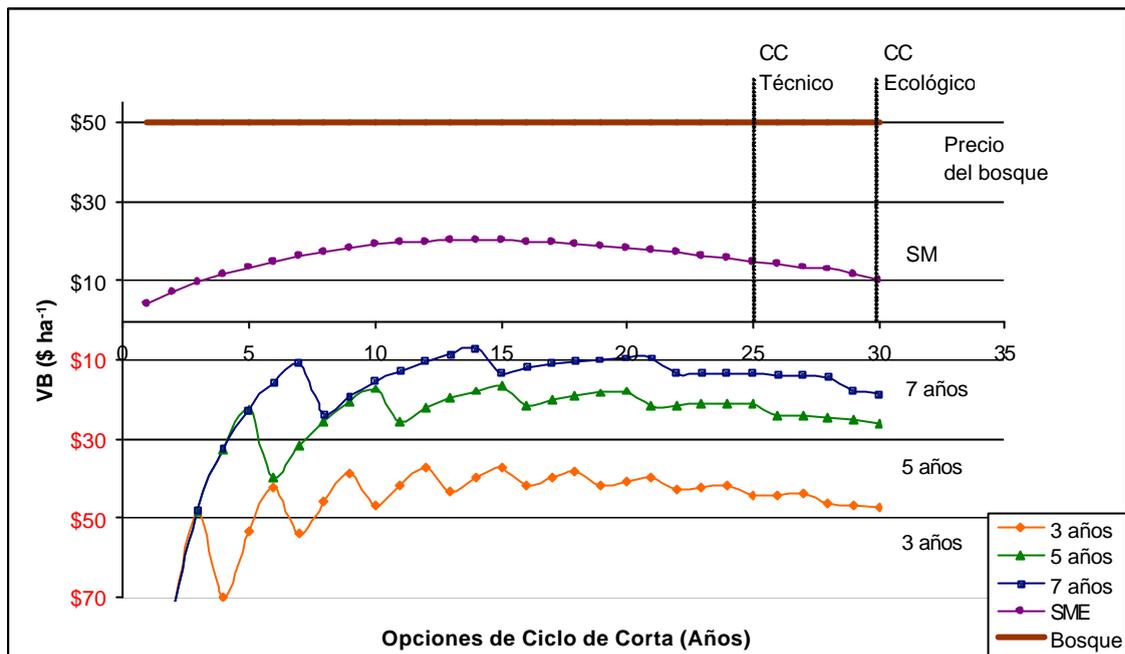
VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico



**Figura 10. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad baja de aprovechamiento.**

Para la estimación del VB con respecto a la frecuencia del monitoreo con mayor intensidad de aprovechamiento (**IAM**), el comportamiento de la rentabilidad medida a través del VB, alcanzó valores aceptables para las opciones de cada 7 años con un VB de U\$ 70.51 ha<sup>-1</sup> con un ciclo de corta de 13 años y para cada 5 años de U\$ 62.46 ha<sup>-1</sup> (CC 10 años) y al realizar el monitoreo cada 3 años el VB no fue aceptable (U\$ 42.79 ha<sup>-1</sup> y CC de 12 años) (cuadro 18). Bajo este criterio se puede plantear realizar el monitoreo ecológico cada 7 años, ya que hasta para CC de 20 años (año más cercano al CC técnico), es aun aceptable la actividad.

En la figura 11, se puede apreciar cómo el cambio en la frecuencia del monitoreo influye en el VB, lo mismo dentro de los ciclos de corta. En el anexo 10 se encuentran los VB para cada ciclo de corta estimado.

**Cuadro 18. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad alta de aprovechamiento.**

| Año | Vol. m <sup>-3</sup> | Costos                          |                        |                         |                         | Costos capitalizados |                     | VB SME | VB 3 años | VB 5 años | VB 7 años |
|-----|----------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
|     |                      | planificación \$ m <sup>3</sup> | PB \$ ha <sup>-1</sup> | PMPie \$ m <sup>3</sup> | INVM \$ m <sup>-3</sup> | \$ ha <sup>-1</sup>  | \$ ha <sup>-1</sup> |        |           |           |           |
| 5   | 0,94                 | 5,85                            | 50                     | 19,11                   | 13,26                   | -23,83               | -10,57              | 32,88  | -34,29    | -3,40     | -3,40     |

|    |       |        |    |        |        |         |         |               |              |              |              |
|----|-------|--------|----|--------|--------|---------|---------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 10 | 5,51  | 34,17  | 50 | 111,63 | 77,46  | -53,92  | 23,55   | 98,74         | 33,10        | <b>62,46</b> | 64,06        |
| 11 | 6,33  | 39,23  | 50 | 128,15 | 88,92  | -57,45  | 31,47   | 100,20        | 39,05        | 55,21        | 67,89        |
| 12 | 7,11  | 44,08  | 50 | 144,02 | 99,93  | -61,18  | 38,75   | <b>100,21</b> | <b>42,79</b> | 57,96        | 69,87        |
| 13 | 7,86  | 48,75  | 50 | 159,26 | 110,51 | -74,14  | 36,37   | 99,19         | 35,98        | 59,25        | <b>70,51</b> |
| 14 | 8,58  | 53,22  | 50 | 173,88 | 120,65 | -78,79  | 41,86   | 97,42         | 37,32        | 59,44        | 70,15        |
| 15 | 9,28  | 57,51  | 50 | 187,88 | 130,37 | -83,70  | 46,67   | 95,09         | 37,67        | 58,81        | 61,76        |
| 20 | 12,30 | 76,26  | 50 | 249,11 | 172,86 | -133,33 | 39,53   | 79,47         | 20,50        | 43,19        | 51,46        |
| 25 | 14,64 | 90,78  | 50 | 296,58 | 205,79 | -197,16 | 8,63    | 62,53         | 3,05         | 26,25        | 33,83        |
| 30 | 16,37 | 101,48 | 50 | 331,52 | 230,04 | -271,10 | -41,06  | 47,19         | -10,23       | 10,90        | 18,32        |
| 35 | 17,54 | 108,73 | 50 | 355,20 | 246,47 | -378,47 | -132,00 | 34,21         | -23,75       | -2,08        | 6,94         |

|  |       |
|--|-------|
| Tasa de descuento                            | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> ) Km. | 42    |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,73 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico

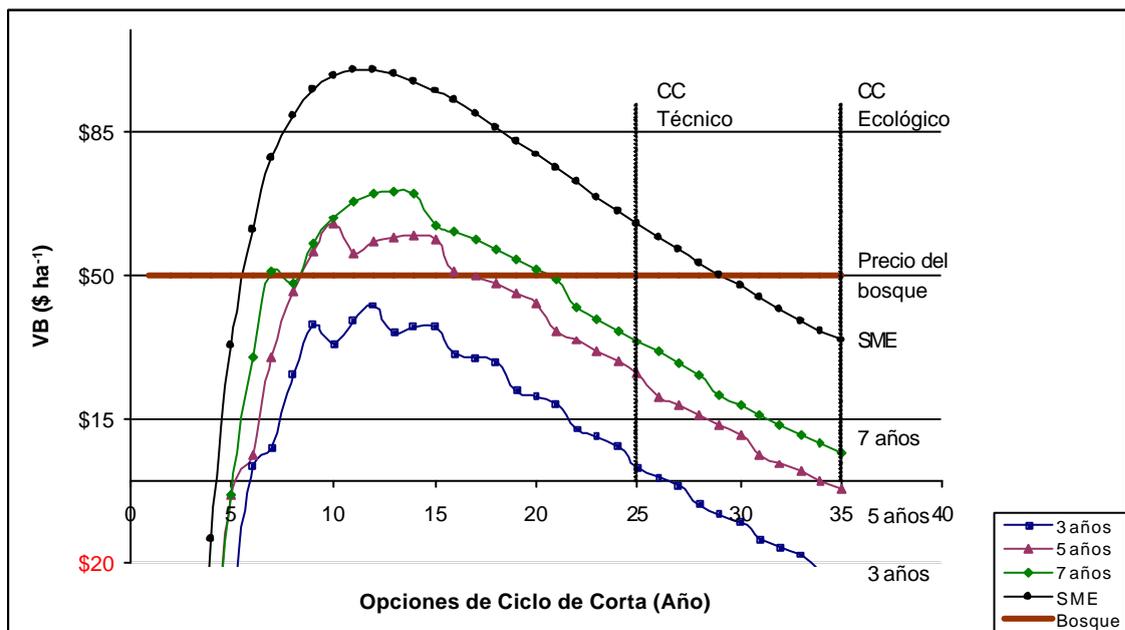


Figura 11. Efecto del cambio en la frecuencia del monitoreo ecológico en el valor del bosque para intensidad alta de aprovechamiento.

### 5.7.2 Número de indicadores para intensidad baja de aprovechamiento

Otra estimación realizada, fue el costo de monitorear un mínimo de indicadores. Para presentar estos casos donde el aprovechamiento es bajo y se recomienda hacer solo el monitoreo de la estructura de bosque sin necesidad de entrar en detalle para indicadores de fauna. Para este análisis se tomo el caso base de realizar el monitoreo cada 5 años. En el cuadro 19, se pueden ver los cambios que toma el VB al variar el indicador a monitorear en operaciones de baja intensidad (**IBM**).

Ninguna de las opciones analizadas presentó valores mayores que el precio del bosque (U\$ 50 ha<sup>-1</sup>), siendo VB para todas las opciones negativo. Para la opción de monitorear solo la estructura del bosque el VB fue de U\$ -6.64 ha<sup>-1</sup> (CC de 15 años); para mariposas el VB estos valores y su variación se pueden ver en la figura 12 y con más detalle en el Anexo 11.

**Cuadro 19. Efecto del cambio en el número de indicadores a monitorear en el valor del bosque y el ciclo de corta para intensidad baja de aprovechamiento.**

| Año | Vol.<br>m <sup>3</sup> | Costos                      |                                      |                            | Costos                    |                                      |        | VTF<br>\$ ha <sup>-1</sup> | VB<br>SME    | VB<br>Bosque | VB<br>Mariposas | VB<br>Ambos |
|-----|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------|----------------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|
|     |                        | PMPie<br>\$ m <sup>-3</sup> | Planificación<br>\$ ha <sup>-1</sup> | INVM<br>\$ m <sup>-3</sup> | PB<br>\$ ha <sup>-1</sup> | Capitalizados<br>\$ ha <sup>-1</sup> |        |                            |              |              |                 |             |
| 5   | 0,80                   | 14,81                       | 7,49                                 | 7,32                       | 50                        | -11,38                               | -4,07  | 13,59                      | -13,20       | -16,01       | -22,69          |             |
| 10  | 2,28                   | 42,17                       | 21,34                                | 20,83                      | 50                        | -26,28                               | -5,44  | 19,14                      | -7,65        | -10,46       | -17,14          |             |
| 14  | 3,73                   | 68,95                       | 34,88                                | 34,06                      | 50                        | -42,83                               | -8,77  | <b>20,22</b>               | -7,82        | -10,76       | -17,75          |             |
| 15  | 4,11                   | 75,97                       | 38,44                                | 37,53                      | 50                        | -45,76                               | -8,22  | 20,15                      | <b>-6,64</b> | <b>-9,45</b> | <b>-16,13</b>   |             |
| 16  | 4,49                   | 83,06                       | 42,02                                | 41,03                      | 50                        | -55,50                               | -14,47 | 19,97                      | -10,62       | -13,83       | -21,46          |             |
| 17  | 4,87                   | 90,17                       | 45,62                                | 44,55                      | 50                        | -59,13                               | -14,58 | 19,70                      | -9,77        | -12,86       | -20,21          |             |
| 18  | 5,26                   | 97,28                       | 49,22                                | 48,06                      | 50                        | -62,95                               | -14,89 | 19,33                      | -9,13        | -12,12       | -19,22          |             |
| 19  | 5,64                   | 104,36                      | 52,80                                | 51,56                      | 50                        | -66,99                               | -15,43 | 18,89                      | -8,69        | -11,59       | -18,46          |             |
| 20  | 6,02                   | 111,38                      | 56,35                                | 55,03                      | 50                        | -71,24                               | -16,21 | 18,38                      | -8,41        | -11,22       | -17,90          |             |
| 25  | 7,83                   | 144,86                      | 73,29                                | 71,57                      | 50                        | -104,58                              | -33,01 | 15,13                      | -11,66       | -14,48       | -21,15          |             |
| 30  | 8,93                   | 165,25                      | 83,60                                | 81,64                      | 50                        | -148,20                              | -66,56 | 10,20                      | -16,59       | -19,40       | -26,08          |             |

|  |       |
|--|-------|
| Tasa de descuento                          | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,04 |
| Km.  | 42    |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> ) | 14,32 |

Año: Año posible ciclo de corta  
 Vol.: Volumen  
 INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)  
 VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie  
 PB: Precio del bosque  
 VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)  
 VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico

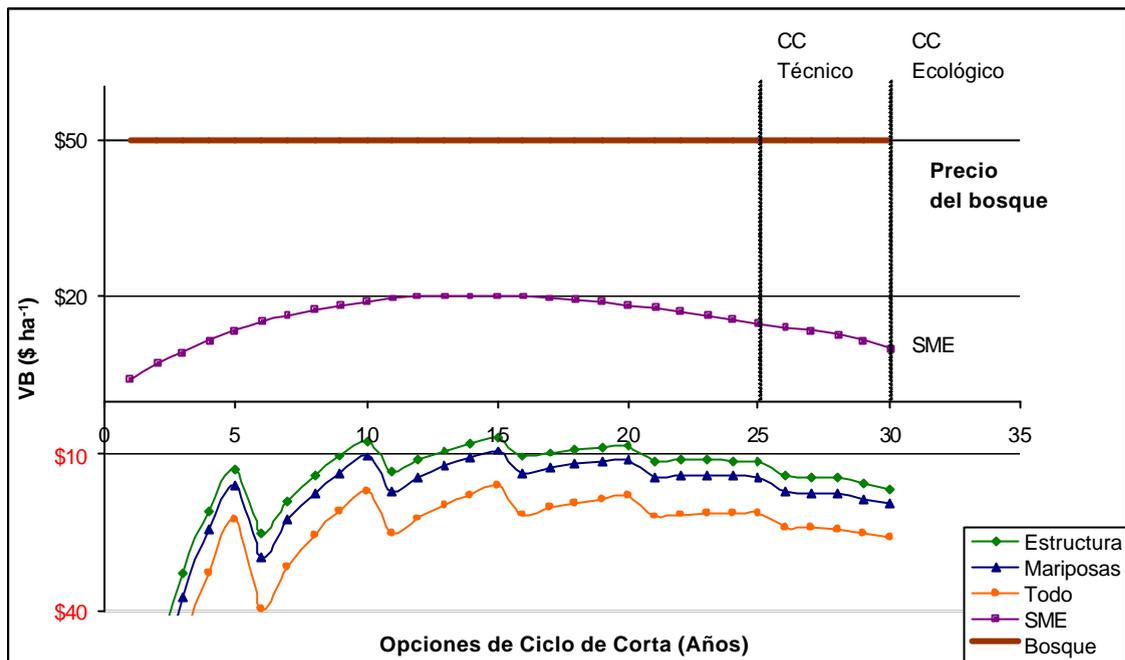


Figura 12. Efecto del cambio en el número de indicadores a monitorear en el valor del bosque para intensidad baja de aprovechamiento.

### 5.7.3 Tasa de descuento

La tasa de descuento que se tomó como referencia fue la utilizada dentro de todo el análisis de los datos (5.52 %), la cual fue sometida a sensibilización con valores que oscilaban  $\pm 3$  puntos con respecto a la inicial. Los valores que se sometieron a variación fueron VB incluyendo el monitoreo ecológico realizado cada 5 años.

Como se puede observar en el cuadro 20 para **IBM**, aun para tasas de descuento bajas, la actividad presenta valores negativos para todas las opciones de variación. El VB para la tasa de descuento de 2.52 % fue de U\$ -12.10 ha<sup>-1</sup> (CC de 20 años) y para 8.52 % fue de U\$ -14.87 ha<sup>-1</sup> para un CC de 10 años. En la figura 13, se pueden apreciar los valores para la tasa de descuento de 5.52% con la cual la actividad no es aceptable al igual que para la tasa de 8.52%, que presentan valores negativos para todas las opciones de ciclo de corta (mas detalles en el Anexo 12).

**Cuadro 20. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

| Año | Vol. m <sup>3</sup> | Costos           |                   |                   |                     | Costos             |                     |              | VB SME        | VB 2,52%      | VB 5,52%      | VB 8,52% |
|-----|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------|
|     |                     | planificación    | PMPie             | INVM              | PB                  | capitalizados      | VTF                 |              |               |               |               |          |
|     |                     | \$m <sup>3</sup> | \$ m <sup>3</sup> | \$ m <sup>3</sup> | \$ ha <sup>-1</sup> | \$ ha <sup>1</sup> | \$ ha <sup>-1</sup> |              |               |               |               |          |
| 5   | 0,80                | 7,49             | 14,81             | 7,32              | 50                  | -12,91             | -5,59               | 13,59        | -42,21        | -22,69        | -16,86        |          |
| 10  | 2,28                | 21,34            | 42,17             | 20,83             | 50                  | -27,53             | -6,69               | 19,14        | -23,69        | -17,14        | <b>-14,87</b> |          |
| 14  | 3,73                | 34,88            | 68,95             | 34,06             | 50                  | -42,46             | -8,39               | <b>20,22</b> | -20,13        | -17,75        | -16,34        |          |
| 15  | 4,11                | 38,44            | 75,97             | 37,53             | 50                  | -44,09             | -6,55               | 20,15        | -14,48        | <b>-16,13</b> | -15,76        |          |
| 16  | 4,49                | 42,02            | 83,06             | 41,03             | 50                  | -54,78             | -13,74              | 19,97        | -28,09        | -21,46        | -18,70        |          |
| 17  | 4,87                | 45,62            | 90,17             | 44,55             | 50                  | -56,72             | -12,17              | 19,70        | -23,10        | -20,21        | -18,35        |          |
| 18  | 5,26                | 49,22            | 97,28             | 48,06             | 50                  | -58,71             | -10,64              | 19,33        | -18,83        | -19,22        | -18,14        |          |
| 19  | 5,64                | 52,80            | 104,36            | 51,56             | 50                  | -60,75             | -9,19               | 18,89        | -15,19        | -18,46        | -18,03        |          |
| 20  | 6,02                | 56,35            | 111,38            | 55,03             | 50                  | -62,84             | -7,81               | 18,38        | <b>-12,10</b> | -17,90        | -18,02        |          |
| 25  | 7,83                | 73,29            | 144,86            | 71,57             | 50                  | -84,07             | -12,50              | 15,13        | -14,49        | -21,15        | -20,70        |          |
| 30  | 8,93                | 83,60            | 165,25            | 81,64             | 50                  | -108,12            | -26,48              | 10,20        | -23,86        | -26,08        | -23,66        |          |

|  |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| Tasa de descuento                            | 2,52% | 5,52% | 8,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> ) Km. | 12,04 | 12,04 | 12,04 |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> )   | 14,32 | 14,32 | 14,32 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

VB SME: Valor del Bosque sin monitoreo ecológico

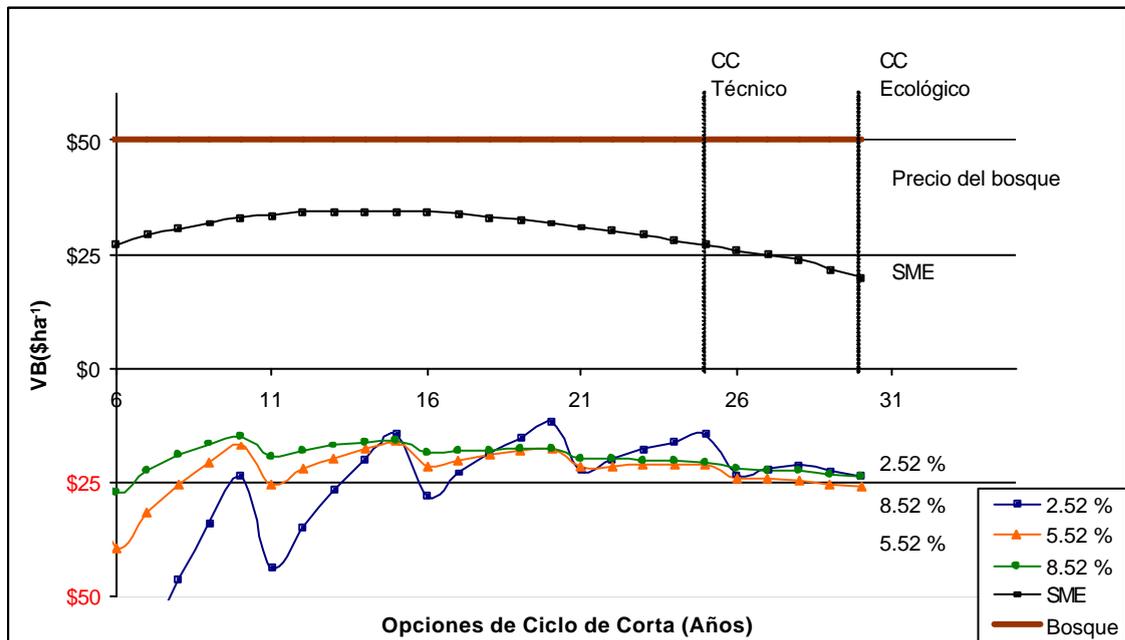


Figura 13. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque, para bosque con intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.

Los valores del VB, para **IAM** presentan mayor aceptabilidad con respecto **IBM**, tolerando tasas de descuento de hasta el 5.52 %. Para la tasa de 8.52 % el VB fue de U\$ 29.88 ha<sup>-1</sup> con un CC de 10 años; la tasa de descuento que mejores valores presento fue para 2.52 %, de U\$ 190.67 ha<sup>-1</sup>, para un ciclo de corta de 15 años (cuadro 21).

El CC bajo criterio técnico (25 años) se puede alcanzar con una tasa de descuento de 2.52 % y es aceptable el VB para esta opción de corta (VB U\$ 141.04 ha<sup>-1</sup>), pudiéndose aceptar también la opción de 35 años (VB U\$ 79.97 ha<sup>-1</sup>), para la cual el VB presenta aún valores que superan el precio del bosque (U\$ 50 ha<sup>-1</sup>). Estas oscilaciones y sus valores se pueden apreciar en la figura 14 y anexo 13.

Con lo anterior se puede demostrar que aun para aquellos inversionistas con altas tasas de descuento, la actividad puede ser rentable, sin que se descuide la verificación de que estas actividades, las cuales aunque afectan la rentabilidad, no hacen que la inversión no sea aceptada.

**Cuadro 21. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

| Año | Vol. m <sup>3</sup> | Costos                          |                         |                        |                        | Costos                            |                         |               | VB SME        | VB 2.52 %    | VB 5.52 %    | VB 8.52 % |
|-----|---------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-----------|
|     |                     | planificación \$ m <sup>3</sup> | PMPie \$ m <sup>3</sup> | INVM \$ m <sup>3</sup> | PB \$ ha <sup>-1</sup> | capitalizados \$ ha <sup>-1</sup> | VTF \$ ha <sup>-1</sup> |               |               |              |              |           |
| 5   | 0,94                | 5,85                            | 19,11                   | 13,26                  | 50                     | -12,91                            | 0,35                    | 32,88         | 2,65          | -3,40        | -5,09        |           |
| 10  | 5,51                | 34,17                           | 111,63                  | 77,46                  | 50                     | -27,53                            | 49,93                   | 98,74         | 176,70        | <b>62,46</b> | <b>29,88</b> |           |
| 11  | 6,33                | 39,23                           | 128,15                  | 88,92                  | 50                     | -37,80                            | 51,12                   | 100,2         | 162,33        | 55,21        | 24,90        |           |
| 12  | 7,11                | 44,08                           | 144,02                  | 99,93                  | 50                     | -39,31                            | 60,62                   | <b>100,21</b> | 174,17        | 57,96        | 25,35        |           |
| 13  | 7,86                | 48,75                           | 159,26                  | 110,51                 | 50                     | -40,87                            | 69,64                   | 99,19         | 182,30        | 59,25        | 25,01        |           |
| 14  | 8,58                | 53,22                           | 173,88                  | 120,65                 | 50                     | -42,46                            | 78,20                   | 97,42         | 187,59        | 59,44        | 24,09        |           |
| 15  | 9,28                | 57,51                           | 187,88                  | 130,37                 | 50                     | -44,09                            | 86,29                   | 95,09         | <b>190,67</b> | 58,81        | 22,77        |           |
| 20  | 12,30               | 76,26                           | 249,11                  | 172,86                 | 50                     | -62,84                            | 110,02                  | 79,47         | 170,57        | 43,19        | 10,50        |           |
| 25  | 14,64               | 90,78                           | 296,58                  | 205,79                 | 50                     | -84,07                            | 121,72                  | 62,53         | 141,04        | 26,25        | -0,73        |           |
| 30  | 16,37               | 101,48                          | 331,52                  | 230,04                 | 50                     | -108,12                           | 121,92                  | 47,19         | 109,85        | 10,90        | -9,69        |           |
| 35  | 17,54               | 108,73                          | 355,20                  | 246,47                 | 50                     | -135,36                           | 111,11                  | 34,21         | 79,97         | -2,08        | -16,40       |           |

|  |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| Tasa de descuento                          | 2,52% | 5,52% | 8,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )   | 12,04 | 12,04 | 12,04 |
| Km.  | 42,00 | 42,00 | 42,00 |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>3</sup> ) | 13,86 | 13,86 | 13,86 |

Año: Año posible ciclo de corta

Vol.: Volumen

INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)

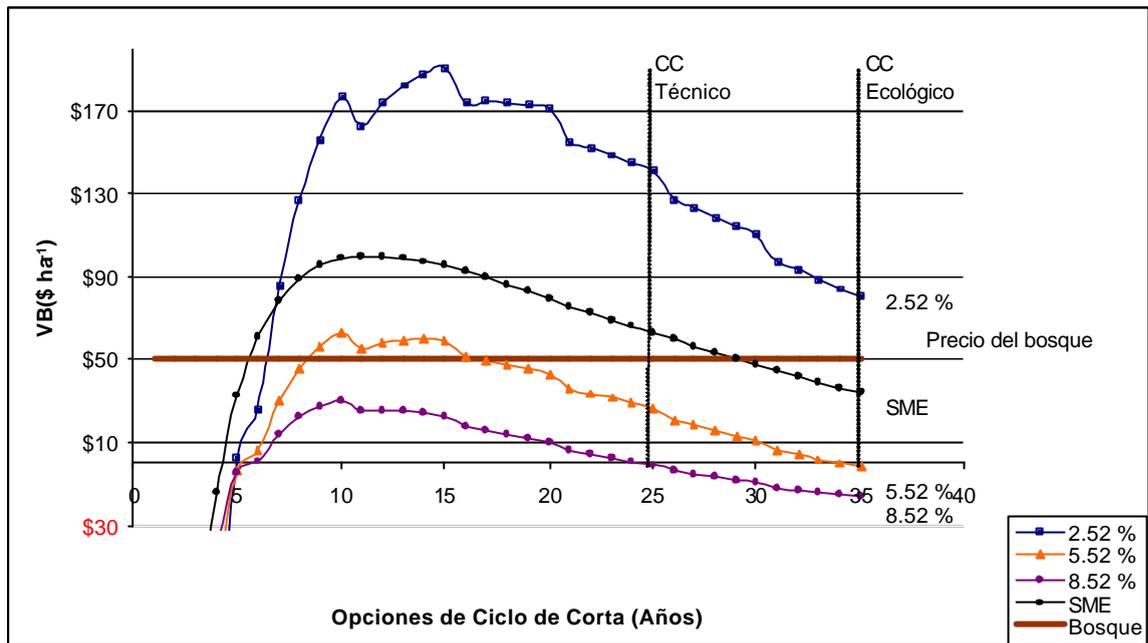
VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie

PB: Precio del bosque

VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)

VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico



**Figura 14. Efecto del cambio en la tasa de descuento en la estimación del valor del bosque, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

#### 5.7.4 Precio implícito de la madera en pie

El valor estimado del PIMP para baja intensidad de aprovechamiento fue de U\$ 18.50 m<sup>-3</sup>, el cual se sometió a sensibilización ± U\$ 11.50 m<sup>-3</sup> y para alta intensidad el PIMP fue de U\$ 20.25 m<sup>-3</sup>, el cual se varió ± U\$ 13.25 m<sup>-3</sup>.

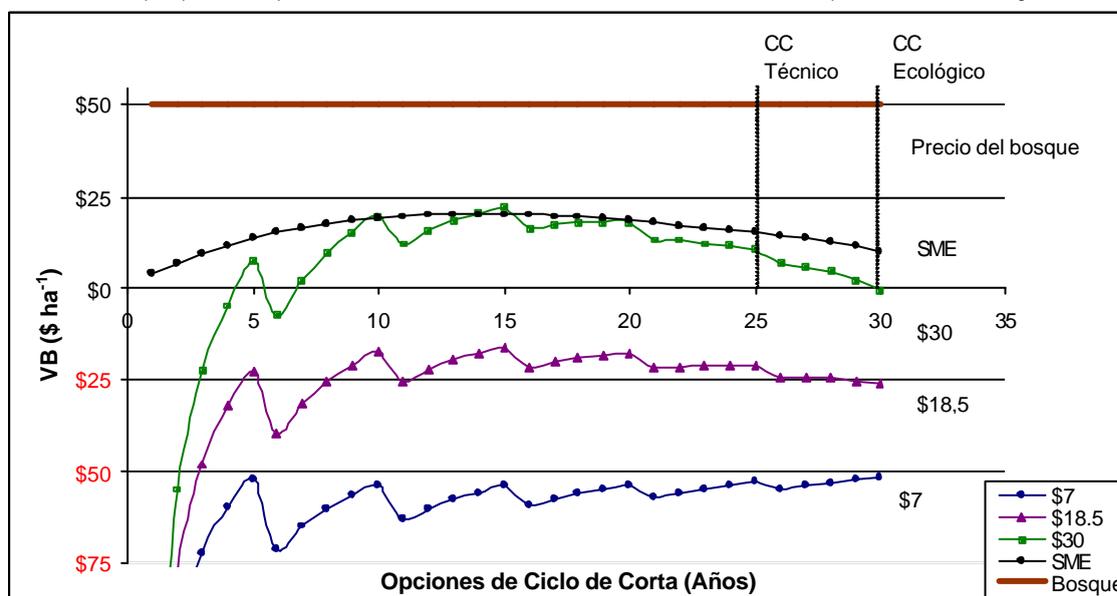
El cuadro 22 muestra el comportamiento del VB para **IBM** con la variación del PIMP, el cual al aumentarse a U\$ 30 m<sup>-3</sup> (1.89 Km) presenta valores que no superan el precio del bosque ni hacen que la inversión sea aceptable, aunque se incremente el valor de la madera (VB U\$ 22.14 ha<sup>-1</sup> y un CC de 15 años). El pago de precios menores por la madera en pie (U\$ 18.50 m<sup>-3</sup> y U\$ 7 m<sup>-3</sup>), hacen que la actividad sea poco rentable mostrando valores negativos, lo que afecta a aquellas personas que no cuentan con recursos para realizar las actividades de extracción o sus bosques se encuentran distantes del patio de acopio (figura 15). El VB para el PIMP de U\$ 7 m<sup>-3</sup> (82.11 Km) fue de U\$ -51.59 ha<sup>-1</sup> (CC de 30 años). Con mayor detalle estos valores se pueden ver en el anexo 14.

**Cuadro 22. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

| Año | Vol. m <sup>3</sup> | Costos                          |                          |                   | INVM \$ m <sup>-3</sup> | PB \$ ha <sup>-1</sup> | Costos capitalizados |              | VTF \$ ha <sup>-1</sup> | VB                  | VB                     | VB                    | VB |
|-----|---------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|----|
|     |                     | planificación \$ m <sup>3</sup> | PMPie \$ m <sup>-3</sup> | \$ m <sup>3</sup> |                         |                        | \$ m <sup>3</sup>    | SME          |                         | \$7 m <sup>-3</sup> | \$ 18,5 m <sup>3</sup> | \$ 30 m <sup>-3</sup> |    |
| 5   | 0,80                | 7,49                            | 5,64                     | -1,85             | 50                      | -14,31                 | -16,16               | 13,59        | -52,45                  | -22,69              | 7,29                   |                       |    |
| 10  | 2,28                | 21,34                           | 16,05                    | -5,28             | 50                      | -33,03                 | -38,31               | 19,14        | -53,85                  | -17,14              | 19,85                  |                       |    |
| 14  | 3,73                | 34,88                           | 68,95                    | 34,06             | 50                      | -42,46                 | -8,39                | <b>20,22</b> | -55,82                  | -17,75              | 20,60                  |                       |    |
| 15  | 4,11                | 38,44                           | 28,92                    | -9,51             | 50                      | -57,52                 | -67,03               | 20,15        | -54,11                  | <b>-16,13</b>       | <b>22,14</b>           |                       |    |
| 16  | 4,49                | 42,02                           | 31,62                    | -10,40            | 50                      | -70,27                 | -80,67               | 19,97        | -59,21                  | -21,46              | 16,58                  |                       |    |
| 17  | 4,87                | 45,62                           | 34,33                    | -11,29            | 50                      | -74,71                 | -86,00               | 19,70        | -57,61                  | -20,21              | 17,49                  |                       |    |
| 18  | 5,26                | 49,22                           | 37,04                    | -12,18            | 50                      | -79,40                 | -91,58               | 19,33        | -56,17                  | -19,22              | 18,02                  |                       |    |
| 19  | 5,64                | 52,80                           | 39,73                    | -13,07            | 50                      | -84,34                 | -97,41               | 18,89        | -54,86                  | -18,46              | 18,22                  |                       |    |
| 20  | 6,02                | 56,35                           | 42,40                    | -13,95            | 50                      | -89,55                 | -103,50              | 18,38        | -53,66                  | -17,90              | 18,14                  |                       |    |
| 25  | 7,83                | 73,29                           | 55,15                    | -18,14            | 50                      | -131,46                | -149,60              | 15,13        | -52,84                  | -21,15              | 10,77                  |                       |    |
| 30  | 8,93                | 83,60                           | 62,91                    | -20,69            | 50                      | -186,29                | -206,98              | 10,20        | <b>-51,59</b>           | -26,08              | -0,38                  |                       |    |

|   |          |
|---|----------|
| Tasa de descuento                             | 5,52%    |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>-3</sup> ) Km. | 12,04 42 |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>-3</sup> )   | 14,32    |

Año: Año posible ciclo de corta  
 Vol.: Volumen  
 INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)  
 VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta  
 PMPie: Precio de madera en pie  
 PB: Precio del bosque  
 VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)  
 VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico



**Figura 15. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el Valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad baja de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

Por otra parte, se encuentra la estimación del PIMP para **IAM** (cuadro 23), en donde se presenta mayor rentabilidad, cuando se paga U\$ 33.5 m<sup>3</sup> o U\$ 20.25 m<sup>3</sup> por la madera en pie, mostrando valores mayores que el precio del bosque para el VB; es así como para un ciclo de corta de 10 años, con pago por la madera de U\$ 33.50 m<sup>3</sup> (4.22 Km) alcanza un valor máximo de U\$ 165.31 ha<sup>-1</sup>, lo cual aunque es financieramente aceptable bajo el criterio técnico y ecológico no es recomendable realizar el aprovechamiento (figura 16). Cuando se pagan U\$ 7 m<sup>3</sup> (88.22 Km), los valores de VB no sobrepasan los U\$ 50 ha<sup>-1</sup>, (VB U\$ 40.21 ha<sup>-1</sup> y un CC de 15 años), demostrándose que ni para intensidades altas de aprovechamiento, estos precios pagados no favorecen al dueño del bosque (Anexo 15).

**Cuadro 23. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en la estimación del valor del bosque y ciclo de corta óptimo, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.**

| Año | Vol. m <sup>3</sup> | Costos                          |                          |                         | Costos                 |                                   |                         | VB SME        | VB \$ 7 ha <sup>-1</sup> | VB \$ 20,25 ha <sup>-1</sup> | VB \$ 33,5 ha <sup>-1</sup> |
|-----|---------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|     |                     | planificación \$ m <sup>3</sup> | PMPie \$ m <sup>-3</sup> | INVM \$ m <sup>-3</sup> | PB \$ ha <sup>-1</sup> | capitalizados \$ ha <sup>-1</sup> | VTF \$ ha <sup>-1</sup> |               |                          |                              |                             |
| 5   | 0,94                | 5,85                            | 6,63                     | 0,78                    | 50                     | -14,31                            | -13,53                  | 32,88         | -43,89                   | -3,40                        | 37,24                       |
| 10  | 5,51                | 34,17                           | 38,75                    | 4,57                    | 50                     | -33,03                            | -28,45                  | 98,74         | -40,00                   | <b>62,46</b>                 | <b>165,31</b>               |
| 11  | 6,33                | 39,23                           | 44,48                    | 5,25                    | 50                     | -44,43                            | -39,18                  | 100,2         | -48,62                   | 55,21                        | 159,43                      |
| 12  | 7,11                | 44,08                           | 49,99                    | 5,90                    | 50                     | -47,44                            | -41,54                  | <b>100,21</b> | -45,88                   | 57,96                        | 162,20                      |
| 13  | 7,86                | 48,75                           | 55,28                    | 6,53                    | 50                     | -50,62                            | -44,10                  | 99,19         | -43,63                   | 59,25                        | 162,52                      |
| 14  | 8,58                | 53,22                           | 60,35                    | 7,13                    | 50                     | -53,98                            | -46,85                  | 97,42         | -41,77                   | 59,44                        | 161,04                      |
| 15  | 9,28                | 57,51                           | 65,21                    | 7,70                    | 50                     | -57,52                            | -49,82                  | 95,09         | <b>-40,21</b>            | 58,81                        | 158,21                      |
| 20  | 12,30               | 76,26                           | 86,46                    | 10,21                   | 50                     | -89,55                            | -79,35                  | 79,47         | -41,14                   | 43,19                        | 127,84                      |
| 25  | 14,64               | 90,78                           | 102,94                   | 12,15                   | 50                     | -131,46                           | -119,31                 | 62,53         | -42,14                   | 26,25                        | 94,90                       |
| 30  | 16,37               | 101,48                          | 115,07                   | 13,59                   | 50                     | -186,29                           | -172,70                 | 47,19         | -43,04                   | 10,90                        | 65,06                       |
| 35  | 17,54               | 108,73                          | 123,28                   | 14,56                   | 50                     | -243,70                           | -229,15                 | 34,21         | -41,23                   | 0,50                         | 42,39                       |

|   |       |
|---|-------|
| Tasa de descuento                           | 5,52% |
| Costo de Transporte (\$ m <sup>3</sup> )    | 12,04 |
| Km.   | 42    |
| Costo Aprovechamiento (\$ m <sup>-3</sup> ) | 13,86 |

Año: Año posible ciclo de corta  
 Vol.: Volumen  
 INVM: Ingreso neto por venta de la madera (PMPie – Costos planificación)  
 VB: Valor del bosque para cada opción de ciclo de corta

PMPie: Precio de madera en pie  
 PB: Precio del bosque  
 VTF: Valor total futuro (INVM – Costos capitalizados)  
 VB SME: Valor del bosque sin monitoreo ecológico

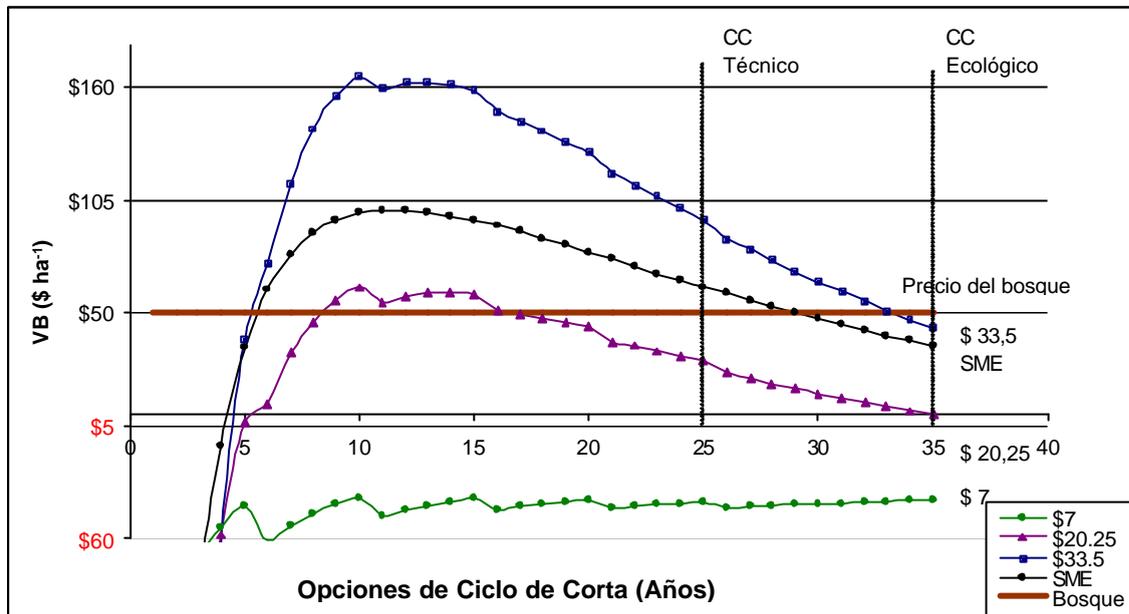


Figura 16. Efecto del cambio en el precio implícito de la madera en pie, en el valor del bosque y en el ciclo de corta, para intensidad alta de aprovechamiento y monitoreo ecológico cada 5 años.

## 6. DISCUSION

### 6.23 6.1 VALOR DEL BOSQUE COMO CRITERIO DE ANÁLISIS DE INVERSIONES

El valor esperado de la tierra - VET, para la investigación fue tomado como valor del bosque – VB, siendo un indicador financiero ampliamente reconocido ya que este criterio considera la tierra y el vuelo forestal como capital. Sin embargo, de manera general en Latinoamérica son pocos los estudios de rentabilidad financiera en general y del manejo forestal en particular, que lo toman en cuenta.

El valor del bosque, estimado como el máximo valor que se puede pagar tanto por la tierra como por el remanente del bosque, siendo uno de los criterios de aceptación al comparar el precio actual de la tierra forestal (áreas con bosque) en la zona de estudio, con los valores obtenidos al estimar el VB para cada situación, identifica bajo criterios financieros

si se acepta o se rechaza una inversión. Para este estudio se tomaron dos escenarios de manejo de bosque, con baja y alta intensidad de aprovechamiento (**IB** e **IA**), para los cuales solo en el caso de alta intensidad de aprovechamiento se acepta la inversión.

Esto permite establecer que el bosque en la zona esta valorado por debajo de su valor real. Según este estudio de inversiones del manejo forestal en los bosques seleccionados, se espera un retorno mayor a la inversión, al hacer el manejo del recurso bosque con una alta intensidad de aprovechamiento. En el cuadro 24 se pueden comparar los valores del VB en ambas situaciones.

**Cuadro 24. Comparación del valor del bosque para intensidades bajas y altas de aprovechamiento.**

| Escenario            | Volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) | Valor de la Tierra (U\$ ha <sup>-1</sup> ) | VB (U\$ ha <sup>-1</sup> ) | Ciclo de Corta (años) |
|----------------------|--|--|----------------------------|-----------------------|
| Baja intensidad – IB | 8.9  | 50   | 20.22                      | 14                    |
| Alta intensidad – IA | 17.6                                       | 50   | 100.21                     | 12                    |

Teniendo que para **IB** se estima un VB de U\$ 20.22 ha<sup>-1</sup>, comparado con **IA** de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup>, los resultados del valor del bosque están influenciados por los volúmenes de extracción, ya que las actividades de manejo y aprovechamiento son semejantes para ambas intensidades, se obtiene un volumen menor para **IB**, siendo casi el doble para **IA** y con costos similares. Por tanto, al hacer un manejo del bosque apropiado y con volúmenes de extracción mayores (sin exceder los límites permisibles tanto ecológicos como técnicos), se puede obtener una rentabilidad aceptable de la actividad forestal.

El VB es utilizado como indicador de rentabilidad y permite calcular el ciclo de corta óptima; es así como se ha estimado el CC para los bosques estudiados: para **IA** (17.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) el VB se estimó en U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup> y un CC de 12 años, en donde se alcanza la máxima rentabilidad. Un análisis de rentabilidad del manejo forestal realizado en Pital - Costa Rica (Davies 1997b), presenta un CC de 18 años (16.8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), en donde se estima un VET aplicado a bosque de U\$ 39.70 ha<sup>-1</sup>, siendo menor al dado en el presente estudio.

CONAP (1999) realizó el análisis de inversiones para las concesiones de la reserva de la Biosfera Maya, en donde el manejo del bosque presentó un VET aplicado a bosque de U\$ 26.79 ha<sup>-1</sup>, en este análisis no se presenta el valor de la tierra forestal como punto de comparación ni la intensidad de aprovechamiento, pero asumiendo que este valor es positivo y se reporta que alcanza una tasa de 4.40 %, se puede contemplar que el manejo del bosque es rentable para esa zona.

Para **IA**, al obtenerse mayor volumen aprovechable (17.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), la rentabilidad del manejo aumenta siendo el VB de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup> y un CC de 12 años. Estos resultados son comparables con los presentados por Maginnis *et al.* (1998), quienes para bosques en la zona norte de Costa Rica, con una tasa de descuento del 5% obtienen un VET aplicado a bosque de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup> para un CC de 18 años.

## 6.2.4 6.2 FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR DEL BOSQUE

### 6.2.1 Tasa de descuento

La rentabilidad del manejo forestal es baja para **IB**, con tasas de descuento menores al 3 %, mientras que para **IA**, aun con altas tasas de descuento (8.52 %) se mantiene la rentabilidad siendo aceptable la inversión hasta para tasas del 8.52 %. Davies (1997b), describe las variaciones en el VET para un estudio de caso en bosques ubicados en la zona norte de Costa Rica, el cual disminuye a medida que aumenta la tasa de descuento, presentado valores negativos para escenarios con tasas mayores al 10 %. En el cuadro 25, se pueden apreciar las oscilaciones del VB con respecto a la tasa de descuento.

**Cuadro 25. Variación del Valor del bosque según la Tasa de descuento para dos intensidades de aprovechamiento.**

| Tasas (%)                       | 2.52   | CC<br>Año | 3.52   | CC<br>Año | 5.52   | CC<br>Año | 7.52  | CC<br>Año | 8.52  | CC<br>Año |
|---------------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| <b>IB (U\$ ha<sup>-1</sup>)</b> | 63.09  | 20        | 39.74  | 17        | 20.22  | 14        | 12.23 | 11        | 9.90  | 10        |
| <b>IA (U\$ ha<sup>-1</sup>)</b> | 267.22 | 14        | 178.68 | 13        | 100.21 | 12        | 65.43 | 11        | 54.65 | 10        |

A medida que se aumenta la tasa de descuento se reduce el CC, pues se necesitan plazos más cortos para compensar los costos de la actividad. Tomando en cuenta que el CC técnico recomendable para esta zona es de 25 años (INAFOR 1999), para **IB** solo con tasas menores al 3 %, la rentabilidades aceptable, mientras que para **IA**, para ese mismo CC (25 años), tolera tasas hasta del 5.52% manteniendo una rentabilidad aceptable. Con estas tasas de descuento se puede simular el comportamiento del inversionista.

### **6.2.2 Precio de la madera**

Este es un punto importante, pues en la rentabilidad del manejo forestal tiene una clara influencia los precios de la madera. Cuando se hacen aprovechamientos de baja intensidad, los ingresos no son altos, sumando los costos que se generan de este, los cuales son cargados generalmente al bosque.

Los diferentes intereses que se mueven dentro del manejo de bosques, deben ser equilibrados para que exista motivación de todos los actores que intervienen dentro del manejo de bosques. Los inversionistas buscan obtener mayores ganancias y minimizar las pérdidas; por otra parte están los dueños de bosque, que necesitan que el valor de la madera sea justamente pagado, como incentivo para conservar el recurso, darle el adecuado manejo y no buscar el cambio del tipo de uso del suelo por otro mas rentable; y por último esta el ecosistema que debe ser mantenido para asegurar la sostenibilidad de los procesos que ocurren en él.

De esta forma se ve un juego de intereses en el que todos buscan ganar, lo cual, según el criterio con que se vea, en pocas ocasiones ocurre. Es así como el la zona se paga a los dueños de bosque U\$ 7 m<sup>-3</sup>, si se contrata una empresa extractora para realizar todo el proceso, esto causa un desbalance dentro de este contexto, al reducirse casi un 40 % del precio normal pagado por madera en pie. Lo anterior se puede prestar para especulaciones en el precio de la madera, lo cual muchas veces antes de ser un estímulo para el dueño del bosque desalienta las iniciativas que se puedan plantear, principalmente en regiones tan deprimidas como la RAAN (Nicaragua). Unido a esto, la distancia a la

que se encuentran ubicados los bosques con respecto a los patios de acopio es un factor importante a tener en cuenta en el momento de analizar posibles áreas de aprovechamiento las cuales deberían estar en un rango para ambas intensidades no mayores de 45 Km para que la inversión sea aceptable.

Por otra parte, se presenta un conflicto de cambio de uso de la tierra, pues en la zona no existen alternativas más rentables y muchas veces los dueños de bosques prefieren vender la madera a bajos precios a razón de que una vez sea aprovechada la madera, en sus tierras pueden hacer cultivos o convertirlos en pastizales. Con esto obtendrían una doble "ganancia", pues además del dinero obtenido por la venta de la madera, se amplían sus áreas de producción agropecuaria.

Entonces la solución está en buscar alternativas tendientes a incentivar a pequeños dueños de bosque o comunidades (sean indígenas o campesinas) para hacer un aprovechamiento racional del recurso, además de aprender a valorar de mejor manera, la madera y otros recursos del bosque, sin que con ello se vea afectado el bosque en su estructura ni los ingresos provenientes de la actividad.

También es importante resaltar que al recurso bosque, entendido como la madera aprovechable, se le cargan la mayor parte de los costos, pues el pago para madera puesta en los patios de acopio esta en un rango de los U\$ 54 m<sup>-3</sup> a U\$ 41 m<sup>-3</sup>, según la agrupación por categorías de especies. Esto indica que las actividades que involucran la obtención de la madera, desde la elaboración de los PGM, pasando por los tramites y permisos, el aprovechamiento mismo hasta el transporte, deben ser cubiertos por este pago que se hace al extractor, disminuyendo al mínimo el valor de la madera en pie, reduciéndose el valor comercial que tengan los bosques.

## **6.25 6.3 MONITOREO ECOLÓGICO E INFLUENCIA EN LA RENTABILIDAD**

### **6.3.1 Costos del monitoreo ecológico**

Las actividades de monitoreo ecológico deben ser por lógica confiables, esto a fin de dar respuestas acordes al impacto que producen las actividades de manejo forestal y prácticas, lo que abarca el utilizar recursos disponibles tanto humanos como financieros (Finegan et al. 2003). Por tal motivo todas las actividades que se lleven a cabo en las unidades manejo forestal, deben ser planeadas concientes de su importancia, ya que según los resultados que arroje el monitoreo ecológico deben ser tenidos en cuenta para hacer modificaciones dentro del planes de manejo.

Una de las principales preocupaciones para el inversionista en proyectos forestales es que se mantengan las condiciones tanto de flujos de caja como de precios de mercado de la madera. Al querer mantener o mejorar la rentabilidad de la inversión, se deben realizar actividades que promuevan el buen manejo del recurso forestal, las cuales deben ser evaluadas de manera práctica, buscando que los resultados de estas evaluaciones sean aplicables para mejorar las labores de manejo planteadas dentro de los PGM y POAs

Para cumplir con las expectativas de los dueños y manejadores de bosque que buscan el acceso a la certificación, haciendo de las labores de monitoreo algo más fácil, con resultados científicamente aceptables y con menores costos, se ha planteado como una respuesta a estas inquietudes la guía de monitoreo desarrollada por Finegan *et al.* (2003). Esta guía propone el monitoreo de indicadores fácilmente evaluables y cuyos resultados son prácticos en su interpretación y sirven como base para realizar modificaciones dentro de los PGM.

La guía hace énfasis en el conocimiento de la intensidad del aprovechamiento, de tal forma que al momento de hacer la planificación de las actividades de monitoreo se tome la decisión de hacer el monitoreo para todas las áreas aprovechadas o solo para aquellas cuyo impacto sea significativo. Por tal motivo las actividades de monitoreo son proporcionales a las intensidades de aprovechamiento, en las cuales muchas veces puede ser que no se tomen todos los indicadores o solo se tomen aquellos cuya respuesta arrojen valores representativos (Finegan *et al.*2003).

Para los indicadores de flora se evaluó la estructura del bosque, cuyo costo fue de U\$ 6.66 ha<sup>-1</sup>. Estos costos incluyen el diseño, planificación y todos aquellos relacionados con la implementación del monitoreo. Los costos anteriores, comparados con los obtenidos

por Pinelo y Radachowsky (2003), para el monitoreo de la estructura del bosque (U\$ 16.5 ha<sup>-1</sup>), son menores, los detalles se pueden apreciar en el cuadro 26.

**Cuadro 26. Comparación de costos al monitorear estructura de bosques.**

| Actividad                   | Nicaragua U\$ ha <sup>-1</sup> | Guatemala U\$ ha <sup>-1</sup> |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Diseño y selección de áreas | 5.94                           | 10.71                          |
| Estructura de bosque        | 0.72                           | 5,80                           |
| <b>Total</b>                | <b>6.66</b>                    | <b>16,51</b>                   |

Notas

Área total a monitorear: 300 ha 150 ha

Para el monitoreo de indicadores de fauna, se evaluaron las comunidades de mariposas, como indicadores de perturbación. Estas actividades presentaron un costo de U\$ 7.36 ha<sup>-1</sup> monitoreada, estos costos comparados con los obtenidos en el estudio de Pinelo y Radachowsky (2003), son bajos pues para ellos significan U\$ 22.97 ha<sup>-1</sup>, en el cuadro 27 se pueden apreciar las diferencias entre las actividades.

**Cuadro 27. Comparación de costos al monitorear mariposas.**

| Actividad                   | Nicaragua U\$ ha <sup>-1</sup> | Guatemala U\$ ha <sup>-1</sup> |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Diseño y selección de áreas | 5.94                           | 17.01                          |
| Monitoreo de mariposas      | 1,42                           | 5,96                           |
| <b>Total</b>                | <b>7.36</b>                    | <b>22.97</b>                   |

Notas

Área total a monitorear: 300 Ha 150 Ha

### 6.3.2 Frecuencia e intensidad del monitoreo ecológico

Para intensidades bajas de aprovechamiento (**IBM**), realizar actividades de monitoreo no resulta rentable, pues se presentan costos que no son sobrepasados por los ingresos de la actividad. Al agregarse un costo (monitoreo ecológico), el VB toma valores negativos, los cuales pueden actuar como desincentivo para acoger programas de monitoreo dentro de las actividades de manejo del bosque.

Lo anterior se puede confirmar basado en los valores obtenidos para el VB con **IAM**, donde al presentar mayores volúmenes de extracción, se obtienen mayores ingresos, los cuales compensan actividades adicionales que se plantean para el manejo del bosque. Muchos dueños de bosque buscaran el aumento de la explotación del recurso, tomando medidas algunas veces destructivas para los bosques, pero también en algunos casos el volumen aprovechado es tan bajo que casi no se percibe el impacto de este en el bosque. Para solucionar este conflicto, en la guía de monitoreo (Finegan *et al.* 2003) se plantean grados de cambio aceptables de manejo, con lo que busca corregir estas actividades que van en detrimento del bosque.

Es importante resaltar que aunque el aprovechamiento de intensidad alta produce un mayor impacto en el comportamiento del bosque a largo plazo, el rendimiento que produce cubre de buena manera un seguimiento de la actividad forestal cada 5 años (VB U\$ 62.46 ha<sup>-1</sup>, con un CC de 10 años), al sobrepasar el rango aceptable de rentabilidad aun para esta frecuencia de monitoreo. Por tal razón, deben existir pautas para realizar y controlar el manejo del bosque, con lo cual el monitoreo ecológico sirve de guía para equilibrar las acciones realizadas en el bosque y su respuesta.

Cuando se hace un aprovechamiento bajo del volumen de madera en un bosque, la rentabilidad es reducida, sumado a esto, al adicionar un costo mas (el monitoreo ecológico), no se alcanzan valores aceptables para el inversionista. En este estudio para **IBM** se presento la opción de reducir al mínimo el monitoreo basado en uno de los factores que hace énfasis la guía de monitoreo ecológico, el cual es: *intensidad del monitoreo debe ser proporcional a la intensidad de aprovechamiento*, (existiendo la posibilidad de no monitorear), pero aunque se proponga únicamente el monitoreo la estructura del bosque como de indicador mínimo para conocer el efecto que el manejo tiene sobre el bosque, los resultados del VB siguen siendo bajos (valores negativos) y no sobrepasan el precio del bosque (U\$ 50 ha<sup>-1</sup>). Se debe considerar que este aprovechamiento es relativamente bajo pues se extraen casi 9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, comparado con otras actividades de aprovechamiento realizadas en la zona y otros países centroamericanos (cuadro 28).

**Cuadro 28. Comparación de diferentes intensidades de aprovechamiento, en bosques tropicales de Centroamérica.**

| Ubicación               | País       | Área<br>ha | Volumen Extraído        |                                 | Fuente              |
|-------------------------|------------|------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|
|                         |            |            | Total (m <sup>3</sup> ) | m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> |                     |
| Rosita RAAN             | Nicaragua  | 275        | 2448,95                 | 8,9                             | Prada S.A. (2002b)  |
| Rosita RAAN             | Nicaragua  | 1000       | 17635                   | 17,6                            | Prada S.A. (2001)   |
| Nandaime, Granada       | Nicaragua  | 400        | 4954.92                 | 15.78                           | Lacayo 1996         |
| Los Filos, Río San Juan | Nicaragua  | 40         | 926.49                  | 23.16                           | Sabogal et al. 2001 |
| Tirimbina               | Costa Rica | 22.68      | 229.7                   | 10.1                            | Quirós; Gómez 1999  |

En la toma de decisiones sobre recomendar hacer el monitoreo o no, según este estudio de inversiones se debería asumir la opción de no realizarlo para intensidades bajas de aprovechamiento ( $< 10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Aunque se deben tener en cuenta los criterios ecológicos que arroje el estudio, pues junto con estos resultados se crea una base sólida que sustente la aplicación o no de monitoreo ecológico para aprovechamientos de baja intensidad.

### 6.3.3 Tasas de descuento

Las actividades de monitoreo afectan la rentabilidad del manejo. Como es conocido, al disminuir los valores de las tasas de descuento, la rentabilidad aumenta. Esto se ve reflejado principalmente para **IAM**, en donde para una tasa de interés alto (8.52 %) la rentabilidad disminuye. También se puede deducir que aunque se reduzcan las tasas de descuento, si los costos de la actividad no superan los ingresos al tener bajos volúmenes de extracción, no se mejora la rentabilidad, como es el caso de **IBM**, donde para ninguna opción de aumento o reducción de tasa de descuento es aceptable la inversión.

### 6.3.4 Precio implícito de la madera en pie

Al pagar U\$ 7 m<sup>3</sup> se está afectando económicamente al dueño del bosque, puesto que para ninguna de las intensidades de aprovechamiento (**IAM** e **AIM**) resulta rentablemente aceptable este precio. Para **IB** si el área de aprovechamiento se encuentra a una distancia mayor de 65 Km, con respecto al patio de acopio la inversión no es aceptable. Es así como se demuestra que aunque se propone un monitoreo de la parte ecológica como criterio para el acceso a la certificación, no se está teniendo en cuenta aquellas bajas compensaciones que tienen muchos actores dentro de la cadena de producción maderera.

Haciendo mención a uno de los principales aspectos que lidera el FSC (2000), el cual se basa en garantizar que *los productos forestales provienen de bosques manejados de una manera ambientalmente adecuada, socialmente benéfica y económicamente viable*, se revela una realidad que algunas veces no se tiene en cuenta al momento de evaluar la certificación como incentivo de manejo, dejando de lado los intereses económicos de las comunidades indígenas y campesinas, quienes son las que principalmente poseen extensas áreas de bosques y tienen pocos recursos económicos por lo cual no pueden ejecutar las labores de aprovechamiento ellas mismas. También se evidencia que la cadena de custodia que se hace es solo del producto, sin hacerse ver la distribución de los ingresos del proceso de manejo de bosques que buscan la certificación.

## **7. CONCLUSIONES**

Como parte de verificación del cumplimiento de las hipótesis planteadas se tiene que:

?? **Hipótesis 1:** El aumento en la intensidad del aprovechamiento, incrementa el valor del bosque; sin embargo éste se maximiza en un ciclo de corta menor al caso de referencia. Esta hipótesis se acepta pues el VB para **IA** fue de U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup> con un CC de 12 años, mientras que para **IB** el VB fue menor U\$ 20.22 ha<sup>-1</sup>, pero con un CC de 14 años siendo la intensidad baja tomada como caso de referencia.

?? **Hipótesis 2:** El valor del bosque y el ciclo de corta que maximizan el valor del bosque disminuyen, al aumentar la tasa de descuento y viceversa. La hipótesis se acepta pues al haber estimado el VB para las dos intensidades de aprovechamiento con una tasa mínima aceptable de 5.52 % y aumentarla hasta 8.52 % se disminuye el VB para ambas: **IB** U\$ 9.90 ha<sup>-1</sup> y CC de 10 años; **IA** U\$ 54.65 ha<sup>-1</sup> y CC de 10 años. Al disminuir la tasa de deescuento a 2.25 % el VB aumenta: **IB** U\$ 63.09 ha<sup>-1</sup> y CC de 20 años; **IA** U\$ 267.22 ha<sup>-1</sup> y CC de 14 años.

? **Hipótesis 3:** El monitoreo ecológico al aumentar su frecuencia, disminuye el valor del bosque y aumenta el ciclo de corta que maximiza su valor. La hipótesis se acepta ya que al aumentar la frecuencia del monitoreo el VB estimado para 5 años para **IB** (\$ -16.13 ha<sup>-1</sup> y CC de 15 años), disminuye al realizarse cada 3 años el monitoreo \$ -37.27 ha<sup>-1</sup> y CC de 15 años). Algo similar ocurre para **IA** donde el VB para cada 5 años es \$ 62.46 ha<sup>-1</sup> y CC de 10 años y al aumentar la frecuencia a cada 3 años disminuye a \$ 42.49 ha<sup>-1</sup> y CC de 12 años.

Uno de los factores que más influyen en la rentabilidad del manejo del bosque es el costo de las operaciones de aprovechamiento y el transporte desde el área de aprovechamiento hasta el patio de acopio de la empresa, siendo estos por lo menos el 80 % del costo total de las actividades de manejo del bosque.

Dentro de los costos que incluye el manejo forestal se encuentran todos aquellos relacionados con actividades tendientes al mejoramiento del manejo y la productividad. Un costo adicional lo presenta el monitoreo ecológico del manejo forestal, actividad necesaria para cumplir con requerimientos exigidos por entes certificadores.

La guía de monitoreo propuesta por Finegan *et al.* (2003), sugiere el diseño del plan de monitoreo para deducir si se hace o no el monitoreo y su intensidad, puesto que la intensidad de monitoreo es directamente proporcional a la intensidad de aprovechamiento utilizada; lo cual hace práctica y determinante la utilización de la guía en el momento de tomar decisiones que afecten de alguna forma la rentabilidad de la actividad forestal.

## **6.26 7.1 VALOR DEL BOSQUE COMO INDICADOR DE INVERSIONES**

El valor del bosque (VB) como indicador de la rentabilidad del manejo es una herramienta útil para su estimación, pues utiliza valores actualizados de todos los componentes de los flujos de caja que influyen en su obtención. Siendo un indicador más real pues se puede comparar con el costo del activo bosque, que incluye la masa forestal y la tierra donde ésta se encuentra.

La rentabilidad del manejo forestal esta fuertemente influenciada por los volúmenes de extracción, más que por otra actividad adicional que se incorpore dentro del manejo. Aunque para intensidades bajas o altas de aprovechamiento la estructura de costos es similar, los ingresos obtenidos para intensidades altas sobrepasan ampliamente los costos de operación.

Para intensidades bajas de aprovechamiento, el VB presenta valores bajos, que no sobrepasan el valor de la tierra forestal, esto hace que en el momento de evaluar la rentabilidad el inversionista plantee sus necesidades y preferencias al establecer cuanto tiempo esta dispuesto a esperar y cuanto esta dispuesto a dejar de percibir como ingreso. Con IA se incrementa el VB (U\$ 100.21 ha<sup>-1</sup>) presentándose ciclos de corta menores (12 años) que los que se presentan para IB (VB U\$ 20.22 ha<sup>-1</sup> - 14 años); sin embargo estos VB se maximizan dentro de un plazo menor al técnico y ecológico. Lo anterior debe animar a buscar mejores alternativas financieras dentro del manejo forestal, para que la actividad sea un estímulo tanto para el inversionista como para el dueño del bosque.

Un aprovechamiento de intensidad alta permite que se realicen otras actividades además de las planteadas dentro del aprovechamiento, aunque la rentabilidad sea afectada. Al incluir el monitoreo ecológico, la actividad es aceptable, arrojando VB de U\$ 62.46 ha<sup>-1</sup>

para 10 años de CC. Esto no quiere decir que se debe incentivar al aprovechamiento indiscriminado del recurso, sino que se debe manejar el recurso y monitorear los cambios que esta actividad produce en el bosque, a fin de conocer el grado de cambio permisible para las áreas de estudio en particular.

## **6.27 7.2 FACTORES QUE AFECTAN LA RENTABILIDAD**

Tasas de descuento bajas son por regla general, mas atractivas para los inversionistas pues se obtiene mayor rentabilidad. Para aquellas inversiones donde el activo es el bosque, se deben buscar opciones para reducir las tasas de descuento a niveles que incentiven a hacer un buen uso del recurso, sin que vayan en contra de los intereses del inversionista.

Con tasas de descuento mayores al 10 % la actividad de manejo se vuelve poco rentable hasta para las opciones de aprovechamiento de alta intensidad y mas aún al adicionarse el costo del monitoreo. En **IB**, el ciclo de corta que mas se acerca al criterio técnico se obtiene a los 25 años con una tasa de descuento de 2.52%, presentando un VB de U\$ 60.71 ha<sup>-1</sup>. Tasas de descuento altas (8.52%) presentan VB bajos y ciclos de corta menores. Tasas de descuento menores a 3 % mejoran la rentabilidad presentando un VB U\$ 63.09 ha<sup>-1</sup>, para un CC de 20 años.

Bajos PIMP (7 U\$ m<sup>3</sup>) hacen que no sea aceptable la inversión tanto para IA, como para IB, presentando valores negativos para ambas intensidades de aprovechamiento.

El mayor porcentaje de madera para las industrias forestales es aportado por bosques pertenecientes a comunidades indígenas o campesinas, las cuales por su poco conocimiento en técnicas apropiadas de extracción y bajos recursos económicos para realizarlo, venden madera en pie a bajos precios.

Con PIMP bajos (U\$ 7 m<sup>3</sup>), la actividad forestal no es rentable para los dueños del bosque, más sí para quienes realizan las operaciones de aprovechamiento al igual que para las empresas forestales, siendo los dueños del bosque afectados económicamente,

al no ser compensados de manera adecuada. Por otra parte, para las áreas de aprovechamiento que se encuentran distantes de los patios de acopio la madera no es pagada de igual manera que aquellas áreas más cercanas.

## **6.28 7.3 MONITOREO ECOLÓGICO Y RENTABILIDAD DEL MANEJO**

El costo de la aplicación de la guía de monitoreo es comparativamente menor que el de realizar las actividades de planificación y manejo del bosque, lo cual hace accesible su aplicación dentro del manejo forestal, siendo este al monitorear dos grupos de indicadores de U\$ 9.02 ha<sup>-1</sup>.

Se debe tener clara la frecuencia e intensidad con que se diseñen los planes de monitoreo, esto basado en la intensidad del aprovechamiento que se haga al bosque. Lo anterior debe estar acorde con estudios previos sobre la dinámica del bosque para poder comparar el efecto que tiene el aprovechamiento en el bosque.

Para IA, es económicamente aceptable, el incluir el costo del monitoreo para el flujo de caja del manejo, pues aunque se reduce la rentabilidad, sigue siendo aceptable la actividad, presentando VB de U\$ 62.46 ha<sup>-1</sup>, para 10 años de CC, al monitorear cada 5 años. Esto sirve de base para plantear la necesidad de hacer un buen manejo forestal, haciendo un seguimiento del comportamiento del bosque e identificar la intensidad de aprovechamiento que mejores resultados arroje para la parte ecológica y económica.

Para intensidades bajas de aprovechamiento, no es aceptable desde el punto de vista financiero aplicar monitoreo ecológico, reafirmando así la propuesta de la guía de monitoreo. En algunos casos, se puede plantear el monitoreo mínimo de indicadores, siendo este la estructura de bosque (U\$ 6.66 ha<sup>-1</sup>); el cual está directamente relacionado con el impacto que puedan tener las prácticas de manejo, en el bosque, pudiéndose plantear este monitoreo para realizarlo cada 5 p 7 años.

## **8. RECOMENDACIONES**

El Valor del bosque (VB), como indicador financiero debe ser mas difundido a nivel de proyectos que incluyan la tierra como activo, bien sean agrícolas, agroforestales o forestales, para tener una base sólida de comparación y decisión. Al ser el valor del bosque un indicador financiero, que permite identificar el mejor momento (año de aprovechamiento), para realizar las actividades donde se obtendrá el mayor beneficio de la inversión, debe ser planteado como indicador importante en la toma de decisiones a nivel de inversión.

Para proyectos forestales, al plantear ciclos de corta técnicos se deben tener en cuenta también los factores económicos que influyen en la rentabilidad, los cuales pueden ser utilizados como guía a nivel de decisores. Bajo el concepto de valor del bosque se puede encontrar un equilibrio entre los factores técnicos y financieros, que permitan orientar de mejor manera en la toma de decisiones.

Se debe poner especial atención a los precios pagados por la madera en pie, pues son los dueños del bosque que dejan de percibir mayores beneficios, al no ser compensados con mayores ingresos. Por otra parte, aunque siendo reducido estos ingresos estimulan al cambio de uso de la tierra, por tal razón deben buscarse mecanismos que permitan a los dueños del bosque obtener ingresos razonables por el manejo del bosque.

La guía de monitoreo ecológico, debe ser difundida dentro de proyectos forestales que lo presentan como condicionante de certificación, para tener una base técnica-científica, que permita reorientar las decisiones a nivel de plan de manejo. También es importante hacer partícipes al personal técnico y de campo, en toda la fase de ejecución del monitoreo, desde el reconocimiento de las áreas hasta el monitoreo mismo, puesto que esta es una actividad que se realizará cada periodo de tiempo dentro del ciclo de corta.

Contratar personal experto, para estas labores es un costo adicional, que se puede reducir para futuros monitoreos, al entrenar personal local. Esto podría motivar a la formación de grupos comunitarios especializados en labores del monitoreo ecológico haciéndolo cada vez más accesible, al contar con personas de la comunidad que puedan ejecutar estas labores de manera confiable.

## LITERATURA CITADA

- Alonso, A; Dallmeier F. (Eds.). 1999. Biodiversity assessment and monitoring of the lower Urubamba Region, Peru. Smithsonian Institution SI/MAB Biodiversity Program, Washington, DC (EUA). Institute for Conservation Biology. 333 p.
- Armitage, I. 1998. Guidelines for the management of tropical forest: 1. The production of wood. Roma. FAO 293 p.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. 2001. Ley de tasas por aprovechamiento y servicios forestales. La Gaceta, diario oficial. Managua, Nic. Oct. 19:5780-5783
- Bass, S; Thornber, K; Markopoulos M; Roberts S; Grieg-Gran M. 2001. Certification's impacts on forests, stakeholders and supply chains. Instruments for sustainable private sector forestry series. International Institute for Environment and Development, London.
- Beccaloni, G; Gaston, K.J., 1995. Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. Biological Conservation. 71:77-86.
- Boarman, A.; Greenberg, D; Vining, A; Weimer, D. 2001. Cost-benefit analysis: Concepts and practice. Prentice Hall. 473 p.
- Boyle, T; Boontawee B. (Eds.). 1994. Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest. CIFOR. Indonesia. 392 p.
- \_\_\_\_\_; Sayer, J. 1995. Measuring, monitoring and conserving biodiversity in managed tropical forest. Commonwealth Forestry Review. 74(1)
- Camacho, M. 1999. Protocolo para la instalación y medición de parcelas permanentes de muestreo en Madensa, RAAN, Nicaragua.

- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). 1999. Metodología para el análisis de inversiones de concesiones forestales en la Reserva de la Biosfera Maya. Estudio de caso San Miguel la Palotada. CONAP. 1999. 48 p.
- Davies, J. 1997a. Guía para el análisis financiero del manejo forestal. CODEFORSA. Costa Rica. Septiembre 1997. 74 p
- \_\_\_\_\_. 1997b. El sector forestal en la zona norte de Costa Rica: La rentabilidad de sistemas de producción forestal. CODEFORSA. Costa Rica. Octubre 1997. 74 p
- de Camino, R; Alfaro M. 1998. Certification in Latin America: Experience to date. Rural Development Forestry Network. United Kingdom. Jun. – Sep.1998. No. 98. 24 p.
- Ferris-Kaan, R; Patterson, G. 1992. Monitoring vegetation changes in conservation management of forest. In: Forestry Commission Bulletin. London. 31 p.
- Filius, A. 1992. Investment analysis in forest management. Wageningen Agricultural University. Holland. 190 p.
- Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger S. 2003. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: Una guía para operadores forestales y certificadores, con énfasis en BAVC.
- FSC (Forest Stewardship Council). 2000. Principios y criterios para el manejo forestal. Documento No. 1.2 Revisado Febrero 2000. Disponible en [http://www.fscoax.org/pag\\_esp.htm](http://www.fscoax.org/pag_esp.htm).
- \_\_\_\_\_ 2002. Aumentando el acceso a la certificación del FSC para los bosques manejados a pequeña escala y baja intensidad. Boletín 2. Ago. 2002. Disponible en [http://www.fscoax.org/psu/index\\_sp.htm](http://www.fscoax.org/psu/index_sp.htm)
- Gómez, M; Quirós D. 2001. Análisis financiero del manejo de bosques. In: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central / eds Louman, B.; Quirós, D. y Nilsson, M. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2001. 265p.

- Gregory, G. 1987. Resources economics for foresters. John Wiley & Sons. P. 457
- Howard, A; Valerio, J. 1996. Financial returns from sustainable forest management and selected agricultural land-use options in Costa Rica. Forest ecology and management. 81:35-49
- Hyde, W. 1980. Timber supply, land allocation and economic efficiency. United States. Resources of the future, Inc. 224 p.
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal). 1999. Normas técnicas y disposiciones administrativas para el aprovechamiento forestal. INAFOR. Managua, Nic. Nov. 2001
- Jennings, S; Nussbaum, R; Judd, N; Synnott, T. 2002. Identificando altos valores de conservación a un nivel nacional: una guía práctica. Reino Unido. Proforest. 85 p.
- Johansson, P; Löfgren K. 1985. The optimal rotation period. *In* The economics of forestry y natural resources. Johansson, P; Löfgren K. Basil Blackwell. Gran Bretaña. 1985 73-94 p.
- Klemperer, D. 1996. Forest resource economics and finance. McGraw-Hill. Estados Unidos de Norte América. 550 p.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. Ecological applications. 2(2): 203–217
- Lacayo, B. 1996. Viabilidad financiera del manejo forestal del bosque tropical seco, cooperativa Pedro J. Chamorro. Nandaime, Nicaragua. Tesis M. Sc. CATIE 65 p.
- Louman, B. 1998a. Certificación forestal. In: Manejo forestal tropical. No 7. Septiembre. CATIE. Costa Rica. 7 p.

- \_\_\_\_\_. 1998b. Implicaciones de la certificación forestal para las prácticas de manejo forestal en América Central. In: Manejo forestal tropical. No 6. Septiembre. CATIE. Costa Rica. 8 p.
- \_\_\_\_\_. 2001. Sistemas silviculturales. In: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central / eds Louman, B.; Quirós, D. y Nilsson, M. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2001. 265 p.
- \_\_\_\_\_. 2002. Manejo de bosque natural, notas de clase. Julio – Septiembre 2002. CATIE. Costa Rica.
- Maginnis, S; Mendez, J; Davies J. 1998. Manual para el manejo de bloques pequeños de bosque húmedo tropical: con especial referencia a la Zona Norte de Costa Rica. Costa Rica. CODEFORSA 208 p.
- Marín E. 1997. Nicaragua, potencialidades y limitaciones de sus territorios. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Nicaragua. 180 p.
- McGinley, K; Finegan B. 2002. Evaluación de la sostenibilidad para el manejo forestal. Turrialba, Costa Rica: CATIE, Unidad de manejo de bosques naturales, 2002. 75 p. (serie técnica. Informe técnico / CATIE, no. 330)
- Navarro, G. 1999. Valuation techniques and investment decision model for private timber oriented even-aged plantation forestry under monetary incentive instruments in Costa Rica. Tesis M.Sc. Dresden university of Technology. Alemania. 115 p.
- \_\_\_\_\_. 2003a. Comunicación personal.
- \_\_\_\_\_. 2003b. Apuntes del curso Economía e inversiones forestales en el trópico. CATIE. Costa Rica.
- Noss, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology. 4(4): 355-364

- \_\_\_\_\_. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management*. 115:135 – 146
- Ordoñez, Y. 2003. Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de la sostenibilidad en bosques del trópico húmedo. Tesis M. Sc. CATIE.
- Pearson, D; Cassola, F. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*. 6(3):376-391
- Pedroni, L; de Camino, R. 2000. Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible. CATIE. Costa Rica.
- Perez, M. 2000. Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte nicaragüense: una base para el manejo sostenible. Tesis M. Sc. CATIE 155 p.
- Piedra, M. 2003. Una visión crítica de las reglas de decisión financieras para proyectos de interés público y privado. Apuntes del curso economía e inversiones forestales en el trópico. CATIE. Costa Rica.
- Pielou, E. 1994. Biodiversity versus old-style diversity measuring biodiversity for conservation. In: Boyle, T.J. y Boontawee B. (Ed.). 1994. *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest*. CIFOR. Indonesia. 5 – 11 p.
- Pinelo, G; Radachowsky, J. 2003. Informe técnico: Estimación de costos validación del protocolo para el monitoreo biológico de bosques de alto valor de conservación manejados, certificados por el FSC. NPV – WCS, Guatemala. 10 p.
- Pokorny, B; Sabogal C; de Camino R. 2001. Metodologías para evaluar la aplicación de criterios e indicadores en el manejo forestal de bosques tropicales en América Latina. In: *Revista forestal centroamericana*. CATIE. Costa Rica

Prabhu, R; Colfer, C; Shepherd, G. 1998. Criteria and indicators for sustainable forest management: New findings from CIFOR's forest management. Network paper 23a. Inglaterra, Overseas development institute 14 p.

Prada S.A. 2001. Plan general de manejo Layasiksa. Rosita. Nicaragua

\_\_\_\_\_. 2002a. Plan operativo anual Layasiksa. Rosita. Nicaragua

\_\_\_\_\_. 2002b. Plan general de manejo El Cascal. Rosita. Nicaragua

\_\_\_\_\_. 2002c. Plan operativo anual El Cascal. Rosita. Nicaragua

Quirós, D; Gómez, M. 1999. Monitoreo de costos de aprovechamiento. Revista Forestal Centroamericana. No. 25:9-11 CATIE. Costa Rica

\_\_\_\_\_; Louman, B. 1999. Planificación, monitoreo y control. Revista Forestal Centroamericana. No. 25:9-11 CATIE. Costa Rica.

Robinson, D y Brown, L. 2002. La iniciativa SLIMFs: un reporte de progreso. Disponible en [http://www.fscoax.org/psu/index\\_sp.htm](http://www.fscoax.org/psu/index_sp.htm)

Reiche, C. 1989. Manual para determinar rendimientos y costos de faenas de producción de árboles de uso múltiple. CATIE/ROCAP. Costa Rica. 1989. 62 p.

Sabogal, C; Castillo, A; Carrera, F; Castañeda, A. 2001. Aprovechamiento forestal mejorado en bosques de producción, estudio de caso Los Filos, Rio San Juan, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica: CATIE, Unidad de manejo de bosques naturales, 2001. 56 p. (serie técnica. Informe técnico / CATIE, no. 323)

Saravia, H. y Louman B. 1999. Monitoreo forestal en Nicaragua. Revista Forestal Centroamericana. 25:21-25 CATIE. Costa Rica

Upton, C; Bass, S. 1996. The certification handbook. London. UK. IIDE 219 P.

- van Bueren, E. M; Blom, E. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Netherlands. The Tropenbos Fundation. 82p.
- Valerio, J. 1997. Informe de consultoría crecimiento y rendimiento. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 34p.
- Venegas, G; Louman, B. 2001. Aprovechamiento con tratamiento silvicultural de impacto reducido en un bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE, Unidad de manejo de bosques naturales, 2001. 55 p. (serie técnica. Informe técnico / CATIE, no. 325).





