

REVISTA DE AGRONOMÍA

Año 2010 Vol. XXVII No. 1 (Pags. 58-73)

## TOMA DE DECISIONES SOBRE CAMBIO DE LA COBERTURA ARBÓREA EN RÍO FRÍO, COSTA RICA

### DECISIONS ON CHANGE OF TREE COVER IN RIO FRIO, COSTA RICA

Diego Andrés Muñoz<sup>1</sup>

Fecha de Recepción: 11 de Marzo de 2010

Fecha de Aceptación: 26 de Marzo de 2010

#### RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en Río Frío, Costa Rica con el propósito de identificar los factores y decisiones de los productores, que afectan de manera directa o indirecta la cobertura arbórea de las fincas. Las decisiones fueron modeladas y simuladas en el programa Netica 2.6. El evento de más impacto en la reducción de la cobertura arbórea en el paisaje es el control de malezas, pues los productores cada vez que realizan esta actividad hay más probabilidad que eliminen los árboles no maderables y retengan los maderables. Como principal factor que influye en la zona para que la cobertura arbórea se incremente es la siembra de postes vivos. Aunque en la actualidad son pocos los productores que establecen cercas vivas nuevas, la actividad de reemplazar postes vivos en mal estado o caídos es lo más frecuente en la región. La decisión de establecer postes vivos depende de la disponibilidad de estacones en la finca; y para muy pocos productores juega un papel importante la disponibilidad de dinero para comprar postes muertos, pues consideran que los postes muertos demandan menos costos de mantenimiento que las cercas vivas.

**Palabras claves:** modelación y simulación, cercas vivas, sistemas silvopastoriles, modelos de decisión.

#### ABSTRACT

This study was carried out in Rio Frio, Costa Rica in order to identify the factors and decision of farmers that affect directly or indirectly farm tree cover. The decisions were modeled and simulated in the software Netica 2.6. The event of greatest impact in

---

<sup>(1)</sup> Profesor auxiliar, Ingeniero Agroforestal M.Sc., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.  
E-mail: dmunoz@udenar.edu.co

reducing tree cover in the landscape is control weeds, as farmers increasingly engaged in this activity are more likely to eliminate non-timber trees and retain the timber trees. As a major factor in the area to increase tree cover is the planting of live posts. Although at present there are few farmers who establish new living fences, the activity of replacing live posts or fallen into disrepair is most common in the region. The decision to establish live fences depend on the availability of stakes on the farm, and very few farmers play an important role in the availability of money to buy poles dead, they believe that the dead posts require less maintenance costs that the living fences.

**Key words:** modelation and simulation, living fences, silvopastoral system, decision model

## INTRODUCCIÓN

Costa Rica desde los años cincuenta ha venido experimentando un proceso de disminución de cobertura forestal (González y Lobo, 1999), debido entre otras cosas a la actividad ganadera extensiva. En el proceso de convertir bosques a pastizales, muchos árboles fueron dejados por los agricultores en áreas de pastizales como medio de protección de ríos y riachuelos, brindar sombra, forraje, frutos para el ganado y para tener madera para el futuro (Hidalgo y Klein, 2001). Por ejemplo, un estudio llevado a cabo en Río Frío, Costa Rica por Villacis (2003) demostró que el 95% de las fincas ganaderas presentaban árboles en los potreros y el 87% tenían cercas vivas compuestas principalmente de poró (*Erythrina constarricense*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). De esta forma los árboles han pasado a ser un elemento importante en las fincas ganaderas, cuya presencia está relacionada con factores socioculturales de los productores y de las actividades de manejo de la finca (González y Lobo, 1999).

Existen actividades que realizan los productores y que de manera directa o indirecta influyen en la estructura, densidad y composición de los árboles en los potreros, como por ejemplo el control de malezas en los potreros, las podas de cercas, el aprovechamiento de árboles, entre otros. Al momento de realizar el control de malezas en los potreros ya sea de forma manual o química, la cobertura arbórea en regeneración puede ser removida o dejada de acuerdo a varios factores de decisión de los productores como las necesidades de madera, sombra, entre otros.

A pesar de los beneficios que representan los árboles en las fincas ganaderas, muchos ganaderos no tienen herramientas prácticas para seleccionar especies arbóreas, manejar la regeneración natural, establecer y proteger árboles en potreros; lo que no permite obtener una exitosa producción (Barrios 1998). Por ello, identificar los procesos de toma de decisiones que tienen en cuenta los productores para realizar estas actividades pueden ser importantes para ser tenidas en cuenta en procesos de transferencia de tecnologías agroforestales y silvopastoriles.

Los objetivos de este estudio fueron: 1). Identificar los procesos de toma de decisiones que tienen en cuenta los ganaderos de Río Frío, Costa Rica, para realizar aquellas actividades que afectan de manera directa o indirecta la cobertura arbórea de las fincas. 2). Construir modelos de decisión por cada evento que permitan entender las relaciones de factores y variable que inciden en la cobertura arbórea. 3) Manipular los factores de decisión en cada modelo para simular situaciones y determinar la importancia de las variables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en Río Frío, Costa Rica, localizado en la provincia de Heredia a 10° 20' N y 83° 54' W, dentro del área de influencia del proyecto FRAGMENT<sup>2</sup>, con una altitud comprendida entre los 100 y 150 m.s.n.m, una

<sup>(2)</sup> Developing Methods and Models for Assessing the Impacts of Trees on Farm Productivity and Regional Biodiversity in Fragmented Ladsapes

precipitación promedio anual de 4120 mm con 8 meses lluviosos y 4 meses (enero - abril) de verano, humedad relativa promedio del 88%, temperatura promedio de 25.4 °C con poca variación durante el día; la zona de vida corresponde a bosque muy húmedo tropical (Holdridge 1967).

### Características generales de la zona

La mayoría de fincas de Río Frío presentan árboles en potreros y en cercas vivas. Las especies arbóreas más comunes en potreros son *Cordia alliodora*, *Pentaclethra macroloba*, *Psidium guajaba* y *Citrus sinensis*, las cuales son utilizadas como fuente de madera, postes, leña y frutos para el ganado (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de las fincas de Río Frío, Costa Rica

ÍTEM	CARACTERÍSTICA
Área promedio (ha)	10.2
Sistemas de producción dominante	Ganadería de leche
Carga animal promedio	3.07 UA/ha
Porcentaje de fincas con árboles en potreros	95.7
Densidad promedio de árboles en los potreros	21.1 ( $\pm$ 0.4) árboles ha <sup>-1</sup> .
Porcentaje de fincas con cercas vivas	87.3

Fuente: Villacis 2003

Un estudio de conocimiento local sobre cobertura arbórea en Río Frío, llevado a cabo por Muñoz (2003), mostró que los productores de la zona poseen un conocimiento amplio de las especies arbóreas que utilizan, especialmente de aquellas usadas en cercas vivas como el *Erythrina constarricense* y *Gliricidia sepium*. Dicho estudio indicó también que en algunos productores el conocimiento influye en las decisiones de manejo de la cobertura arbórea. Por ejemplo, algunos prefieren sembrar y podar los árboles de las cercas vivas en luna menguante, porque tienen el conocimiento de que es la época ideal para obtener un buen prendimiento y desarrollo de las especies; los

productores prefieren sembrar *Gliricidia sepium* y *Erythrina costarricense* en las cercas vivas debido a su alto contenido de nutrientes útiles para el ganado; de la misma manera dejan árboles en los potreros para que el ganado aproveche los frutos.

Este estudio fue organizado en las siguientes etapas: a) Identificación de eventos que están afectando la cobertura arbórea en las fincas. b) Recolección de información de cada evento a través de encuestas semiestructuradas. c) Diagramación de modelos de toma de decisiones por evento y por finquero. 4) Generalización o validación de los modelos. 5). Simulación de los modelos mediante manipulación de factores.

Se inició con la identificación de los principales eventos ocurridos en Río Frío que actualmente están afectando la cobertura arbórea. Para ello se tomó la información de 10 meses de un proceso de monitoreo de 15 fincas ganaderas llevado a cabo por el proyecto FRAGMENT en la zona. Se analizaron las frecuencias de actividades más sobresalientes relacionadas con la cobertura arbórea, en la cual se pudo identificar que las limpiezas en los potreros, la poda y la siembra de postes vivos son las actividades más comunes.

A parte de los tres eventos identificados, también se decidió incluir el aprovechamiento de árboles, porque a pesar de que es una actividad que se presenta de manera esporádica, ejerce un gran efecto sobre la cobertura arbórea en el paisaje.

La actividad de control de malezas que realizan los productores en los potreros para que no interrumpa el crecimiento del pasto; se hace ya sea manual o químicamente con mano de obra familiar o contratada. La poda de cercas consiste eliminar total o parcialmente las ramas de los árboles de las cercas vivas para utilizarse como forraje, disminuir sombra, etc. El establecimiento de cercas vivas consiste en el uso de postes vivos para la delimitación de potreros o límites de la finca. El aprovechamiento de árboles es una actividad esporádica que la

realizan los productores para obtener madera que es utilizada en la finca, o se comercializa.

### Selección de productores para documentar la toma de decisiones

Se escogieron 15 agricultores que estuvieron involucrados en el procesos de monitoreo de fincas, debido a que la información recolectada en dicho monitoreo podría utilizarse para

complementar la información de toma de decisiones de cada productor.

### Recolección de información

Para cada evento identificado se realizó una encuesta semiestructurada con puntos claves que orientaron al productor a mencionar que aspectos está tomando en cuenta para decidir realizar los eventos mencionados (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los temas abordados en el proceso de toma de decisiones sobre cobertura arbórea en Río Frío, Costa Rica.

Control de malezas	Poda de cercas vivas	Siembra de postes vivos	Aprovechamiento de árboles
<p>Crterios para decidir los momentos y métodos utilizados para realizar el control de malezas.</p>	<p>Crterios para decidir el momento efectúa las podas y porqué?</p>	<p>Crterios para decidir establecer cercas vivas y porqué?</p>	<p>Crterios que tiene en cuenta para decidir aprovechar árboles en la finca.</p>
<p>Influencia de la disponibilidad de dinero y mano de obra en el control de malezas.</p>	<p>Crterios que tiene en cuenta para realizar la poda.</p>	<p>Crterios que tiene en cuenta para decidir establecer postes vivos en la finca.</p>	<p>Destino de los árboles aprovechados</p>
<p>Crterio que tiene en cuenta para seleccionar especies arbóreas cuando realiza control de malezas</p>	<p>Influencia de la disponibilidad de dinero y mano de obra en la poda de cercas vivas.</p>	<p>Crterios para decidir los métodos empleados para establecer postes vivos.</p>	<p>Crterios para decidir que árboles aprovechar.</p>
<p>Influencia de los métodos de control de malezas en la selección de árboles.</p>	<p>Destino de los residuos de podas.</p>	<p>Origen del material para establecer los postes vivos</p>	<p>Influencia de la disponibilidad de dinero y mano de obra en el aprovechamiento de árboles.</p>
<p>Preferencia en la selección de especies arbóreas.</p>	<p>Influencia de la ubicación de las cercas vivas en los métodos de podas.</p>		

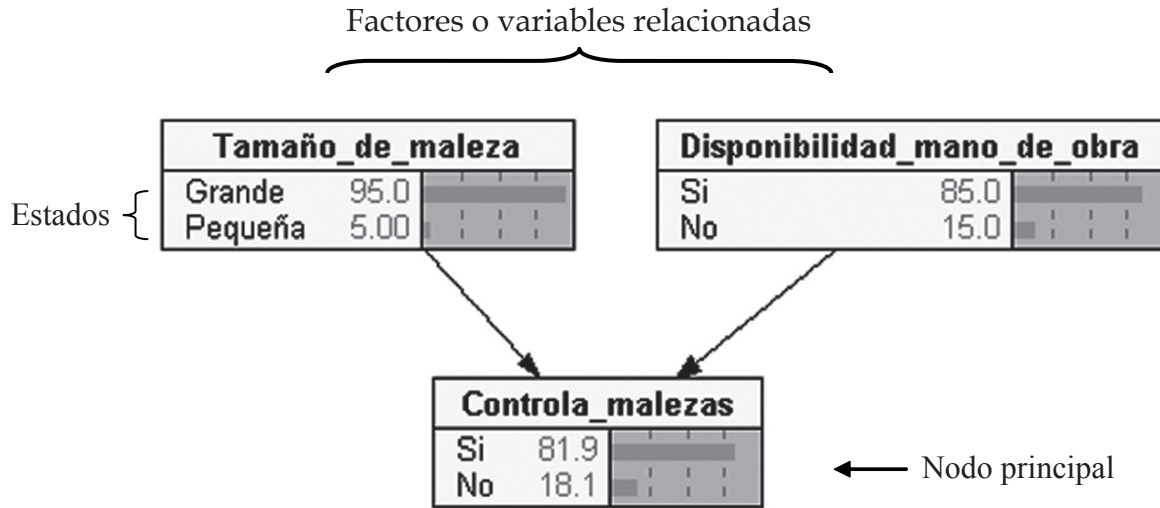
Las encuestas se realizaron con previa citación al finquero y cada encuesta tomó un tiempo promedio de 60 a 90 minutos.

**Diagramación**

Los diagramas fueron graficados con el programa Netica 2.6 (Norsys 1998) el cual permite establecer relaciones entre nodos principales y variables a través del manejo de probabilidades. Este programa exige que cada variable deber ir con sus respectivos estados. Por ejemplo,

en el control de malezas uno de los nodos principales fue “Controla malezas?” cuyos estados fueron “Si y No”, este nodo estaba influenciado por las variables “Tamaño de la maleza” y “Disponibilidad de mano de obra” (Figura 1).

Figura 1. Ejemplo de la diagramación de los modelos de decisión en Netica 2.6



En cada factor o variable el programa exige que se indique una probabilidad inicial para cada estado. Los porcentajes de probabilidad de cada nodo y cada factor inicialmente se establecieron de manera intuitiva, pero después fueron corroborados y ajustados en una tercera fase llamada generalización. Después de la elaboración de los diagramas de decisión por productor y por evento, éstos se analizaron para determinar si existían diferencias importantes entre cada uno de los modelos. Debido a la similitud encontrada, únicamente se estableció un modelo general de decisión para cada uno de los cuatro eventos.

**Generalización**

Para verificar la validez de los modelos, se efectuó una encuesta corta a 20 productores seleccionados al azar de una lista que el proyecto FRAGMENT disponía de estudios anteriores. La encuesta se diseñó con preguntas para cada uno de los factores y nodos de los modelos, dando opciones al productor de

escoger y priorizar que factores considera más importantes. Por ejemplo, en el modelo de control de malezas para el nodo principal (Controla malezas?) se preguntó de la siguiente manera:

Que tiene en cuenta para decidir controlar las malezas?

- a. Tamaño de la maleza  
Grande\_\_ Pequeña\_\_
- b. Fisiología de la maleza  
Antes de la floración\_\_  
Después de la floración\_\_
- c. Disponibilidad de mano de obra  
Si\_\_ No\_\_

Para los nodos principales se crearon las combinaciones que generan las variables relacionadas, con el objetivo de preguntar al productor que decisión tomaría en cada combinación, por ejemplo en un nodo principal llamado “Controla malezas” se formaron como indica la tabla 3.

Tabla 3. Ejemplo del nodo "Controla malezas" en el programa Netica para simular los cambios de cobertura arbórea en Rio Frio, Costa Rica

Tamaño de maleza	Disponibilidad mano de obra	Fisiología maleza	Controla malezas	
			Si	No
Grande	Si	Antes de la floración		
Grande	No	Después de la floración		
Pequeña	Si	Antes de la floración		
Pequeña	No	Después de la floración		

Los datos fueron resumidos en una hoja de cálculo de Excel, colocando los casos de cada factor y todas las combinaciones posibles donde se introdujeron las frecuencias absolutas para calcular las frecuencias relativas en base a una población de 20 productores (n=20). De esta manera se obtuvo las frecuencias que determinarían las probabilidades en los modelos de decisión en el programa Netica 2.6.

### Simulación de los modelos

Los modelos de toma de decisiones debidamente ajustados fueron explorados en el programa Netica, manipulando las probabilidades de los casos de cada factor para observar la influencia de éstos en el modelo. Ello permitió identificar la importancia de las variables en cada modelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evento control de malezas

Es una actividad realizada con el objetivo de disminuir la cobertura, ya sea herbácea o arbustiva que afectan el desarrollo de los pastos. Se realiza manual o químicamente con mano de obra contratada o familiar. Este evento se realiza una o dos veces al año.

### Decisiones y factores que influyen en el control de malezas

Se determinan tres decisiones importantes: el decidir controlar o no controlar malezas en un momento determinado, los métodos a utilizar y la decisión de mantener o eliminar la cobertura arbórea en regeneración.

El modelo general obtenido para el evento control de malezas (Figura 2) mostró que los factores determinantes para decidir el momento de realizar el control de malezas en los potreros fueron: tamaño de maleza, fenología de la maleza y disponibilidad de mano de obra. Cuando los productores observan que la maleza ha alcanzado un tamaño grande "altura mayor o igual a 80 cm" consideran el momento adecuado para eliminarla.

Existe una probabilidad alta (80.7%) de que el control de malezas se lleve a cabo cuando hay mano de obra disponible (77%), la maleza posee un tamaño "grande" y su estado fenológico es antes de la floración (para evitar la dispersión de semillas en los potreros). La disponibilidad de mano de obra está relacionada con la disponibilidad de dinero para contratar obreros y del tamaño de la finca. En fincas grandes es menos probable que exista mano de obra disponible de forma inmediata cuando el finquero no tiene dinero. Por el contrario, en fincas pequeñas, si el finquero no tiene dinero para contratar obreros entonces el control de malezas la realiza él mismo.

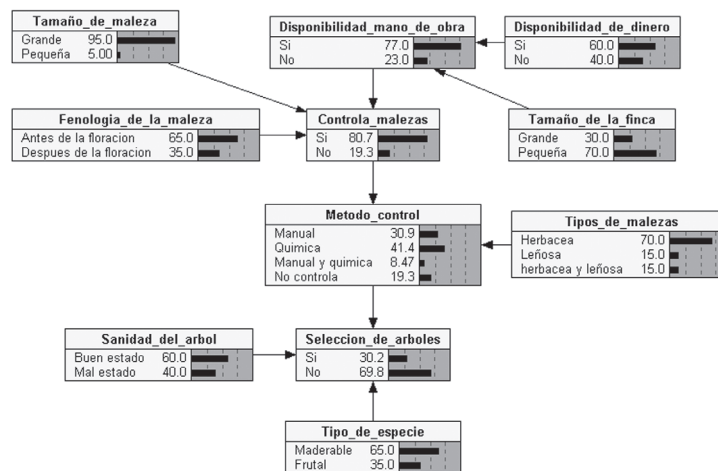


Figura 2. Modelo general en Netica 2.6 de toma de decisiones para el evento control de malezas

Se determinó que el factor relevante que decide el método de control, es el tipo de malezas. Por ejemplo, para aquellas malezas difíciles de controlar con productos químicos como las leñosas como lengua de vaca *Miconia* sp y el Oreganillo *Hydrocotyle bowlesoides*, hay más probabilidad de que los productores las controlen manualmente. Para aquellas malezas susceptibles a los productos químicos como las herbáceas ortiga *Urtica* sp. y dormilona *Mimosa* sp las controlan con productos químicos. En caso de presentarse malezas de tipo herbáceo y leñoso al mismo tiempo los productores utilizan los métodos (químico y manual).

La decisión de los productores de eliminar o mantener las especies arbóreas en regeneración cuando están realizando el control de malezas en los potreros depende de los métodos de control, estado sanitario del árbol y del tipo de especie. Cuando se aplica un control químico, la probabilidad de seleccionar especies es

baja (30.2%), pues demanda más cuidado evitar que el químico afecte los árboles que se desea mantener en el potrero. Más adelante se presenta la simulación del modelo cuando se presentan otras situaciones.

### Simulación del modelo

Simulando una probabilidad del 100% de no tener disponibilidad de mano de obra en un momento determinado (Figura 3), el modelo muestra una probabilidad de 66% de que no hay disponibilidad de dinero y un 57.4% de que la finca sea grande; sin embargo la decisión de controlar malezas cambia tan solo a 68.8%. Esto indica que en Río Frío la disponibilidad de mano de obra no es un factor de relevancia para decidir el momento de realizar el control de malezas. Si no existe disponibilidad para contratar mano de obra, el mismo dueño de la finca o algún miembro de su familia lo va a realizar en el momento oportuno.

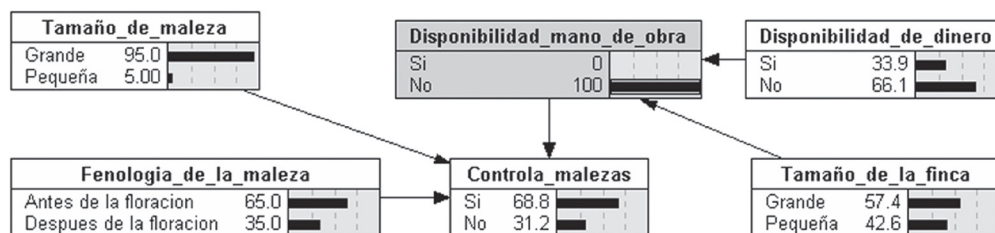


Figura 3. Simulación del modelo de control de malezas en Netica 2.6 para un estado crítico de disponibilidad de mano de obra (100%)

La fenología de la maleza no ejerce mucho efecto en el modelo. Por ejemplo, simulando una probabilidad del 100% de que el estado fenológico sea después de la floración y el tamaño sea grande (95%), la decisión de controlar malezas presenta un valor de 84.3% de probabilidad (casi igual a la situación original).

Simulando probabilidades del 100% para los tipos de malezas (Figura 4) podemos establecer que si el tipo de maleza es leñosa hay una

probabilidad de 72.6% de que se efectúe control manual; pues existen leñosas que son difíciles de erradicar con químicos y se ven obligados a hacerlo manualmente. Si se presentan los dos casos, es decir herbácea y leñosa va a existir una probabilidad del 56.5% de que se aplique control manual y químico. En este último caso los productores primero aplican el control químico y luego lo hace manualmente para erradicar aquellas malezas que sobrevivieron a la aplicación de herbicidas.

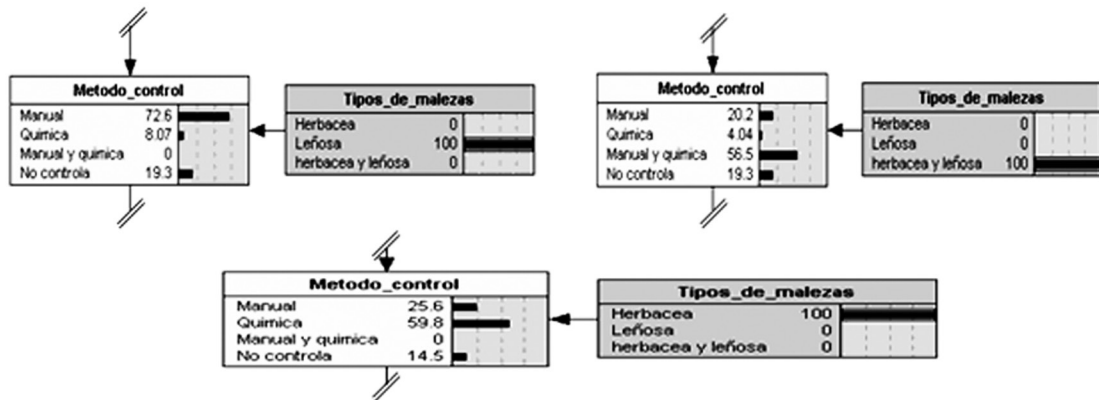


Figura 4. Simulación del efecto de presentarse solamente uno de los tres tipos de malezas

La simulación con probabilidades del 100% para cada uno de los estados de los factores que determinan la decisión de eliminar o mantener la cobertura arbórea (selección de especies) en los potreros (Figura 5), mostró que los tipos de control de malezas no ejercen efectos

significativos. Por lo contrario, la sanidad del árbol y los tipos de especies claramente afectan la selección de árboles. Hay preferencia de los productores de mantener en los potreros aquellas especies maderables que se encuentran en un buen estado sanitario.

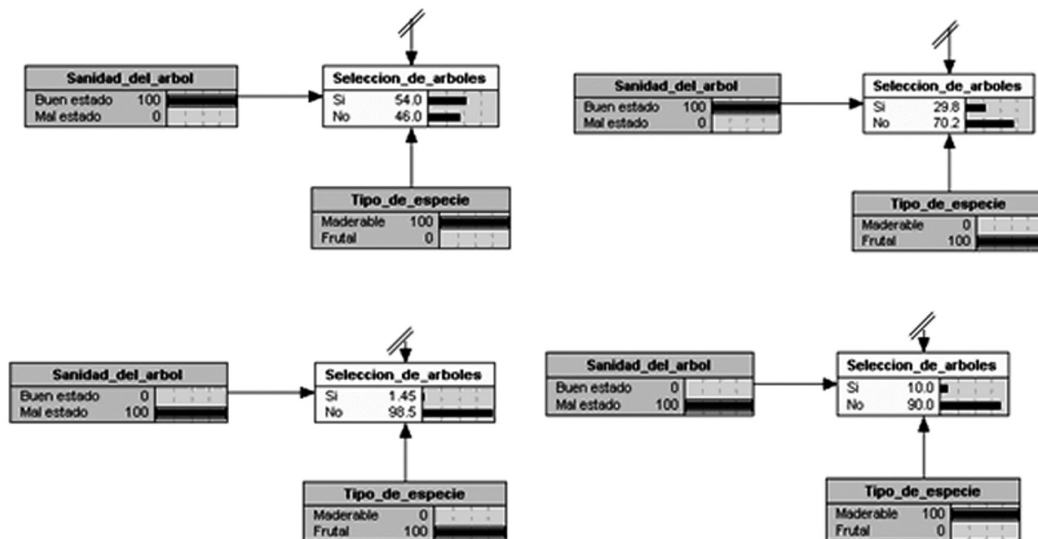


Figura 5. Simulación de los efectos de la sanidad del árbol y tipo de especies en la decisión de seleccionar especies arbóreas



**Decisiones y factores que influyen en la poda de cercas vivas**

Se presentan dos decisiones importantes en este evento: la decisión de podar o no podar las cercas y los métodos de poda a utilizarse.

El modelo general para la poda de cercas vivas (Figura 6), muestra que un indicador de que las cercas vivas necesitan podarse es el tamaño de las ramas. Cuando las ramas de los árboles han alcanzado una longitud mayor a un metro producen bastante sombra en los potreros y dañan las cuerdas de electricidad que pasan por encima de ellas, entonces es el momento preciso para efectuar la poda de los árboles. Si por el contrario no existen ramas desarrolladas que estén produciendo bastante sombra, no hay necesidad de realizar la poda.

La disponibilidad de tiempo de los productores para efectuar ellos mismos la poda de los árboles influye en las decisiones de realizar la poda. Si el finquero tiene tiempo para realizar él mismo esta actividad, la hace. Si por el contrario existe la necesidad de podar las cercas y el productor por diferentes circunstancias no tiene tiempo disponible, entonces contrata obreros para que realicen las podas. Por lo general la hace una sola persona y por contrato.

Otros factores que inciden en la decisión de podar las cercas, son la necesidad de establecer una cerca nueva, reparar alguna ya existente, necesidad de postes y disminuir sombra en los potreros. Cuando se presenta una de estas situaciones, los productores proceden a podar las cercas.

En Río Frío existen dos tipos de poda comúnmente utilizados que son el parcial y el total. La poda total consiste en extraer todas las ramas del árbol dejando únicamente el tronco. La poda parcial consiste en cortar aquellas ramas que estén malformadas y dejar ramas adecuadas (generalmente 2 a 3) para más adelante ser utilizadas como postes vivos (diámetro mayor a 5 cm y rectas).

La selección del tipo de poda a efectuarse depende de los siguientes factores: a). Edad del árbol: hay preferencia de podar parcialmente aquellos árboles de edad joven (menor a dos años), con el objetivo de dejar ramas para que no se interrumpa el desarrollo del árbol. Por el contrario, para árboles maduros hay preferencia de podarlos totalmente. b). Ubicación de las cercas: aquellas cercas vivas que se encuentran aledañas a cultivos los productores efectúan una poda total para evitar efectos nocivos de sombra. Para las cercas que se encuentran en divisiones de potreros, por lo general los productores les realizan una poda parcial dejando algunas ramas para ramoneo del ganado. Las cercas ubicadas en los linderos son podadas totalmente por encontrarse en densidades altas y también para evitar daños de las ramas a los cables de electricidad. c). Estado de las ramas: si las ramas de los árboles se encuentran en mal estado, como por ejemplo secas o descompuestas, los árboles son podados totalmente con el objetivo de que crezcan ramas nuevas y en mejores condiciones.

La frecuencia de poda depende de la demanda de postes vivos y de la ubicación de las cercas. Si la finca necesita bastantes estacas para tupir cercas o remplazar algunos postes vivos dañados entonces efectúan podas frecuentes (2 veces al año) para solventar necesidades de material vegetal. Si la cerca se encuentra en fillos de carreteras se efectúan dos podas al año

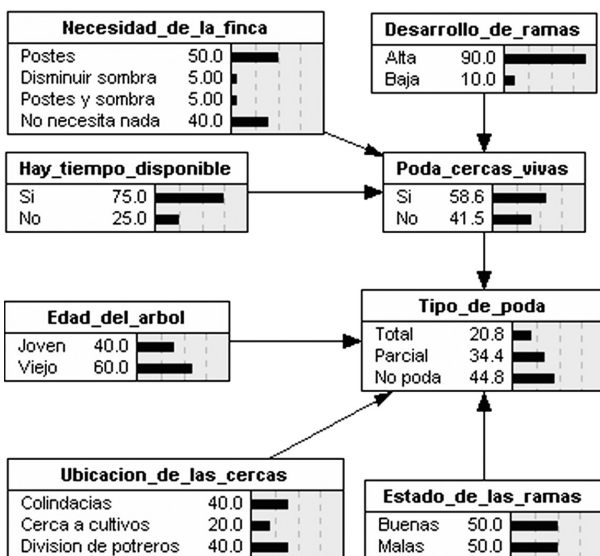


Figura 6. Modelo general en Netica 2.6 para el evento poda de cercas vivas

para disminuir la densidad de ramas y evitar que causen daño a las cuerdas de corriente eléctrica. Las cercas que se encuentran en los potreros son podadas una vez al año porque al no encontrarse establecidas a distancias muy cortas, no hay problema de alta densidad de ramas.

**Simulaciones del modelo de poda de cercas vivas**

La disponibilidad de tiempo de los productores ejerce un efecto poco importante, pues una

probabilidad de 100% de que el productor tenga tiempo disponible, no muestra un cambio significativo del modelo (Figura 7).

Simulando un 100% de probabilidad del factor necesidad de la finca (Figura 7), el modelo muestra que la decisión de podar las cercas no cambia de manera representativa. Es decir la necesidad de productos de la finca aunque es tomado en cuenta por los productores no es un factor de relevancia para decidir realizar la poda de cercas vivas.

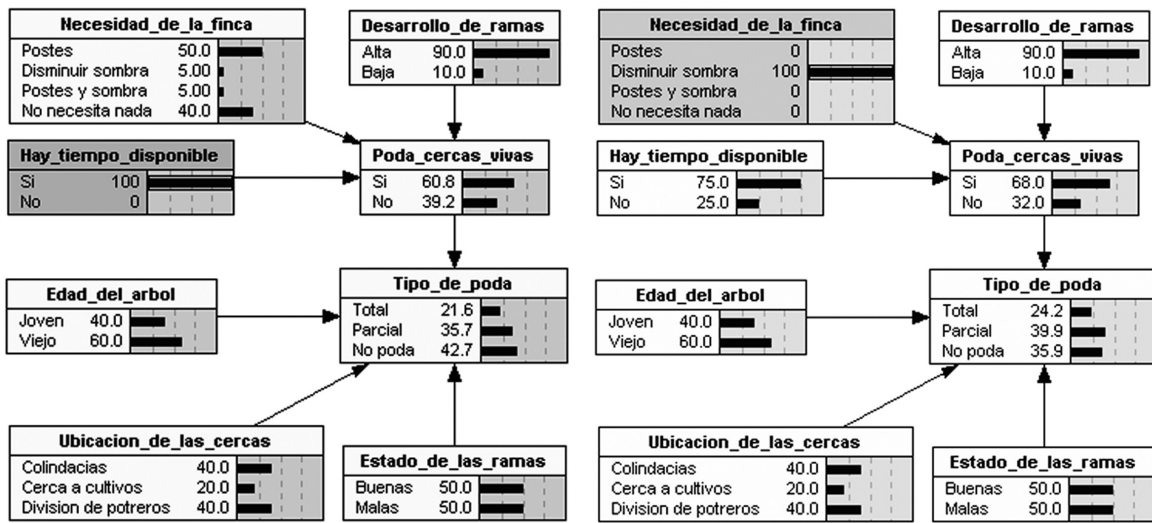


Figura 7. Simulación del tiempo disponible del finquero y de las necesidades de la finca en la poda de cercas vivas

Para los tipo de poda, el estado sanitario de las ramas no influye en el modelo, pues simulando probabilidades del 100% para cada estado (Figura 8), las probabilidades de los tipos de poda no

varían considerablemente. La ubicación de las cercas influye en los tipos de poda dependiendo de la edad del árbol (Figura 9).

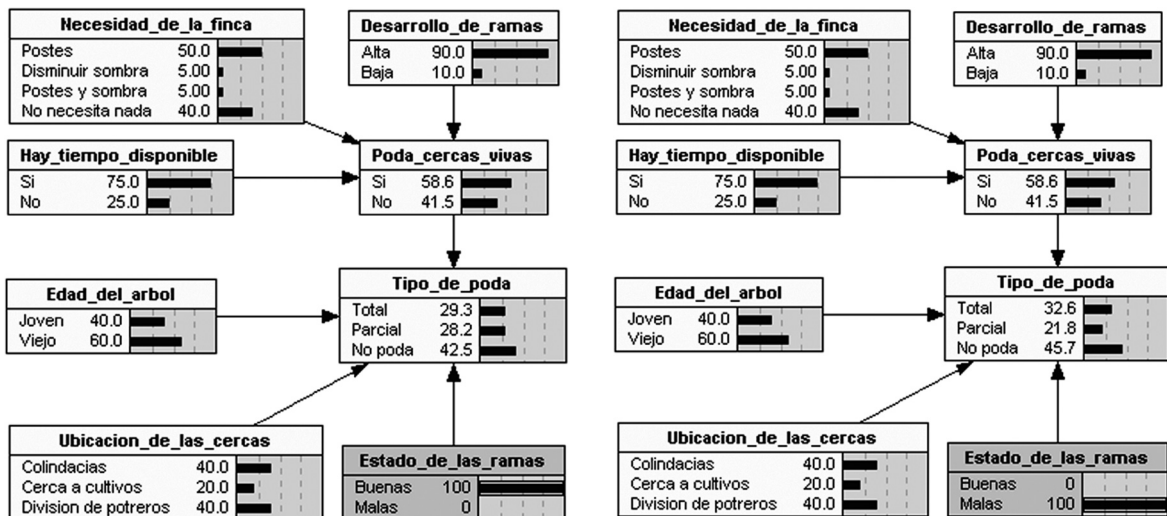


Figura 8. Simulación de los estados de las ramas de los árboles en la decisión de escoger los tipos de podas.

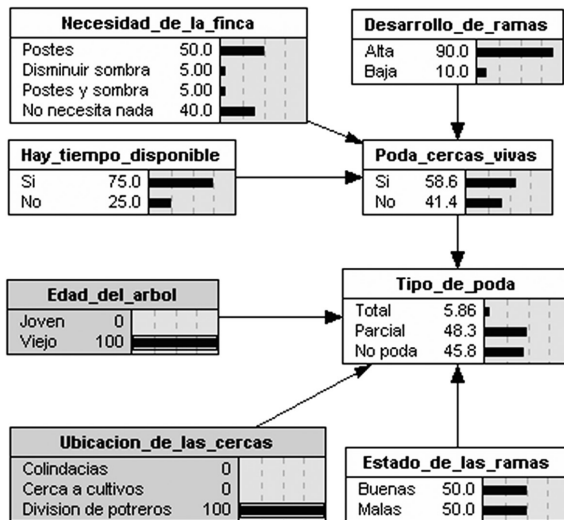


Figura 9. Simulación de la influencia de la edad del árbol y de la ubicación de las cercas en la decisión del finquero de escoger los tipos de podas.

Existe una probabilidad entre 72.5% y 85% de realizar podas totales si los árboles son de edad joven o viejos. De la misma manera cuando las cercas se ubican cerca de cultivos se presenta una probabilidad del 77.5% de realizarse podas totales si los árboles son jóvenes. Por el contrario en división de potreros existe una probabilidad del 48.3% de que se realicen podas parciales.

### Evento establecimiento de postes vivos

El establecimiento de nuevas cercas vivas para dividir potreros es una actividad realizada de manera muy esporádica en las fincas de Río Frío. Actualmente la mayoría de propiedades ya tienen delimitados sus potreros desde hace años atrás, y por ello la actividad más frecuente es reemplazar árboles dañados o viejos en cercas vivas ya existentes. La necesidad de dividir los potreros para efectuar una mejor distribución y rotación de las pasturas es una de las razones para establecer nuevas cercas vivas. Por lo general cuando establecen una cerca viva por primera vez, los productores acostumbran a utilizar postes muertos cada 5 o 7 metros y en

medio van colocando postes vivos a distancias de un metro aproximadamente.

Dicha siembra es realizada por el mismo productor, sin embargo cuando la finca es extensa y existe disponibilidad de dinero para contratar mano de obra, esta actividad es realizada por contrato y por una sola persona.

### Decisiones y factores que influyen en el establecimiento de postes vivos

El establecimiento de postes vivos depende de la disponibilidad de estacaones, disponibilidad de dinero para comprar postes muertos y necesidad de dividir potreros o tupir cercas. La disponibilidad de estacaones limita el momento de establecimiento de postes vivos. Dicha disponibilidad depende si hay estacaones en la finca o si hay disponibilidad de estacaones en fincas vecinas.

La Figura 10 indica el modelo que se obtuvo en el programa Netica 2.6 para el evento establecimiento de postes vivos, debidamente ajustado en la fase de generalización. Este modelo muestra que la disponibilidad de estacaones, la necesidad de establecer o tupir cercas, y la disponibilidad de dinero para comprar postes muertos son factores relevantes en la decisión de establecer postes vivos.

### Simulación del modelo de establecimiento de postes vivos

Simulando una disponibilidad alta de dinero (100%) para comprar postes muertos, y una necesidad alta de tupir o crear cercas nuevas, se presenta una probabilidad del 65.5% de que se realice el establecimiento de postes vivos (Figura 11). Esto se debe a que con disponibilidad de dinero algunos productores optarían los postes muertos por su durabilidad y fácil manejo. En el modelo se observa que con una probabilidad del 100% de que la disponibilidad de estacaones sea baja, y existe disponibilidad de dinero, se presenta una probabilidad del 65% de no establecer postes vivos (Figura 11). Esto indica que la disponibilidad de estacaones tiene un peso relevante en el modelo.

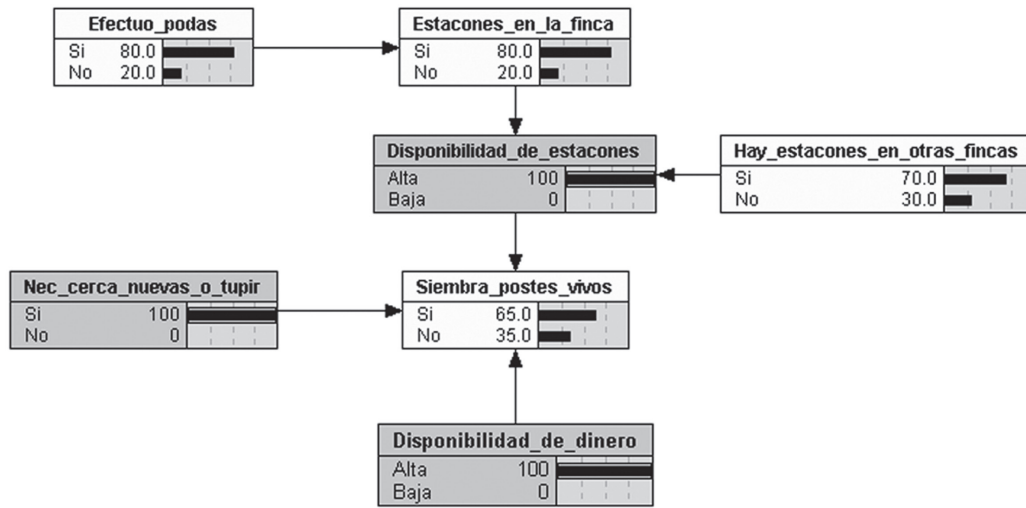


Figura 10. Simulación del efecto de la disponibilidad de dinero, estacones y necesidad de establecer cercas nuevas en la decisión de sembrar postes vivos.

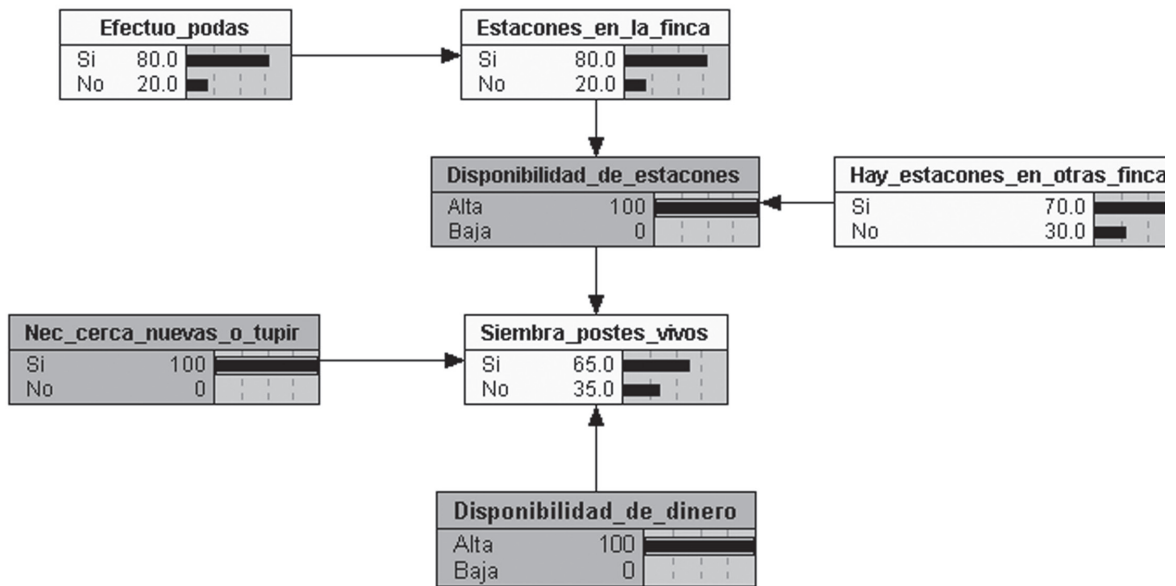


Figura 11. Simulación del efecto de la disponibilidad de dinero, estacones y necesidad de establecer cercas nuevas en la decisión de sembrar postes vivos.

**Evento aprovechamiento de árboles**

El aprovechamiento de árboles es una actividad esporádica que realizan los productores de Río Frío con el objetivo de solventar necesidades de dinero o de madera para la finca. Los árboles más aprovechados son el Laurel *Cordia alliodora* y el Cedro *Cedrela odorata*

debido a su alta calidad de madera. Todos los productores entrevistados aseguraron vender la madera a través de intermediarios, ya sea en pie o aserrada. El precio de la madera va de acuerdo a la calidad de ésta. Los productores mencionaron que el lugar de donde más extraen los árboles es de los potreros, ya que en linderos existen pocos maderables.

### Decisiones y factores que influyen en el aprovechamiento de árboles

La necesidad de madera y postes para la propiedad, y también cuando no hay otras fuentes de obtener dinero son las razones más importantes para que el finquero decida aprovechar árboles de la finca. En estas situaciones, se ven obligados a seleccionar algunos árboles para obtener madera para la finca o venderla para obtener ganancias económicas.

Para la venta de madera los productores escogen los árboles rectos y en buen estado. Por lo contrario, cuando la madera es para usarse en la misma finca, se aprovecha los árboles en

mal estado, desraizados o a punto de caerse. La decisión de donde aprovechar depende de la disponibilidad de los árboles ya sea en potreros, linderos o algunos maderables que se encuentran en cercas vivas. Por lo general las especies que más se están aprovechando son el Laurel y el Cedro, por ser de buena calidad.

El modelo para el aprovechamiento de árboles (Figura 12) indica que una probabilidad baja de necesitar postes muertos y dinero, conlleva a una decisión del 54.9% de probabilidad de aprovechar árboles de la finca. El lugar de aprovechamiento depende de donde estén disponibles los árboles en el momento de necesitar el aprovechamiento.

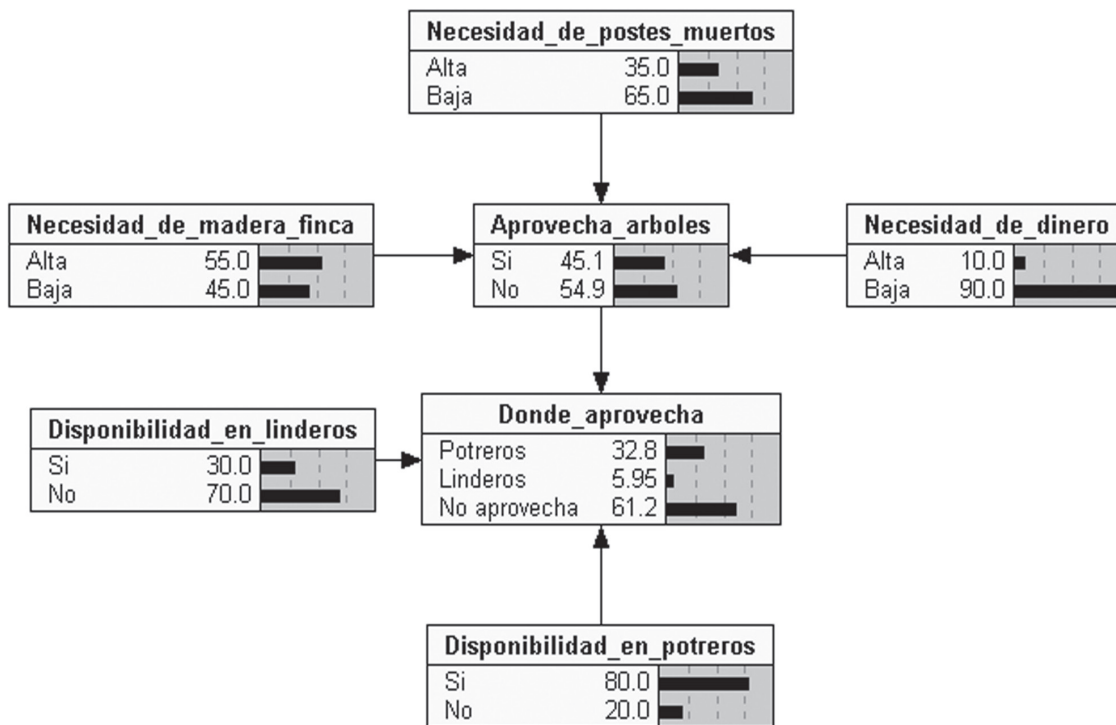


Figura 12. Modelo de toma de decisiones del evento aprovechamiento de árboles

### Simulación del modelo aprovechamiento de árboles

Simulando una probabilidad de un 100% de aprovecharse árboles, el modelo presenta que los casos que conlleva a dicha situación son: una probabilidad del 88.4% de necesitarse dinero y un 86.8% de probabilidad de necesitarse madera para la finca. La necesidad

de postes muestra que no presenta mucha diferencia de probabilidades en los casos "alta" y "baja". El modelo también indica que se presenta una probabilidad alta (72.8%) de aprovecharse los árboles dispersos en los potreros.

Efectuando simulaciones de estados de 100% de probabilidad de necesitarse dinero, baja

necesidad de postes muertos y baja necesidad de madera, se observa que la probabilidad de realizar aprovechamiento de árboles es baja, lo que indica que la necesidad de dinero no influye en el aprovechamiento de árboles, sino la necesidad de postes o madera para la finca.

La decisión de donde aprovechar los árboles maderables depende del lugar donde existan en el momento necesitado (Figura 13), existiendo más probabilidad de aprovechar aquellos dispersos en los potreros que en linderos, debido a que hay más abundancia en estos lugares que en las cercas vivas.

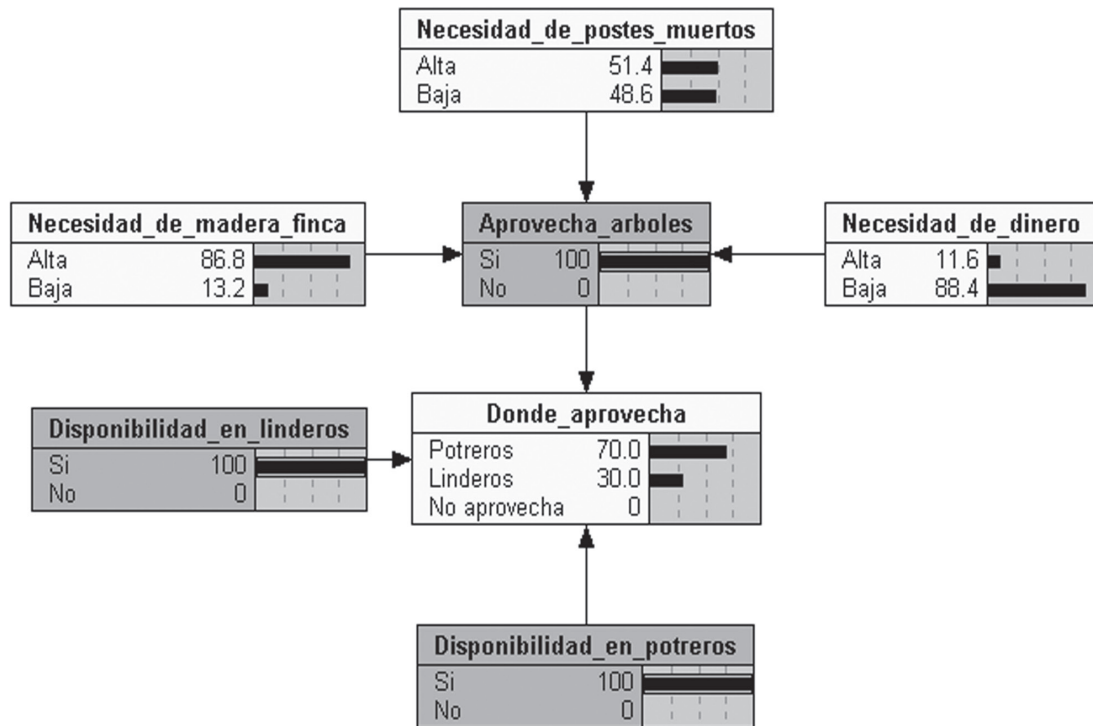


Figura 13. Simulaciones de la influencia de los factores disponibilidad de árboles en potreros y linderos sobre la decisión de donde aprovechar los árboles

De este estudio se puede destacar que el evento de más impacto en la reducción de la cobertura arbórea en el paisaje es el control de malezas, pues los productores cada vez que realizan esta actividad hay más probabilidad que eliminen los árboles no maderables y retengan los maderables. Los productores están reteniendo o conservando en los potreros especies de interés maderable que se encuentran en buen estado como el Gavilán *Pentacleta macroloba* y Laurel *Cordia alliodora*, por ello, Villacis (2003) encontró que estas dos especies eran las más predominantes en 80 fincas ganaderas de Río Frío. Los árboles frutales como la Guayaba *Psidium guajava* aunque los productores

reconocen que puede servir como suplemento alimenticio para el ganado, para la mayoría de ellos no es una prioridad en el momento de decidir quitar o remover la cobertura arbórea cuando hacen el control de malezas. Si las especies son maderables los productores deciden dejar un máximo de 10 árboles por potrero, pero si son frutales se dejan uno o dos árboles. Por ello se ha encontrado que el 60% de las fincas de Río Frío poseen árboles de Guayaba dispersos en los potreros (Villacis 2003).

Quizá una alternativa para aumentar la cobertura arbórea en los paisajes ganaderos, aprovechando que algunos productores toman

la decisión de retener la guayaba porque conocen que tiene excelentes propiedades alimenticias para el ganado (Muñoz 2003), podría ser buscar estrategias de adopción y manejo de la guayaba como suplemento alimenticio en fincas ganaderas. Esta especie tiene la propiedad de rebrotar fácilmente y el ganado no consume el follaje, lo que favorece la sobrevivencia y desarrollo de los árboles; además las plántulas sobreviven a la intensa competencia radicular del pasto y al constante pisoteo del ganado (Somarriba 1995).

La tendencia de los productores de Río Frío es a seguir utilizando las cercas vivas para delimitar sus potreros y también la finca, muy pocos prefieren los postes muertos. La preferencia por el Poró (*Erythrina costarricense*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) es muy marcada en la zona, debido a su facilidad de prendimiento y desarrollo. El manejo de estas especies es muy similar, difiere únicamente el lugar donde están establecidas. Si las cercas se ubican en filos de carreteras les efectúan una poda total, y si están dividiendo lotes les hacen una poda parcial. El manejo dado a estas cercas puede ser en cualquier época del año, es decir no hay un momento específico en que todos los productores deciden manejar las cercas. La cobertura arbórea del paisaje no cambia drásticamente de un momento a otro como sucede en otras zonas como Cañas, donde el mes de marzo es el preferido para realizar esta actividad (Muñoz 2003).

## CONCLUSIONES

Los tres eventos principales que afectan la cobertura arbórea en las fincas de Río Frío son el control de malezas, la poda de cercas vivas y el establecimiento de postes vivos. El aprovechamiento de árboles se realiza de manera muy esporádica por necesidad de madera o postes muertos.

La mano de obra no es un factor limitante para realizar las actividades de control de malezas, podas, siembra de postes vivos y aprovechamiento de árboles.

La decisión de dejar o no dejar árboles en los potreros no depende de los métodos de control de malezas, sino por el tipo de especies, pues hay más probabilidad de que los productores dejen los árboles maderables que los frutales así se encuentren dañados o sanos.

La decisión de escoger el momento de podar las cercas vivas depende de las ramas principalmente, seguido de la necesidad de estacaones para retupir o establecer nuevas cercas vivas.

La ubicación de las cercas vivas es un factor de relevancia que influye en los métodos de podas que se realizan, existiendo preferencia de efectuar podas totales en coolindancias o filos de carreteras para evitar daños a las vías, cuerdas de electricidad y fincas vecinas. Se prefiere efectuar podas parciales en las divisiones de potreros. No hubo influencia de los tipos de especies arbóreas en los métodos de podas.

En Río Frío el establecimiento de nuevas cercas vivas no se realiza de manera frecuente, la mayoría de fincas ya tienen delimitados sus apartos, por lo que la actividad más frecuente es el reemplazamiento de postes vivos caídos o dañados. Esta actividad está determinada principalmente por la disponibilidad de estacaones que haya en la finca y de la necesidad inmediata de establecer o reparar cercas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARRIOS, C. 1998. Pastoreo regulado y bostas del ganado como herramientas forestales para la protección de arbolitos en potreros. Tesis Ms.C. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 93p.
- GONZÁLEZ F; Lobo, S. 1999. Breve descripción del estado de los recursos forestales de Costa Rica. In Kleinn, C y Davis, R (eds) 1999. Memoria del Taller sobre el programa de evaluación de los recursos forestales en once países latinoamericanos. Memoria (CATIE, Turrialba, Costa Rica 17 – 21 Mayo, 1999. 65-81

HIDALGO, D., Kleinn. 2001. Arboles fuera del bosque: conceptos, importancia y evaluación en Costa Rica. 37 p.

HOLDRIDGE, L. 1967. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center.

MUÑOZ, D. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Thesis. M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 206 p.

NORSYS, L. 1988. Netica 2.06 for windows 95 and windows NT 4.0 Norsys Software corporation 40 p.

SOMARRIBA, E. 1995. Guayaba en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. Agroforestería de las Américas, 6: 27-29.

VILLACÍS, J. 2003. Relación entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. Thesis. MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150p.