

# El bosque y la gente, ¿pueden coexistir?

El manejo del Bosque Tropical Seco  
en la Reserva Natural “Chonco-San Cristóbal-Casitas”

*Túpac Barahona*

Nitlapán-UCA

Estudio original presentado como tesis de maestría en Ciencias Ambientales en la Universidad de Ohio (Ohio University, USA).

**Título original en inglés:**

The Impact of Human Practices on Forest Remnants: People and Conservation in a Small Nature Reserve in Western Nicaragua.

N

574.526 42

B227

Barahona Najlis, Tupac

El Bosque y la gente, ¿pueden coexistir?

/ Tupac Barahona Najlis. -- 1a. ed. Managua:

Instituto de Investigación y Desarrollo

Nitlapán-UCA, 2002

127 p.

ISBN : 99924-0-150-8

1. CONSERVACIÓN DE BOSQUES-  
INVESTIGACIÓN 2. RESERVAS  
FORESTALES 3. DIVERSIDAD BIOLÓGICA

**Portada:** Foto aérea de Chinandega en 1954, archivos INETER.

**Traducción:** el autor.

**Corrección de texto:** Michèle Najlis.

**Editado por:** Nitlapán-UCA Managua.

**Diseño y Diagramación:** Lluiman Morazán

**Impresión:** **IMPRIMATUR** Artes Gráficas

# Dedicatoria

A los campesinos enterrados por el deslave provocado por el huracán Mitch en las faldas del volcán Casitas.



# Agradecimientos

Quiero agradecer a las siguientes personas e instituciones por la colaboración prestada durante mi investigación:

*William Areas*, agrónomo forestal y gran conocedor del área de estudio, por ayudarme a contactar a los dueños de bosque y orientarme sobre qué sitios específicos visitar para realizar el muestreo forestal.

*Ramón Rojas*, antiguo guardabosque de la Reserva Natural que fue objeto de este estudio, quien me asistió en la realización del muestreo forestal.

*Enrique Reyes*, a cargo del manejo del bosque municipal “Las Brisas”, por explicarme los planes del gobierno local en esta área.

*Todos los dueños de bosque entrevistados*, por su paciencia y amabilidad al responder mis preguntas y permitirme visitar sus propiedades y estudiar sus bosques.

*Nitlapán-UCA* (Instituto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Centroamericana de Managua), el centro donde trabajé por varios años, por facilitarme una oficina, equipo para el muestreo y transporte durante mi trabajo de campo.

*Los gobiernos municipales de Chichigalpa y Chinandega*, por facilitarme medios de transporte y guiarme durante las visitas a las áreas de la Reserva que están en sus municipios.

*Los ingenieros forestales Ove Faurby, Serafín Filomeno Alves-Milho y Gabriel Travisani*, por sus pertinentes comentarios a mi propuesta de investigación.

*Juan Bautista Salas*, ecólogo forestal del Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente (MARENA), por la información general sobre la flora en mi área de estudio.

*Brad Jokisch*, profesor de Geografía en la Universidad de Ohio (Ohio University) y mi tutor de tesis, por sus consejos sobre cómo delimitar mi tema de investigación y enlazar las diferentes partes del estudio.

*James Dyer*, profesor de Geografía en la Universidad de Ohio (Ohio University), por sus valiosos consejos sobre cómo realizar y analizar los resultados del muestreo forestal.

*Harvey Ballard*, profesor de Biología Vegetal en la Universidad de Ohio (Ohio University), por sus recomendaciones sobre cómo vincular las prácticas de los agricultores con sus efectos en la combinación de especies que forman el bosque.

# índice

<b>Dedicatoria</b>	<b>III</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>V</b>
<b>Lista de Cuadros</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Lista de Mapas</b>	<b>XIII</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. El reto de la conservación del bosque en un entorno humanizado</b>	<b>3</b>
1.1 Los problemas vinculados al manejo de grandes reservas	3
1.2 La importancia del manejo de las manchas de bosque	7
1.3 Cómo preservar la biodiversidad en un paisaje fragmentado	12
<b>2. Pregunta central de la investigación</b>	<b>17</b>
<b>3. El área de estudio: una Reserva Natural en el occidente de Nicaragua</b>	<b>19</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>23</b>
4.1 Recolección de información general sobre el uso de la tierra y el bosque en la Reserva Natural	23

4.2 Selección del sitio	25
4.3 Análisis de los cambios en la cobertura vegetal a través la comparación de fotografías aéreas de 1954 y 1996	28
4.4 Entrevistas semi-estructuradas a los dueños de bosque	28
4.5 Muestreos forestales	30
<b>5. Resultados acerca del impacto humano sobre el bosque</b>	<b>37</b>
5.1 Hallazgos sobre los cambios en la cobertura forestal entre 1954 y 1996	37
5.2 Hallazgos sobre la riqueza, composición y estructura del bosque	74
<b>6. El reto de conservar la riqueza de especies en bosques fragmentados</b>	<b>109</b>
6.1 Las fuerzas sociales que influyen en la fragmentación del bosque	109
6.2 El impacto sobre la diversidad forestal	111
6.3 Las motivaciones económicas para manejar la riqueza de especies	113
<b>7. Conclusiones</b>	<b>119</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>123</b>

# Lista de Cuadros

Cuadro 1. Red mundial de áreas protegidas según la clasificación de la UICN	
Cuadro 2. Áreas protegidas en Centroamérica según las categorías de la UICN	
Cuadro 3. Breve descripción de las categorías de áreas protegidas en Nicaragua	
Cuadro 4. Muestreos forestales realizados en la Reserva Natural Chonco-San Cristóbal-Casitas.	31
Cuadro 5. Entrevistas a los dueños de bosque (Reserva Natural Ch-Sc-C)	35
Cuadro 6. Muestreos forestales realizados (Reserva Natural Ch-Sc-C).	38
Cuadro 7. Cobertura del suelo, 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	50
Cuadro 8. Indicadores de la estructura del paisaje, 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C).	55
Cuadro 9. Perfil general de los dueños de bosque en la Reserva Natural Ch-Sc-C	61
Cuadro 10. Usos del bosque según tipos de propietarios	72
Cuadro 11. Usos de las especies más populares	76
Cuadro 12. Indicadores de la representatividad del muestreo	81
Cuadro 13. Diversidad, Densidad y Dominancia en los diferentes sitios muestreados (Reserva Natural Ch-Sc-C).	82
Cuadro 14. Variables ambientales registradas en los sitios muestreados	86

Cuadro 15. Códigos de especies y clasificación de acuerdo a las estrategias de vida (basado en observaciones cualitativas en el campo)	91
Cuadro 16. Principales características de las 10 especies más importantes del Grupo 1	94
Cuadro 17. Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 2	97
Cuadro 18. Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 3	100
Cuadro 19. Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 4	101
Cuadro 20. Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 5	102
Cuadro 21. Valor de Importancia de las 20 especies más relevantes entre los arbolitos en regeneración en todos los grupos	111

# Lista de Figuras

Figura 1. Pregunta central de la investigación	24
Figura 2. Cobertura del suelo en 1954 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	46
Figura 3. Cobertura del suelo en 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	49
Figura 4. Casa abandonada en la hacienda “La Suiza” (faldas del volcán San Cristóbal).	65
Figura 5. Parcela agrícola en la cooperativa “Versailles”	70
Figura 6. Extracción de leña en un cafetal de la finca “Las Rojas”, en las faldas del volcán Chonco	74
Figura 7. Ordenación DCA basada en el Valor de Importancia (VI) de las especies	84
Figura 8. Posible correlación entre los ejes de la ordenación y diferentes tipos de alteraciones	87
Figura 9. Ordenación DCA mostrando grupos de especies (Reserva Natural Ch-Sc-C)	90
Figura 10. Árbol de Quebracho ( <i>Lysiloma</i> spp.) que ha nacido en los terrenos arenosos de las partes altas del San Cristóbal	95
Figura 11. Árbol de Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> ) surgiendo por encima de un matorral en las faldas del volcán San Cristóbal	96
Figura 12. Árbol de Guanacaste ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ) en medio de un bosque alterado en las faldas del San Cristóbal	98

Figura 13. Árboles de Ojoche ( <i>Brosimum alicastrum</i> ) y Guayabón ( <i>Terminalia oblonga</i> ) en medio de un cafetal en las faldas del Chonco	99
Figura 14. Histograma de clases diamétricas del Grupo 1	103
Figura 15. Histograma de clases diamétricas del Grupo 2	105
Figura 16. Histograma de clases diamétricas del Grupo 3	106
Figura 17. Histograma de clases diamétricas del Grupo 4	107
Figura 18. Histograma de clases diamétricas del Grupo 5	109
Figura 19. Plántula de Ojoche ( <i>Brosimum alicastrum</i> ) regenerándose en medio de un cafetal	112

# Lista de Mapas

Mapa 1. Áreas protegidas de Nicaragua	20
Mapa 2. Ubicación del área de estudio	26
Mapa 3. Dueños de bosque en la cara sur del complejo volcánico Ch-Sc-C	34
Mapa 4. Ubicación de los sitios muestreados	40
Mapa 5. Cobertura del suelo en 1954 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	45
Mapa 6. Cobertura del suelo en 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	48
Mapa 7. Pérdida de bosque entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	53
Mapa 8. Recuperación del bosque entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	57
Mapa 9. Áreas cuya cobertura vegetal no ha cambiado entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)	59



# Introducción

La creación de grandes áreas protegidas en los que se trata de minimizar la presencia humana ha sido considerada uno de los principales medios para proteger la diversidad biológica ante la acelerada destrucción de hábitats y especies provocada por los seres humanos (Brandon 1995, Green and Paine 1997). Sin embargo, el intento de establecer áreas protegidas y excluir a las poblaciones locales del acceso a los recursos naturales ha traído consigo muchos problemas prácticos. En los países centroamericanos, donde la pobreza y las desigualdades sociales acentúan la presión sobre los recursos naturales, la protección efectiva de grandes Reservas de la Biósfera resulta muy difícil. Diversos grupos humanos “invaden” las áreas protegidas para explotar las tierras y sobrevivir. Los gobiernos carecen de la fuerza, los recursos e incluso el interés necesarios para reasentar estas poblaciones fuera de las reservas y garantizar su conservación. Las áreas protegidas se convierten entonces en “parques de papel” (Utting 1993, Barraclough y Ghimire 1995).

Por otro lado, se ha prestado poca atención al potencial para la conservación que tienen los pequeños fragmentos de bosque mezclados en el paisaje humanizado. El manejo de manchas de bosque puede contribuir a complementar y expandir las actividades de conservación implementadas en grandes áreas (Turner y Corlett 1996), y a involucrar y motivar a las poblaciones locales en el manejo sostenible de los hábitats forestales. Las poblaciones locales pueden interesarse en mejorar su calidad de vida preservando una mayor diversidad de especies arbóreas, sintiéndose de esta manera más comprometidos con la conservación del bosque (Wood 1995, Badola 1998).

La presente investigación pretende descubrir por qué y cómo diversos tipos de agricultores y otros actores sociales manejan las manchas de bosque en sus propiedades, y entender las implicaciones de sus prácticas de manejo para la conservación de la diversidad forestal en una pequeña Reserva Natural en el occidente de Nicaragua. Basado en el conocimiento de sus prácticas de manejo del bosque, este estudio sugiere de qué manera se pueden modificar y mejorar sus sistemas forestales para alcanzar el objetivo de conservar la biodiversidad y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de los dueños de bosque.

El área escogida para este estudio comprende las tierras altas del complejo volcánico “Chonco-San Cristóbal-Casitas”, donde existen dos grandes tipos de bosque: a) el bosque deciduo de hoja ancha característico de las tierras fértiles y relativamente húmedas del Pacífico del país, y b) el bosque de pino típico de los suelos ácidos de las montañas del norte del país. La presente investigación se limita al estudio del bosque deciduo de hoja ancha, por ser más rico en términos de su composición de especies. La investigación consistió básicamente en analizar cómo los diferentes dueños de bosque que habitan la Reserva (productores de café, pequeños campesinos, y un gobierno municipal) usan y transforman el bosque tanto en lo relativo a su área como a su composición de especies. La metodología utilizada incluyó recoger y procesar información geográfica para evaluar los cambios en la cobertura forestal durante las pasadas cuatro décadas, entrevistas a los dueños de bosque para descubrir cómo valoran y manejan el bosque, y muestreos de las especies arbóreas que se encuentran en sus propiedades para conocer el nivel de diversidad que existe.

Al investigar el vínculo entre uso y la conservación del bosque, espero aportar una modesta contribución para alcanzar el objetivo explícito de ésta área protegida, que es conservar el bosque a través de su manejo sostenible.

# 1. El reto de la conservación del bosque en un entorno humanizado

---

## 1.1 Los problemas vinculados al manejo de grandes reservas

Según la teoría clásica de la Biogeografía de Islas desarrollada por McArthur y Wilson a finales de los años 60, las manchas de bosque esparcidas en medio de un paisaje deforestado pueden compararse con islas en medio del océano, en las que el agua limita la dispersión de las especies desde la tierra continental (el gran bosque que todavía no se ha fragmentado) hasta las islas. Según este modelo, la tasa de extinción y colonización de especies responde a dos factores principales: el tamaño de la “isla” de bosque, y la distancia que separa la isla de la tierra continental. Cuanto más grande es la isla, más baja es la tasa de extinción de especies, ya que existe un territorio más amplio para que las poblaciones persistan y una mayor variedad de hábitats a los que pueden adaptarse. Cuanto más cerca está la mancha de bosque con respecto a grandes masas de bosque compacto, más alta es la tasa de colonización de especies, dado que para los organismos es más fácil “saltar” a través de un tramo corto en medio de un ambiente hostil que emprender largos viajes a través de paisajes poco favorables (MacArthur y Wilson 1967).

La aplicación práctica de esta teoría al diseño de áreas protegidas creadas para la conservación de las especies es la necesidad de establecer reservas grandes y bien interconectadas, con el objeto de preservar la mayor diversidad de especies posible. La intervención humana debe evitarse, para impedir que las últimas grandes masas de bosque “virgen” se fragmenten y deterioren. Esta idea ha inspirado el diseño de grandes áreas protegidas que minimizan la presencia humana a lo largo del mundo, como la manera más efectiva de salvar la biodiversidad (Brandon 1995, Green y Paine 1997). Según el sistema de clasificación propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las áreas más grandes donde el uso de los recursos naturales se encuentra más restringido corresponden a las categorías

I y II<sup>1</sup>, que abarcan el 44% de la extensión total de las áreas protegidas del mundo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.**  
**Red mundial de áreas protegidas según la clasificación de la UICN**

<b>Categoría de Área protegida</b>	<b>Número</b>	<b>%</b>	<b>Extensión (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>	<b>Área promedio (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% del total de tierras protegidas</b>
Ia: Reserva Natural de Uso Restringido	4,389	14%	978,698	7%	223	0.65%
Ib: Refugio de Vida Silvestre	809	3%	940,360	7%	1,162	0.63%
II: Parque Nacional	3,384	11%	4,001,605	30%	1,183	2.67%
III: Monumento Natural	2,122	7%	193,021	1%	91	0.13%
IV: Área Destinada al Manejo de Hábitats y Especies	11,171	37%	2,459,703	19%	220	1.64%
V: Paisaje Terrestre / Marino Protegido	5,578	18%	1,057,448	8%	190	0.71%
VI: Área Protegida para el Manejo de Recursos Naturales	2,897	10%	3,601,440	27%	1,243	2.40%
<b>TOTAL</b>	<b>30,350</b>	<b>100%</b>	<b>13,232,275</b>	<b>100%</b>	<b>4,312</b>	<b>8.83%</b>

Fuente: Green and Paine 1997.

En Centroamérica, al igual que en otras regiones subdesarrolladas, las áreas protegidas de tamaño grande y con un alto nivel de restricción en el uso de los recursos naturales también ocupan un lugar importante. Varias Reservas de la Biosfera y otro tipo de áreas protegida extensas fueron establecidas durante las décadas de los 80 y 90 en los siete países que conforman el istmo centroamericano. Las Reservas de la Biosfera más importantes son la reserva Maya en Guatemala (con una extensión de 15,000 km<sup>2</sup>), Sierra Las Minas en Guatemala (8,000 km<sup>2</sup>), la reserva transfronteriza de La Amistad (6,227 km<sup>2</sup>) entre Costa Rica y Panamá, Darién en Panamá (5,790 km<sup>2</sup>) y Río Plátano en Honduras (5,227 km<sup>2</sup>). A pesar de no estar clasificadas como Reservas

<sup>1</sup> En el sistema de clasificación de la UICN, las categorías con un número más bajo representan áreas protegidas donde el uso de los recursos naturales está más restringido, mientras los números altos corresponden a categorías de manejo donde se permite una importante presencia humana. Además, cada categoría ha sido establecido para propósitos particulares, indicados en sus nombres (Refugio de Vida Silvestre, Monnumento Nacional, etc).

de la Biosfera, también existen en Nicaragua dos grandes áreas protegidas, la Reserva de Recursos Naturales Bosawás (8,000 km<sup>2</sup>) en el norte del país, y la Reserva Biológica Indio-Maíz (2,950 km<sup>2</sup>) en el sudeste (Herlihy 1997). La mayoría de estas áreas protegidas de gran tamaño fueron diseñadas siguiendo un modelo en el que se establece un área núcleo o central donde la actividad humana está totalmente prohibida.

Alrededor de estos núcleos de preservación absoluta existen “zonas de amortiguamiento” donde se permite la presencia humana bajo una serie de regulaciones. El objetivo de las zonas de amortiguamiento es contener a las poblaciones humanas para que no avancen hacia las áreas núcleo. Más allá de las zonas de amortiguamiento, finalmente, se encuentra el entorno humanizado, donde la conservación de los recursos naturales se considera muy difícil.

Este modelo de conservación basado en la exclusión de los grupos humanos que habitan las grandes reservas se ha topado con muchos problemas prácticos al momento de ser implementado en circunstancias concretas. De hecho, muchas reservas fueron establecidas en áreas que ya estaban pobladas por grupos humanos, en algunos casos desde hacía siglos. Cuando los gobiernos anuncian que se prohibirán determinados usos del bosque, las poblaciones locales reaccionan con desconfianza y descontento. En vez de disminuir la explotación de los recursos naturales, continúan explotando el bosque incluso más intensamente, por miedo a que los funcionarios gubernamentales prohíban el acceso al bosque en el corto plazo. Normalmente los gobiernos no tienen el poder, los recursos o el interés para impedir que la gente se establezca en las áreas protegidas. Cuando los gobiernos intentan impedir el uso de los recursos naturales dentro de las áreas protegidas, más bien tienden a incrementar el sentimiento de inseguridad y miedo entre los usuarios del bosque, que acaban por sobreexplotar sus recursos (Utting 1994, Barraclough and Ghimire 1995, Barborak 1992).

La inseguridad y los conflictos con las poblaciones locales han sido problemas comunes en el manejo de las áreas protegidas a lo largo y ancho de Centroamérica durante las pasadas dos décadas. La Reserva de Bosawás en Nicaragua, fue creada en 1991 sin consultar al grupo indígena Mayangna que habita la región desde hace siglos. Cuando los Mayangna se dieron cuenta de que el gobierno había establecido un área protegida que ponía restricciones para usar los recursos naturales, sintieron que podía perder el derecho de pescar, cazar y cultivar en las tierras que han habitado

tradicionalmente. Los Mayangna reaccionaron con enojo y desacreditaron cualquier propuesta posterior que les hiciera el gobierno (Howard 1998).

A principios de los 90, la agencia costarricense a cargo de la administración de los parques nacionales debía expulsar a los propietarios privados que tuvieran tierras en las regiones que fueron declaradas áreas protegidas, y compensarlos con nuevas propiedades o garantizarles empleo en otras zonas. Sin embargo, el gobierno carecía de la fuerza para sacar a los propietarios privados de los parques, y tampoco tenía dinero para compensarlos. Muchos campesinos pobres que fueron confiscados y expulsados de las áreas protegidas decidieron reasentarse en las tierras adyacentes a las reservas. Cuando la demanda de tierras se volvió demasiado aguda, los campesinos invadieron los parques nuevamente (Utting 1993). En los 80, Honduras incrementó significativamente el número de áreas protegidas, de modo que a inicios de los 90 este país contaba con unas 50 reservas que cubrían el 22% del territorio nacional. No obstante, sólo se habían diseñado planes de manejo en 5 de las 50 áreas protegidas. La protección de numerosas reservas era poco efectiva. Las más de medio millón de hectáreas de la Reserva de la Biosfera del Río Plátano eran administradas por solamente 12 empleados del gobierno, y se había hecho muy poco para involucrar a las poblaciones indígenas y campesinas en el manejo sostenible del ecosistema (Utting 1993, Richards 1997).

El tiro sale por la culata cuando los gobiernos intentan excluir a las poblaciones locales del acceso a los bosques. Cuando los actores locales sienten que ya no pueden obtener beneficios concretos de las áreas protegidas, pierden todo interés en la conservación del bosque. Se muestran incluso hostiles hacia las actividades de conservación, y comienzan a actuar de una forma todavía más destructiva con el objeto de obtener “tanto como puedan” antes de que comience a aplicarse la prohibición y se cierre todo acceso a los recursos forestales (Utting, 1993). Además, al separar a la gente del bosque, se pierde el conocimiento acumulado por las poblaciones locales acerca del uso de plantas y animales nativos que podrían ser conservados in situ (Wood 1995). En resumen, el modelo de conservación de la biodiversidad a través del establecimiento de grandes áreas protegidas que excluyen a los pobladores locales resulta poco práctico e incluso contraproducente en Centroamérica.

## 1.2 La importancia del manejo de las manchas de bosque

A pesar de que los grupos ambientalistas todavía abogan por el mantenimiento y la expansión de grandes reservas donde se minimice o elimine por completo la presencia humana como el instrumento más importante para la conservación de la biodiversidad (Brandon 1995), también reconocen la importancia de promover la conservación fuera de las grandes áreas protegidas a través del manejo de parches de bosque menores dispersos en medio del mosaico del paisaje (Turner y Corlett 1996). Las áreas protegidas de tamaño menor, clasificadas como Áreas Destinadas al Manejo de Hábitats y Especies (categoría IV de la UICN) y como Paisajes Terrestres y Marinos Protegidos (categoría V), también suman un porcentaje importante del total de territorios protegidos en el mundo (27% incluyendo ambas categorías) (ver Cuadro 1). Estas categorías son menos restrictivas que las primeras, pues permiten el uso de los recursos naturales por parte de las poblaciones locales bajo ciertas regulaciones. El objetivo es combinar la conservación de la diversidad de hábitats y especies con las necesidades económicas de las poblaciones locales. Si echamos un vistazo a las áreas protegidas en Centroamérica (Cuadro 2), también podemos observar el peso significativo que tienen este tipo de reservas a nivel de la región. Si juntamos las categorías IV (Áreas Destinadas al Manejo de Hábitats y Especies) y VI (Área Protegida de Recursos Naturales Bajo Manejo), las categorías menos restrictivas suman un 41% de las tierras protegidas en el istmo. También cabe notar que incluso las áreas protegidas bajo un régimen más estricto tienen un tamaño promedio de 50 km<sup>2</sup>, lo que indica la presencia de manchas menores en dichas categorías.

**Cuadro 2.**  
**Áreas protegidas en Centroamérica según las categorías de la UICN**

Categoría UICN	Nombre	Cantidad	Extensión (Km <sup>2</sup> )	%	% del total de la tierra	Tamaño promedio (Km <sup>2</sup> )
Ia/Ib	Reserva Natural de Uso Restringido	26	11,430	13%	2.11%	440
II	Parque Nacional	78	29,383	34%	5.41%	377
III	Monumento Natural	27	9,591	11%	1.77%	355
IV	Área Destinada al Manejo de Hábitats y Especies	163	14,150	16%	2.61%	87
V	Paisaje Terrestre / Marino Protegido	9	54	0%	0.01%	6
VI	Área Protegida para el Manejo de Recursos Naturales	81	21,441	25%	3.95%	265
<b>TOTAL</b>		<b>384</b>	<b>86,049</b>	<b>100%</b>	<b>15.85%</b>	<b>224</b>

Fuente: Green and Paine, 1997.

¿Tienen estos fragmentos de bosque alguna relevancia para la conservación de la biodiversidad? A pesar que estas pequeñas manchas no tienen las mismas características que las grandes áreas que han sido poco alteradas por el hombre, su importancia no debería despreciarse. Está claro que los vertebrados, en particular los mamíferos, tienen pocas posibilidades de sobrevivir en entornos altamente fragmentados. No obstante, los parches de bosque pueden jugar un papel importante en la preservación de plantas e invertebrados (Turner y Corlett 1996). Las manchas de bosque tropical húmedo pueden proveer refugio para aquellas especies que toleran un paisaje fragmentado, tales como los colibríes en la Amazonía Brasileña o algunos vertebrados frugívoros en el sur de México. Algunas aves migratorias neotropicales utilizan los fragmentos de bosque como refugios a lo largo de su ruta donde encuentran comida y abrigo durante determinados períodos del año (Turner y Corlett 1996). Las manchas que contienen bosques maduros pueden también ser de mucha relevancia para la recolonización de bosques jóvenes en los alrededores donde resulta muy difícil

el establecimiento de especies tardías en la sucesión si no existe una fuente colonizadora en las inmediaciones (Turner y Corlett 1996).

Se necesita profundizar las investigaciones para entender mejor el potencial de conservación que tienen los fragmentos de bosque, mediante el análisis de la viabilidad que tendrían pequeñas poblaciones de plantas y animales para tolerar la fragmentación del bosque bajo ciertas condiciones. Mientras tanto, conectar pequeñas manchas de bosque puede ser una estrategia valiosa para respaldar la conservación en grandes áreas que han experimentado una mínima alteración producida por las personas. Debe darse especial atención a la influencia humana en a configuración del mosaico del paisaje. Mediante la regulación de las prácticas humanas tales como quemas, extracción y limpieza del bosque a pequeña escala, podrían protegerse las manchas de bosque maduro y crear corredores de bosques secundarios que las conecten.

Al mismo tiempo, los actores locales pueden mejorar su calidad de vida al obtener una mayor variedad de productos sin tener que abandonar sus prácticas agrícolas (Badola 1998, Shafer 1999).

En Nicaragua, además de las grandes reservas creadas a principios de los 90 para proteger las selvas de la vertiente Atlántica del país, también han sido creadas una serie de pequeñas áreas protegidas en las regiones “deforestadas” del Pacífico y Centro del país (Cuadro 3 y Mapa 1. ). De las 61 áreas protegidas de Nicaragua incluidas en la lista de las Naciones Unidas en 1997, 54 eran pequeñas y medianas reservas clasificadas bajo la categoría IV de la UICN, según la cual se busca promover la conservación mediante la participación de la población local en el manejo sostenible de los recursos naturales (World Conservation Monitoring Center 1992 y 1997). El Ministerio de los Recursos Naturales y el Ambiente (MARENA), a cargo de la administración de las áreas protegidas, actualmente concentra sus esfuerzos y recursos en el manejo de unas pocas (cerca de 10) del total de áreas protegidas que han sido legalmente establecidas. Estas áreas priorizadas para programas de manejo son pequeñas reservas en las regiones Central y del Pacífico, donde los actores locales explotan activamente los recursos naturales. La presente investigación trata precisamente sobre la problemática de la conservación de los fragmentos de bosque aplicada al caso concreto de una Reserva Natural de tamaño modesto ubicada en el occidente del país.

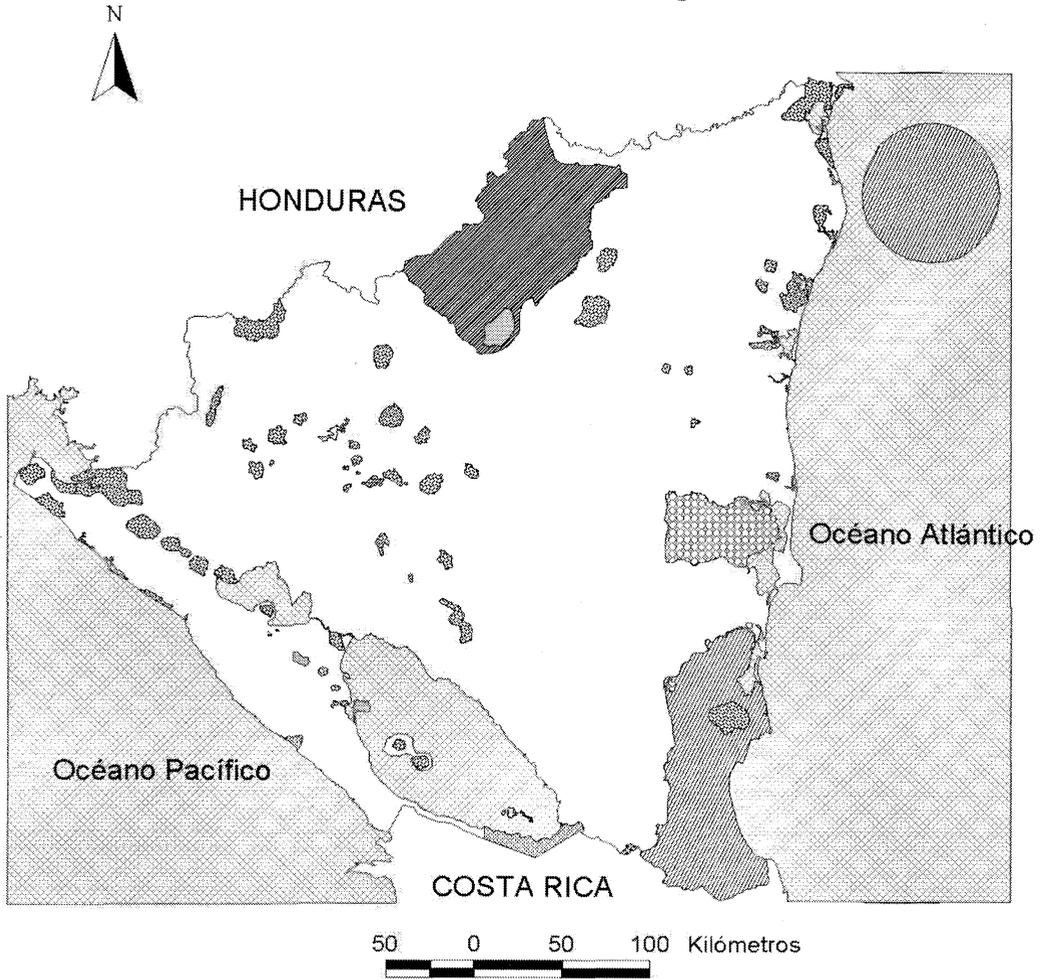
**Cuadro 3.**

**Breve descripción de las categorías de áreas protegidas en Nicaragua**

Categoría	Definición
Monumento Histórico	Área dedicada a la protección de sitios que tienen valores históricos, arqueológicos o culturales asociados con características del entorno natural. Actividades permitidas: investigación histórica, educación, turismo y recreación.
Monumento Nacional	Área con características naturales y culturales sobresalientes que le dan un valor único, y con una belleza escénica notable, que le confieren un interés nacional e internacional. Las actividades de manejo incluyen restauración del paisaje, investigación y educación ambiental, turismo y recreación.
Parque Nacional	Región relativamente amplia y habitada por poblaciones humanas, que comprende hábitats, paisajes y especies de importancia nacional e internacional. Actividades permitidas: Investigación científica, turismo y recreación, educación ambiental.
Refugio de Vida Silvestre	Sitio dedicado a la conservación y el manejo de hábitats y especies salvajes. Las actividades de manejo incluyen la manipulación de especies con fines científicos, y el uso de los recursos naturales para el beneficio de las poblaciones locales. Se permite el ecoturismo bajo una estricta regulación.
Reserva Biológica	Área prístina que contiene ecosistemas y hábitats de valor científico. Está categoría ha sido concebida para conservar los procesos ecológicos y la biodiversidad. Se permite el ecoturismo de bajo impacto.
Reserva Natural	Categoría dedicada a la conservación de paisajes, hábitats, belleza escénica, biodiversidad y rasgos culturales de importancia. De acuerdo a un plan de manejo, se permite la investigación científica y la educación ambiental, el turismo y el uso de los recursos naturales para el beneficio de las comunidades locales.
Reserva de Recursos Genéticos	Área protegida dedicada a la conservación de hábitats y especies de alto valor genético. Se permite la explotación selectiva y el enriquecimiento de especies, con el fin de mejorar la calidad genética de los recursos.

Fuente: Agenda 2000 editada por el Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente (MARENA).

Mapa 1.  
Áreas protegidas de Nicaragua



**CATEGORÍAS DE ÁREAS PROTEGIDAS**

- |   |   |
|---|---|
|  MONUMENTO HISTORICO           |  RESERVA BIOLÓGICA |
|  MONUMENTO NACIONAL            |  RESERVA FORESTAL  |
|  PARQUE NACIONAL               |  RESERVA GENÉTICA  |
|  REFUGIO DE VIDA SILVESTRE     |  RESERVA NATURAL   |
|  RESERVA NAC. DE RECURSOS (VI) |   |

Fuente: archivos del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR).

### 1.3 Cómo preservar la biodiversidad en un paisaje fragmentado

La preservación de la *biodiversidad* se considera uno de los objetivos centrales de la conservación de los recursos naturales. El término biodiversidad se ha vuelto tan popular y de uso tan amplio que ha perdido su significado técnico preciso (Barbour *et al.* 1999). En sentido estricto, la diversidad biológica se refiere al número de especies por unidad de área, que en términos técnicos se conoce como *riqueza de especies*. El término biodiversidad puede referirse no solamente a la diversidad de especies sino también a la diversidad de unidades más complejas tales como comunidades biológicas y ecosistemas (Noss 1999). La preservación de esta riqueza y variedad de formas biológicas en medio de un paisaje humanizado y fragmentado es objeto de crecientes preocupaciones por parte de la comunidad científica y de los ciudadanos en general.

Los modelos basados en la idea del equilibrio, tales como la teoría de la Biogeografía de Islas, predicen que existe un bajo nivel de riqueza de especies en paisajes fragmentados, puesto que las pequeñas manchas de bosque aisladas en medio de un entorno humanizado no proveen las mejores condiciones para que las poblaciones de plantas y animales puedan colonizar nuevas áreas y perpetuarse en el tiempo. Esta hipótesis ha sido corroborada a través de varios estudios empíricos que muestran la correlación entre el tamaño pequeño de los parches de bosque y los bajos niveles de riqueza de especies. Simberloff y Wilson (1970, 1976) probaron la hipótesis de la Biogeografía de Islas al eliminar toda la fauna de artrópodos de las islas de manglares en los Cayos de Florida (Florida Keys) y medir el proceso de recolonización. Encontraron que las islas situadas más cerca de la fuente de recolonización fueron repobladas por un mayor número de especies en comparación con las islas más distantes. Iida y Nakashizuka (1995) encontraron una correlación positiva entre el tamaño de la mancha de bosque y la riqueza de especies en un bosque suburbano en Japón.

Sin embargo, estos hallazgos no pueden ser generalizados tan fácilmente en todos los casos sin antes considerar las características específicas de las especies y los ecosistemas. Los bosques secos Centroamericanos, por ejemplo, han sido ampliamente eliminados y reducidos a unos cuantos pequeños fragmentos que cubren menos del 0.1% de su distribución original en la vertiente Pacífica del istmo (Gillespie *et al.* 2000). Sin embargo, no se encontró ninguna correlación entre el tamaño de los fragmentos y la riqueza de especies. Variables ambientales tales como el nivel de precipitaciones anual tampoco explican las diferencias. A pesar de las variaciones

existentes en cuanto a cobertura forestal y factores ecológicos, se encontró una gran diversidad de especies en áreas relativamente pequeñas, con diferentes combinaciones de especies dominando cada sitio. Estos resultados respaldan la idea de que muchas especies diferentes pueden coexistir en pequeñas áreas de bosques secos Neotropicales, tal como ocurre en las regiones Neotropicales húmedas. Un gran número de especies parecen adaptarse para sobrevivir en estas condiciones, y su distribución estaría explicada principalmente por el azar (Whitmore 1997).

Estas hipótesis que predicen tanto baja como alta riqueza de especies en pequeños fragmentos de bosque son todavía muy generales y mecánicas, pues no toman en cuenta factores que influyen en la dinámica forestal tales como las estrategias de vida de las especies, sus capacidades para adaptarse y enfrentar alteraciones como fuegos, huracanes, y otras modificaciones del medio causadas por los seres humanos tales como la explotación forestal. Cada árbol se considera igual a los demás, sin importar su edad, la posición social que ocupa en el bosque, su habilidad para resistir fuegos, y otros elementos de su comportamiento ecológico. Varios autores (Roberts y Gilliam 1995, Bengtson 1997) abogan por la necesidad de realizar más investigaciones para descubrir cuáles son los mecanismos que subyacen bajo la estructura y composición del bosque, en vez de investigar la biodiversidad *per se*. Existe un vacío de conocimientos sobre la ecología de las especies tropicales en general y del trópico seco Centroamericano en particular. Aunque una gran parte de la población del istmo depende de los bosques secos para extraer leña, madera y medicinas, existe muy poca información sobre la biología, ecología y silvicultura de las especies nativas (Sabogal 1992, Faurby y Barahona 1999). Tratar de explicar la diversidad y combinaciones de especies existente partiendo de una base tan débil es casi imposible.

Más allá de la creencia de que la fragmentación del bosque disminuye la diversidad de especies, los modelos basados en la idea del equilibrio también postulan que los bosques pasan por una secuencia lineal de cambios en la vegetación a través del tiempo hasta alcanzar un punto de clímax o equilibrio, en el que la riqueza de especies llega a su máximo nivel (Roberts y Gilliam 1995). Según este modelo, cualquier alteración causada por los seres humanos, tal como la extracción de madera, quemadas, pastoreo de ganado, extracción de leña o cualquier otra actividad, impide que el bosque alcance el punto de equilibrio y por tanto disminuye la riqueza de especies. Sin embargo, otros modelos que no están basados en la idea del equilibrio sugieren que las alteraciones que ocurren frecuentemente en la naturaleza modifican la composición del bosque de manera que las comunidades de árboles se encuentran

en cambio constante y nunca alcanzan un clímax estable. Estas alteraciones impiden que los mejores competidores lleguen a dominar por completo a las demás especies, y crean oportunidades para que un abanico más amplio de especies ocupen la misma área. Si las alteraciones ocurren en la naturaleza con una intensidad baja o moderada, se crea un balance entre los diversos tipos de especies, y la riqueza de especies llega a su punto máximo. Esta idea se conoce como la hipótesis de la alteración de nivel intermedio, desarrollada por Huston (1979). Cuando las alteraciones en vez de ser moderadas son frecuentes, intensas y afectan grandes áreas, una gran proporción de las especies serán eliminadas y será muy difícil recuperar el nivel previo de riqueza de especies. Esto es lo que se constató en una plantación abandonada de henequén en Yucatán, México, donde el bosque secundario repobló el terreno después de muchos años de monocultivo del henequén (Mizrahi *et al.* 1997). Al comienzo, la riqueza de especies aumentó a medida que la vegetación se desarrollaba, pero al cabo de 26 años de desarrollo forestal el bosque mostraba una composición de especies muy similar a la de otro rodal de 12 años de edad. Era de esperar que las especies tardías de la sucesión aparecieran en el bosque de mayor edad, pero éstas no aparecieron probablemente debido a que no había otros árboles de estas especies en los alrededores que sirvieran como fuente de semillas (Mizrahi *et al.* 1997). Otro ejemplo de alteración de la composición del bosque debido a la persistencia de actividades agrícolas ha sido documentada por Foster *et al.* (1998) en su estudio sobre las dinámicas forestales en el centro de Nueva Inglaterra (Estados Unidos). Tras la expansión de la agricultura en la región central de Massachussets durante el período colonial, los bosques experimentaron una amplia recuperación en el siglo XX debida principalmente al abandono de las fincas por parte de los agricultores. La composición de especies de los nuevos bosques era bastante homogénea a lo largo de la región, en contraste con el bosque pre-colonial en el que la composición de especies era más dependiente de las condiciones ambientales específicas de cada lugar. Una amplia alteración con consecuencias de largo plazo condujo a la homogenización de las especies a lo largo de toda el área de estudio (Foster *et al.* 1998).

Por tanto, el papel que juegan las alteraciones naturales y artificiales en la configuración de la composición del bosque no debe ser planteada de una manera simplista. Se necesita conocer de qué tipo específico de alteración se trata, su frecuencia, intensidad y amplitud, para poder inferir cuáles serían sus posibles efectos en la composición del bosque. Desde tiempos precolombinos existía en el Pacífico de Centroamérica una alta densidad poblacional de seres humanos que introdujeron importantes alteraciones en la vegetación (Sabogal 1992). A finales de los 90, la

mayor parte del bosque seco que existía en tiempos prehispánicos había sido eliminada, dando paso a un entorno profundamente humanizado. Existe escaso conocimiento, no obstante, sobre las características de las alteraciones que afectan los remanentes de bosque seco en Centroamérica. Existe, por ejemplo, un monitoreo muy incompleto sobre la frecuencia de los fuegos que afectan a las pequeñas áreas protegidas. Es común el pastoreo de ganado en áreas forestales durante los meses más críticos del verano, pero no existen estudios sobre esta dinámica y su impacto sobre el bosque. Otras prácticas que alteran el bosque con menor intensidad, tales como la extracción de leña o la extracción selectiva de madera para uso doméstico también han sido muy poco estudiadas.

Sabemos muy poco tanto sobre la naturaleza de las alteraciones causadas por los seres humanos como sobre la reacción de las especies forestales ante estas alteraciones. Para preservar la riqueza de especies en la región seca de Centroamérica y al mismo tiempo proveer productos forestales útiles para la gente que vive del bosque, es necesario explorar no solamente la riqueza de especies *per se*, sino también los factores que configuran la composición del bosque. Las prácticas humanas parecen ser uno de estos factores principales.

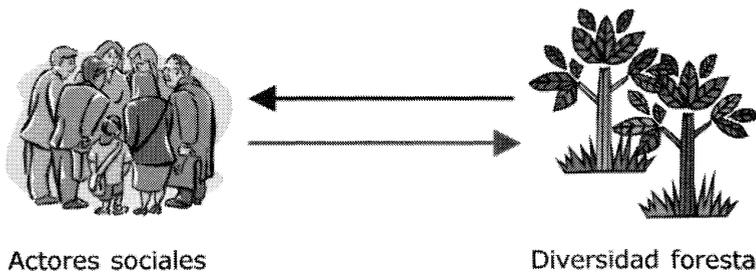


## 2. Pregunta central de la investigación

La pregunta central que esta investigación intenta responder es cómo los principales grupos humanos que habitan una Reserva Natural en el occidente de Nicaragua contribuyen (o no) a la conservación de la diversidad de especies arbóreas del bosque seco, con énfasis en la conservación de las especies tardías de la sucesión. Cuatro preguntas específicas se desprenden de esta pregunta general (Figura 1)

1. ¿Cómo transforman el paisaje los seres humanos? ¿Las poblaciones locales contribuyen a la fragmentación del bosque? ¿Cuál es la estructura del paisaje que resulta de estas transformaciones?
2. ¿Qué tipo de manejo le dan al bosque los diferentes grupos sociales, tales como los grandes productores cafetaleros o las familias campesinas? ¿Queman el bosque para plantar cultivos, cortan madera selectivamente o protegen pequeñas manchas de bosque? ¿En qué forma y por qué lo hacen? ¿Cuál es el impacto de estas prácticas en la composición de especies del bosque?
3. ¿De qué manera valoran la riqueza de especies los diferentes grupos humanos? ¿Qué bienes y servicios, tales como madera, leña y protección contra la erosión del suelo, obtiene la gente del bosque?
4. ¿Cuál es el nivel de riqueza de especies en estos parches de bosque? ¿Cuál es la composición de especies y la estructura del bosque? ¿Cuáles son los principales factores que explican estas características de los bosques?

**Figura 1. Pregunta central de la investigación**



Actores sociales

Diversidad forestal

## 2. Pregunta central de la investigación

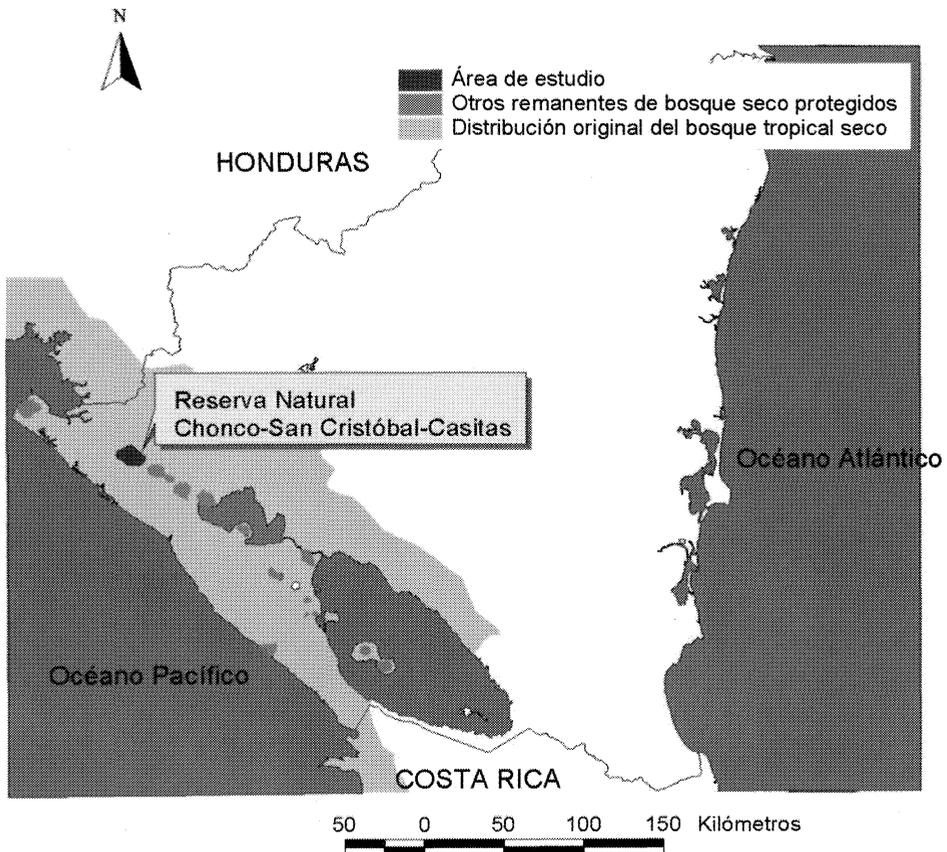
---

Para responder a estas preguntas, la investigación se centrará solamente en uno de los tipos de bosque que se encuentran en el área de estudio: el bosque de hoja ancha. El estudio se desarrolla en este tipo de bosque porque es más rico en su composición de especies y provee una mayor variedad de bienes y servicios para las poblaciones locales, que van desde leña hasta sombra para las plantaciones de café. El estudio se limita a una pequeña área geográfica donde las condiciones ecológicas, tales como altitud, tipo de suelos, precipitaciones, vientos y otras, son similares, de modo que las diferencias encontradas se deban más a la influencia humana que a la variabilidad natural de los ecosistemas. Las variaciones naturales se deberán principalmente a las características de micro-sitios particulares dentro del área de estudio, tales como las aristas y crestas de las montañas que retienen menos humedad comparadas con los terrenos cóncavos. El tamaño del área de estudio debe ser lo suficientemente pequeño para garantizar la homogeneidad ecológica, pero lo suficientemente grande para incluir una diversidad suficiente de grupos humanos que represente al menos algunos de los dueños de bosque más importantes en la Reserva.

### 3. El área de estudio: una Reserva Natural en el occidente de Nicaragua

Con el objeto de analizar el problema del manejo de pequeñas áreas protegidas rodeadas de un paisaje altamente humanizado, escogí como área de estudio para la presente investigación una pequeña Reserva Natural ubicada en la cadena volcánica que se eleva sobre las planicies del occidente de Nicaragua (Mapa 2).

Mapa 2. Ubicación del área de estudio



Esta pequeña área protegida fue establecida oficialmente en 1983 bajo la categoría de Reserva Natural, y abarca las tierras altas de tres volcanes agrupados en una pequeña cordillera: “Chonco” (1,105 m.s.n.m.), “San Cristóbal” (1,745 m.s.n.m.) y “Casitas” (1,405 m.s.n.m.). Los límites de la Reserva están definidos por la cota altitudinal de los 300 m.s.n.m. Todas las tierras situadas por encima de este nivel altitudinal forman parte del área protegida, que abarca un total de 17,950 hectáreas, de las cuales el 60% corresponden al municipio de Chinandega. Otras dos municipalidades, Chichigalpa y Posoltega, también abarcan parte de la Reserva.

El área de estudio se sitúa en la región seca que se extiende a lo largo de la vertiente Pacífica del país. En esta zona en particular, el régimen de precipitaciones es relativamente alto dentro de los márgenes del trópico seco (1400 a 1800 mm de lluvia al año), y el período seco es menos marcado (INETER 1997). Este bosque protegido es un remanente de lo que fue el bosque seco de hoja caduca que se extendía a lo largo de toda la región del Pacífico de Nicaragua. Hoy en día, sin embargo, los bosques de las planicies que rodean la Reserva han sido eliminados para aprovechar los suelos fértiles de origen volcánico para desarrollar la agricultura.

La Reserva Natural “Conco-San Cristóbal-Casitas” fue creada junto con otras áreas protegidas similares establecidas en la cadena volcánica que se extiende de norte a sur, con el objeto de proteger los bosques remanentes de las tierras altas de la presión de la frontera agrícola que subía desde las planicies fértiles. En las faldas y cumbres de los tres volcanes encontramos dos ecosistemas importantes:

1. El *bosque de hoja ancha* cubre un área significativa de las faldas de los volcanes, y contiene muchas de las especies de árboles nativos típicas del bosque seco del Pacífico de Nicaragua. De acuerdo al informe elaborado por Cedeño en 1987, el 37% del área total de la Reserva (unas 6,600 hectáreas) estaba cubierto por un bosque denso y cerrado, y había otras 700 hectáreas de plantaciones de café que conservaban una cobertura forestal.
2. El *bosque de pino* (*Pinus oocarpa*), disperso en pequeñas manchas en medio de 3,000 has. de pastos en las partes más altas de los volcanes San Cristóbal y Casitas, representa la población de pino natural que alcanzó el límite sur de la distribución de la especie en el continente (los bosques de pino plantados en América del Sur son introducidos artificialmente). El bosque de pino no está tan extendido en las faldas de los volcanes como el bosque de hoja ancha. La

distribución del pino se limita a los suelos más ácidos y arenosos que se encuentran solamente en las cumbres de estos dos volcanes, por encima de los 700 m.s.n.m.

A pesar que las tierras altas de los volcanes fueron declaradas área protegida, los bosques remanentes que están dentro de la Reserva se encuentran bajo la fuerte presión de las tierras agrícolas y de los pastizales de las planicies que van avanzando hacia arriba. A lo largo del siglo XX, grandes empresarios agrarios desplazaron la agricultura tradicional que existía en las planicies para introducir cultivos destinados a la exportación tales como banano, caña de azúcar y algodón, forzando a los campesinos a emigrar hacia las ciudades o hacia las tierras altas de los volcanes. Familias relativamente adineradas también adquirieron propiedades en las tierras altas, algunas de ellas dedicadas a la producción ganadera, pero la mayoría dedicadas al cultivo del café. Debido a esta apropiación gradual de las tierras altas, se estima que el 85% de la Reserva está en manos privadas. Hay dueños de diversos tipos, incluyendo grandes y medianos productores, campesinos individuales u organizados en cooperativas, y propiedades del Estado que están a punto de ser privatizadas (Areas 1998). En teoría, el Estado de Nicaragua es el propietario del restante 15% de las tierras de la Reserva que no tienen un dueño particular. Sin embargo, recientemente se han reportado varios casos de apropiación privada de *facto* de estas tierras de nadie, dando continuidad a la tendencia histórica de apropiación privada de las tierras forestales de las faldas de los volcanes.

Los distintos actores sociales que habitan la reserva y sus alrededores modifican la extensión y la composición del bosque de acuerdo a la racionalidad económica de cada uno. Los principales usuarios del bosque son (Barahona y Mendoza 1998):

- Medianos y grandes productores de café que poseen propiedades en las faldas de los volcanes.
- Medianos ganaderos que poseen tierras en las faldas de los volcanes y en las planicies.
- Campesinos individuales que viven en comunidades al pie de los volcanes. También existen cooperativas de campesinos que recibieron tierras de la reforma agraria de los 80, que poseen pequeñas parcelas de tierra.

### 3. El área de estudio...

---

- Pequeños campesinos de las planicies que siembran cultivos temporales en las partes altas.
- Campesinos sin tierras de las partes bajas que suben a los bosques de las partes altas a cazar venados y otros animales de menor tamaño, y a extraer miel.
- El Ingenio “San Antonio”, que está extendiendo sus plantaciones de Eucaliptus camaldulensis al pie de los volcanes con el objeto de abastecer de leña su planta termoeléctrica.

Cada uno de estos actores locales contribuye o amenaza la conservación del bosque en una forma particular. Mientras que los productores cafetaleros tienden a mantener la cobertura forestal para proveer de sombra a las plantas de café, los ganaderos prefieren eliminar la cobertura forestal para ampliar sus pastizales. En medio de estos dos extremos, las familias campesinas tienen un mosaico de tierras agrícolas mezcladas con parches de bosque secundario. Los diferentes grupos que suben desde las tierras bajas (campesinos sin tierras, cazadores y extractores de miel) con frecuencia inician fuegos en las áreas públicas que pueden extenderse fácilmente a otras áreas. Aunque estos fuegos no eliminan totalmente la cobertura forestal, probablemente tienen un impacto importante en la estructura y composición del bosque. Sin embargo, es muy difícil identificar con precisión quiénes son estas personas que vienen desde las planicies y conocer las prácticas que realizan en el bosque. No existen estudios que documenten el impacto que causan en la composición y estructura del bosque.

Aunque la categoría de Reserva Natural escogida para clasificar el área protegida en estos volcanes, que corresponde a la categoría intermedia número IV en la clasificación de la UICN, reconoce la necesidad de involucrar a los actores locales en la conservación del bosque, se ha desarrollado muy poca investigación sobre el impacto de las prácticas humanas en la composición y extensión del bosque. La cobertura vegetal y el uso de la tierra en la reserva están plasmados en un mapa y han sido caracterizados en términos generales, pero sin precisar cuál es la composición del bosque y cuáles son las prácticas de manejo que influyen en ella. El objetivo de esta investigación es, precisamente, conocer con mayor profundidad el estado del bosque y entender mejor las prácticas que lo transforman.

---

## 4. Metodología

Para responder a la pregunta central de la investigación en sus cuatro aspectos específicos, fue necesario combinar variadas fuentes de información y poner en práctica diversas técnicas de recolección y procesamiento de datos comúnmente utilizadas en disciplinas científicas como Geografía, Ecología y las Ciencias Sociales en general. El primer paso de la investigación consistió en la recolección de fuentes secundarias de información sobre el área de estudio, para obtener un conocimiento general de las características sociales y ecológicas del lugar y delimitar el sitio donde llevar a cabo el trabajo de campo. Una vez delimitada el área de estudio, tres tipos principales de información fueron recolectados y procesados:

- a) *Información geográfica*, que consistió en mapas y fotografías aéreas, fue interpretada para identificar los principales cambios en la estructura del paisaje.
- b) *Entrevistas a los dueños de bosque* que aplican prácticas de manejo similares, con el objeto de entender su racionalidad hacia el bosque y conocer el tipo de manejo que le dan.
- c) *Muestreo de la vegetación arbórea*, realizado en distintas manchas de bosque que se encuentran bajo un régimen de manejo similar, con el objeto de analizar la riqueza de especies, composición y estructura del bosque.

A continuación se describe con mayor detalle los pasos seguidos en la recolección y procesamiento de la información.

### **4.1 Recolección de información general sobre el uso de la tierra y el bosque en la Reserva Natural**

Busqué información secundaria sobre el uso de la tierra y el manejo del bosque con el objeto de definir un área de estudio más pequeña dentro de la reserva donde las

condiciones ecológicas fueran homogéneas pero donde al mismo tiempo existieran diferentes prácticas de manejo del bosque y diferentes tipos de dueños de bosque. Areas (1998) preparó un informe sobre las características ecológicas y sociales de la región como base para un futuro plan de manejo de la reserva. El informe contiene, entre otra información valiosa, estimaciones sobre la extensión y ubicación de los remanentes de bosque, la composición general de especies, y una lista de los dueños de tierras en la reserva. Entrevisté en varias ocasiones al autor de este documento, William Areas, quien conoce muy bien la región y sirvió como uno de los informantes claves. La información que brindó fue de gran ayuda para ubicar posibles sitios donde realizar el muestreo forestal y también me ayudó a contactar a los dueños de bosque a entrevistar.

También busqué otros informes de muestreos forestales realizados en el área de estudio (Cuadro 4). La mayoría de ellos emplearon metodologías diferentes y corresponden a muestreos realizados en pequeñas áreas ubicadas en diferentes puntos de las faldas de los volcanes. Recolecté los siguientes informes de muestreos forestales:

**Cuadro 4.**  
**Muestreos forestales realizados en la Reserva Natural**  
**Chonco-San Cristóbal-Casitas.**

Sitio	Tipo de bosque	Autor	Año
Toda la Reserva	Areas con diversas características	IRENA (Instituto de Recursos Naturales y el Ambiente)	1986
Finca cafetalera "Las Banderas"	Bosque maduro dominado por <i>Brosimum alicastrum</i>	Fundación Nicaragua Verde	2000
Finca cafetalera "S.C. Rojas"	Bosque maduro que combina especies pioneras y tardías, pero con una diversidad limitada.	Proyecto "Pikín Guerrero"	1996
Bosque comunal "El Quebrachal"	Bosque joven dominado por especies pioneras	Proyecto "Pikín Guerrero"	1995

---

## 4.2 Selección del sitio

Sobre la base de la información anterior, el próximo paso fue escoger un sitio específico donde realizar los muestreos forestales y las entrevistas, que cumpliera con los siguientes criterios:

- Su cobertura vegetal es el bosque de hoja ancha.
- Se encuentra ubicado en un rango altitudinal que va de los 300 m.s.n.m. (la línea que define los límites de la reserva) y los 500 m.s.n.m. Esta es la franja donde se encuentra la mayor parte del bosque de hoja ancha.
- Los tipos de suelo en el área son similares.
- Es un área geográfica compacta, y no un conjunto de puntos dispersos en toda la reserva. Este criterio es importante para mantener las similitudes ecológicas.
- Existe un cierto grado de heterogeneidad social, pues comprende al menos tres tipos de grupos humanos distintos.

El principal problema que tuve al escoger el sitio específico para realizar el trabajo de campo fue encontrar la manera para incluir la heterogeneidad social en un área relativamente pequeña. Las fincas cafetaleras se extienden sobre grandes áreas, pues tan sólo un par de ellas cubren una gran porción de las tierras dentro de los límites de la reserva. Para tener muestreos de diferentes plantaciones de café fue necesario desplazarse entre sitios distantes. Además, otros tipos de dueños de bosque tales como pequeños campesinos individuales, cooperativas y el gobierno local de Chichigalpa, no siempre se encuentran cerca de las fincas de café. Por tanto, fue necesario ensanchar el área de estudio para incluir propiedades que pertenecieran a distintos grupos sociales.

Decidí trabajar en un área considerablemente más grande para abarcar esta diversidad social. Concentré entonces mis esfuerzos en el estudio del lado sur de los tres volcanes, incluyendo áreas cuyas altitudes están entre los 200 y 600 m.s.n.m. Escogí la cara sur de los volcanes porque por aquí se accede a los principales caminos que llevan a las haciendas de café, donde están los bosques maduros mejor preservados. También

augmenté la franja altitudinal para incluir algunas propiedades de pequeños campesinos al pie de los volcanes y en particular el bosque público administrado por la municipalidad de Chichigalpa. Debido a esta ampliación del área de estudio, no fue posible mantener la homogeneidad ambiental, sobre todo en lo que se refiere a la topografía y a la textura del suelo. En las tierras altas del San Cristóbal, el volcán más joven, los suelos tienen una textura más gruesa que la de los suelos más viejos de las faldas del volcán Casitas. La topografía en el Casitas es más irregular y quebrada que en el San Cristóbal. Estos factores ambientales deben ser tenidos en cuenta a la hora de explicar las diferencias en la composición forestal de los diferentes sitios muestreados.

Entrevisté a una diversidad de dueños de bosque y realicé una serie de muestreos forestales en diversos tipos de propiedades (Mapa 3.). Como se mencionó anteriormente, estas propiedades se concentran en las faldas de la cara sur del complejo volcánico, pero están distribuidas a lo largo de un área relativamente grande. Los productores cafetaleros son el grupo mejor representado en las entrevistas, pues visité las fincas y/o entrevisté prácticamente a todos los productores cafetaleros que existen en la reserva. Prioricé este grupo social porque ellos son los dueños de los bosques de mayor edad y mejor preservados en la región. Fue muy difícil encontrar otros tipos de propietarios que tuvieran áreas forestales en sus fincas. Además de los cafetaleros, encontré un área municipal manejada por el gobierno local de Chichigalpa, que contiene una importante mancha de bosque maduro. También está la comunidad campesina de “El Pellizco”, que se encarga del manejo de un bosque joven en las faldas del San Cristóbal. Algunos campesinos individuales y miembros de cooperativas también poseen pequeñas manchas de bosques jóvenes en sus propiedades. Sin embargo, algunas de estas áreas todavía forman parte de un ciclo de barbecho agrícola, donde se practica la roza y quema del bosque cada cierto número de años, de modo que se le da poca oportunidad al bosque para madurar. Solo pude realizar el muestreo en una de las manchas de bosque en las tierras de un pequeño campesino, y entrevisté relativamente pocas personas en este grupo. De hecho, es el grupo social con menor representación en el estudio. Según el Mapa 3, las propiedades incluidas en esta investigación suman un área total de 89.9 km<sup>2</sup>, que corresponde al 50% del área total de la Reserva Natural. Estos datos se basan en la información del Catastro Nacional que data de principios de los 60 (que no ha sido actualizada hasta hoy), y algunos de los límites de propiedades han cambiado. Por eso esta referencia debe ser tomada con precaución.

Mapa 3. Dueños de bosque en la cara sur del complejo volcánico Ch-Sc-C



### **4.3 Análisis de los cambios en la cobertura vegetal a través la comparación de fotografías aéreas de 1954 y 1996**

Con el propósito de evaluar la evolución de los remanentes de bosque y la configuración general del paisaje a través del tiempo, interpreté y comparé dos juegos de fotografías aéreas del área de estudio tomadas en 1954 y 1996 respectivamente. El área que abarcan y las escalas de las dos series de fotos son diferentes. Las fotos de 1954 fueron tomadas a una escala de 1:64,000 y cubren un área más amplia que incluye las planicies agrícolas que rodean la ciudad de Chinandega, al suroeste de la reserva. Las fotos de 1996 muestran una escala de 1:40,000 y el área que abarcan se limita a una zona más estrecha en las faldas de la cara sur de los tres volcanes.

Los dos juegos de fotos aéreas fueron convertidos a formato electrónico utilizando un scanner y luego georeferenciados con la ayuda de la extensión para Análisis de Imagen del software ArcView GIS, de manera que ambas series pueden superponerse en forma de “capas”. Observando las fotos rectificadas en la computadora, digitalicé los diferentes parches de vegetación y elaboré un mapa de cobertura vegetal para cada año. El siguiente paso fue superponer los dos mapas de cobertura vegetal e identificar los principales cambios ocurridos en el área donde las dos series de fotos se interceptan.

### **4.4 Entrevistas semi-estructuradas a los dueños de bosque**

Con el objeto de descubrir cómo los diferentes grupos humanos valoran y utilizan el bosque, realicé una serie de entrevistas semi-estructuradas a los dueños de bosque que representan la diversidad social que se encuentra en la reserva (Cuadro 5).

**Cuadro 5.**  
**Entrevistas a los dueños de bosque (Reserva Natural Ch-Sc-C)**

Grupo social	Personas entrevistadas	Total de personas*
Grandes cafetaleros	3	3
Medianos cafetaleros	8	10
Comunidad campesina	6	23
Campesinos individuales	3	6
Miembros de cooperativas	8	32
Gobierno municipal	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>74</b>

\* Número total de dueños de bosque de cada grupo social en el sitio específico de estudio, la cara sur del complejo volcánico Chonco-San Cristóbal-Casitas. En el caso del gobierno municipal, se refiere al número de funcionarios encargados del manejo del bosque.

Los principales aspectos de las entrevistas fueron:

*Información general sobre los propietarios y la propiedad:* tamaño de la propiedad, uso pasado y reciente de la tierra (incluye un diagrama de la finca), ciclo de barbecho, tamaño y composición de la familia, otras actividades económicas más allá de la explotación de la tierra.

*Características de los diferentes parches de bosque que existen en la propiedad:* tamaño, edad, especies de árboles dominantes.

*Usos del bosque,* incluyendo diferentes productos forestales (madera, leña, medicinas, caza) y servicios (amortiguamiento del viento y la lluvia, fertilización del suelo, y otros) (Jantzi *et al.* 1998). ¿Cuáles son las especies de árboles de mayor utilidad? ¿En qué períodos del año y con qué frecuencia se extraen productos del bosque? ¿Qué peso tienen los productos forestales dentro del conjunto de la economía familiar? ¿Qué tanto dependen del bosque para sobrevivir? ¿Cómo se verían afectados si hubiera una disminución en la diversidad forestal? ¿Qué diferencias existen en el uso del bosque entre los distintos miembros de la familia?

Prácticas de manejo de la vegetación y su efecto sobre la diversidad forestal. Incluye el uso del fuego, la eliminación de la cobertura vegetal, la extracción selectiva de árboles, protección de algunas especies de árboles, y otras prácticas que alteran el bosque. ¿En qué períodos y con qué frecuencia se realizan estas prácticas? ¿Los dueños de bosque estarían interesados en modificar sus prácticas para producir un cambio específico en la composición y extensión del bosque? Por ejemplo, para proteger las manchas de bosque de los fuegos, para permitir que los bosques secundarios se desarrollen durante un tiempo más largo antes de tumbarlos de nuevo, etc.

*Interés en la preservación del bosque.* ¿Qué porcentaje de la propiedad estarían dispuestos a dejar bajo cobertura forestal? ¿Tienen interés en proteger o facilitar el desarrollo de manchas de bosque maduro? ¿Qué especies de árboles prefieren conservar?

Con los datos obtenidos a partir de las entrevistas, elaboré una base de datos en formato de Microsoft Access que resume la información de 18 entrevistas (las comunidades campesinas y cooperativas están registradas como una entrevista individual, aunque en la práctica son el resultado de las entrevistas a varias personas). Esta base de datos puede ser consultada en el CD que se adjunta a este libro.

## 4.5 Muestreos forestales

### *Ubicación de los sitios de muestreo*

Con el objeto de estudiar la riqueza y composición de especies, realicé una serie de muestreos forestales en diferentes sitios de las fincas que pertenecen a algunos de los dueños de bosque entrevistados previamente. La distribución de los sitios de muestreo pretendía cubrir la variedad de tipos de parches de bosque existentes en la reserva. Los dos criterios fundamentales utilizados para clasificar los diversos tipos de bosque fueron sus sistemas de manejo (si se trata de un cafetal, un bosque joven que forma parte de un ciclo de barbecho o un bosque maduro relativamente bien conservado) y su edad aparente (bosque maduro, bosque joven o regeneración incipiente). Basado en estos criterios, elaboré una clasificación muy simple de los tipos de bosque que incluye:

- a) Cafetales con cobertura forestal
- b) Bosques maduros
- c) Bosques jóvenes, algunos de ellos son parte de un ciclo de barbecho agrícola.

El siguiente paso fue distribuir los muestreos de manera que cubrieran los distintos tipos de bosque (Cuadro 6). En total realicé 12 muestreos, 3 de ellos en cafetales, 5 en bosques maduros y 4 en bosques jóvenes. En algunos casos no fue posible completar el muestreo, de modo que sólo cuento con un muestreo completo de un bosque joven y 3 muestreos completos de bosques maduros.

**Cuadro 6.**  
**Muestreos forestales realizados (Reserva Natural Ch-Sc-C).**

Código	Tipo de bosque	Finca	Dueño	Ubicación	Tamaño de la mancha* (ha)	Puntos muestreados
C-Concha	Cafetal con bosque	La Concepción	Ariel Terán Vargas	Casitas	35	20
C-Rojas	Cafetal con bosque	San Cristóbal de las Rojas	Isabel Tijerino de Gurdián	Chonco & S. Crist.	56	20
C-Srafael	Cafetal con bosque	San Rafael	Eduardo Paniagua	Chonco	71	20
OF-Argelia	Bosque maduro	Argelia	Enrique Herdocia & familia	Casitas	510	20
OF-Chichi	Bosque maduro	Las Brisas	Gobierno Municipal de Chichigalpa	S. Cristóbal	35.2	20
OF-Concha	Bosque maduro	La Concepción	Ariel Terán Vargas	Casitas	207	1
OF-Rojas	Bosque maduro	San Cristóbal de las Rojas	Isabel Tijerino de Gurdián	Chonco & S. Crist.	147	20
OF-Srafael	Bosque maduro	San Rafael	Eduardo Paniagua	Chonco	114	20
YF-Quebra	Bosque joven	El Quebrachal	Comunidad campesina de "El Pellizco"	S. Cristóbal	281.7	20
YF-Meyrat	Bosque joven	Apastepe	Alain Meyrat	Casitas	48	14
YF-Roger	Bosque joven	San Antonio	Róger Aguilar	S. Cristóbal	42	3
YF-Versailles	Bosque joven	Versailles	Cooperativa "Pikín Guerrero"	Casitas	205	8

\* Es el tamaño aproximado dentro de los límites de la finca. En el caso de algunos bosques maduros como OF-Argelia, OF-Rojas y OF-Concha, la mancha de bosque se extiende mucho más allá de los límites de la propiedad.

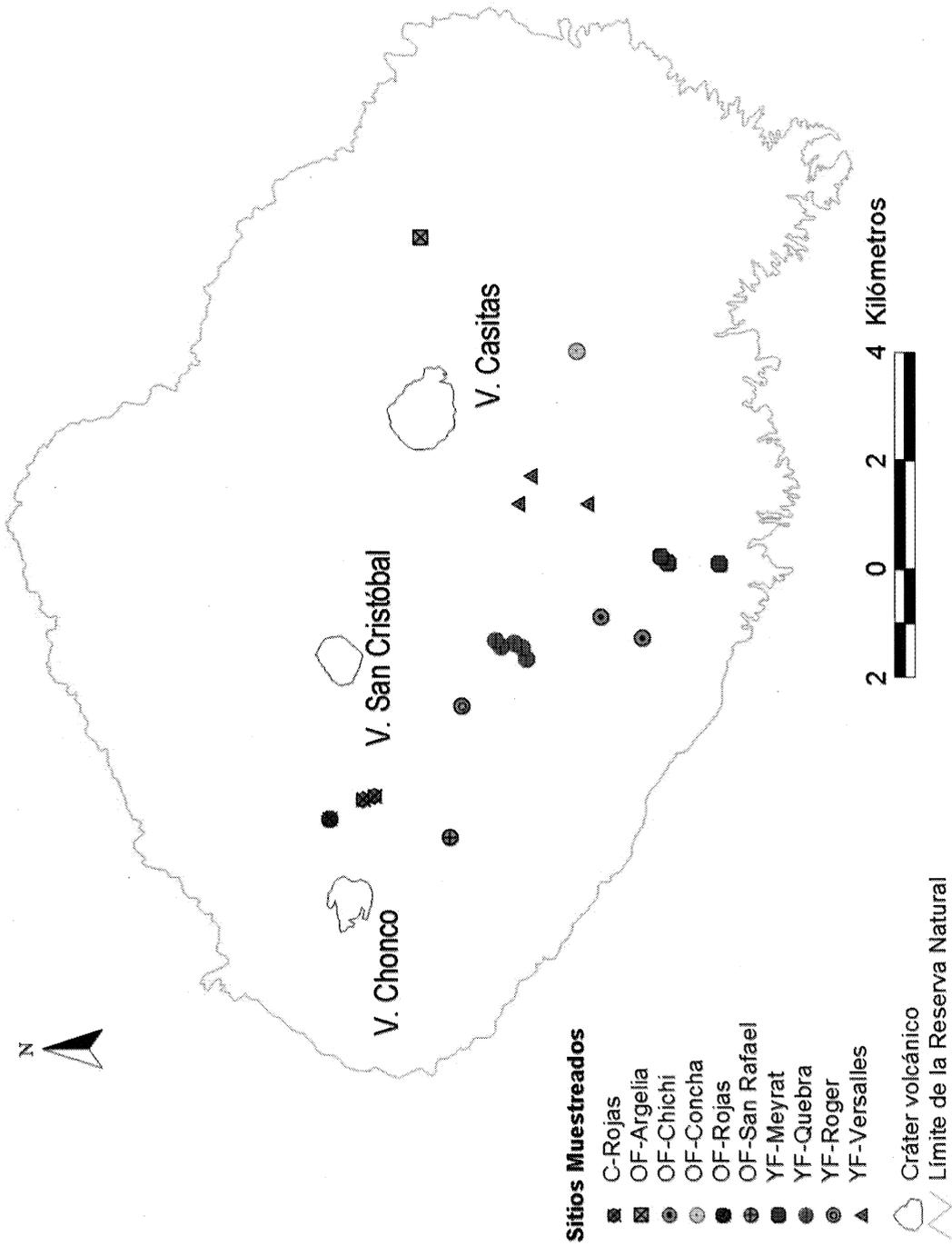
La clasificación de los rodales como maduros o jóvenes se basó en la información sobre la historia del uso de la tierra y las observaciones sobre el tamaño de los árboles y las especies. El bosque llamado “El Quebrachal” (YF-Quebra), clasificado como un rodal joven, era un campo agrícola y de pastoreo en 1990, y contiene árboles de diámetro pequeño de especies pioneras que han poblado el sitio recientemente. YF-Roger es un bosque contiguo de características similares, situado en la propiedad de un campesino individual que comenzó a proteger los matorrales en su finca alrededor de la misma época. El bosque que existe en la cooperativa Versailles (YF-Versailles) es todavía más joven, y puede ser considerado como un matorral que forma parte de un ciclo de barbecho agrícola que puede ser tumbado y quemado de nuevo. Todas estas manchas de bosque joven están rodeadas por un mosaico de tierras agrícolas, áreas de pastoreo y matorrales bajo barbecho, separados de las áreas más grandes de bosque maduro que existen en la reserva.

El caso de YF-Meyrat es bastante peculiar. Este bosque se encuentra en un cafetal que ha sido afectado por fuegos que crearon una mezcla de plantaciones de café, pequeños rodales dispersos de árboles maduros, bosques jóvenes y matorrales. A diferencia de otras manchas de bosque joven que surgieron a partir de un campo abierto, el bosque joven muestreado en YF-Meyrat forma parte de un conjunto más complejo de manchas de bosque de densidades y niveles de desarrollo diferentes.

En general, los rodales de bosque maduro forman parte de parches de bosque más grandes que han sido poco afectados por fuegos y otras alteraciones, y contienen árboles de diámetros grandes de especies post-pioneras y tardías. Este es el caso de OF-Argelia, OF-Rojas y OF-Concha, que se encuentran bien protegidos en medio de grandes fincas cafetaleras. Una notable excepción es OF-Chichi, un pequeño parche de bosque maduro (de solamente 35.2 ha) aislado en medio de campos agrícolas y pasturas. OF-San Rafael también limita con tierras agrícolas en uno de sus costados, y ha sufrido el efecto de alteraciones ocasionales y de pequeña escala.

Se registraron las coordenadas geográficas de algunos puntos a lo largo de los transectos de muestreo utilizando una unidad receptora de GPS, excepto en el caso de OF-Argelia y OF-San Rafael, cuya ubicación en el mapa es menos precisa (Mapa 4. ). Como puede apreciarse en el mapa, la ubicación de los sitios de muestreo está distribuida de forma bastante pareja a lo largo de las tierras forestales de la mitad sur de la reserva.

Mapa 4. Ubicación de los sitios muestreados



### ***Método de muestreo***

El método de muestreo utilizado en esta investigación intenta cubrir la máxima heterogeneidad de especies de árboles dentro de los parches, tomando en cuenta al mismo tiempo las limitaciones de tiempo y recursos. En algunos casos, como ocurrió en los bosques maduros de las fincas cafetaleras, tuve que lidiar con manchas de bosque considerablemente extensas. El tamaño de estas manchas era hasta de cientos de hectáreas, por lo que era muy difícil cubrir un alto porcentaje de su área con el muestreo. Dado que me tocaba realizar el muestreo solo, con la única ayuda de un campesino, necesitaba un método que me permitiera cubrir la mayor cantidad de área con los recursos mínimos.

Decidí que el método de muestreo más apropiado era medir árboles a lo largo de una línea o transecto, en vez de utilizar el método de cuadrantes que consiste en medir árboles dentro de parcelas con un área definida. Escogí el método de muestreo de cuartos alrededor de un punto central (PCQ, por sus siglas en inglés), que consiste en medir los cuatro árboles más cercanos alrededor de varios puntos distribuidos a lo largo de la línea o transecto (Barbour *et al.* 1998). El área alrededor de cada punto se divide en cuatro cuartos, cada uno con un ángulo de 90°, y se mide el árbol más próximo en cada cuarto. En cada sitio muestreado distribuí un mínimo de 20 puntos sobre la longitud total del transecto. Para ubicar los puntos de muestreo, dividí el total del transecto en 20 segmentos de igual longitud, y luego coloqué al azar un punto dentro de cada segmento.

Según el tamaño y la forma de la mancha de bosque, concentré o dispersé esta cantidad fija de puntos a lo largo de los transectos. En algunos casos dividí los transectos en más de una sección para poder abarcar un área más amplia dentro de la mancha de bosque. Tracé, por ejemplo, dos transectos de 10 puntos cada uno para cubrir las dos mitades una una mancha alargada. No obstante, algunos de los transectos no pudieron ser completados en sitios donde la topografía era demasiado quebrada y las pendientes demasiado pronunciadas, o donde la vegetación era tan joven y llena de lianas y vainas que no se podía caminar a través de ella. Por eso algunos de los muestreos aparecen como incompletos en el Cuadro 6.

Dos grandes tipos de variables fueron registradas en el muestreo:

*Características de la vegetación arbórea:* Sólo se tomaron en cuenta árboles con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)  $> 4$  cm. Medí el DAP con el propósito de poder calcular, más tarde, la dominancia, y la distancia desde el punto de muestreo hasta el árbol para luego poder calcular la densidad. También registré un valor que representa la posición social del árbol con respecto a los demás (si es dominante, codominante o dominado) y otro valor que indica el estrato del bosque en que se encuentra el árbol (alto, medio, bajo). Luego realicé por separado un muestreo sólo para los árboles  $\leq 4$  cm de DAP, registrando únicamente una categoría de altura y la distancia hasta el punto sobre la línea de muestreo. Estos árboles pequeños fueron clasificados en tres categorías:  $< 0.5$  m.,  $0.5$  a  $1.5$  m., y  $> 1.5$  m.

*Variables ambientales:* incluidas topografía, porcentaje de pendiente, textura aparente del suelo (medida por medio del tacto), y una estimación del porcentaje de cobertura de copa. Estas medidas fueron tomadas en uno de cada 5 puntos del transecto, y luego promediadas o indexadas para obtener un valor representativo de todo el sitio muestreado.

Todas las mediciones fueron archivadas en una base de datos que está enlazada con la base de datos de las entrevistas a los dueños de bosque a través de un campo o variable común, de modo que cada muestreo corresponde a la información de uno de los dueños de bosque.

Además de estas mediciones cuantitativas, también realicé observaciones cualitativas acerca de la ecología de las especies de árboles más relevantes en la zona (requerimientos ambientales, habilidad de dispersión, comportamiento social hacia otros individuos y especies, etc.), y de las prácticas de manejo forestal aplicadas en el sitio (extracción selectiva de madera, quemadas periódicas, limpieza de la regeneración en el estrato bajo, etc.). Se elaboró otra base de datos que contiene información sobre las características ecológicas y los usos económicos de las principales especies de árboles, a partir de estas observaciones.

A partir de la información cuantitativa del muestreo, se determinó la riqueza y composición de especies. Primero se calcularon varios índices de diversidad de especies para cada mancha, y luego se compararon los resultados por mancha para

descubrir si había similitudes o diferencias entre los diversos sitios a este nivel. Luego, con el propósito de comprobar si había un patrón en la composición de especies que correspondiera con la clasificación preestablecida de tipos de manchas y dueños de bosque, utilicé el software PC-ORD (Versión 3.18) para realizar un ejercicio de ordenación DCA (Detrended Correspondence Análisis, en inglés). Esta herramienta de ordenación acomoda los diferentes sitios muestreados en un gráfico según las similitudes en la composición de especies, y permite relacionar las características de la composición del bosque con otras variables tales como el tipo de manchas, los dueños de bosque y las variables ambientales registradas (Pielou 1984, Randerson 1993). Consideré que DCA era el método de ordenación más apropiado para mis propósitos puesto que asegura que las similitudes en la composición florística entre manchas se expresan como distancias proporcionales en el espacio del gráfico, reduciendo el efecto “arco” de los métodos de ordenación previos (Barbour et al. 1998). Además, DCA primero evalúa la composición florística independientemente de los factores ambientales, y luego correlaciona la composición florística con variables externas, permitiendo que el investigador explore por sí mismo los factores que explican mejor la combinación de especies encontrada en cada mancha. A través del software PC-ORD, realicé un test de correlación para ver si las variables ambientales medidas en el campo explicaban las variaciones en la composición de especies.

Los patrones sugeridos por la ordenación fueron explorados en mayor profundidad mediante el análisis de la frecuencia, dominancia y densidad de las especies en cada mancha muestreada. Finalmente, se analizaron las tendencias de la composición futura del bosque mediante la elaboración de histogramas de clases diamétricas y la comparación entre las especies encontradas en el muestreo de árboles grandes ( $> 4$  cm DAP) y el de las plantas que se regeneran en el estrato bajo ( $\leq 4$  cm DAP).

Una vez analizada la diversidad, composición y estructura del bosque, intenté vincular estos resultados con la información acerca de la racionalidad y las prácticas de manejo que realizan los dueños de bosque. Busqué si había relaciones causales entre la manera en que los seres humanos manejan el bosque y las características de la vegetación. Evalué de manera cualitativa si existe una correlación positiva entre el estado del bosque y las prácticas de manejo mencionadas por los dueños de bosque durante las entrevistas, apoyado principalmente en las observaciones de campo. Traté de vincular algunas de estas observaciones - un campo quemado recientemente, por ejemplo con los resultados del análisis de la vegetación en este sitio.

## **5. Resultados acerca del impacto humano sobre el bosque**

---

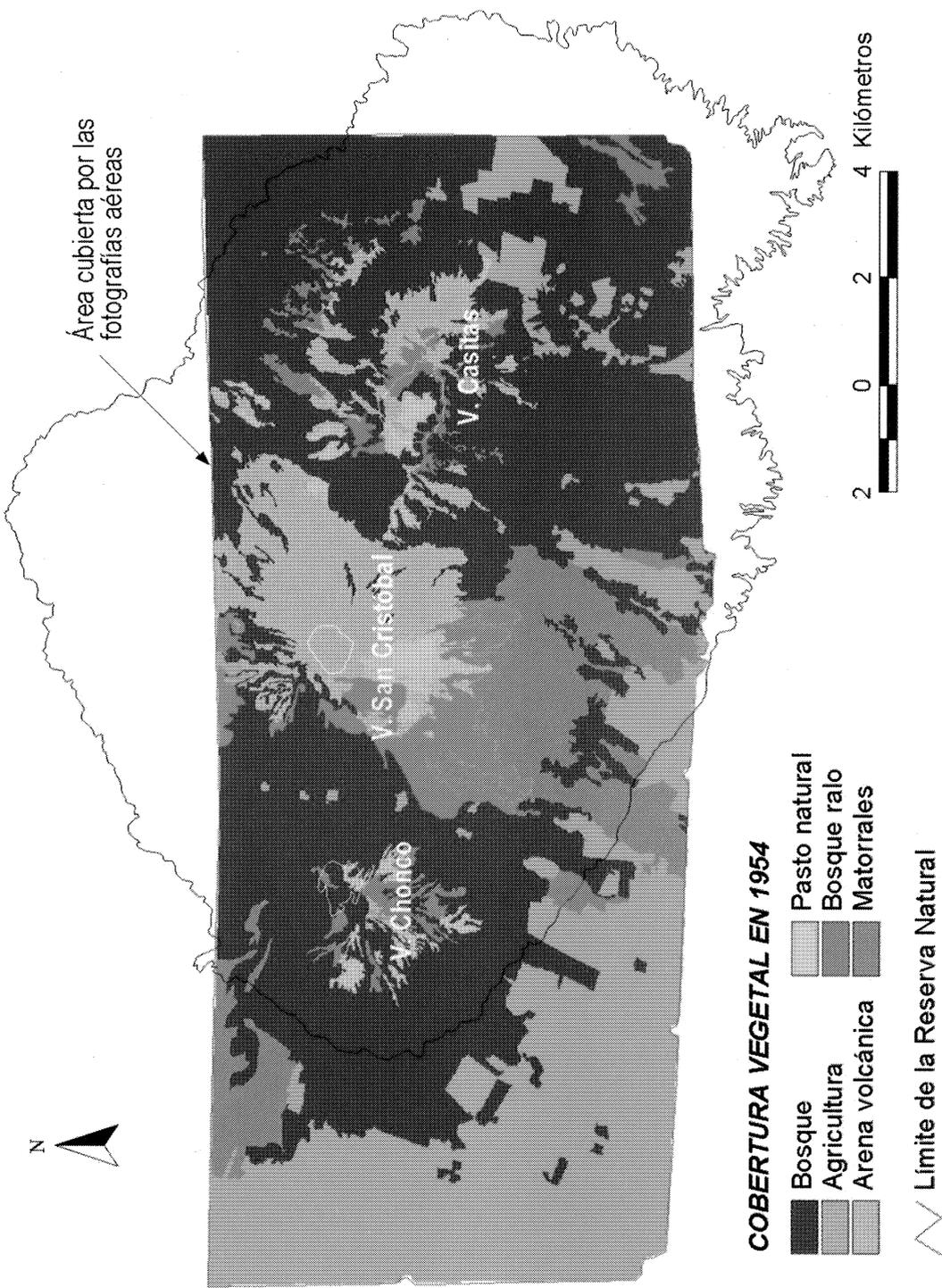
### **5.1 Hallazgos sobre los cambios en la cobertura forestal entre 1954 y 1996**

Los mapas presentados en esta sección, obtenidos a partir del análisis de fotos aéreas tomadas en 1954 y 1996, describen y comparan la cobertura vegetal entre estas dos fechas. Comenzaré describiendo los mapas que corresponden a la cobertura vegetal, especificando las principales diferencias entre los dos períodos. A continuación enfatizaré los cambios ocurridos a través del uso de mapas comparativos.

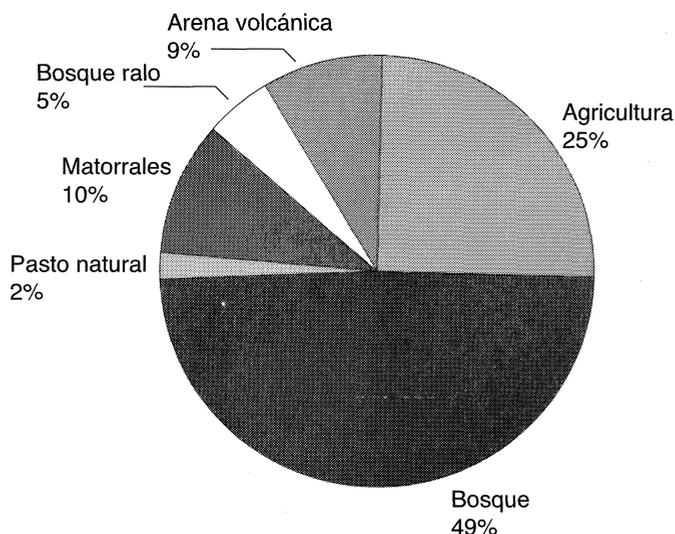
#### ***La cobertura vegetal en 1954***

En el mapa de cobertura vegetal de 1954 (Mapa 5.) podemos observar una parte significativa del territorio cubierta por un bosque relativamente denso y continuo, que se extiende sobre una superficie de 93.8 km<sup>2</sup>, es decir, casi el 50% del área cubierta por las fotografías aéreas (Figura 2.). Las faldas de los volcanes Chonco y Casitas aparecen ampliamente cubiertas por este manto forestal, aunque en las faldas del San Cristóbal no se observan bosques densos. La masa forestal aparece impenetrable y bien separada de la matriz agrícola. Sin embargo, en la cara Este del Casitas se observan varias manchas grandes de áreas agrícolas en medio del bosque. Las mayores corresponden a las áreas de cultivo y pastoreo de la finca Argelia, una gran propiedad que pertenece a una de las familias más adineradas originaria de la ciudad de León. El resto de las tierras agrícolas se encuentran ubicadas hacia el Oeste y el Sur del volcán Chonco, hacia la ciudad de Chinandega. Las áreas agrícolas son ya significativas en 1954, con una extensión de 50 km<sup>2</sup>, que corresponde al 25% del área incluida en el mapa. La cobertura agropecuaria se extiende mucho más allá del área incluida en el mapa, sobre las planicies de León y Chinandega. No es posible apreciar toda su extensión porque el mapa ha sido cortado según los límites de las fotografías aéreas de 1996, con el propósito de comparar exactamente la misma área en ambos años.

Mapa 5. Cobertura del suelo en 1954 (Reserva Natural Ch-Sc-C)



**Figura 2. Cobertura del suelo en 1954 (Reserva Natural Ch-Sc-C)**



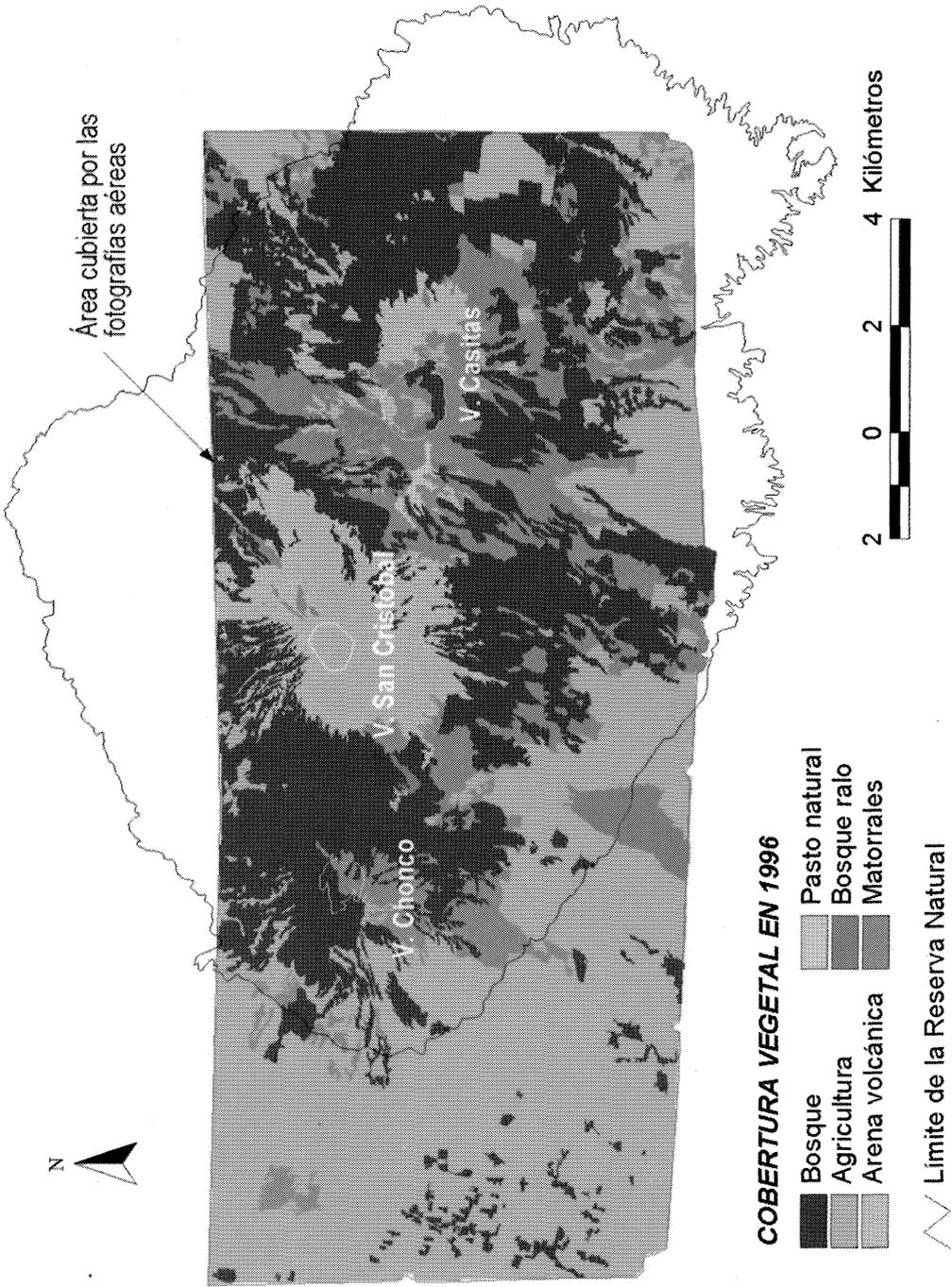
La falda sur del San Cristóbal no está cubierta por bosque. Una combinación de matorrales, rodales dispersos y pasto natural predomina en esta área. Estos tres tipos de cobertura vegetal suman juntos 17% del área desplegada en el mapa, y se extienden sobre una superficie de 31.1 km<sup>2</sup>. Los bosques densos del Chonco y el Casitas no logran avanzar sobre las faldas del San Cristóbal proablemente debido a la textura gruesa característica de los suelos de las áreas que rodean el cráter de este volcán joven y todavía activo. En las tierras más altas, donde la arena volcánica es extremadamente gruesa y los gases volcánicos bañan con frecuencia el área, la hierba natural es prácticamente el único tipo de vegetación capaz de crecer en estas tierras. También hay parches de árboles dispersos escalando las tierras altas en combinación con la vegetación herbácea. Los matorrales cubren las partes más bajas de la falda sur del San Cristóbal. Es difícil decir si estos matorrales persisten aquí debido al suelo arenoso y pedregoso que se encuentra a lo largo de un antiguo río de lava, o debido a la influencia de las actividades agrícolas y el pastoreo de ganado que dejan el terreno en descanso durante un tiempo, permitiendo así cierta recuperación de un bosque joven. Esto es lo que ocurre probablemente en el caso de los matorrales que rompen el bosque al Noreste del volcán Chonco.

El lado Este del San Cristóbal aparece como tierra desnuda de cobertura vegetal, compuesta por deposiciones volcánicas de textura gruesa donde es muy difícil que cualquier vegetación pueda establecerse. No existe vegetación en el área excepto unos cuantos parches de bosque dispersos sobre la falda oriental y algunas prolongaciones boscosas delgadas que se estiran desde las masas forestales del Norte. Las áreas de arena volcánica desnuda también ocupan una porción importante del mapa, de una superficie de 16.6 km<sup>2</sup> (8.8% del total del área del mapa).

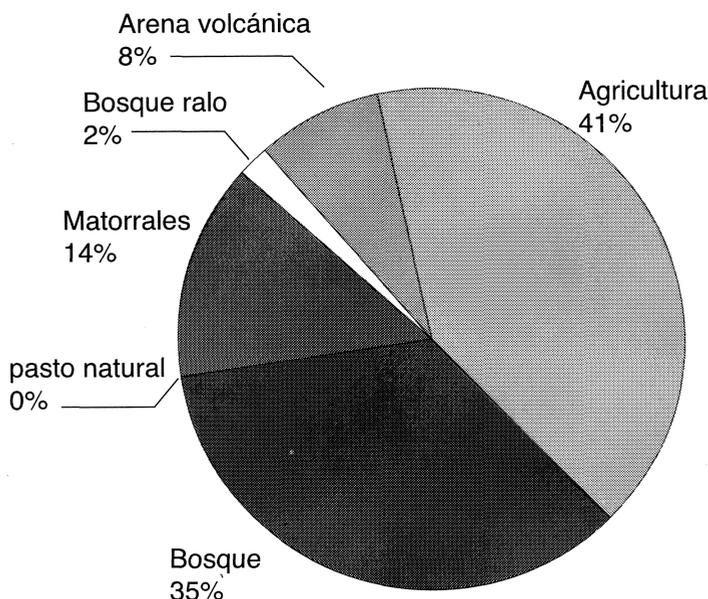
### ***La cobertura vegetal en 1996***

En 1996, las áreas forestales muestran una considerable reducción y fragmentación (Mapa 6.). Para esta fecha, los bosques densos cubren una superficie de casi 50 km<sup>2</sup>, 14.5% menos que en 1954 (Figura 3.). Esta importante disminución de las tierras forestales se debe, en gran parte, al avance de la frontera agrícola sobre los bosques.

Mapa 6. Cobertura del suelo en 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)



**Figura 3. Cobertura del suelo en 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)**



Los anillos de bosque que rodean los volcanes se han encogido, especialmente en el Chonco y el Casitas. Las faldas bajas del Oeste y Sur del Chonco, antes cubiertas de bosque, se encuentran ahora ampliamente fragmentadas por campos agrícolas. Lo mismo ocurre en el lado Norte y Sur del Casitas, donde han aparecidos grandes parches agrícolas. Además, hay muchos parches de matorrales que penetran el bosque. Se encuentran entremezclados en todas las tierras altas del Casitas y en la cara sur del Chonco. En muchos casos, estos matorrales representan un tipo intermedio de uso de la tierra entre la agricultura y el bosque. Podría tratarse de tierras bajo un ciclo de barbecho agrícola, cultivadas o pastoreadas durante un año y luego dejadas en descanso durante otro período, hasta que el bosque joven esta listo para ser quemado y cultivado de nuevo.

A pesar de este fenómeno de encogimiento de la cobertura boscosa, todavía existen áreas donde persiste una densa cobertura forestal y sitios que muestran una cierta recuperación del bosque. Todavía observamos extensos y compactos bosques en la falda Este y Norte del Chonco, y en el lado Noreste del Casitas. La mayor parte de estas tierras forestales corresponden a grandes propiedades cafetaleras donde usualmente se mezclan las plantaciones de café y el bosque. También cabe destacar que existe un área significativa de bosque en la falda sur del San Cristóbal que no

estaba presente en 1954. En 1954 el área estaba cubierta principalmente por matorrales, mientras que los parches de bosque eran pocos y pequeños. En 1996, la foto muestra precisamente lo contrario. Los antiguos matorrales han crecido hasta convertirse en bosques jóvenes a excepción de algunos pequeños parches que continúan bajo el mismo tipo de cobertura inicial. Esta recuperación del bosque podría estar asociada a una disminución de las actividades agrícolas en el área, que habría permitido el resurgimiento del bosque.

Para 1996 la agricultura se ha convertido en la principal cobertura vegetal de la región, ganando tanto territorio adicional como ha perdido el bosque (Cuadro 7). Las áreas agrícolas ocupan cerca de 76 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 40.3% del total del área incluida en el mapa (15.4% más que en 1954). La expansión agrícola ha transformado el sólido y extenso manto forestal en un paisaje cada vez más fragmentado donde los parches agrícolas van penetrando y separando la masa boscosa. Es curioso que algunos parches de bosque también comienzan a aparecer en medio del paisaje agrícola. Se observan muchas manchas de bosque diminutas espolvoreadas en la esquina Sureste del mapa, en dirección a la ciudad de Chinandega. Esto puede ser un indicio de una recuperación esporádica del bosque en medio de la matriz agropecuaria. Sin embargo, estos nuevos parches de bosques que emergen en las planicies son todavía muy pequeños y están demasiado dispersos para poder compensar la pérdida de bosque ocurrida en las faldas de los volcanes.

**Cuadro 7.**  
**Cobertura del suelo, 1954 y 1996**

Cobertura del suelo	1954		1996		Variación	
	Area (km2)	(%)	Area (km2)	(%)	Area (km2)	(%)
Agricultura	46.91	24.9%	75.96	40.3%	29.04	15.4%
Bosque	93.82	49.8%	66.57	35.3%	-27.25	-14.5%
Pasto natural	4.13	2.2%	0.38	0.2%	-3.76	-2.0%
Matorrales	18.19	9.6%	26.98	14.3%	8.79	4.7%
Bosque ralo	8.78	4.7%	2.93	1.6%	-5.84	-3.1%
Arena volcánica	16.65	8.8%	15.66	8.3%	-0.99	-0.5%
<b>TOTAL</b>	<b>188.48</b>	<b>100.0%</b>	<b>188.48</b>	<b>100.0%</b>		

Las áreas cubiertas por matorrales muestran cierto incremento desde 1954. En 1996, los matorrales cubren casi 27 km<sup>2</sup>, que equivalen al 14.3% de la región que se muestra en el mapa (4.7% más que en 1954). Como se mencionó anteriormente, este incremento de los matorrales se ha dado a costa del bosque. Este deterioro de los antiguos bosques que se han convertido en matorrales probablemente se deba a la influencia humana.

Por otro lado, las áreas de pasto natural han disminuido sustancialmente en 1996, con una cobertura que representa menos del 1% del área total del mapa. Las áreas de pasto natural que cubrían la falda sur del San Cristóbal en 1954 ya no están presentes en 1996. Los parches de pasto natural se encuentran restringidos a pequeñas áreas sobre la arista occidental del Casitas. Los rodales de bosque ralo han experimentado una tendencia similar. En 1996 cubren solamente 1.6% del área mostrada en el mapa, 4.7% menos que en 1954. Han desaparecido de las partes más altas del San Cristóbal, y sólo persisten en el Casitas. Estos parches de árboles dispersos podrían representar rodales de bosques de pino que aparecen mencionados en otros estudios sobre la Reserva Natural (Incer 1970, Cedeño 1987, Areas 1998). La desaparición de estos parches en el mapa podría significar la reducción de un tipo particular de vegetación cuya presencia ha quedado restringida a la arista Oeste del Casitas.

Las áreas de arena volcánica desnuda cubren aproximadamente la misma extensión en 1996 y en 1954 (unos 16 km<sup>2</sup>, o sea 8.3% del área total), aunque su distribución específica ha cambiado ligeramente. En 1996, hay más tierras desnudas en las faldas Sur y Oeste del San Cristóbal, mientras que los bosques cubren una gran fracción del lado Noreste. La nueva distribución tiene que ver con la reubicación de las manchas de bosque y matorrales en las faldas del volcán. Estas manchas aparecen y desaparecen de manera intermitente probablemente debido a factores naturales como la deposición de nuevas capas de arena volcánica y los efectos de los gases volcánicos sobre la vegetación circundante.

### ***Principales cambios en la cobertura vegetal***

Resumiendo el contenido de los mapas de 1954 y 1996, podemos identificar las siguientes tendencias generales de cambio en la cobertura forestal:

1. Reducción y fragmentación del bosque, debida principalmente al avance de la frontera agrícola sobre las áreas forestales.

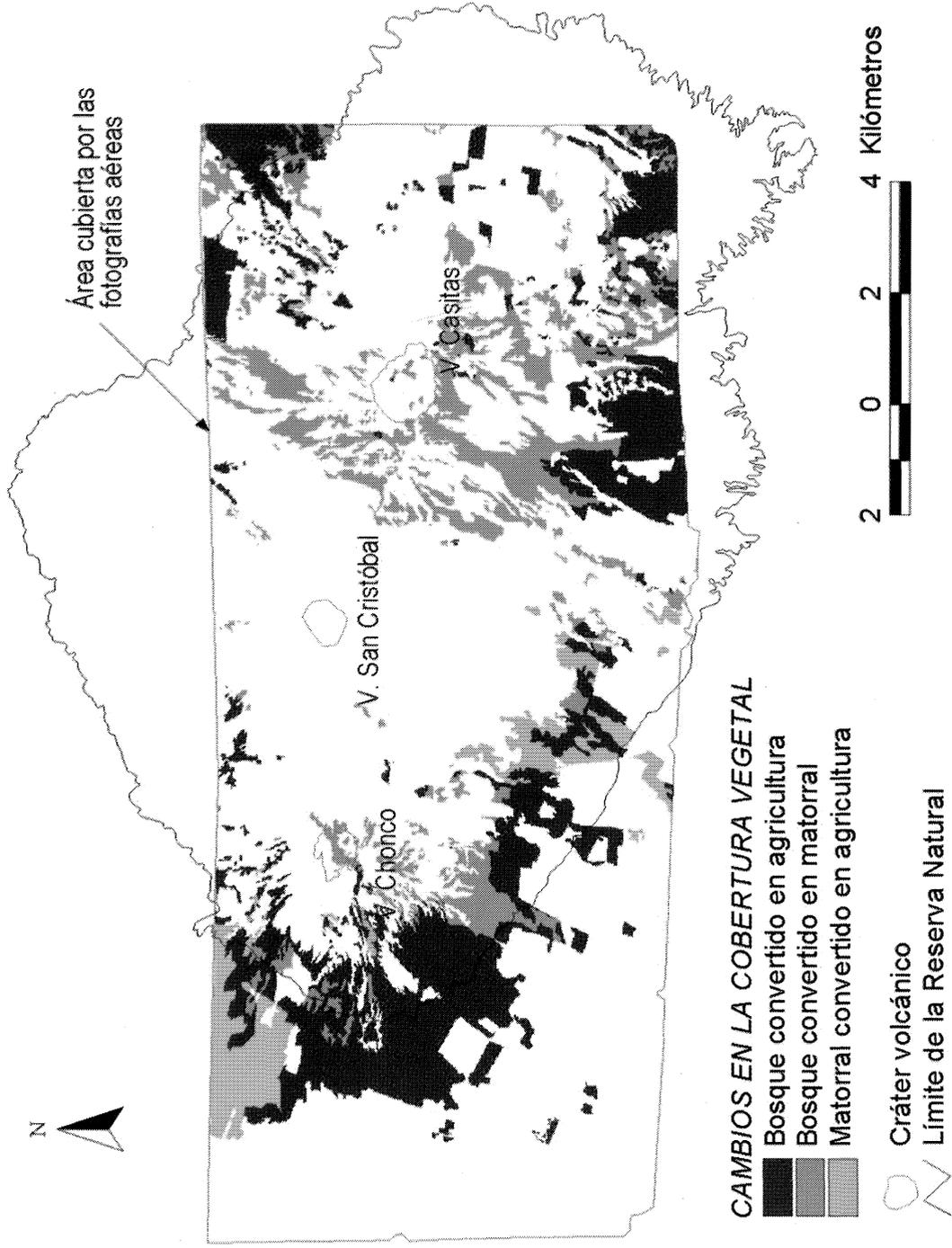
2. Recuperación esporádica del bosque en la falda sur del volcán San Cristóbal.
3. Persistencia y expansión de las áreas agrícolas, ligeramente alterada por la aparición de diminutos parches de bosque en medio de la matriz agrícola.

A continuación se explica más detalladamente cada una de estas tendencias generales.

### **REDUCCIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE**

El siguientes mapa del cambio en la cobertura vegetal entre 1954 y 1996 (Mapa 7.) revelan una conversión significativa de las áreas forestales en otro tipo de cobertura vegetal. Se aprecia una considerable transformación de tierras forestales en tierras agrícolas. Un área de 21.1 km<sup>2</sup> ha experimentado esta transformación, que representa un 15.4% del total del área del mapa. El frente más importante del movimiento agrícola sobre los bosque procede de las planicies de Chinandega y avanza sobre las faldas Oeste y Sur del volcán Chonco. Casi toda la cara occidental de este volcán ha sido deforestada. Las áreas agrícolas se han extendido casi hasta la cima del Chonco, eliminando toda cobertura forestal. Las partes bajas de las faldas Sur y Noreste del Casitas también muestran extensas áreas forestales convertidas en terrenos agrícolas, reduciendo el anillo forestal que rodea las partes altas del volcán. Esta conversión de la cobertura vegetal de bosque en agricultura es abrupta y no parece dejar oportunidad para que el bosque se recupere. La conversión de matorrales en áreas agrícolas es otro cambio en la misma dirección. Los terrenos clasificados como matorrales pueden contener árboles jóvenes que darían paso a la formación de un bosque adulto con el tiempo, si el bosque no sufre una nueva alteración. No obstante, 6 km<sup>2</sup> de matorrales han sido convertidos en áreas agrícolas, de manera que la recuperación del bosque en estos sitios se vuelve más difícil. Esta transformación ha ocurrido en las tierras que forman parte del cinturón agrícola que envuelve al volcán Chonco, donde tanto bosques como matorrales se han convertido en cultivos anuales.

Mapa 7. Pérdida de bosque entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)



Otra importante transformación de la cobertura forestal es su conversión en matorrales, un cambio que afecta 15 km<sup>2</sup> (8.5% del territorio incluido en el mapa). Esta transición puede observarse en la falda sur del Chonco, que forma parte del cinturón agrícola mencionado arriba. Además, encontramos muchas otras áreas forestales convertidas en matorrales esparcidas por todas las faldas del Casitas. Estas manchas de matorrales en medio del bosque indican un proceso de deterioro de la cobertura forestal debido probablemente a una combinación de actividades agrícolas esporádicas y otras alteraciones tales como fuegos iniciados por cazadores y recolectores de miel que pueden haberse extendido fuera de control hacia áreas más grandes.

El proceso de reducción y fragmentación del bosque también puede medirse en cuanto a número, tamaño y forma de las manchas forestales. En general, las manchas de los distintos tipos de cobertura vegetal eran menos numerosas y más grandes en 1954 que 1996, un indicio de que el paisaje ha sufrido un proceso de fragmentación (Cuadro 8). En 1954 había 46 manchas de bosque con un tamaño promedio de unas 204 ha. En 1996 el número de parches de bosque ha crecido notablemente a 125, mientras que el tamaño promedio de la mancha se ha reducido a 53.3 ha. De igual manera, el número de manchas agrícolas pasó de 42 en 1954 a 129 en 1996, mientras que el tamaño promedio cayó de 111.6 a 58.9 ha. Los parches agrícolas y forestales se han reducido y mezclado entre sí, creando progresivamente un mosaico de pequeñas piezas entremezcladas. La forma de los parches también ha cambiado. Las manchas agrícolas tenían en 1954 un índice de forma de 1.64, comparado con 1.87 en 1996. Cuanto más cerca de 1.00 se encuentra el índice, más regular (circular) es su forma. El índice de 1954 indica un parche más regular porque las áreas agrícolas estaban prácticamente concentradas en una sola mancha inmensa y bien separada del manto boscoso, mientras que en 1996 la cobertura agrícola ha desarrollado muchas prolongaciones irregulares que se adentran en el bosque. A la inversa, los parches de bosque muestran un índice de forma más alto en 1954 (2.92) que en 1996 (2.17), que indica una forma más regular en años recientes. Esto se debe a que al comienzo del proceso de fragmentación la antigua masa forestal compacta tenía muchas cavidades donde los parches agrícolas comenzaba a adentrarse, creando así una forma dentada. Una vez que la masa de bosque se ha fragmentado, las manchas que quedan son más regulares, con formas cercanas a la de un círculo. Sin embargo, cuando el índice de forma es ajustado en proporción al área, las manchas de bosque en 1954 muestran una forma más regular, dado que el área del parche original era mucho mayor que el área de los remanentes que quedan al final de la fragmentación. En

resumen, los indicadores de paisaje para ambos años confirman el proceso de fragmentación que puede observarse a simple vista, en el que se crea gradualmente un mosaico de manchas agrícolas, forestales y de matorrales.

**Cuadro 8.**  
**Indicadores de la estructura del paisaje, 1954 y 1996**  
**(Reserva Natural Ch-Sc-C).**

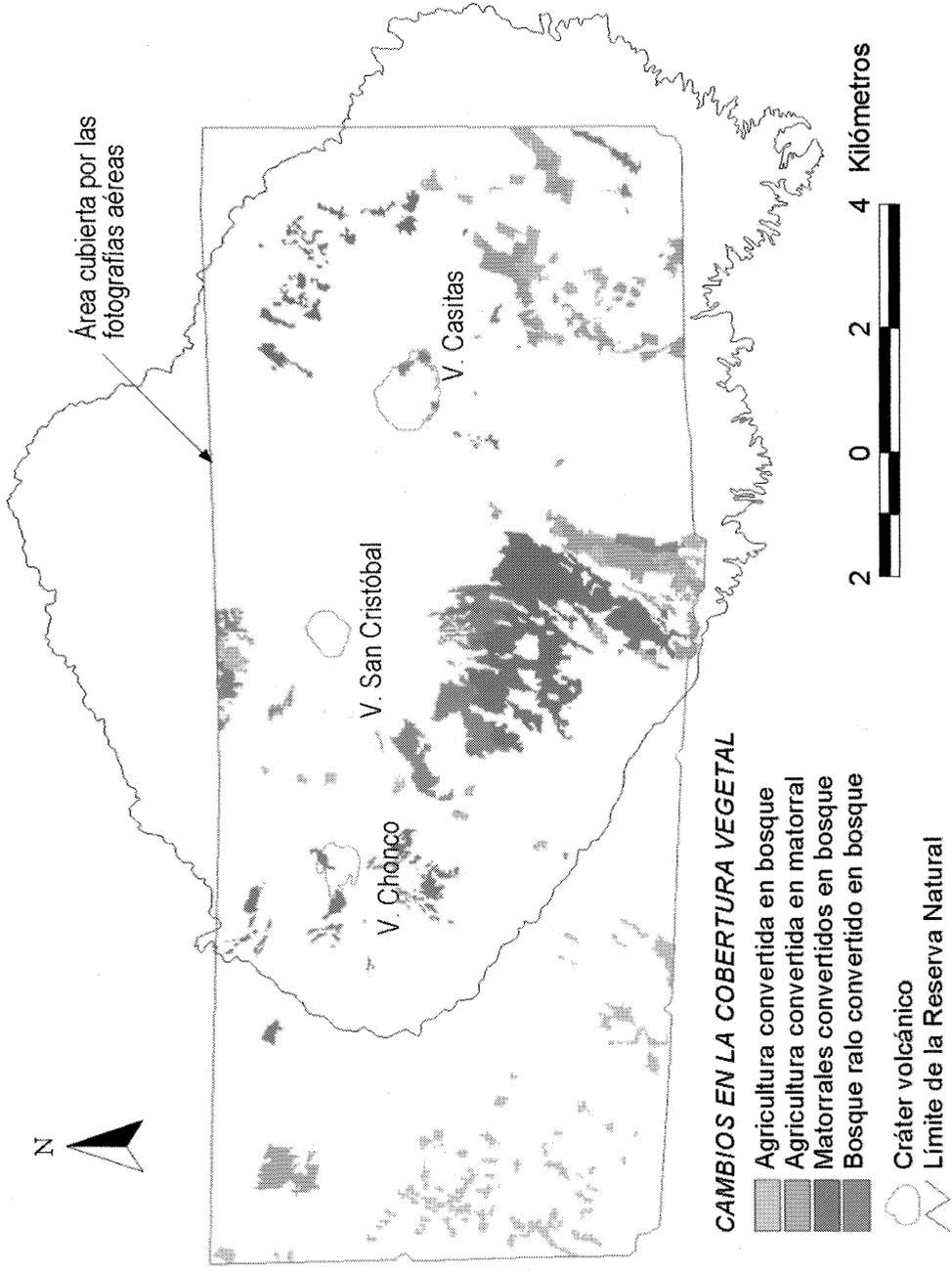
Cobertura del suelo	N. de Manchas	Tamaño medio de la mancha (ha)	Desv. Std. del tamaño de la mancha (ha)	Suma de los Perímetros (m)	Perímetro medio de la mancha (m)	Índice de Forma	Índice de Forma proporcional al área	Promedio de la relación Perímetro/Área
<b>1954</b>								
Agricultura	42	111.60	552.69	165548.83	3941.64	1.64	2.92	381.84
Bosque	46	203.99	925.10	484910.25	10541.53	2.92	8.30	6232.36
Pasto natural	19	21.79	32.77	75742.41	3986.44	2.66	2.89	286.46
Matorrales	47	38.72	180.69	155933.20	3317.73	2.07	4.47	1303.73
Bosque ralo	17	51.60	75.93	117500.74	6911.81	2.88	3.61	244.85
Arena volcánica	37	45.02	172.76	179695.90	4856.65	2.60	4.34	4783.12
<b>1996</b>								
Agricultura	129	58.88	521.76	449265.16	3482.68	1.87	6.86	989.29
Bosque	125	53.27	315.70	700295.11	5602.36	2.17	9.87	1383.94
Pasto natural	4	9.47	10.29	11277.85	2819.46	2.56	3.36	389.50
Matorrales	133	20.26	68.83	445287.97	3348.03	2.20	4.79	790.57
Bosque ralo	9	32.58	62.36	30402.04	3378.00	2.25	2.01	266.99
Arena volcánica	46	34.07	182.54	175900.88	3823.93	2.16	7.67	984.97

## RECUPERACIÓN DEL BOSQUE

A pesar de esta poderosa tendencia de deforestación y deterioro del bosque, hay otros cambios en la cobertura forestal que indican un cierto grado de recuperación del bosque (Mapa 8. ). La transformación más significativa en esta dirección es el cambio de matorrales a bosque, que tuvo lugar en un área de 7.8 km<sup>2</sup>, principalmente en la falda sur del volcán San Cristóbal, aunque también se encuentran manchas diminutas con estas características en las faldas del Chonco y el Casitas. Como se sugirió anteriormente, este paso de matorrales a bosques puede deberse a la ausencia de fuegos y actividades agrícolas en el área durante varios años, de manera que el bosque tuvo la oportunidad de crecer y volverse más denso y alto.

Además, observamos una serie de diminutas manchas de bosque que surgen en medio de los extensos campos agrícolas de las planicies de Chinandega. Las áreas agrícolas convertidas en bosque suman 5 km<sup>2</sup>, y aunque representan una pequeña fracción del mapa (2.7%) pueden tener un potencial interesante para la expansión y creación de manchas de bosque más grandes en medio de la matriz agrícola. Otra fuente importante de recuperación del bosque son los antiguos rodales de árboles dispersos, clasificados como bosque ralo, que se han convertido en sólidas manchas de bosque denso. Se encuentran ubicados principalmente en la falda Sur del San Cristóbal, conectados a otras áreas forestales que eran matorrales en 1954, y cubren una proporción reducida del mapa (3.3 km<sup>2</sup>, 1.7%). Finalmente, también llama la atención que algunas áreas que eran arena volcánica desnuda en 1954, aparecen cubiertas de bosque en 1996. Se trata de delgadas franjas de bosque que intentan escalar los suelos de textura gruesa del San Cristóbal, y pueden aparecer y desaparecer en el tiempo de manera intermitente según las condiciones ambientales del lugar.

Mapa 8. Recuperación del bosque entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)



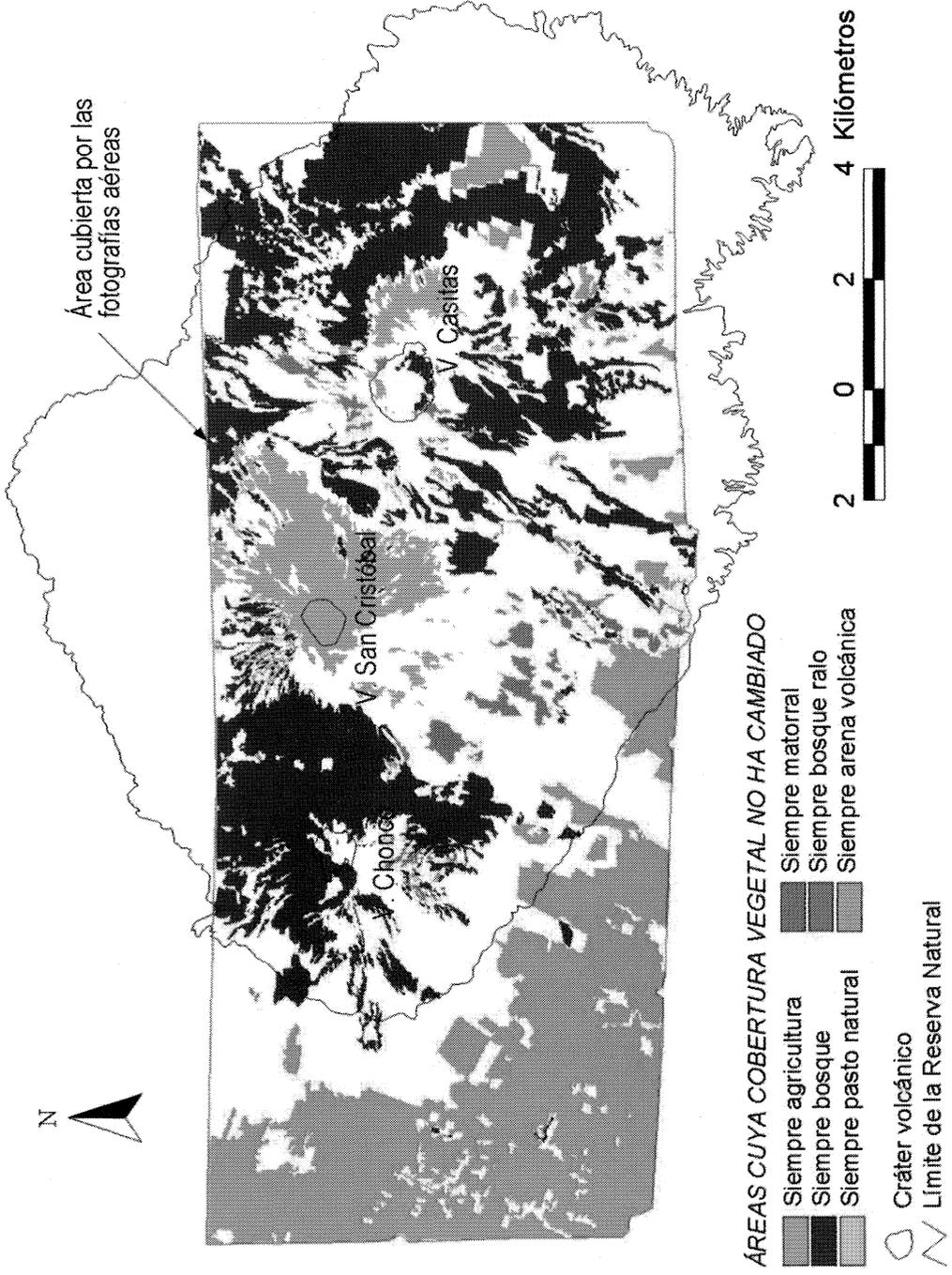
### PERSISTENCIA DE LAS ÁREAS AGRÍCOLAS

La mayor parte de las áreas agrícolas persisten en 1996, manteniendo 36.7 km<sup>2</sup> de los 46.9 km<sup>2</sup> del mismo territorio que cubrían en 1954 (Mapa 9.). Se aprecian muy pocos cambios en la cobertura agrícola de la planicie ubicada al Suroeste del Chonco, la gran mancha que en 1954 aparece en el lado Este del Casitas todavía existe en 1996. Sólo se ven diminutos huecos blancos en medio del gran manto agrícola de la planicie, que indica una transformación de este tipo de cobertura forestal. Sin embargo, la mayor parte del área permanece sólida y extensa.

El área de bosque que persiste, en cambio, sólo cubre 45.5 de los 93.8 km<sup>2</sup> que abarcaba inicialmente en 1954 (una reducción de casi un 50%). Todavía queda un parche de bosque compacto y grande al Noreste del Chonco, que muestra pocas señales de fragmentación. También se observan manchas largas y extensas en todas las faldas del Casitas, aunque aquí el bosque está más desintegrado y no existe un área tan grande y compacta como la que se halla al Este del Chonco.

En resumen, los mapas de esta sección evidencian una considerable reducción de las grandes masas de bosque en las faldas del Chonco y el Casitas entre 1954 y 1996. El mecanismo de este proceso es, por un lado, el avance continuo y parejo del frente agrícola que se mueve desde la planicie hacia las faldas de los volcanes, reduciendo el manto forestal en la región Oeste y Sur de la Reserva. Por otro lado, manchas agrícolas y de matorrales con forma irregular crean huecos en el bosque que cubre las faldas del Casitas, creando un sinnúmero de manchas de bosque fragmentadas. A pesar de que el balance neto de la transformación del paisaje se inclina hacia la deforestación y el deterioro del bosque, existen algunas dinámicas de recuperación del bosque a pequeña escala. En la cara Sur del San Cristóbal, se observa una importante transición de matorrales a bosque, que da lugar a la formación de una nueva mancha de bosque de considerables dimensiones. Una serie de diminutos parches de bosque también comienzan a aparecer en medio de los terrenos agrícolas de las tierras bajas, aunque todavía representan una fracción muy pequeña del paisaje.

Mapa 9. Áreas cuya cobertura vegetal no ha cambiado entre 1954 y 1996 (Reserva Natural Ch-Sc-C)



### **HALLAZGOS SOBRE LOS INTERESES DE LOS ACTORES SOCIALES EN TORNO AL BOSQUE**

Existe una diversidad de actores sociales que son dueños de las tierras forestales del complejo volcánico Chonco-San Cristóbal-Casitas, cada cual con una estrategia de uso de la tierra distinta. Las entrevistas realizadas incluyen grandes y medianos productores cafetaleros, pequeños campesinos individuales, una comunidad campesina, miembros de cooperativas y funcionarios del gobierno municipal de Chinandega. Según los recursos y el poder que tienen, su historia y su racionalidad, cada uno de estos grupos percibe y maneja el bosque de una manera diferente (Cuadro 9). Sus prácticas de manejo alteran significativamente las características de las manchas de bosque. Entender la racionalidad y las prácticas de manejo del bosque nos ayuda entonces a entender las diferencias que existen entre las manchas de bosque.

**Cuadro 9.**  
**Perfil general de los dueños de bosque en la Reserva Natural Ch-Sc-C**

Dueños de Bosque	Número / Tamaño de la Propiedad (ha)	Área Total dentro de la Reserva (ha)	Área Total dentro de la Reserva (%)	Uso de la Tierra (%)	Trabajadores	Tecnologías	Interés en el Bosque
Grandes cafetaleros	2 / 1,200 to 1600	2872	15.8%	Agricultura 13%	Trabajadores permanentes: 20 - 50	Cultivo del café con uso intensivo de agroquímicos	Para sombra del café
				Café 34%	Trabajadores temporales: 500 - 800		Para leña y madera comercial y doméstica
				Pastos 5%			
				Bosque maduro 48%			
Medianos cafetaleros	10 / 50 to 400	1378	7.6%	Agricultura 3%	Trabajadores permanentes: 1-5	Cultivo del café con gastos mínimos	Para sombra del café
				Café 10% - 40%	Trabajadores temporales: 20 - 100		Para leña y comercial y doméstica
				Bosque maduro 60% - 90%			
Pequeños campesinos individuales	4 / 30 to 60	120	0.7%	Agricultura / Pastos 20% - 30%	Familiares + 1 ó 2 trabajadores temporales	Agricultura de roza- quema y con arado	Para leña comercial y doméstica
				Bosque joven 70% - 80%			Para dar fertilidad al suelo
Comunidad campesina	1 / 282	282	1.5%	Bosque joven 100%	Guardabosques temporales: 30	Prevención y protección contra incendios	Para madera doméstica y leña comercial
Miembros de cooperativas	38 / 20	633	3.5%	Agricultura / Pastos 70%	Familiares + 1 ó 2 trabajadores temporales	Agricultura de roza y quema	Para dar fertilidad al suelo
				Matorrales 30%			
Gobierno municipal	1 / 35	35	0.2%	Bosque maduro 100%	1 guardabosques	Prevención y protección contra incendios	Para la conservación de la riqueza de especies

## *Las lógicas de manejo del bosque*

### GRANDES PRODUCTORES CAFETALEROS

A mediados del siglo XIX, el café se convirtió en uno de los principales productos de exportación en Nicaragua. Con el propósito de promover el cultivo del café, muchas familias poderosas se apropiaron de tierras indígenas y nacionales, y comenzaron a plantar café en los sitios más adecuados para el cultivo, tales como los valles fértiles de la región Central del país y las faldas de los volcanes en el Pacífico (Barahona A. 1990). En el área de estudio, familias adineradas y con influencia política, asentadas en las ciudades de Chinandega y León (las dos ciudades más importantes del occidente de Nicaragua) establecieron grandes propiedades cafetaleras en los mejores suelos de las faldas del San Cristóbal y el Casitas. Se apropiaron de tierras que no tenían ningún dueño particular en aquel momento, que pertenecieron a la Corona Española durante le época colonial y eran entonces propiedad, en teoría, del recién formado Estado de Nicaragua. Los descendientes de estas familias han heredado estas propiedades cafetaleras y continúan siendo sus actuales dueños.

Actualmente existen dos grandes propiedades cafetaleras que pertenecen a dos de las familias más adineradas y poderosas de las ciudades de Chinandega y León. Son propiedades vecinas ubicadas ambas en la falda Sureste del volcán Casitas. La finca llamada “Bella Vista” pertenece a la familia Callejas de Chinandega, uno de cuyos miembros ocupa un asiento en el parlamento nicaragüense por parte del Partido Liberal. La otra hacienda, llamada “Argelia”, pertenece a la familia Herdocia de León, y es la propiedad más grande dentro de la Reserva y la que está equipada con la infraestructura y maquinaria más caras. Ambas propiedades suman un total aproximado de 2,872 has. dentro de la Reserva (cerca del 16% del área protegida), aunque este dato debe ser considerado como una aproximación inexacta puesto que se basa en los límites que aparecen en un mapa catastral muy viejo, de principios de los años 60. Estas haciendas generan una importante cantidad de empleos para los campesinos con poco o ningún acceso a tierras, especialmente durante la temporada de cosecha del café (meses de Diciembre-Enero), cuando cientos de trabajadores temporales consiguen trabajo en ambas fincas. Los hacendados cultivan café en aproximadamente el 34% de sus tierras, utilizando normalmente los suelos más planos y fértiles. También destinan una pequeña parte de la propiedad al cultivo agrícola y

al pastoreo de ganado (18%), mientras cerca de la mitad de la propiedad permanece sin cultivar, bajo la cobertura de un bosque maduro (Cuadro 9).

A los productores de café les interesa mantener una gran proporción de su tierra cubierta por bosques porque los árboles ayudan a proteger el café. Dado que las condiciones climáticas en las faldas de los volcanes no son las ideales para la producción de café (el clima es un poco más seco y caliente que el óptimo), los cafetales necesitan una cobertura boscosa que les provea sombra, humedad y bajas temperaturas. Los bosques puros que rodean las plantaciones de café también contribuyen a crear un microclima favorable para los cafetales. Además de brindar protección al café, los productores cafetaleros ven en el bosque una fuente de madera para suplir las necesidades de sus fincas (postes para las cercas, herramientas, casas para los trabajadores temporales) y eventualmente para comerciar. En el caso de los productores más adinerados, sin embargo, el servicio más importante que provee el bosque es la protección de las plantas de café, mientras que la extracción de madera queda como un subproducto para uso doméstico. Los grandes productores modifican el bosque para crear un ambiente adecuado para incrementar la producción de café, sin importarles otros beneficios.

Puesto que estos grandes propietarios cuentan con el capital suficiente para financiar los costos del cultivo del café, escogen un modelo de manejo del cafetal que maximiza la cosecha pero al mismo tiempo requiere de la inyección de cuantiosos recursos para incrementar la densidad de plantas de café, fertilizar el suelo, eliminar la maleza y regular la cantidad de luz que se filtra a través de las copas de los árboles. El resultado es una plantación de café más homogénea, con una alta densidad de cafetos y una menor densidad y riqueza de especies arbóreas.

Aunque los grandes cafetaleros transforman el bosque para obtener la máxima cosecha de café, también mantienen en sus propiedades grandes extensiones de bosques maduros donde no se cultiva café y que han sido poco afectadas por alteraciones causadas por los seres humanos recientemente. Los grandes cafetaleros tienen miedo de que campesinos pobres invadan sus propiedades o roben su producción de plátanos y frutas que crecen mezcladas entre los cafetales. “Gente de la cooperativa vecina se meten en mi propiedad y cogen parte de mi producción de plátanos”, afirmó uno de los productores. Para evitar intrusos, cercan sus propiedades y pagan un pequeño cuerpo de vigilantes para asegurarse de que nadie entre en sus fincas sin permiso. De esta manera protegen, indirectamente, el bosque que existe dentro de sus propiedades.

Por eso algunos consideran que los grandes cafetaleros juegan un papel positivo en la conservación del bosque dentro de la Reserva, porque evitan que la frontera agrícola impulsada por pequeños campesinos continúe avanzando hacia las tierras altas (Arceas 1998).

Proteger no equivale a no tocar el bosque. La proporción de bosques con y sin cafetal debajo puede cambiar en el futuro dentro de estas grandes propiedades. Eduardo Callejas, uno de estos grandes propietarios, está expandiendo sus plantaciones de café a expensas de las áreas forestales, eliminando la mayoría de los árboles originales del bosque. Enrique Herdocia también está replantando los cafetales destruidos por el huracán Mitch y estableciendo nuevas plantaciones de café en tierras forestales. Por tanto, los grandes cafetaleros también están transformando el bosque que protegen de los intrusos.

#### **MEDIANOS PRODUCTORES CAFETALEROS**

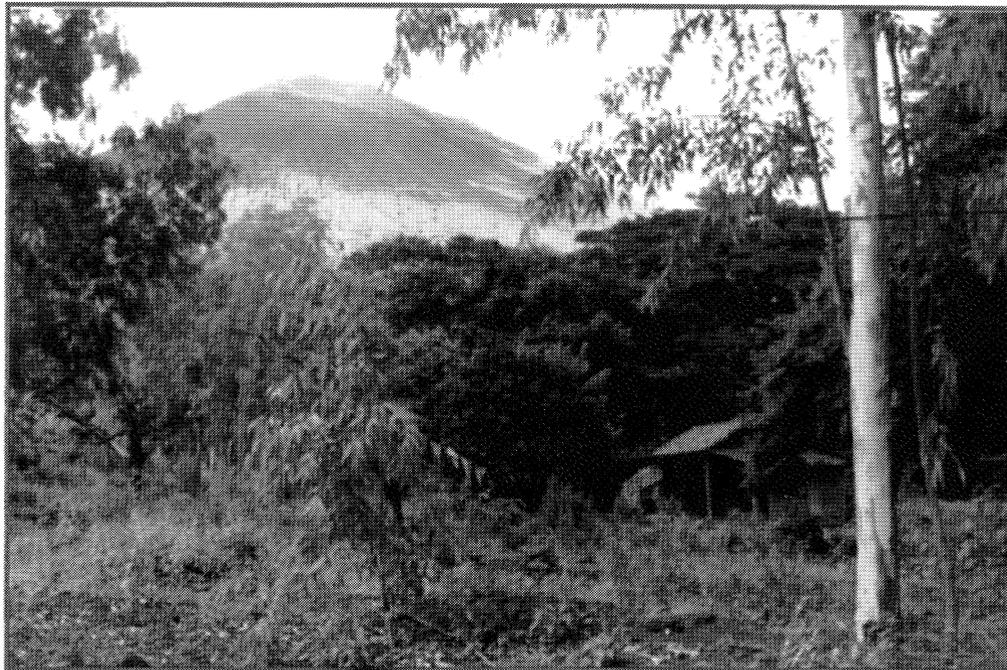
Existe otro grupo de productores cafetaleros que no poseen propiedades tan grandes y que tampoco tienen el capital suficiente para cultivar el café mediante la inyección de grandes recursos externos. Poseen fincas de entre 50 y 400 has., con plantaciones de café que cubren entre el 10% y el 40% de la propiedad. El restante 60% a 90% de la tierra se encuentra cubierta por bosques maduros, con una proporción muy pequeña de la propiedad dedicada a la agricultura o la ganadería (3%). Existen unos 10 medianos productores cafetaleros en la Reserva, cuyas tierras suman 1,378 has., que equivalen al 7.6% del área protegida.

Su capacidad financiera varía en cada caso. Duilio Gurdían, por ejemplo, es el administrador y co-propietario de la finca más próspera dentro de este grupo. Tiene suficiente dinero para garantizar el mantenimiento de las plantaciones de café que cubren el 26% de la propiedad, mediante la contratación de trabajadores que realizan el desmalezamiento y la renovación de los cafetales. La finca también cuenta con un pequeño beneficio para despulpar y secar el café. En cambio, otros finqueros como Ariel Terán (finca "La Concepción", volcán Casitas) y Eduardo Paniagua (finca "San Rafael", volcán San Cristóbal), no tienen los recursos necesarios ni siquiera para mantener los cafetales en su extensión actual. No pueden contratar suficientes trabajadores para realizar el desmalezamiento, de modo que las vainas y lianas comienzan a cubrir y matar a las plantas de café en algunas áreas.

Además del problema de la escasez de capital, algunos de estos medianos cafetaleros también tienen poca presencia y control sobre sus propiedades. La mayor parte de ellos viven en las ciudades de Chinandega o León, y tienen otras responsabilidades de qué ocuparse. Rodolfo Chávez, por ejemplo, es un abogado y notario establecido en la ciudad de Chinandega. Hace poco tiempo tuvo un accidente y ahora no tiene la capacidad física de visitar su finca en las faldas del San Cristóbal. Su esposa e hijos tienen otras ocupaciones y tampoco pueden hacerse cargo de la finca. Por tanto, deposita la responsabilidad de administrar la finca en un “mandador”, un campesino del lugar contratado como administrador in situ de la finca. Sin embargo, el señor Chávez se queja de que en su ausencia el mandador ha estado extrayendo cantidades importantes de leña y madera sin su permiso, causando daño al bosque que existe dentro de su finca. “Están destruyendo el bosque en mi ausencia, y las autoridades no hacen nada al respecto”, afirma Chávez. Él no puede impedir esta fuga de recursos puesto que la última vez que visitó la propiedad fue hace 6 meses.

Un hecho que ha provocado que los medianos cafetaleros no visiten sus propiedades con frecuencia es que el volcán San Cristóbal erupció grandes cantidades de arena volcánica en febrero de 2000, que se acumularon en sus faldas y luego se deslizaron hacia las fincas cafetaleras en forma de lodo empujado por las primeras lluvias de Mayo. Ríos de lodo arenoso cortaron los caminos que conducen a las fincas cafetaleras de los lugares altos y cubrieron parte de estas propiedades. Puesto que un fenómeno similar, aunque de mayor magnitud, ocurrió en Octubre de 1998 con el huracán Mitch, los finqueros temen que puedan quedar enterrados bajo la arena volcánica y prefieren esperar hasta que el volcán se haya calmado. Isidoro Gómez, dueño de la finca “La Suiza” ubicada en las faldas del San Cristóbal, prácticamente abandonó su propiedad desde que esto ocurrió (Figura 4.). Nadie se encarga de cultivar o cuidar la finca, y en consecuencia los campesinos vecinos entran a la propiedad a extraer leña y madera que luego comercian en su comunidad o en la ciudad de Chinandega. Fuegos provocados con fines agrícolas provenientes de fincas vecinas también se han expandido y afectado las áreas forestales dentro de La Suiza.

**Figura 4.**  
**Casa abandonada en la hacienda "La Suiza" (faldas del volcán San Cristóbal).**



Debido tanto a los problemas financieros como a los de ausentismo, los medianos cafetaleros no pueden cultivar sus plantaciones utilizando muchos recursos externos. En general, sus plantaciones tienen una menor densidad de plantas de café y una mayor densidad y riqueza de especies forestales. Transforman el bosque hasta un nivel intermedio, manteniendo muchas de las especies de árboles originales del bosque. Sin embargo, sus áreas de bosque puro no están tan bien preservadas como las de las fincas de los productores más adinerados. Los bosques puros de los medianos cafetaleros están más expuestos a las alteraciones naturales y artificiales, tales como la extracción de leña y los fuegos descontrolados.

Los campesinos del vecindario no son los únicos que extraen madera y leña de las medianas fincas cafetaleras. Los propios finqueros consideran las especies maderables como un complemento económico del cultivo del café. Ariel Terán, dueño de la finca La Concepción, estuvo extrayendo dos camionetas de leña por semana para vender en Chinandega durante varios meses del 2000. Duilio Gurdíán, quien administra la

finca Las Rojas, también extrae leña de su propiedad y la vende en una pequeña pulpería que posee su familia en la ciudad de Chinandega. Ellos probablemente querrían extraer mayores volúmenes de madera y leña, especialmente después de que el huracán Mitch tumbó muchos árboles antiguos en sus cafetales, pero los funcionarios del Ministerio de Recursos Naturales no les permiten extraer tales cantidades. “Si nosotros nos preocupamos por cuidar el bosque en nuestras fincas, también es justo que podamos obtener algún provecho de él”, reclaman. De hecho, estos medianos productores cafetaleros aprecian la madera y la leña más que cualquier gran productor cafetalero, y por tanto es más probable que protejan el bosque.

### PEQUEÑOS CAMPESINOS

Hay muy pocos campesinos que poseen tierras forestales en las faldas de los volcanes. La mayoría de las pequeñas propiedades están concentradas en las tierras bajas, entre la ciudad de Chinandega y el pie de los volcanes Chonco y San Cristóbal. Los pequeños campesinos han sido arrinconados en esta pequeña área debido a la expansión de la gran producción algodonera que tuvo lugar en las planicies de occidente a partir de los años 50, por un lado, y a la barrera puesta por los grandes y medianos productores cafetaleros desde mediados del siglo XIX, por el otro.

La mayoría de los pequeños campesinos de la planicie no tienen bosques dentro de sus propiedades. Ellos también formaron parte del boom algodonero de la segunda mitad del siglo XX, y desde entonces cambiaron la cobertura forestal por los cultivos anuales. Hoy en día sólo se observan diminutas manchas de bosque esparcidas en medio de las tierras campesinas, como tímido indicio de cierta recuperación del bosque. Dentro de la Reserva, solamente identifiqué 4 pequeños campesinos con bosque en sus fincas. Ellos poseen propiedades de entre 30 y 60 has., y representan juntos menos del 1% de las tierras dentro del área protegida.

Estos pequeños campesinos obtuvieron sus tierras comprándolas a antiguos dueños que sembraban cultivos anuales en toda el área. No había bosque cuando ellos adquirieron la propiedad. En el mejor de los casos, sólo había matorrales que surgían cuando los campos agrícolas entraban en barbecho. Los nuevos dueños comenzaron a proteger algunas de estas áreas de matorrales, que se convirtieron en bosques jóvenes al cabo de algunos años. En sus tierras, procuran encontrar un equilibrio entre el bosque (70% a 80% del área) y las tierras dedicadas a la agricultura y la

ganadería (20% a 30% de la propiedad). Cultivan una pequeña área de granos (maíz, arroz, frijoles) y pastorean un pequeño hato de ganado. No necesitan cultivar toda la tierra al mismo tiempo. Las áreas forestales se guardan como una fuente de leña y madera rústica para uso doméstico y para vender. Sin embargo, si tienen necesidad, el bosque puede ser convertido eventualmente en campos agrícolas de nuevo, comenzando otra vez la secuencia del barbecho. De hecho los bosques no tienen una densidad homogénea en las parcelas de Melanio Bustamante y Róger Aguilar, dos campesinos cuyas fincas visité. Sus áreas forestales son una mezcla de manchas de matorrales combinadas con áreas de bosques jóvenes y claros cubiertos por pastos y vainas. El ganado pastorea en estas áreas, alimentándose de pasto, vainas y también de algunas hojas y semillas de árboles. Por tanto, no está claro si estos parches de bosques jóvenes se convertirán en bosques adultos con especies arbóreas tardías.

#### LA COMUNIDAD CAMPESINA DE EL PELLIZCO

Normalmente, las tierras nacionales dentro de la Reserva permanecen en acceso abierto para cualquiera o han sido apropiadas por las familias más poderosas de la región. Sin embargo, existe un caso extraordinario de tierras nacionales manejadas por una asociación de campesinos que viven en las faldas del volcán San Cristóbal. El bosque joven que hoy protegen, conocido como “El Quebrachal”, era un área de acceso abierto en 1990. Campesinos provenientes de diferentes sitios de las tierras bajas iban a este bosque a extraer leña y madera para luego venderla en la ciudad de Chinandega y en otros pueblos cercanos. No había regulación de la extracción de leña, y los campesinos extraían tanta como podían. Los cazadores y recolectores de miel también visitaban el área. Cuando encendían fuegos para atrapar animales, a menudo las llamas se salían de control y quemaban amplias extensiones de bosque. Sobreexplotaron el bosque hasta el punto de que la leña y la madera se volvieron muy escasas, dejando lugar únicamente para una vegetación matorralosa.

En 1994, el proyecto “Pikín Guerrero” propuso a un grupo de leñadores de la comunidad de “El Pellizco” que crearan una asociación para regular la extracción de leña y proteger el bosque de El Quebrachal. Los campesinos de El Pellizco, una comunidad cercana a éste bosque, tendría derecho a extraer madera rústica y leña si cooperaban en la protección del bosque contra los fuegos y otros daños provocados por la gente que viene de fuera. Al principio, un pequeño grupo de 7 campesinos se unió a la iniciativa. Pero en los años siguientes la membresía de la asociación creció

hasta reunir a unas 70 familias de la comunidad. Éstas organizaron brigadas contra incendios y plantaron especies de madera preciosa para enriquecer el bosque. Después de 6 años, los campesinos comenzaron a ver los frutos de sus esfuerzos. Se había desarrollado un bosque joven, donde podían extraer madera y leña de nuevo.

Sin embargo, los campesinos de El Pellizco no tienen un respaldo legal para reclamar derechos de propiedad sobre el bosque de El Quebrachal. Originalmente, El Quebrachal era parte de los terrenos que permanecían en acceso abierto y fueron ocupados por Julio Fornos, un poderoso hacendado conectado a la familia del dictador Somoza, que llegó a ser dueño de una vasta cantidad de tierras que abarcaban más de un tercio de la actual Reserva. Después que los Sandinistas tomaron el poder (1979), la propiedad de Fornos fue confiscada y redistribuida en forma de cooperativas. Una parte de la tierra, sin embargo, volvió a su estado antiguo de tierras de nadie, y pasó a ser considerada propiedad nacional. A mediados de los 90's por iniciativa del proyecto gubernamental Pikín Guerrero, el gobierno municipal de Chichigalpa reclamó la propiedad de estas tierras y otorgó la responsabilidad de proteger y manejar el bosque de El Quebrachal a la comunidad de El Pellizco, bajo el nombre de "Cooperativa El Quebrachal". Los campesinos de El Pellizco dicen tener los derechos de propiedad y usufructo de 282 has en las tierras de El Quebrachal, aunque los límites de la propiedad no están demarcados claramente, y ni el gobierno de Chichigalpa ni la comunidad campesina poseen un título legal sobre estas tierras. Desde un punto de vista estrictamente legal, El Quebrachal es parte de las tierras nacionales ubicadas dentro de la Reserva, y pertenecen, por tanto, al gobierno central. Obviamente, el gobierno central no cuenta con los recursos para administrar las tierras nacionales de la Reserva, y, por tanto, no está preocupado por el hecho de que otros actores se apropien de estas áreas. En cambio, un gobierno local y una comunidad campesina tienen el interés y las energías para manejar esta mancha de bosque.

La administración comunal del bosque no ha funcionado libre de problemas y conflictos. No todos los miembros de la asociación campesina se benefician por igual del bosque. Sólo las familias que poseen bueyes y carreta pueden subir a las partes altas para extraer leña y cortar madera. El resto de los campesinos, que son la mayoría, no tienen los medios para extraer leña. Sin embargo, es impresionante cómo ellos participan en la prevención y lucha contra los fuegos y otras actividades de protección del bosque, a pesar de que muchos de ellos no perciben un beneficio directo del bosque más allá de la comida-por-trabajo que a veces ofrece el gobierno municipal. Dado que no le sacan un provecho directo al bosque, el número de miembros de la

cooperativa ha decrecido. Algunos de los antiguos miembros no estaban dispuestos a invertir más tiempo y esfuerzos en proteger el bosque. Los miembros activos se han reducido a un pequeño grupo de 20 campesinos. Pero a pesar de los conflictos y decepciones, la experiencia de El Pellizco puede verse como una iniciativa exitosa de manejo comunal del bosque, algo muy raro en Nicaragua, donde las tierras forestales se consideran propiedad de nadie o tienen un dueño privado.

Los otros 4 campesinos individuales que poseen parcelas de 35 has. alrededor de El Quebrachal, como Róger Aguilar, también han protegido el bosque dentro de sus propiedades, donde han crecido bosques jóvenes similares al que se administra de forma comunal. Así, la protección privada y comunal del bosque se refuerzan mutuamente.

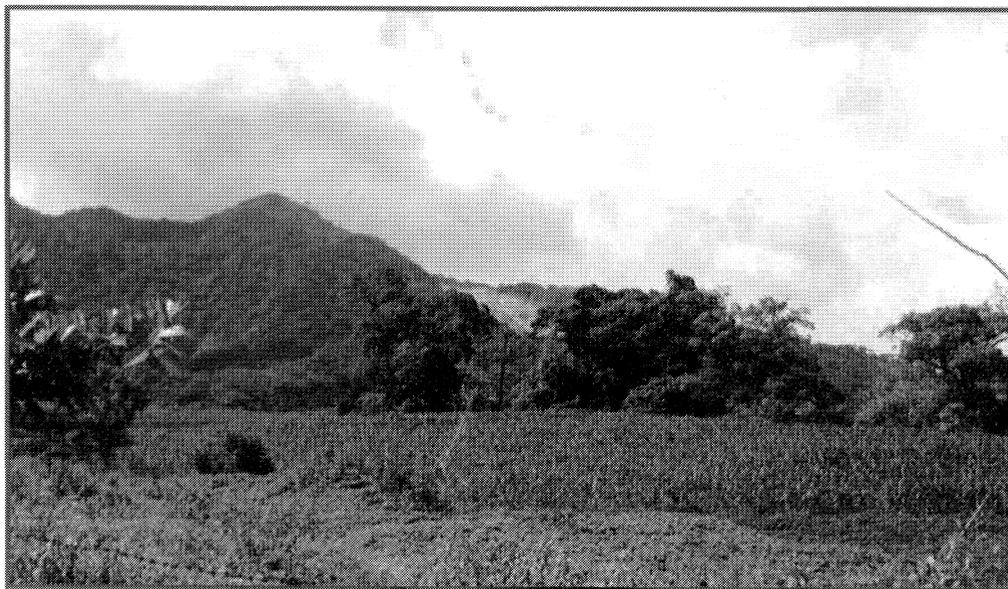
## COOPERATIVAS

El caso de El Pellizco contrasta con la falta de interés por proteger el bosque que se observa en las cooperativas que recibieron tierras de la reforma agraria. Cooperativas como “Las Brisas” y “Versailles”, en las faldas del Casitas, han sido incapaces de cuidar sus tierras forestales. Las Brisas era la propiedad más importante del terrateniente Fornos, y abarcaba casi 1400 has. Para una cooperativa, compuesta por un grupo muy numeroso de campesinos, era difícil administrar semejante cantidad de tierra, y empezaron a ceder y vender su propiedad a terceros. Primero cedieron 100 has. de su propiedad a otro grupo campesino que quería formar otra cooperativa, conocida localmente como “la tierra de los Sarria”. A mediados de los 90 donaron 35 has. de tierras forestales al gobierno municipal de Chichigalpa, que quería preservar esta mancha de bosque particularmente rica en especies. Finalmente, en 1999, vendieron la mayor parte de las tierras que les quedaban a un ganadero originario de Chontales, en la región central del país. Ahora sólo cuentan con 7 ha de tierra desnuda por familia para practicar la agricultura y la pequeña ganadería. Hoy en día no les queda bosque alguno.

“Versailles” es otra cooperativa que no funcionó bien como grupo. Durante los 80 eliminaron antiguas plantaciones de café cubiertas por bosque para sembrar cultivos anuales y desarrollar la ganadería, contando con el apoyo de grandes créditos otorgados por el gobierno sandinista. Al no poder pagar sus deudas, tuvieron que vender la mayor parte de su ganado a mediados de los 90 y decidieron dividir la tierra en parcelas

familiares. Actualmente cada familia administra 14 has. de tierra de forma independiente, la mitad de ella cubierta por cultivos anuales y la otra mitad por bosques muy jóvenes que se han regenerado como resultado del barbecho agrícola. Además, la cooperativa todavía mantiene 140 has. bajo propiedad comunal, donde también viene surgiendo un bosque joven. Muchas de las familias practican la agricultura de roza-quema en sus tierras forestales, dejando pequeñas terrenos en descanso. Estos terrenos bajo barbecho tienen el potencial para convertirse en bosques jóvenes similares al de El Quebrachal, un bosque joven poblado por especies pioneras de mucha utilidad para los campesinos, pero los miembros de la cooperativa no parecen motivados para emprender ese camino. Sus prioridades son los cultivos anuales y la pequeña ganadería para mantener una economía de sobrevivencia (Figura 5.).

**Figura 5.**  
**Parcela agrícola en la cooperativa "Versailles"**



#### GOBIERNO MUNICIPAL

El gobierno municipal de Chichigalpa está intentando preservar las 35 has. de bosque que recibió de manos de la cooperativa Las Brisas. La municipalidad identificó esta

pequeña mancha de bosque como un área de particular interés para la conservación debido a la gran riqueza de especies que alberga. La intención del gobierno local era establecer una pequeña reserva con propósitos de conservación, educación e investigación científica. Pero no cuenta con los recursos para financiar la infraestructura necesaria para que estudiantes e investigadores visiten el sitio. Mientras tanto, la municipalidad paga a un joven campesino de El Pellizco para que trabaje como guardabosques para evitar que los vecinos se metan a extraer leña o provoquen un incendio en el bosque municipal o en El Quebrachal. En 1997 la municipalidad enriqueció el bosque al plantar especies raras y de maderas preciosas en el área, con el apoyo financiero de una compañía camaronera que pertenece a la familia Pellas, una de las familias más adineradas de Chinandega y de todo Nicaragua. El financiamiento fue concedido por la compañía como una compensación por la deforestación producida por la granja camaronera en la costa Pacífica. Cuando las granjas camaroneras fueron destruidas por el huracán Mitch en 1998, la compañía dejó de financiar el mejoramiento del bosque en Las Brisas. Actualmente, el gobierno municipal está buscando nuevas fuentes de financiamiento para manejar este parche de bosque.

### ***Objetivos y prácticas de manejo forestal***

#### **PLANTACIONES DE CAFÉ: ENTRE LA PRESERVACIÓN Y LA REDUCCIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES ARBÓREAS**

Los productores cafetaleros han modificado la composición del bosque al establecer las plantaciones de café bajo la copa de los árboles. Han eliminado parte de la vegetación original para crear el espacio necesario para el café y para transformar la cobertura cerrada del bosque en una moderada rejilla que regula la cantidad de radiación solar que llega a las plantas de café. Esta transformación no ha sido homogénea en todos los casos, y ha producido resultados cualitativamente diferentes. Hay al menos dos maneras en que los productores han alterado la composición del bosque en las plantaciones de café, que dependen de si el propietario es un cafetalero rico o mediano.

Los cafetaleros más ricos prefieren un modelo de cafetal con una alta densidad de plantas y que requiere de la aplicación de grandes cantidades de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y mayor radiación solar. Ellos seleccionan cuidadosamente las especies de árboles con hojuelas finas que permiten el paso de la luz solar de

forma moderada (Cuadro 10). Normalmente se trata de especies arbóreas pioneras o colonizadoras de los claros del bosque. Por tanto se tiende a eliminar, poco a poco, las especies tardías del bosque maduro original, mientras se favorecen sólo aquellas especies que son beneficiosas para el café. Este tipo de cafetal puede observarse en las grandes haciendas que pertenecen a Eduardo Callejas y Enrique Herdocia, los dos cafetaleros con mayores recursos económicos dentro de la Reserva. Aquí encontramos plantaciones de café que crecen a la sombra de tan sólo unas pocas especies forestales, preferentemente *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma* spp., *Inga vera* y *Gliricidia sepium*. El cafetal se limpia con frecuencia de malezas, en esta limpieza se eliminan la mayor parte de los arbolitos que vienen regenerándose, dejando únicamente unas cuantas especies forestales. Además, se plantan nuevos árboles de especies preferidas por los cafetaleros, tales como *Gliricidia sepium*. Actualmente los cafetaleros ricos están invirtiendo en la renovación y expansión de sus cafetales, incorporando de esta manera más áreas de bosque maduro al sistema de cafetales con pocas especies arbóreas.

**Cuadro 10.**  
**Usos del bosque según tipos de propietarios**

Dueno de bosque	Usos del bosque	Características más apreciadas de las especies	Prácticas de manejo
Grandes cafetaleros	Sombra para el café	Hojuelas finas que crean una sombra en forma de rejilla	Eliminación de árboles pequeños en el sotobosque. Plantación de nuevas especies.
	Microclima favorable para el café	Parches de bosque de gran tamaño	Protección del bosque. Prevención de incendios y protección contra intrusos.
	Madera y leña para uso en la finca	No hay requisitos especiales	Extracción selectiva con cierta frecuencia.
Medianos cafetaleros	Sombra para el café	Tanto hojuelas finas como anchas	Eliminación parcial de arbolitos, y protección selectiva de las especies deseadas.
	Microclima favorable para el café	Parches de bosque de gran tamaño	Cierto grado de protección al bosque, aunque las manchas se ven afectadas por diversas alteraciones.
	Madera para la finca	Maderas preciosas	Extracción selectiva de madera de forma irregular.
	Leña comercial	Madera que se quema lentamente y produce un calor constante	
Pequeños campesinos / Comunidad campesina	Madera rústica para uso doméstico	Madera dura	Extracción selectiva, raleando los mejores individuos.
	Leña comercial	Madera que se quema lentamente y produce un calor constante	Raleos para sacar leña.
	Parte de un ciclo de barbecho agrícola	No hay requisitos especiales	Agricultura de roza-quema después del periodo de barbecho.
Cooperativas	Agricultura de barbecho corto.	Matorrales	Agricultura de roza-quema después de un corto periodo de barbecho.
Gobierno municipal	Preservación de la riqueza de especies	Rareza y diversidad de especies Especies tardías en la sucesión	Enriquecimiento del bosque mediante la plantación de especies raras y tardías.

Los medianos cafetaleros transforman el bosque de un modo diferente. En vez de favorecer sólo unas cuantas especies pioneras, combinan algunas especies tardías que quedan del bosque original con especies pioneras y colonizadoras de claros, obteniendo así una sombra moderada para el cafetal a un bajo costo (Cuadro 10). Este es el caso de las fincas de Duilio Gurdíán (hacienda Las Rojas), Ariel Terán (hacienda La Concepción) y Alain Meyrat (antigua hacienda Apastepe). Ellos también han eliminado parte de la vegetación original para crear espacio para las plantas de café, pero manteniendo algunos de los árboles que dominaban el bosque original, como *Brosimum alicastrum*, *Terminalia oblonga*, *Guarea glabra* y *Mastichodendron capiri*. Una amplia variedad de especies post-pioneras y colonizadoras de claros, tales como *Cordia alliodora*, *Tabebuia chrisanta* y *Guazuma ulmifolia*, vienen surgiendo en el estrato bajo del bosque. El resultado es una combinación rica y dinámica de especies tardías y tempranas. De hecho, hay una mayor riqueza de especies en estos bosques alterados por la acción humana que en algunos de los parches de bosque maduro bien conservados, donde unas cuantas especies se han vuelto muy dominantes, como ocurre en el caso del bosque dominado por *Brosimum alicastrum* en las lomas que rodean los cafetales de la hacienda La Concepción. En todos estos casos, los productores cafetaleros no tienen suficiente capacidad financiera para manejar los cafetales utilizando una gran cantidad de insumos externos que resultan muy costosos. No tienen suficientes recursos para eliminar todos los árboles del bosque original y sustituirlos por nuevas especies, ni para desmalezar y fertilizar toda la plantación de café al mismo tiempo. Por otro lado, buscan un complemento económico al ingreso que genera el café, a través de la extracción selectiva de árboles maderables y para leña (Figura 6).

**Figura 6.**  
**Extracción de leña en un cafetal de la finca "Las Rojas",**  
**en las faldas del volcán Chonco**



### **BOSQUES MADUROS, PROTEGIDOS Y ALTERADOS**

Aparte de los cafetales, existen extensas áreas de bosques maduros dentro de las haciendas cafetaleras. El grado de protección de estos bosques depende de los recursos que tenga el propietario. Los cafetaleros ricos protegen celosamente sus propiedades contra los intrusos. Por tanto, están menos propensas a sufrir los efectos del fuego o de la extracción de leña (Cuadro 10). Es de esperar, entonces, que las especies arbóreas tardías ocupen un lugar preponderante en estos bosques. Los medianos cafetaleros, en cambio, no siempre tienen la capacidad de asegurar la protección de sus áreas forestales, que están más propensas a sufrir las alteraciones del fuego y la extracción de leña. Además, algunos finqueros como Duilio Gurdían acostumbraban alimentar su ganado en el bosque durante la estación seca. El ganado se alimenta de las hojas y los frutos de los árboles, complementando así los nutrientes que obtienen de los pastos. El ganado favorece el desarrollo de ciertas especies al transportar sus semillas, e impide el desarrollo de otras al aplastar los arbolitos que encuentra en su camino. Todas estas alteraciones pueden crear el espacio para que las especies pioneras y post-pioneras encuentren un sitio favorable donde crecer. Se crea así una mezcla de especies que tienen distintas estrategias de vida.

La preservación de estos parches de bosque depende de la voluntad y la capacidad del propietario para convertirlos en plantaciones de café. Si piensan que ya tienen suficientes cafetales, o no tienen el dinero para financiar la expansión de las plantaciones, entonces estos bosques maduros tienen una oportunidad de ser preservados. Normalmente, estos remanentes de bosque se encuentran en sitios inaccesibles con una topografía demasiado quebrada e incómoda para el establecimiento de cafetales. Por tanto, es difícil pensar que las plantaciones de café se extenderán más allá de sus límites actuales, de modo que la proporción bosques/cafetales tiende a permanecer estable.

Las 35 has. de bosque convertidas por la municipalidad de Chichigalpa en una pequeña Reserva para la conservación de la diversidad de especies es también un bosque maduro. Cómo logró esta mancha de bosque adulto sobrevivir en medio de un entorno de tierras agrícolas y pastos sigue siendo un misterio. Es parte de la antigua hacienda Las Brisas, dedicada principalmente a la ganadería y la agricultura. Actualmente, hay un mosaico de pastos, matorrales y cultivos que cubren el área que rodea la isla de bosque maduro. Aunque la historia del manejo de este parche de bosque no está

clara, podemos inferir que ha sufrido alteraciones que provienen del entorno agropecuario. Por ejemplo, el guardabosques reporta que un fuego agrícola afectó el límite Este de este bosque en 1997. Al igual que los parches de bosque que se preservan en las fincas de los medianos cafetaleros, es de esperar que el bosque de Las Brisas se haya visto alterado por fuegos y extractores de leña. La composición de especies podría reflejar este tipo de alteraciones.

### **BOSQUES JÓVENES EN REGENERACIÓN**

Campesinos asociados e individuales protegen los bosques jóvenes de El Quebrachal y las áreas vecinas. Al prevenir e impedir que los fuegos entren, permiten que las especies pioneras se regeneren y crezcan considerablemente. Los campesinos también han disminuido los ritmos de extracción de leña y madera, permitiendo que las especies que antes eran sobreexplotadas puedan recuperarse. Se trata de un bosque todavía muy joven dominado por especies pioneras, principalmente *Lysiloma spp.* y *Cordia alliodora*. De hecho, el nombre “El Quebrachal” viene de “Quebracho”, que es el nombre común de *Lysiloma spp.*, destacando la importancia de esta especie. En cambio, hay muy poca o ninguna presencia de especies tardías en el bosque de El Quebrachal. Plantitas de especies intermedias, tales como el colonizador de claros *Tabebuia chrisantha*, han aparecido recientemente. Si los campesinos tienen interés en promover más especies tardías de alto valor, tendrán que desarrollar prácticas de manejo explícitamente encaminadas a lograrlo. Haría falta hacer un raleo de las especies pioneras para abrir espacio y permitir que otras especies se desarrollen. Además, dado que los árboles semilleros de las especies deseadas se encuentran muy lejos de estos bosques, haría falta introducir las semillas o plántulas artificialmente. De hecho, los campesinos de El Pellizco plantaron una serie de especies nuevas en el bosque de El Quebrachal en 1998, incluyendo especies tardías de madera preciosa. Se plantaron relativamente pocos árboles, de modo que todavía no ocupan un lugar significativo en la composición del bosque.

Sin embargo, los pequeños campesinos no siempre consideran la producción de madera preciosa como uno de sus objetivos primordiales. Ya satisfacen sus necesidades de leña y madera rústica mediante la extracción de las especies que existen actualmente en el bosque joven. Todavía está por verse si se interesarán en el manejo de las especies maderables tardías.

## Uso de las especies

Entre la gran variedad de especies arbóreas que se encuentran en los diversos parches de bosque, los propietarios tienden a preferir sólo algunas de ellas para ciertos propósitos concretos. A continuación se presenta una lista de las especies más populares que proveen sombra, madera, leña y otros servicios (Cuadro 11).

**Cuadro 11.**  
**Usos de las especies más populares**

Especies	SC	L	M	D	FG	C
<i>Acacia mangium</i>	X					
<i>Ardisia revoluta</i>						X
<i>Bombacopsis quinata</i>				X		
<i>Brosimum alicastrum</i>	X	X			X	X
<i>Cedrella odorata</i>			X	X		
<i>Cordia alliodora</i>			X			
<i>Enterolubium cyclocarpum</i>	X	X	X	X		
<i>Eucaliptus camaldulensis</i>		X				
<i>Gliricidia sepium</i>	X			X		
<i>Guarea glabra</i>	X	X				
<i>Guazuma ulmifolia</i>		X				
<i>Inga vera</i>	X					
<i>Lysiloma spp.</i>	X	X				
<i>Mastichodendron capiri</i>	X	X				
<i>Pithecellobium saman</i>	X		X			
<i>Simarouba glauca</i>				X		
<i>Swietenia humilis</i>				X		
<i>Tabebuia crisantha</i>	X					
<i>Terminalia oblonga</i>	X	X	X			

SC = Sombra para el Café, L = Leña, M = Madera, D = Diversidad de Especies,  
FG = Forraje para el Ganado, C = Comida.

#### ESPECIES PREFERIDAS PARA SOMBRA DEL CAFÉ

Los grandes cafetaleros seleccionan una reducida variedad de especies como proveedoras de sombra en los cafetales. Las especies más comunes son *Enterolobium cyclocarpum*, que se regenera naturalmente en los cafetales, y *Gliricidia sepium*, que se promueve artificialmente. Estas especies tienen hojuelas finas que hacen que la radiación solar llegue con menor intensidad a las plantas de café. Otras especies que también son apreciadas por las mismas características son *Acacia mangium*, *Inga vera*, *Pithecellobium saman* y *Lysiloma spp.*

Los medianos cafetaleros también incluyen en sus plantaciones otras especies de árboles que dan una sombra bastante densa, como *Brosimum alicastrum*, *Terminalia oblonga*, *Tabebuia crisantha* y *Mastichodendron capiri*. Estas especies se combinan mejor con variedades de café que toleran más sombra, y brindan beneficios complementarios tales como leña y madera.

#### ESPECIES PREFERIDAS PARA MADERA

Algunas de las especies que sirven como sombra del café también son apreciadas como especies maderables, tales como *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium saman* y *Terminalia oblonga*. *Cedrella odorata* es otra especie que a veces se encuentra en los cafetales. Cada cierto tiempo, los cafetaleros extraen pequeñas cantidades de madera de estas especies, como un complemento económico a la producción cafetalera.

La especie maderable de mayor valor que se encuentra en los bosques jóvenes protegidos por los campesinos es *Cordia alliodora*. Los pequeños campesinos la utilizan para construir y reparar sus casas, y para elaborar implementos de trabajo agrícola como arados y tiros de carretas.

#### ESPECIES PREFERIDAS PARA LEÑA

*Lysiloma spp.* es la especie número uno para leña, y se extrae principalmente de las tierras de los pequeños campesinos y miembros de las cooperativas. *Guazuma ulmifolia*

también se extrae como especie leñera en las parcelas campesinas, aunque no es la mejor especie para este propósito.

Los productores cafetaleros también comercian pequeñas cantidades de leña que obtienen de las especies *Brosimum alicastrum*, *Mastichodendron capiri*, *Guarea glabra* y *Terminalia oblonga* que se encuentran en sus cafetales. *Eucaliptus camaldulensis*, una especie exótica, ha sido plantada en la finca La Suiza con la intención explícita de cosechar leña comercial en poco tiempo.

### OTROS USOS

La municipalidad de Chichigalpa quería enriquecer el bosque de Las Brisas con especies que supuestamente están en peligro de extinción a nivel local. Se plantaron líneas de *Swietenia humilis*, *Cedrella odorata*, *Bombacopsis quinata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium saman*, *Simarouba glauca* y *Gliricidia sepium* dentro del bosque establecido. En realidad, muchas de estas especies no corren un verdadero peligro de extinción, pues son abundantes en los cafetales, tales como *Enterolobium cyclocarpum* y *Gliricidia sepium*. Otras especies, como *Swietenia humilis*, son más escasas dentro de la Reserva, y su plantación con el objetivo de incrementar la diversidad de especies está bien justificada.

Otro servicio menos conocidos que brindan los árboles mencionado por algunos propietarios fue comida para el ganado y los seres humanos. El ganado se come los frutos que produce *Brosimum alicastrum*, y los campesinos del lugar preparan con ellos una especie de harina para cocinar un sustituto de las tortillas de maíz. Los frutos de *Ardisia revoluta*, que parecen uvas, también son buenos para comer.

En pocas palabras, los hallazgos presentados en esta sección revelan la importancia de los productores cafetaleros como principales dueños de bosque dentro de la Reserva. Ellos protegen y manejan grandes manchas de bosques maduros, y mantienen una cobertura forestal en sus cafetales. La manera en que manejan el bosque depende de su capacidad de inversión. Los propietarios más adinerados transforman el bosque para establecer cafetales altamente costosos en términos de insumos externos y donde dejan sólo unas pocas especies de árboles, mientras que los medianos cafetaleros buscan un equilibrio entre la producción de café y el mantenimiento de un bosque relativamente rico en especies. Además de los cafetaleros, existen otros dueños de bosque de menor

importancia. Campesinos asociados e independientes de la comunidad de El Pellizco protegen bosques jóvenes en sus tierras como una fuente de madera rústica y leña comercial. El bosque que manejan se desarrolló a partir de matorrales que quedaron en barbecho agrícola a inicio de los 90. Gracias a las prácticas de prevención de fuegos que los campesinos han realizado, el bosque se ha desarrollado considerablemente. En cambio, los miembros de cooperativas en áreas vecinas no permiten que los matorrales que están en barbecho crezcan y se desarrollen como bosques. Al igual que muchos campesinos de la región, convierten los matorrales de nuevo en campos de cultivos o pasturas antes de que tengan la oportunidad de crecer y convertirse en bosques. Finalmente, el gobierno municipal de Chichigalpa ha identificado una mancha de bosque particularmente rica en especies que está siendo protegida con propósitos educativos y de investigación científica. Todas estas experiencias de protección y manejo forestal emprendidas por campesinos y por el gobierno local son todavía poco significativas en términos de extensión, pero tienen el potencial para expandirse e inspirar otras experiencias similares en las faldas de los volcanes.

## 5.2 Hallazgos sobre la riqueza, composición y estructura del bosque

El muestreo forestal se realizó con el propósito de comprobar si existe o no una influencia significativa de las prácticas de manejo descritas en la sección anterior sobre la riqueza de especies y la composición de las diferentes manchas de bosque. Si existiera tal influencia, las manchas de bosque clasificadas bajo la misma categoría (bosques maduros, bosques jóvenes o cafetales) o que comparten una historia del uso de la tierra similar probablemente mostrarían una composición de especies parecida. La herramienta principal utilizada para comprobar esta hipótesis fue la técnica de *ordenación* (*ordination* en inglés), que permite agrupar los diversos sitios de muestreo (manchas de bosque) en un espacio de dos o tres dimensiones según sus similitudes en la composición de especies. Las características de los diferentes grupos sitios o manchas que aparecen en el espacio ordinal pueden ser explorados en mayor profundidad para establecer relaciones entre los ejes del gráfico y ciertos factores causales, tales como las alteraciones provocadas por los seres humanos.

El análisis forestal también tenía por objetivo proyectar cuál será la composición futura del bosque. Las prácticas de manejo pueden desatar cambios importantes en

el bosque, de modo que su composición futura puede ser muy diferente de la actual. Para inferir estos cambios, el análisis forestal se centró en el estudio de las variaciones en diámetro entre los individuos de las diversas especies, por medio de la elaboración de histogramas de clases diamétricas. Además, se realizó por separado un análisis de la composición de especies de las plántulas  $\leq 4$  cm de DAP, para saber qué especies se regeneran de forma más abundante en el sotobosque. La imagen hipotética acerca del futuro del bosque se basa entonces en la presencia de plántulas y árboles de diámetro pequeño que podrían llegar a dominar el bosque al cabo de unos años.

### ***Representatividad del muestreo***

Antes de desarrollar la técnica de ordenación, se realizó un test para evaluar la representatividad de los muestreos que se llevaron a cabo (Bonham 1989). Este test se basa en el supuesto de que la densidad de árboles debe estar uniformemente distribuida entre todos los puntos de muestreo. Si se detectan diferencias significativas entre las densidades encontradas en los diversos puntos de muestreo (un alto valor de la desviación estándar), el muestreo no se considera suficientemente confiable y se necesita muestrear una mayor cantidad de puntos. Los datos obtenidos al aplicar este test (Cuadro 12) indican que no se registraron suficientes puntos para obtener un muestreo representativo en ninguno de los sitios estudiados.

**Cuadro 12.**  
**Indicadores de la representatividad del muestreo**

Sitio Muestreado	N. de puntos registrados	N. de puntos para un muestreo adecuado	Índice del patrón de distribución *
C-Concha	20	30	3.49
C-Rojas	20	36	2.52
C-Sraf	20	23	1.50
OF-Argelia	20	36	2.08
OF-Chichi	20	33	1.70
OF-Concha	1	55	3.25
OF-Rojas	20	41	1.54
OF-Sraf	20	32	1.36
YF-Meyrat	14	36	1.79
YF-Quebra	20	29	1.41
YF-Roger	3	49	2.72
YF-Versa	8	39	1.69

\* Un valor > 1 significa que los organismos se encuentran agregados.  
Un valor < 1 indica que están distribuidos de forma regular.

Los muestreos más completos que realicé incluyen 20 puntos, cuando en realidad se necesitaban entre 30 y 40 puntos para obtener un muestreo consistente en la mayoría de los sitios. C-Sraf es el sitio donde el muestreo se acerca más al parámetro requerido (20 puntos muestreados vs. 23 puntos requeridos). Este sitio, junto con OF-Sraf y YF-Quebra, muestra el patrón de distribución de la densidad más cercano a 1, lo que indica una distribución espacial de los árboles bastante uniforme a lo largo del muestreo.

En el otro extremo, OF-Concha es el muestreo menos confiable de todos. La topografía era tan quebrada y la pendiente tan abrupta que no fue posible realizar el muestreo en este sitio con los recursos de que disponía. Sólo registré mediciones en un único punto. Obviamente, los datos indican grandes diferencias en la densidad de plantas (y un alto valor en el patrón de distribución espacial), señalando la necesidad de incluir muchos más puntos para obtener un muestreo adecuado. Otros sitios con muy pocos puntos de muestreo son YF-Roger y YF-Versa. Debido a la insuficiencia de puntos en estos sitios, decidí excluir por completo del análisis forestal estos tres sitios (OF-Concha, YF-Roger y YF-Versa).

Los datos obtenidos del resto de los sitios muestreados también deben tomarse con precaución, pues tampoco cumplen con los requerimientos de un muestreo representativo. No deben considerarse como resultados definitivos, sino más bien como elementos que indican algunas características del bosque que pueden servir como puntos de partida para futuras investigaciones.

### ***Características generales de los sitios muestreados***

Antes de pasar a describir la composición de especies de los diferentes sitios muestreados, presentaré en esta sección algunos datos generales sobre la diversidad, densidad y dominancia encontrados en cada mancha (Cuadro 13). Estos indicadores permiten dibujar un cuadro general de los distintos parches, resaltando algunas similitudes y diferencias entre ellos.

**Cuadro 13.**  
**Diversidad, Densidad y Dominancia en los diferentes sitios muestreados**

Sitio muestreado	Número de Especies	Índice de Dominancia de Simpson	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener	Densidad general (trees/ha)	Área Basal (dm <sup>2</sup> /ha)
C-Concha	18	0.16	2.24	71.05	3618.18
C-Rojas	18	0.10	2.50	197.31	5105.75
C-Sraf	18	0.11	2.49	240.30	2020.12
OF-Argelia	20	0.20	2.24	303.27	3232.35
OF-Chichi	28	0.07	2.95	376.11	5101.82
OF-Rojas	17	0.15	2.27	690.70	1454.17
OF-Sraf	22	0.10	2.65	540.17	2608.14
YF-Quebra	23	0.11	2.57	428.94	1271.96
YF-Meyrat	22	0.09	2.71	404.64	4674.62

En términos de riqueza de especies, OF-Chichi presenta un valor sobresaliente. Este es el sitio que muestra el mayor número de especies (28) y el índice de diversidad de Shannon-Weiner más elevado (2.95). Puesto que este índice es más sensible a la distribución equitativa de las especies y a la presencia de especies raras (Barbour et al. 1999), el alto valor indica que hay una gran variedad de especies bien distribuidas

en OF-Chichi. En cambio, el índice de dominancia de Simpson manifiesta el grado en que el bosque está dominado por unas pocas especies. En vez de reflejar la diversidad y rareza de las especies, este indicador da más importancia a las especies dominantes. Su bajo valor en OF-Chichi confirma que no hay una especie en particular que domine el bosque. La excepcional riqueza de especies encontrada en este sitio lo diferencia claramente del resto de las manchas muestreadas. Otros bosques maduros y jóvenes, incluyendo OF-Sraf, YF-Quebra y YF-Meyrat, también presentan un índice de Sannon-Weiner alto y un índice de Simpson bajo, y sugieren que estos sitios también tienen el rasgo de una distribución equitativa de las especies, aunque la riqueza de especies no es tan alta como la que se encuentra en OF-Chichi.

En general, las plantaciones de café presentan una menor diversidad de especies arbóreas, debido probablemente a que los bosques han sido raleados para abrir espacio para las plantas de café, reduciendo de esta manera la cantidad total de árboles individuales y por especies en la mancha. El efecto del raleo se refleja claramente en las bajas densidades de árboles encontradas en los cafetales (C-Concha, C-Rojas, C-Sraf), que muestran valores por debajo de los 240 árboles/ha. Esto no quiere decir que el área basal sea igualmente baja. De hecho, C-Rojas presenta uno de los valores más altos (5,105.75 dm<sup>2</sup>/ha), lo que sugiere que algunos árboles de gran diámetro dominan un área amplia y compensan la ausencia de muchos árboles agrupados en rodales densos. Dos bosques maduros, OF-Argelia y OF-Rojas, también presentan indicadores de diversidad relativamente bajos y altos valores de dominancia. A pesar de que estos parches han sido poco afectados por las alteraciones causadas por las poblaciones humanas, unas pocas especies tienden a dominar el bosque, reduciendo así la riqueza de especies.

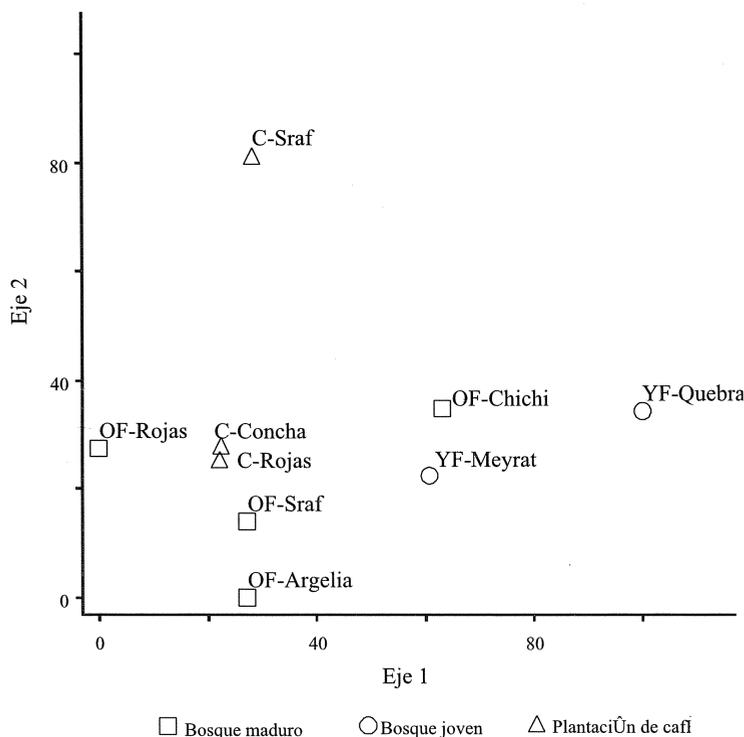
En pocas palabras, los indicadores generales de diversidad, densidad y dominancia muestran algunas diferencias iniciales entre los sitios muestreados. Quizá la más importante sea la relativamente baja diversidad y densidad encontrada en las plantaciones de café en general, que parecen reflejar la práctica del raleo. Los valores de densidad y dominancia varían en el resto de los parches. Mientras algunos bosques como OF-Chichi presentan una riqueza y distribución de especies extraordinarias, unas pocas especies tienden a dominar otros sitios como OF-Argelia. Se necesita explorar estas diferencias con mayor profundidad en cuando a la composición específica de especies en cada mancha, para intentar explicarlas.

### ***La composición del bosque (árboles > 4 cm de DAP)***

Los indicadores analizados en el inciso anterior dan una idea general de la riqueza de especies, densidad y dominancia en las manchas muestreadas, pero no brindan ninguna clave para entender la composición y estructura del bosque. Para describir y comparar los parches al nivel específico de especies, presentaremos a continuación gráficos de ordenación e indicadores de análisis forestal. El ejercicio de ordenación se basa en el Valor de Importancia (VI) de las especies (un promedio de la densidad, dominancia y frecuencia de cada especie) para los árboles con un DAP > 4 cm, que fue utilizado como el indicador básico para realizar un DCA (Detrended Correspondence Analysis). Para evitar distorsiones, los parches con un muestreo muy pobre han sido excluidos del ejercicio de ordenación (Figura 7.).

El Eje 1 diferencia los bosques jóvenes, ubicados en el extremo derecho del eje, de los bosques maduros y los cafetales que se ubican en el lado opuesto, donde los valores del eje son más bajos. YF- Quebra, el rodal más joven, y el bosque maduro OF-Rojas, representan los dos extremos del Eje 1, y están claramente separados del resto de los sitios. YF-Meyrat y OF-Chichi, un bosque joven y uno maduro respectivamente, aparecen agrupados, no obstante, a la misma altura sobre el eje, lo que indica que la composición de especies en ambos sitios no se diferencia claramente en este punto. Todos los cafetales (C-Sraf, C-Concha y C-Rojas) se alinean en el mismo punto sobre el eje 1, junto con otros dos rodales de bosques maduros, OF-Sraf y OF-Argelia.

**Figura 7.**  
**Ordenación DCA basada en el Valor de Importancia (VI) de las especies**



A lo largo del Eje 2, C-Sraf es el sitio que se separa claramente del resto del grupo, ubicándose en el extremo superior del eje. Esta separación sugiere que C-Sraf tiene características peculiares que lo diferencian del resto de las manchas, especialmente del bosque maduro OF-Argelia, ubicado en el extremo opuesto del eje. Las otras dos plantaciones de café, C-Concha y C-Rojas, ocupan una posición intermedia junto a los bosques jóvenes (YF-Meyrat, YF-Quebra) y a dos bosques maduros (OF-Rojas y OF-Chichi).

El significado de los ejes ordinales no parece estar relacionado con ninguno de los factores ambientales registrados en el terreno, pues no se encontró ninguna correlación significativa entre variables ambientales y los gradientes representados por los ejes. Sitios con diferentes características ambientales, tales como textura del suelo,

topografía y porcentaje de pendiente, aparecen agrupados juntos y viceversa (Cuadro 14). OF-Chichi y YF-Meyrat, por ejemplo, aparecen uno cerca del otro en el gráfico ordinal aunque poseen una textura del suelo diferente. YF-Meyrat, ubicado en los suelos más antiguos del volcán Casitas, se asienta en suelos de arena limosa con una textura relativamente más fina que los suelos arenosos encontrados en OF-Chichi, que se encuentra más cerca de los suelos de formación reciente en las faldas del San Cristóbal. Las demás variables ambientales tampoco corresponden con el gradiente de los ejes del gráfico. C-Concha se ubica en el pequeño altiplano que forma un viejo cráter volcánico, que contrasta con la topografía de pendientes donde se encuentran las demás plantaciones de café. A pesar de estas diferencias en el porcentaje de pendiente, todos estos sitios forman un solo grupo en la ordenación.

**Cuadro 14.**  
**Variables ambientales registradas en los sitios muestreados**

Sitio	% Pendiente <sup>a</sup>	Topografía <sup>b</sup>	Textura del suelo <sup>c</sup>	% Cobertura de copas <sup>d</sup>
C-Concha	0%	6	2.00	27%
C-Rojas	16%	7	1.33	35%
C-Sraf	8%	3	1.33	31%
OF-Argelia	13%	4	1.50	41%
OF-Chichi	13%	4	1.00	38%
OF-Concha	50%	1	1.00	50%
OF-Rojas	30%	5	1.50	30%
OF-Sraf	20%	8	1.25	49%
YF-Meyrat	25%	5	2.00	37%
YF-Quebra	17%	4	1.00	47%
YF-Roger	29%	2	1.00	52%
YF-Versailles	46%	3	1.00	49%

a Promedio del porcentaje de pendiente medido en varios puntos a lo largo del transecto de muestreo.

b Índice que representa características topográficas capaces de retener agua, en orden ascendente

(1 = capaz de retener menos agua; 8 = capaz de retener más agua)

1: Pendiente muy inclinada

2: Topografía quebrada

3: Pendiente moderada

4: Pendiente suave

5: Colinas

6: Plano

7: Plano + Terrazas

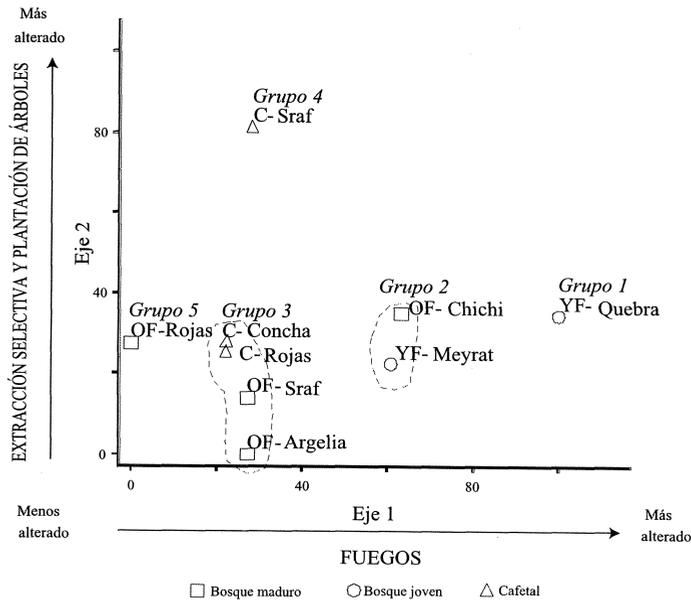
8: Lecho de un arroyo

c Índice de textura del suelo que va de arena gruesa a arena fina. 1 = arena, 2 = arena limosa. Los valores son promedios de varias mediciones tomadas dentro del mismo sitio.

d Promedio del porcentaje de cobertura de las copas de los árboles medido en varios puntos dentro del mismo sitio.

El significado de los ejes de la ordenación debe buscarse entonces en otros factores causales. Basado en la historia del uso de la tierra en los diversos parches y en la forma en que se agrupan los diferentes tipos de bosque (bosques maduros, bosques jóvenes y plantaciones de café), me atrevo a sugerir que existe cierta correlación entre los ejes de la ordenación y el impacto de diversos tipos de alteraciones causadas por las poblaciones humanas (Figura 8. ). YF-Quebra y OF-Rojas representan dos extremos opuestos de un gradiente de alteración que corre a lo largo del Eje 1. En el extremo derecho del eje, YF-Quebra es el rodal más joven, dominado principalmente por especies pioneras. La historia del uso de la tierra en este sitio sugiere que hubo una amplia eliminación de la cobertura forestal causada por quemas agrícolas o por fuegos provocados por cazadores antes de que la comunidad campesina comenzara a proteger esta mancha de bosque. Estas quemas eliminaron a las especies arbóreas tardías, creando un campo abierto ideal para ser colonizado por especies pioneras. En el otro extremo del eje, OF-Rojas aparece como un bosque maduro que tiene pocas señales de alteración. Tiene la apariencia de un rodal bien preservado con una importante presencia de especies tardías. Los sitios que se ubican en un punto intermedio del eje podrían haber sufrido el paso de fuegos, pero menos intensos y extendidos. Este es el caso de OF-Chichi y YF-Meyrat, dos manchas de bosque rodeadas por campos agrícolas y de pastoreo expuestos a quemas periódicas. Los fuegos originados en áreas vecinas podrían haber afectado los perímetros de estos parches, tal como se reporta que ocurrió en OF-Chichi en 1997. La historia del uso de la tierra de los sitios ubicados a distintas alturas sobre el Eje 1 respalda la idea de que existe un gradiente de intensidad de las quemas asociado a él.

**Figura 8.**  
**Posible correlación entre los ejes de la ordenación**  
**y diferentes tipos de alteraciones**



El Eje 2 representa un tipo diferente de gradiente de alteración asociado con las prácticas de manejo que se aplican en los cafetales. Este eje diferencia algunas de las plantaciones de café (C-Concha y C-Rojas) de ciertos bosques maduros (OF-Argelia y OF-Sraf), lo que sugiere que el manejo del cafetal afecta la composición del bosque de una manera peculiar. La principal alteración que realizan los dueños de fincas cafetaleras es el raleo del bosque para abrir espacio para las plantas de café, mediante la extracción selectiva de las especies del bosque original y la plantación de nuevas especies que proveen una sombra moderada para los cafetos. C-Sraf, ubicado en el extremo más alto del Eje 2, es el cafetal donde esta práctica se ha llevado a cabo con mayor intensidad. Prácticamente toda la cobertura forestal original de este rodal ha sido eliminada, sustituyéndose por una reducida gama de especies plantadas deliberadamente por el dueño de la finca.

En las otras dos plantaciones de café, ubicadas en un punto intermedio del Eje 2, la extracción de árboles ha sido menos intensa e indiscriminada, conservando muchas

de las especies tardías del bosque original en combinación con otras especies introducidas por el propietario. En YF-Quebra, también localizado a una altura intermedio sobre el eje, los campesinos de la comunidad han extraído árboles de forma moderada para obtener leña y madera rústica, sin eliminar por completo ninguna especie. También sabemos que la municipalidad de Chichigalpa ha tratado de enriquecer el bosque de OF-Chichi, mediante la plantación de líneas de árboles a través del rodal. Poco se sabe, sin embargo, acerca de las prácticas de extracción de madera en OF-Chichi y YF-Meyrat.

En los rodales de bosque maduro OF-Sraf y OF-Argelia, que aparecen en el extremo inferior del eje, la extracción de madera no ha sido una práctica habitual. Los productores podrían haber cortado algunos árboles ocasionalmente para reemplazar los postes de las cercas, y ellos tampoco han plantado árboles intencionalmente. OF-Argelia tiene el aspecto de un bosque particularmente bien preservado, con mínima intervención humana, que corresponde a su ubicación en el segmento bajo del eje.

En resumen, los dos ejes de la ordenación pueden interpretarse como gradientes de alteración causados por dos tipos de actividades humanas. El Eje 1 representa las alteraciones causadas por las prácticas agrícolas, tales como las quemas que forman parte de un ciclo de barbecho. El Eje 2 representa el gradiente de alteración causado por las prácticas de manejo aplicadas en los cafetales, que consisten en la extracción selectiva de ciertas especies y la plantación de nuevos árboles. El efecto combinado de ambos ejes crea los siguientes grupos de rodales:

Grupo 1: Bosque quemado recientemente (YF-Quebra)

Grupo 2: Bosques parcialmente afectados por fuegos (OF-Chichi y YF-Meyrat)

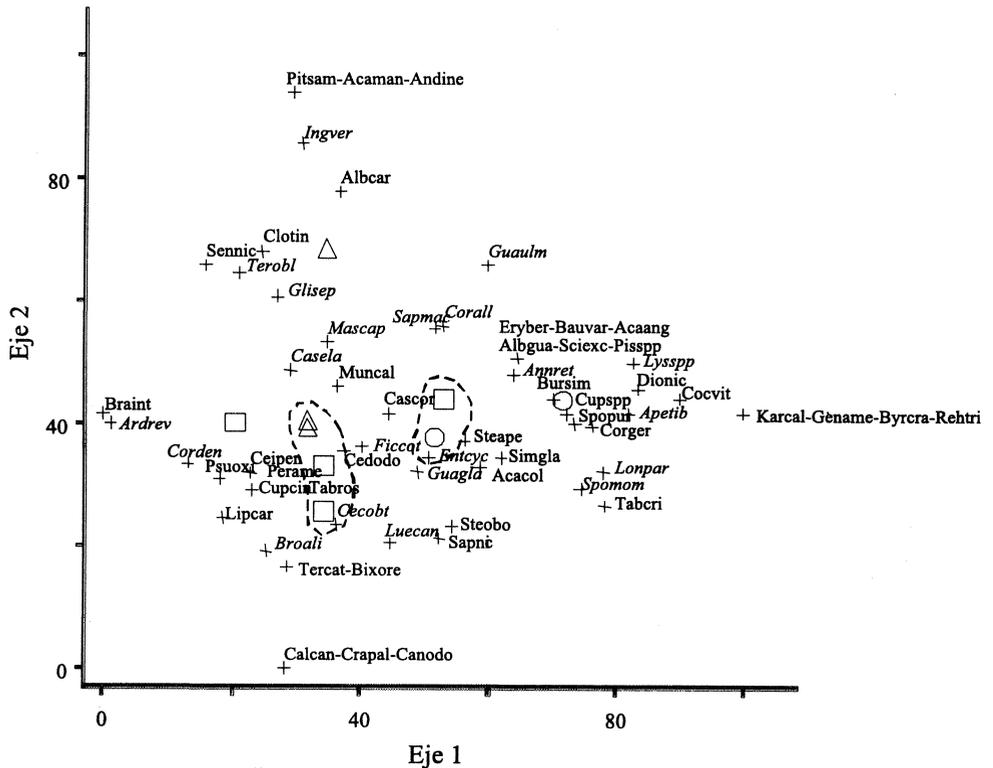
Grupo 3: Bosques y cafetales con un nivel intermedio de alteración (C-Concha, C-Rojas, OF-Sraf y OF-Argelia)

Grupo 4: Plantación de café donde se ha extraído madera intensivamente (C-Sraf)

Grupo 5: Bosque maduro poco alterado (OF-Rojas)

La composición de especies en cada uno de los grupos también tiende a reflejar los gradientes de alteración (ordenación de la Figura 9., ver códigos de especies en el Cuadro 15). El Grupo 1, formado únicamente por YF-Quebra, corresponde a un bosque joven que se ha desarrollado en un campo que fue quemado recientemente. En el extremo derecho del Eje 1 se encuentra una nube de especies agrupadas cerca de este parche, formada por *Lysiloma spp.*, *Bursera simarouba*, *Spondias purpurea*, *Cupania spp.*, *Diospyros nicaragüensis*, *Cordia gerascanthus*, *Apeiba tibourbou* y *Cochlospermum vitifolium*.

Figura 9.  
Ordenación DCA mostrando grupos de especies (Reserva Natural Ch-Sc-C)



□ Bosque maduro      ○ Bosque joven      △ Plantación de café

+ *En cursivas: especies con alto Valor de Importancia*

+ En fuente normal: especies con Valor de Importancia bajo o medio

Cuadro 15.

**Códigos de especies y clasificación de acuerdo a las estrategias de vida  
(basado en observaciones cualitativas en el campo)**

Nombre Común	Especies	Código	Estrategia de vida*	Nombre Común	Especies	Código	Estrategia de vida
Aguja de arra	<i>Acacia angustissima</i>	Acaang	NC	Helequeme	<i>Erythrina berteroa</i>	Eryber	NC
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	Acacol	I	Matapalo	<i>Ficus cotinifolia</i>	Ficcot	T
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	Acaman	P	Jagua	<i>Genipa americana</i>	Gename	NC
Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i>	Albcar	I	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Glisep	P
Gavilan	<i>Albizia guachapele</i>	Albgua	NC	Tololo	<i>Guarea glabra</i>	Guagla	T
Zorro	<i>Andira inermis</i>	Andine	NC	Guacimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guaulm	P
Anona	<i>Annona reticulata</i>	Annret	I	Cuajiniquil	<i>Inga vera</i>	Ingver	P
Burillo	<i>Apeiba tibourbou</i>	Apetib	I	Guiliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i>	Karcal	NC
Palo de uva	<i>Ardisia revoluta</i>	Ardrev	TB	Tacote	<i>Lippia cardiostegia</i>	Lipcar	B
Pata de venado	<i>Bauhinia variegata</i>	Bauvar	NC	Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	Lonpar	P
Achiote de monte	<i>Bixa orellana</i>	Bixore	NC	Guacimo de molenillo	<i>Luehea candida</i>	Luecan	P
Mangle de montana	<i>Bravaisia integerrima</i>	Braint	U	Quebracho	<i>Lysiloma spp.</i>	Lysspp	P
Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>	Broali	T	Tempisque	<i>Mastichodendron capiri</i>	Mascap	T
Jinocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Bursim	NC	Capulin	<i>Muntingia calabura</i>	Muncal	NC
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Byrcra	NC	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Perame	NC
Madrono	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Calcan	I	Espino negro	<i>Pisonia spp.</i>	Pisspp	NC
Anona de monte, llang-llang	<i>Cananga odorata</i>	Canodo	NC	Genizaro	<i>Pithecellobium saman</i>	Pitsam	I
Frutillo	<i>Casearia corymbosa</i>	Cascor	NC	Ojoche macho	<i>Pseudolmedia oxiphyllaria</i>	Psuoxi	NC
Hule	<i>Castilla elastica</i>	Casela	I	Chicharron	<i>Rehdera trinervis</i>	Rehtri	NC
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Cecobt	P	Lechecuabo	<i>Sapium macrocarpum</i>	Sapmac	NC
Cedro real	<i>Cedrella odorata</i>	Cedodo	I	Palanco	<i>Saprahus nicaraguensis</i>	Sapnic	IB
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceipen	NC	Lagarto	<i>Sciadodendron excelsum</i>	Sciexc	NC
Mora	<i>Clorophora tinctoria</i>	Clotin	I	Pescadillo	<i>Senna nicaraguensis</i>	Sennic	I
Barberillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cocvit	NC	Acetuno	<i>Simarouba glauca</i>	Simgla	NC
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Corall	P	Jobo	<i>Spondia mombin</i>	Spomom	I
Tiguilote	<i>Cordia dentata</i>	Corden	P	Jocote	<i>Spondias purpurea</i>	Spopur	NC
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i>	Corger	P	Panama	<i>Stemmadenia obovata</i>	Steobo	NC
Manzano de monte	<i>Crataeva palmeri</i>	Crapal	NC	Huevo de chancho	<i>Sterculia apetala</i>	Steape	NC
Cola de pava	<i>Cupania cinerea</i>	Cupcin	P	Cortez	<i>Tabebuia crisantha</i>	Tabcri	I
Cola de pava	<i>Cupania spp.</i>	Cupspp	P	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Tabros	I
Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i>	Dionic	NC	Guayabillo	<i>Terminalia catappa</i>	Tercat	T
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Entcyc	I	Guayabillo	<i>Terminalia oblonga</i>	Terobl	T

\* T=Tardía, I=Intermedia, P=Pionera, TB=Tardía del Estrato Bajo, IB=Intermedia del Estrato Bajo, B=del Estrato Bajo, NC=No clasificada.

También se observa otro grupo de especies cercanas a esta mancha, aunque ligeramente separadas sobre el Eje 2, que incluye *Lonchocarpus parviflorus*, *Spondia mombin* y *Tabebuia crisantha*. La mayoría de ellas son especies colonizadoras de campos abiertos, tales como *Lysiloma spp.* y *Lonchocarpus parviflorus*, o arbustos adaptados a vivir en el sotobosque, como *Diospyros nicaraguensis* y *Cupania spp.* Sólo encontramos unas pocas especies capaces de tolerar la sombra de otros árboles y crecer en medio de un bosque formado, como puede ser el caso de *Tabebuia crisantha*. Este conjunto de especies calza con la clasificación de YF-Quebra como un bosque joven, donde las pioneras tienden a dominar.

El Grupo 2 está compuesto por OF-Chichi y YF-Quebra, dos rodales que han experimentado cierto nivel de afectación por fuegos que han creado claros en su área perimetral. OF-Chichi presenta un valor ligeramente más alto en el Eje 2, lo que podría significar que la extracción de madera ocasional ha afectado la composición de especies en este rodal. Más recientemente, la Municipalidad de Chichigalpa plantó varias líneas de árboles para enriquecer este bosque, limpiando fajas delgadas del sotobosque para introducir especies distintas de las que vienen regenerándose naturalmente. Esta mancha ha sufrido, por tanto, una combinación de quemaduras de baja intensidad y alteraciones causadas por la extracción de madera. Las especies agrupadas alrededor del Grupo 2 son *Enterolobium cyclocarpum*, *Guarea glabra*, *Simarouba glauca*, *Acacia collinsii* y *Sterculia apetala*. Otras especies que se encuentran en el mismo nivel longitudinal, aunque dispersas a lo largo del Eje 2, son *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Sapium macrocarpum* y *Saprazthus nicaragüensis*. Esta lista de especies incluye una combinación de especies pioneras y tardías. Hay pioneros de larga vida como *Cordia alliodora*, colonizadores de claros del bosque como *Enterolobium cyclocarpum*, así como especies que toleran bien la sombra y pueden crecer bajo la copa de otros árboles, tales como *Guarea glabra*. Esta mezcla de especies con diversas estrategias de vida refleja una composición del bosque claramente diferente de la asociación de especies encontrada en YF-Quebra, dominada exclusivamente por pioneras. Las alteraciones moderadas que afectan al Grupo 2 parecen haber contribuido a la riqueza y distribución equilibrada de especies, al crear pequeñas aperturas compartidas por una combinación de pioneras y colonizadoras de claros, mientras que las especies tardías subsisten en las áreas que no han sido afectadas por las alteraciones.

Plantaciones de café y bosques maduros se combinan para formar el Grupo 3. Dentro de este grupo, los dos cafetales (C-Concha y C-Sraf) aparecen muy juntos sobre el eje vertical, mientras que los bosques (OF-Argelia y OF-Sraf) se ubican un poco más separados. Esta separación refleja el hecho que los cafetales han sufrido mayores alteraciones causadas por la extracción selectiva de árboles, mientras que los bosques maduros han sido afectados principalmente por fuegos menores y poco frecuentes. Las alteraciones causadas por el fuego son más evidentes en OF-Sraf, donde un mosaico de parches de bosque alto y manchas de bosque bajo crean una cobertura forestal muy dispereja. Las manchas de vegetación baja probablemente representan aperturas creadas por el fuego, donde han surgido árboles jóvenes. Las especies ubicadas alrededor de este grupo reflejan tanto las prácticas de extracción selectiva como las alteraciones causadas por el fuego que afectan a los bosques maduros

dominados por especies tardías. Una nube de especies cercana al Grupo 3 incluye *Cedrella odorata*, *Ficus cotinifolia*, *Casearia corymbosa*, *Stemmadenia obovata* y *Cecropia obtusifolia*. Otro conjunto de especies ubicado entre este grupo y C-Sraf está compuesto por *Mastichodendron capiri*, *Castilla elastica* y *Muntingia calabura*. Un grupo adicional de especies ubicado en la misma región del gráfico pero más cerca de OF-Rojas incluye *Tabebuia rosea*, *Cordia dentata*, *Persea americana*, *Pseudolmedia oxiphyllaria*, *Lippia cardiostegia*, y *Ceiba pentandra*. *Brosimum alicastrum*, *Bixia orellana* y *Terminalia catappa* también aparecen en el área, particularmente cerca de OF-Argelia. *Brosimum alicastrum* es la especie tardía dominante en la composición de todos estos rodales. Es especialmente dominante y está muy extendida en OF-Argelia, lo que sugiere que este parche se encuentra en un estado de sucesión ecológica más avanzado, poco afectado por alteraciones. En OF-Sraf, *Brosimum alicastrum* se combina con típicos colonizadores de campos abiertos como *Cecropia obtusifolia* y *Castilla elastica*, lo que indica que las alteraciones en este bosque maduro han abierto claros que han sido aprovechados por los pioneros. En los cafetales, *Brosimum alicastrum* se mezcla con otras especies tardías como *Mastichodendron capiri* y *Cedrella odorata*, así como con especies plantadas por los productores, tales como *Gliricidia sepium* y *Acacia mangium*, que aparecen cerca de C-Sraf en el espacio ordinal. Parece ser que los distintos rodales de este grupo representan variaciones de una forma común de bosque maduro dominado por *Brosimum alicastrum*, que ha sido afectada por diferentes tipos de alteraciones que han creado desviaciones a partir del mismo bosque original.

El Grupo 4 representa una plantación de café donde el bosque ha sido excesivamente explotado, hasta el punto de remover casi todas las especies tardías del bosque original. El propietario las ha reemplazado por especies pioneras que se combinan mejor con los cafetos, tales como *Inga vera*, *Gliricidia sepium* y *Acacia mangium*. Solo unas cuantas especies tardías, como *Terminalia oblonga*, aparecen cerca de este grupo, como un vestigio del bosque maduro que existió tiempo atrás.

El Grupo 4, extremadamente alterado, contrasta con el Grupo 5 (OF-Rojas), un rodal bien preservado que se ubica en el extremo bajo del Eje 1. Junto con OF-Argelia, este es el rodal mejor preservado, que no muestra ningún signo de alteración. *Brosimum alicastrum* aparece otra vez como una especie dominante en OF-Rojas, esta vez combinada con *Ardisia revoluta*, una especie adaptada a vivir en el estrato bajo del bosque y que se localiza cerca de este grupo en la ordenación. Otra especie de importancia agrupada en el área cercana a OF-Rojas es *Cordia dentata*, capacitada

para colonizar pequeños claros y sobrevivir en el estrato bajo del bosque. No encontramos verdaderos pioneros en este grupo, lo que confirma su estado de bosque maduro sin alteraciones.

A continuación se presentará la composición forestal de cada grupo en mayor detalle. He asumido el supuesto de que los rodales que forman un mismo grupo son lo suficientemente similares para ser tratados como una sola unidad, de modo que todos los individuos muestreados en los distintos parches fueron clasificados por grupos y procesados para describir su composición forestal.

### COMPOSICIÓN DEL BOSQUE EN EL GRUPO 1

El Grupo 1 está claramente dominado por especies pioneras, en particular *Lysiloma spp.*, *Cordia alliodora* y *Lonchocarpus parviflorus* (Cuadro 16). *Lysiloma spp.*, la especie más importante del rodal, es una pionera capaz de colonizar sitios secos y pedregosos (Faurby and Barahona, 1999) (Figura 10). *Lonchocarpus parviflorus* también es un colonizador de campos abiertos, al igual que *Cordia alliodora* (Figura 11), aunque esta última puede permanecer en el bosque por largos períodos, formando parte de bosques maduros.

*Apeiba tobourbou* y *Spondia mombin* son las únicas especies no pioneras importantes en el grupo. *Apeiba tobourbou* se desarrolla bajo la sombra de especies pioneras y rápidamente domina el área circundante al producir una sombra amplia y densa que inhibe el desarrollo de muchas pioneras. *Spondia mombin* no es tan dominante como la anterior, pues se crece en pequeños claros dejados por las pioneras y comparte el espacio con muchas otras especies.

**Cuadro 16.**

**Principales características de las 10 especies más importantes del Grupo 1**

Especies	Estrategia de vida	VI	DA	ABA	FP
Lysiloma spp.	Pionera	22.2%	96.5	326	60%
Cordia alliodora	Pionera	13.2%	69.7	122	45%
Apeiba tibourbou	Intermedia	12.1%	37.5	235	30%
Lonchocarpus parviflorus	Pionera	7.9%	42.9	56	30%
Spondia mombin	Intermedia	7.7%	26.8	115	25%
Guazuma ulmifolia	Pionera	7.3%	26.8	103	25%
Luehea candida	Pionera	3.8%	16.1	57	10%
Cupania spp.	Pionera	3.0%	10.7	45	10%
Cochlospermum vitifolium	Pionera	2.4%	10.7	21	10%
Saprathus nicaraguensis	Intermedia del estrato bajo	2.4%	10.7	21	10%

VI = Valor de Importancia; DA = Densidad Absoluta (árboles/ha); ABA = Área Basal Absoluta(dm<sup>2</sup>/ha); FP = Frecuencia Porcentual.

**Figura 10.**

**Árbol de Quebracho (Lysiloma spp.) que ha nacido en los terrenos arenosos de las partes altas del San Cristóbal**



No hay ningún otro grupo aparte del Grupo 1 en que las pioneras dominen el bosque. Encontramos especies pioneras en otros rodales, pero siempre están mezcladas con otras especies tardías. Esto confirma la naturaleza de bosque joven de YF-Quebra, el único rodal que forma el Grupo 1, que se desarrolló a partir de un campo agrícola algunos años atrás.

#### COMPOSICIÓN DEL BOSQUE EN EL GRUPO 2

El Grupo 2 presenta una rica combinación de especies con estrategias de vida diferentes, incluyendo pioneras, colonizadoras de claros, arbustos adaptados a vivir bajo las copas de otros árboles, y especies tardías que toleran sombra (Cuadro 17). *Guarea glabra*, *Mastichodendron capiri* y *Brosimum alicastrum* pueden crecer bajo la sombra de otros árboles, aprovechando túneles de luz muy estrechos. Son especies típicas de bosques adultos. *Enterolobium cyclocarpum* (Figura 12. ) coloniza los claros dejados por especies pioneras (Faurby and Barahona, 1999). *Annona reticulata* es un árbol de mediana estatura adaptado a vivir con poca radiación solar en el estrato bajo del bosque. *Guazuma ulmifolia* se comporta como un pionero, capaz de colonizar campos abiertos y claros grandes.

Tal diversidad de especies con perfiles distintos es característica de un bosque muy dinámico donde las especies pioneras y tardías intercambian lugares según se presentan oportunidades. Las alteraciones juegan un papel importante al crear micrositios que favorecen el desarrollo de ciertas especies e impiden que los competidores más fuertes se apoderen del bosque.

Figura 11.

Árbol de Laurel (*Cordia alliodora*) surgiendo por encima de un matorral en las faldas del volcán San Cristóbal



Cuadro 17.

## Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 2

Especies	Estrategia de vida	VI	DA	ABA	FP
Guarea glabra	Tardía	15.1%	59.83	931	60%
Ficus cotinifolia	Tardía	7.9%	2.85	1084	5%
Guazuma ulmifolia	Pionera	7.8%	39.89	232	45%
Sapium macrocarpum	Intermedia	6.2%	25.64	321	30%
Apeiba tibourbou	Intermedia	5.8%	19.94	336	30%
Annona reticulata	Intermedia	5.2%	28.49	46	40%
Enterolobium cyclocarpum	Intermedia	4.9%	5.70	558	10%
Castilla elastica	Intermedia	4.7%	22.79	87	35%
Cecropia obtusifolia	Pionera	3.5%	14.25	104	25%
Acacia collinsii	Intermedia	3.4%	19.94	27	25%

VI = Valor de Importancia; DA = Densidad Absoluta (árboles/ha); ABA = Área Basal Absoluta(dm<sup>2</sup>/ha); FP = Frecuencia Porcentual.

## COMPOSICIÓN DEL BOSQUE EN EL GRUPO 3

En el Grupo 3 se aprecia un contraste entre las especies tardías y pioneras que lo componen (Cuadro 18). *Brosimum alicastrum*, una especie tardía típica, se reproduce de manera abundante y domina el bosque, junto con *Terminalia oblonga* (Figura 13).

Pioneros como *Gliricidia sepium*, *Cecropia obtusifolia* y *Cordia dentata* se mezclan con estas especies tardías, lo que hace pensar que las alteraciones han creado aperturas en el bosque maduro que han dado lugar al establecimiento de pioneras. *Gliricidia sepium* ha sido promovida deliberadamente en los cafetales porque brinda un nivel ideal de sombra para las plantas de café,

Figura 12.

Árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) en medio de un bosque alterado en las faldas del San Cristóbal



mientras que *Cecropia obtusifolia* y *Cordia alliodora* crecen espontáneamente tanto en los cafetales como en los claros creados por el fuego en el perímetro de los bosques maduros.

La combinación de especies tardías y pioneras, con mínima presencia de especies intermedias, sugiere que el bosque maduro que alcanzó un estado de clímax, indicado por la presencia de especies tardías fuertemente dominantes, ha sido alterado recientemente tanto por fuegos como por la extracción de madera, que permite la entrada de las pioneras.

**Figura 13.**

**Árboles de Ojoche (*Brosimum alicastrum*) y Guayabillo (*Terminalia oblonga*) en medio de un cafetal en las faldas del Chonco**



Cuadro 18.

## Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 3

Especies	Estrategia de vida	VI	DA	ABA	FP
<i>Brosimum alicastrum</i>	Tardía	24.5%	45.1	1747	95%
<i>Terminalia oblonga</i>	Tardía	6.3%	5.9	504	40%
<i>Gliricidia sepium</i>	Pionera	6.2%	16.0	106	75%
<i>Ficus cotinifolia</i>	Tardía	5.7%	4.7	532	25%
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Pionera	5.0%	14.2	80	55%
<i>Cordia alliodora</i>	Pionera	4.5%	12.5	57	55%
<i>Cordia dentata</i>	Pionera	4.2%	12.5	40	50%
<i>Castilla elastica</i>	Intermedia	4.0%	8.3	65	60%
<i>Mastichodendron capiri</i>	Tardía	3.7%	4.7	244	30%
<i>Guarea glabra</i>	Tardía	3.6%	5.9	137	45%

VI = Valor de Importancia; DA = Densidad Absoluta (árboles/ha); ABA = Área Basal Absoluta(dm<sup>2</sup>/ha); FP = Frecuencia Porcentual.

## COMPOSICIÓN DEL BOSQUE EN EL GRUPO 4

Este grupo está dominado ampliamente por una sola especie pionera plantada intencionalmente por el finquero para brindar sombra al café, *Inga vera* (Cuadro 19). *Acacia mangium* es otra especie exótica introducida con el mismo propósito. Su presencia es testimonio de la profunda transformación del bosque realizada por el propietario en esta mancha, donde el bosque maduro original ha sido reemplazado por un conjunto de especies pioneras. Sólo queda *Terminalia oblonga* como especie tardía importante en este sitio. En ningún otro cafetal muestreado la composición del bosque ha sido alterada tan drásticamente por la acción humana como en este parche.

**Cuadro 19.**  
**Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 4**

Especies	Estrategia de vida	VI	DA	ABA	FP
Inga vera	Pionera	21.5%	57	506	50%
Terminalia oblonga	Tardía	10.7%	30	141	40%
Guazuma ulmifolia	Pionera	8.2%	18	156	30%
Acacia mangium	Pionera	7.7%	18	190	20%
Cordia alliodora	Pionera	7.6%	21	92	30%
Castilla elastica	Intermedia	7.5%	15	168	25%
Gliricidia sepium	Pionera	6.7%	15	154	20%
Albizia caribaea	Intermedia	6.4%	12	161	20%
Senna nicaraguensis	Intermedia	4.5%	3	217	5%
Clorophora tinctoria	Intermedia	3.3%	12	7	15%

VI = Valor de Importancia; DA = Densidad Absoluta (árboles/ha); ABA = Área Basal Absoluta(dm<sup>2</sup>/ha); FP = Frecuencia Porcentual.

### COMPOSICIÓN DEL BOSQUE EN EL GRUPO 5

El Grupo 5 se compone de una combinación de especies tardías especializadas, unas, en dominar el dosel superior del bosque, y otras, en poblar el estrato bajo del mismo. *Brosimum alicastrum*, en el dosel superior, y *Ardisia revoluta*, en el estrato bajo, son las dos especies tardías más importantes de este bosque (Cuadro 20). *Ardisia revoluta* es una especie muy tolerante a la sombra y con una gran capacidad de dispersión. Está adaptada a vivir bajo la copa de otras especies tardías como *Brosimum alicastrum*. La única especie pionera encontrada en este grupo es *Cordia dentata*, que también tiene la capacidad de persistir en el estrato bajo del bosque debajo de la copa de especies tardías.

La presencia abundante de especies tardías en este grupo, aunada a la escasez o ausencia total de pioneras, indica que este bosque ha alcanzado una especie de estado de clímax, sin que haya habido alteraciones que faciliten la entrada de otras especies.

Cuadro 20.

## Principales características de las 10 especies más importantes en el Grupo 5

Especies	Estrategia de vida	VI	DA	ABA	FP
<i>Ardisia revoluta</i>	Tardía del Estrato Bajo	20.2%	189.9	138	70.0%
<i>Cordia dentata</i>	Pionera	18.2%	146.8	241	50.0%
<i>Brosimum alicastrum</i>	Tardía	11.7%	69.1	192	35.0%
<i>Castilla elastica</i>	Intermedia	10.7%	60.4	243	20.0%
<i>Terminalia oblonga</i>	Tardía	7.4%	43.2	156	15.0%
<i>Guarea glabra</i>	Tardía	4.9%	34.5	43	20.0%
<i>Senna nicaraguensis</i>	Intermedia	6.8%	25.9	170	15.0%
<i>Bravaisia integerrima</i>	Estrato Bajo	2.6%	17.3	28	10.0%
<i>Clorophora tinctoria</i>	Intermedia	3.0%	17.3	45	10.0%
<i>Lippia cardiostegia</i>	Estrato Bajo	2.4%	17.3	20	10.0%

VI = Valor de Importancia; DA = Densidad Absoluta (árboles/ha); ABA = Área Basal Absoluta(dm<sup>2</sup>/ha); FP = Frecuencia Porcentual.

### ***Dinámica forestal***

Es probable que la composición actual de especies en los distintos sitios cambie con el tiempo. Diversas técnicas nos permiten anticipar algunas de estas tendencias futuras mediante el análisis de la estructura de edades de las poblaciones de especies. Los gráficos que se presentarán a continuación son histogramas de clases diamétricas para las plantas > 4 cm de DAP, uno de los instrumentos para prever la dinámica de los bosques. Las categorías o clases diamétricas mostradas en el histograma se toman como indicadores de distintos periodos de reproducción de las especies, donde los individuos de las categorías pequeñas representan a las plantas que vienen regenerándose recientemente, mientras que los árboles de las categorías mayores representan a los individuos que dominan el bosque y que surgieron hace muchos años. Si el histograma presenta una buena cantidad de individuos en las clases menores, con un descenso gradual hacia las categorías mayores (una curva con forma de J invertida), entonces la población tiende a perpetuarse en el futuro, ya que los árboles de las clases menores que se reproducen a un ritmo constante irán reemplazando a los viejos individuos poco a poco. El histograma también puede presentar periodos donde se interrumpe la reproducción, representados por la ausencia de individuos en ciertas clases diamétricas. Si no hay presencia de árboles en las

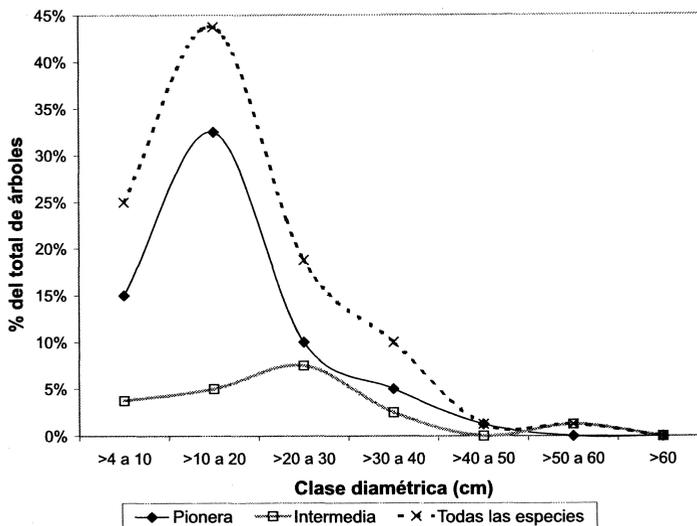
clases menores, en el futuro habrá un descenso o carencia total de poblaciones adultas de esa especie.

Se elaboraron histogramas separados para las especies pioneras, intermedias y tardías dentro de cada grupo, con el objeto de evaluar las tendencias futuras de cada una de estas categorías de especies. Dichos histogramas proveen pistas sobre la sucesión ecológica, señalando qué tipo de especies podrían dominar el bosque en el futuro.

### **ESTRUCTURA DE CLASES DIAMÉTRICAS EN EL GRUPO 1**

En general, las pioneras se reproducen en mayor número en el Grupo 1, lo que contrasta con una mínima regeneración de especies intermedias (Figura 14. ). El histograma de las especies pioneras muestra una curva en forma de campana, con una mayor cantidad de individuos en las clases medias entre 10 y 20 cm de DAP, pero muy pocos árboles de diámetros más pequeños o más grandes. Aparentemente las pioneras pasaron por un período de reproducción abundante, que dio lugar al número relativamente alto de árboles presentes en la clase media. Probablemente las pioneras se reprodujeron más agresivamente cuando el área era un campo abierto, pero llegaron al punto en que la competencia les obliga a reducir su ritmo de reproducción. El descenso en la curva ocurre más temprano en el caso de las especies intermedias. En la categoría entre 20 y 30 cm de DAP, las especies intermedias presentan casi el mismo número de individuos que las pioneras, pero la curva cae en las categorías más pequeñas, lo que puede significar que las intermedias no fueron capaces de apoderarse del sitio tan rápidamente como las pioneras.

**Figura 14.**  
**Histograma de clases diamétricas del Grupo 1**



No hay señal de que las especies intermedias se reproducirán más en el futuro, Las pioneras probablemente continúen dominando el bosque en el Grupo 1, aunque la competencia intensa entre ellas está haciendo que bajen sus ritmos de reproducción, lo que en el largo plazo puede significar una oportunidad para que las especies intermedias se vuelvan más frecuentes e importantes. Sin embargo, si un nuevo fuego altera el bosque, las pioneras tendrían más posibilidades de recolonizar el área, aprovechando la apertura de recursos más rápidamente que cualquier otro tipo de especies.

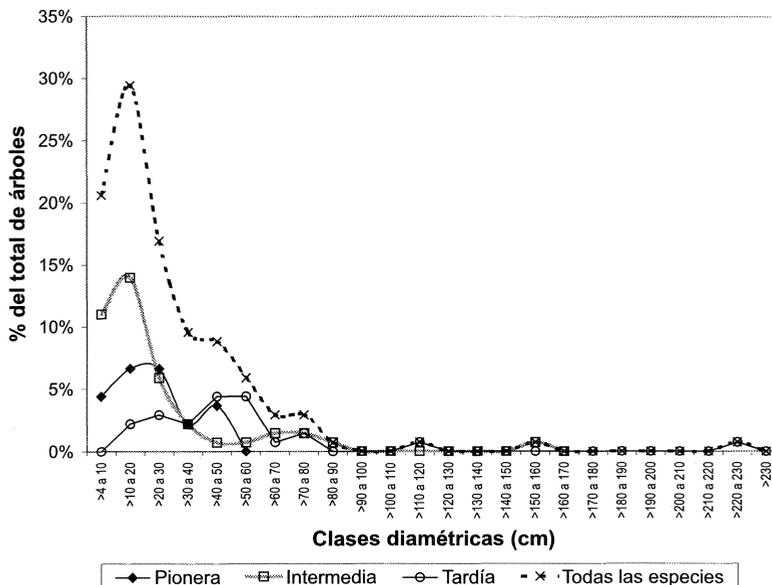
## ESTRUCTURA DE CLASES DIAMÉTRICAS EN EL GRUPO 2

Los histogramas del Grupo 2 muestran una reproducción intermitente de los distintos tipos de especies (Figura 15.), con períodos de intensa regeneración seguidos por episodios donde sus ritmos reproductivos bajan. Esto es particularmente cierto en el caso de las especies tardías y pioneras, cuyas curvas saltan hacia arriba y caen en picada varias veces. Cabe notar que sólo se encuentran unos cuantos individuos de

especies tardías en las categorías menores, entre 0 y 30 cm de DAP, mientras que en las categorías mayores se observa un mayor número de árboles, especialmente entre los 40 y 60 cm de DAP, en que la curva alcanza su punto máximo. El descenso de la regeneración de especies tardías en períodos recientes contrasta con el incremento irregular de las especies pioneras e intermedias. En vez de tornarse cada vez más abundantes, las especies tardías casi han detenido su reproducción, mientras que las especies pioneras e intermedias se reproducen intensamente. El descenso de las tardías y el incremento de las pioneras puede ser un efecto provocado por los fuegos que han afectado el perímetro del bosque, una alteración a la que las especies responden de manera diferenciada de acuerdo a sus estrategias de vida.

Dada la naturaleza intermitente de los histogramas del Grupo 2, el incremento de las especies pioneras e intermedias puede ser simplemente algo episódico. La regeneración de las especies tardías podría subir de nuevo, manteniendo así su presencia en el bosque. Los rodales que forman el Grupo 2 son tan dinámicos que no es posible predecir si habrá algún tipo de especie en particular que se vuelva dominante en el futuro. Parece ser que el espacio será siempre compartido por especies pioneras, intermedias y tardías que se reemplazan unas a otras de manera intermitente.

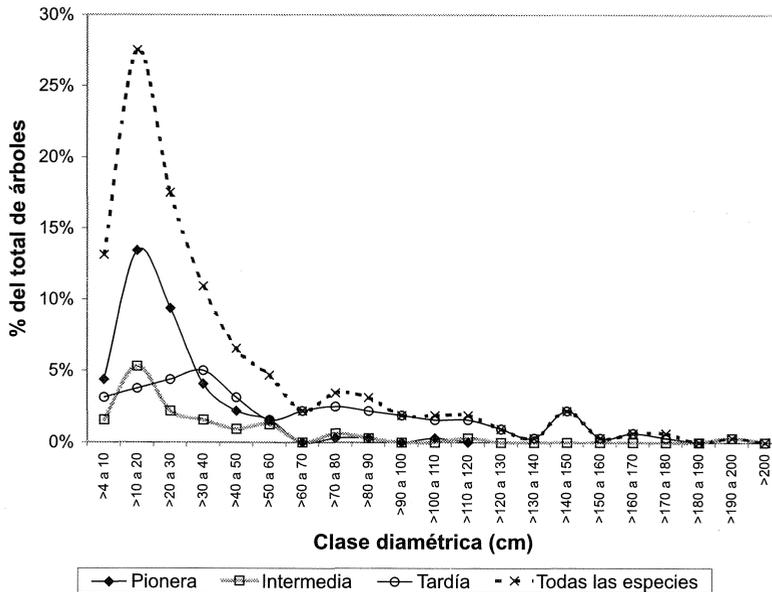
**Figura 15.**  
**Histograma de clases diamétricas del Grupo 2**



### ESTRUCTURA DE CLASES DIAMÉTRICAS EN EL GRUPO 3

Las especies tardías e intermedias presentan ritmos de reproducción relativamente constantes en el Grupo 3, sin variaciones bruscas en sus histogramas en lo que respecta, especialmente, a las categorías mayores (Figura 16.). Las especies tardías muestran un incremento en la regeneración representado por el alto número de individuos en la categoría de los 30 a 40 cm de DAP. La curva desciende suavemente, no obstante, en las clases menores (10 a 20 cm de DAP), precisamente cuando los histogramas de las especies intermedias y pioneras alcanzan su pico. El ascenso de las pioneras no corresponde a una caída repentina de las tardías, cuya curva tiende a mantener sus niveles iniciales a pesar del descenso paulatino. Da la impresión de que alteraciones menores permiten que las pioneras se establezcan en el bosque maduro, pero sin inhibir la constante regeneración de especies tardías e intermedias. Si estas alteraciones (fuegos, extracción de madera) no se vuelven demasiado frecuentes y extensas, es probable que las especies tardías continúen regenerándose y manteniendo su importancia en los bosques del Grupo 3.

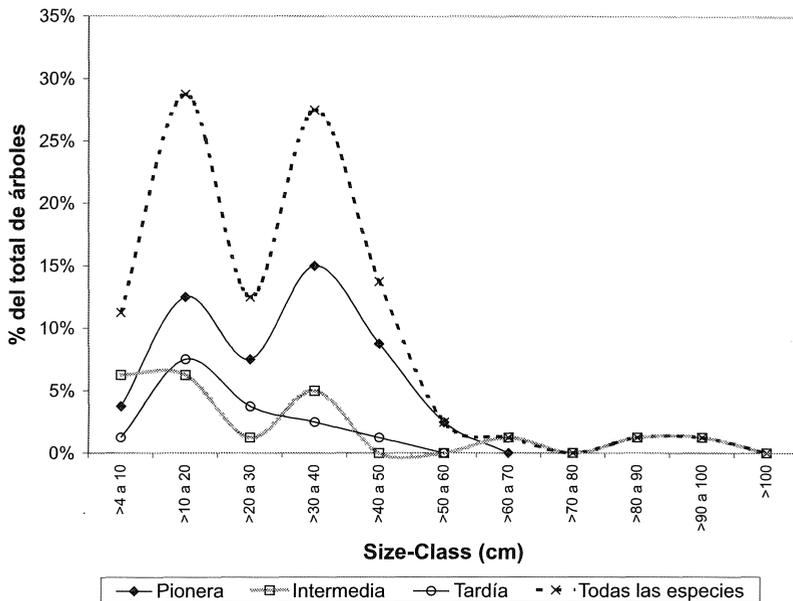
**Figura 16.**  
**Histograma de clases diamétricas del Grupo 3**



### ESTRUCTURA DE CLASES DIAMÉTRICAS EN EL GRUPO 4

El histograma de todas las especies del Grupo 4 presenta una curva bi-modal con dos picos interrumpidos por episodios de descenso violento (Figura 17. ). Esta tendencia es particularmente clara en el caso de las especies pioneras, cuya curva muestra muchos árboles en las categorías de 10 a 20 y de 30 a 40 cm de DAP, los dos periodos en que la línea alcanza sus puntos más elevados. El histograma de las especies intermedias tiende a seguir la misma forma, aunque no experimenta una caída en las categorías menores de 0 a 20 cm de DAP, como en el caso de las pioneras. El histograma de las especies tardías, finalmente, sólo alcanza un pico, mostrando un ascenso vertiginoso en la categoría de 10 a 20 cm de DAP y luego un paulatino descenso hacia las clases mayores.

**Figura 17.**  
**Histograma de clases diamétricas del Grupo 4**



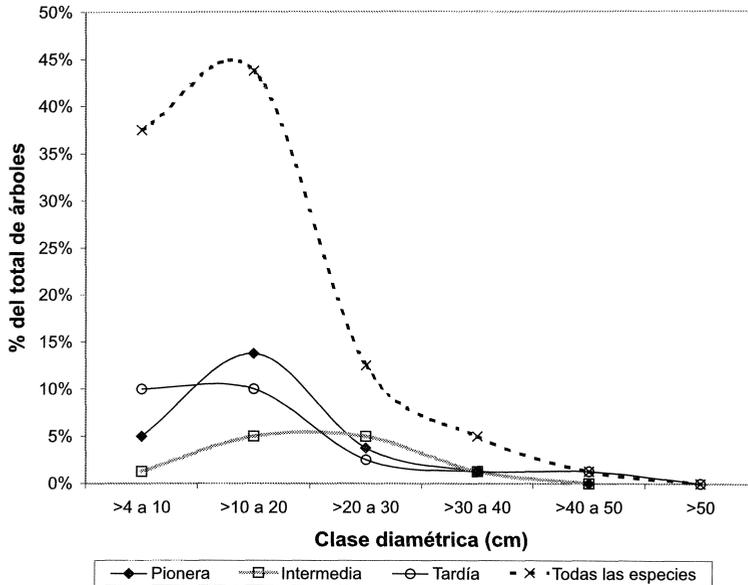
La forma bi-modal que presenta el histograma de las especies pioneras y, hasta cierto punto, también las especies intermedias, es un indicio de una interrupción general de la regeneración, debida probablemente a prácticas de desmalezamiento realizadas

por el finquero cafetalero. El productor cafetalero podría haber favorecido la regeneración episódica de ciertas especies plantando o protegiendo los árboles deseados una sola vez. La forma de ola que toman las curvas refleja la regeneración activa de las pioneras, que están mejor preparadas para apoderarse de un sitio abierto y crecer vertiginosamente en un período corto. Las especies intermedias y tardías necesitan más tiempo para consolidar su posición en el bosque, y las interrupciones frecuentes inhiben su desarrollo hacia un estadio consolidado. Se reproducen, pues, a un ritmo lento antes de que la nueva interrupción las alcance. En este escenario, las especies tardías e intermedias tienen pocas posibilidades de llegar a dominar el bosque, aunque tampoco están destinadas a desaparecer completamente.

### **ESTRUCTURA DE CLASES DIAMÉTRICAS EN EL GRUPO 5**

Los histogramas del Grupo 5 se basan en pocos árboles, por lo que resulta difícil inferir tendencias firmes a partir de su análisis. La tendencia sugerida por la forma de las curvas debe tomarse con precaución. El perfil del histograma de las especies tardías contrasta con la forma de la curva de las especies pioneras e intermedias (Figura 18.). Las pioneras presentan un período de mucha regeneración en la categoría de 10 a 20 cm de DAP, pero su curva cae en el período más reciente. (0 a 10 cm de DAP). Las especies tardías, en cambio, comienzan reproduciéndose a un ritmo moderado en las categorías mayores, pero se regeneran con más fuerza en los períodos recientes, cuando las especies intermedias y pioneras han disminuido sus ritmos de renovación. Este contraste puede significar, en el futuro, un cambio en las especies dominantes, pasando de un bosque dominado por pioneras a un rodal donde las especies tardías se vuelven cada vez más importantes. Este cambio de especies pioneras a tardías corresponde a un patrón lineal de sucesión ecológica en que las pioneras favorecen el desarrollo ulterior de las especies tardías que tienden a perpetuarse en el estado de clímax.

**Figura 18.**  
**Histograma de clases diamétricas del Grupo 5**



Dada la insuficiente cantidad de árboles en los que se basan los histogramas, no es posible considerar estas tendencias como definitivas. No es seguro que las especies tardías vayan a perpetuarse eternamente mientras las especies pioneras e intermedias dejan de reproducirse. Se necesita observar el bosque del Grupo 5 por un período más largo para confirmar si persistirá la secuencia lineal de sucesión ecológica.

#### REGENERACIÓN DE LAS PLANTAS $\leq 4$ CM DE DAP

Otro instrumento utilizado para inferir la dinámica forestal fue la realización de un muestreo PCQ separado para medir los arbolitos  $\leq 4$  cm de DAP, como un indicador de las especies que se están regenerando de manera más o menos abundante. Esto no quiere decir necesariamente que estas especies sobrevivirán y poblarán el bosque en el futuro, pero da una idea de cuáles pueden tener una oportunidad desde el principio. El Valor de Importancia de estas especies en regeneración fue calculado para cada grupo (Cuadro 21), de modo que pueda compararse el conjunto de árboles grandes ya establecidos en el bosque con las especies que vienen regenerándose.

Los árboles pequeños de las especies pioneras que ya están presentes en el Grupo 1 como árboles dominantes también están regenerándose en el suelo. *Lonchocarpus parviflorus* y *Cordia alliodora* son las dos pioneras con mayor Valor de Importancia entre los arbolitos del grupo. También están presentes como especies importantes en el estrato alto del bosque, lo que significa que estas especies continúan reproduciéndose de forma conspicua y probablemente seguirán siendo las especies dominantes por un largo período. Este no es el caso de *Lysiloma spp.*, la especie más importante entre los árboles adultos, que no ocupa un lugar tan destacado entre los árboles pequeños. En cambio, *Tabebuia crisantha* no ocupa una posición significativa en el estrato alto pero muestra un alto Valor de Importancia entre los arbolitos en regeneración, lo que es un indicio de que esta especie intermedia podría ganar espacio en la futura composición del bosque cuando las pioneras comiencen a morir debido a las presiones de la competencia. Además de *Tabebuia crisantha* no hay ninguna especie intermedia o tardía regenerándose en el Grupo 1. Otras especies presentes entre los árboles pequeños son o bien pioneras, como *Luehea candida*, o arbustos adaptados a vivir en el estrato bajo del bosque como *Saprathus nicaraguensis*, *Casearia corymbosa* y *Dyospiros nicaraguensis*. La ausencia de árboles pequeños de especies tardías limita las posibilidades de evolución del bosque hacia un rodal más complejo que integre una variedad de especies con distintas estrategias de vida.

Los arbolitos en regeneración del Grupo 2 incluyen especies pioneras, como *Cordia alliodora* y *Guazuma ulmifolia*, y también especies tardías, por ejemplo *Brosimum alicastrum* y *Guarea glabra*. También presentes en el dosel superior del bosque, estas especies están produciendo suficientes arbolitos como para asegurar su persistencia en el futuro. En cambio, es difícil encontrar entre la regeneración especies intermedias. Especies tales como *Enterolobium cyclocarpum*, *Annona reticulata* y *Sapium macrocarpum*, que existen en el bosque como árboles adultos, no están regenerándose en el suelo. Si estas especies no son capaces de reproducirse y mantener su importancia, las especies pioneras y tardías podrían desplazarlas y dominar el bosque, reduciendo así la riqueza de especies en el Grupo 2.

**Cuadro 21.**  
**Valor de Importancia de las 20 especies más relevantes entre**

Especies	Estrategia de Vida	Grupo			
		1	2	3	5
<i>Ardisia revoluta</i>	Tardía del estrato bajo			0.5%	29.7%
<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	Pionera	26.6%		1.5%	
<i>Brosimum alicastrum</i>	Tardía		6.2%	8.1%	10.4%
<i>Senna nicaraguensis</i>	Intermedia			13.0%	9.1%
<i>Cordia alliodora</i>	Pionera	8.8%	5.4%	3.4%	1.6%
<i>Tabebuia crisantha</i>	Intermedia	13.8%	1.7%	1.7%	
<i>Stemmadenia obovata</i>	Estrato bajo		2.5%	3.2%	10.7%
<i>Luehea candida</i>	Pionera	4.4%	7.3%	1.5%	
<i>Capparis flexuosa</i>					12.6%
<i>Castilla elastica</i>	Intermedia		6.1%	3.9%	1.6%
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pionera		7.3%	3.9%	
<i>Saprathus nicaraguensis</i>	Estrato bajo	4.4%	2.5%	3.6%	
<i>Rehdera trinervis</i>		7.4%	2.9%		
<i>Diospyros nicaraguensis</i>	Estrato bajo	6.6%	3.3%		
<i>Casearia corymbosa</i>	Estrato bajo	5.9%	0.8%	2.6%	
<i>Lysiloma</i> spp.	Pionera	4.4%		3.9%	
<i>Bauhinia variegata</i>			4.1%	3.7%	
<i>Guarea glabra</i>	Tardía		4.1%	1.0%	2.2%
<i>Cupania</i> spp.		2.9%	2.5%		1.6%
<i>Lippia cardiostegia</i>		2.9%		1.5%	1.6%

Atendiendo solamente al muestreo de los arbolitos en regeneración, no obstante, no es posible asegurar que la tendencia será ésta. Los histogramas de clases diamétricas de este grupo muestran un panorama diferente, con especies intermedias regenerándose de forma abundante en las categorías menores.

La especie tardía *Brosimum alicastrum* y la especie intermedia *Senna nicaraguensis* están generando numerosos arbolitos en el Grupo 3. La mayor parte de la regeneración de *Brosimum alicastrum* eran arbolitos de < 0.5 m de altura (Figura 19.), con muy pocos individuos > 1.5 m de altura. Esto indica que aunque *Brosimum alicastrum* se regenera abundantemente, no todos los arbolitos logran

desarrollarse con éxito, pues sólo una pequeña proporción de los mismos llega a una altura en la que tienen una mejor oportunidad para sobrevivir en el bosque. Especies pioneras como *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia* y *Lysiloma spp.* también están presentes entre la regeneración, pero en menores cantidades. La abundante regeneración de especies tardías respalda la hipótesis de que los bosques del Grupo 3 seguirán estando dominados por las especies tardías, con algunos árboles de especies pioneras entremezclados, que aprovechan pequeñas alteraciones para ocupar un espacio. Es notorio que ninguna de las especies pioneras plantadas deliberadamente por los productores cafetaleros se regeneran naturalmente en este grupo. Estas especies dependen de la asistencia humana para reproducirse y mantener su presencia en el bosque.

No encontré arbolitos en regeneración en el Grupo 4, ya que el suelo estaba completamente cubierto por vainas y lianas que lo cubrían todo e incluso envolvían a las plantas de café. No es posible saber qué especies podrían regenerarse en las condiciones actuales del sitio.

Las especies tardías *Ardisia revoluta* y *Brosimum alicastrum* destacan como las más importantes entre la regeneración del Grupo 5. Se trata exactamente de las mismas especies que dominan el bosque en el estrato adulto, lo que hace suponer que la presente composición del bosque se mantendrá en el futuro.

Los arbolitos de *Brosimum alicastrum* están, sin embargo, en la categoría de altura más baja (< 0.5 m). No está claro cuántas de estas plántulas lograrán convertirse en árboles grandes. Otras especies de arbustos adaptadas a vivir en el estrato bajo del bosque como *Stemmadenia obovata* y *Capparis flexuosa* también tienen un peso significativo entre la regeneración, pero nunca llegarán a ser especies dominantes en el rodal. Ninguna especie pionera se está regenerando significativamente, lo que confirma la naturaleza de bosque poco alterado del Grupo 5.

En síntesis, los resultados presentados en esta sección sugieren que las alteraciones provocadas por el ser humano constituyen un factor clave que influye en la composición del bosque en los diversos sitios muestreados. Los rodales se agrupan o diferencian según los gradientes de alteraciones causados por las poblaciones humanas. El primer gradiente corresponde a los fuegos provocados por las prácticas agrícolas, mientras que el segundo gradiente corresponde a la extracción selectiva de madera y la plantación de nuevos árboles, una práctica común en las plantaciones de

café. La combinación de ambos gradientes produce diferentes grupos de rodales que son similares en cuanto a su composición. En un extremo, encontramos rodales que han sido alterados profundamente (Grupos 1 y 4), donde las especies pioneras tienden a dominar. El otro extremo está representado por manchas de bosque poco alterados (Grupo 5) donde las especies tardías parecen haber alcanzado un estado de clímax, manteniendo su presencia a través del tiempo e inhibiendo el desarrollo de especies pioneras e intermedias. Los grupos intermedios (2 y 3) contienen los rodales más ricos y dinámicos, pues combinan la presencia de especies pioneras, intermedias y tardías, que van reemplazándose mutuamente a través de los años.



## **6. El reto de conservar la riqueza de especies en bosques fragmentados**

Los resultados de la investigación empírica señalan una tendencia a la fragmentación y reducción del bosque causada por diversos actores sociales, que también modifican la composición del bosque en los parches remanentes. La composición forestal de los parches remanentes refleja claramente la influencia de diferentes prácticas de manejo. En este capítulo discutiremos las implicaciones sociales y de manejo forestal de estos resultados con miras a la preservación de la riqueza de especies en los rodales remanentes, que es el corazón de la pregunta que motivó este estudio.

### **6.1 Las fuerzas sociales que influyen en la fragmentación del bosque**

Los mapas que comparan la cobertura vegetal en 1954 y 1996 muestran una tendencia clara hacia la reducción y fragmentación del manto forestal, contrarrestada por tímidas señales de recuperación del bosque en ciertas áreas. La deforestación no se detiene al llegar a los límites de la Reserva Natural. Ha atravesado las fronteras del área protegida creando parches con forma irregular alrededor de las faldas de los volcanes. Para entender de qué forma se han configurado estos parches y evaluar si estas tendencias continuarán o no, es necesario comprender cuáles son las fuerzas sociales que llevan adelante el proceso de deforestación.

El frente pionero de la deforestación ha avanzado desde las planicies hacia las faldas de los volcanes, protagonizado por dos grandes grupos sociales. Por un lado, grandes propietarios involucrados en la producción empresarial del algodón para exportación expandieron sus propiedades alrededor de Chinandega y León, concentrando la tenencia de la tierra y expulsando a los campesinos sin tierras. Los ganaderos ubicados al norte y oeste de la Reserva también expandieron sus áreas de potreros hacia las faldas de los volcanes. Tanto los algodoneros como los ganaderos extensivos

convirtieron las tierras forestales al pie de los volcanes en campos agrícolas o pasturas. El segundo gran grupo lo constituyen los campesinos que no pudieron encontrar tierras o empleo en las tierras bajas y se trasladaron a las faldas de los volcanes para establecer pequeñas fincas o cultivar parcelas durante la temporada de invierno. Ellos socolaron y quemaron el bosque para introducir cultivos anuales. El avance de esta frontera agrícola ha sido frenado por la presencia de grandes y medianos cafetaleros ubicados en las partes altas de los volcanes. Estos cafetaleros conservan, en sus tierras, precisamente, los bosques maduros menos alterados. Da la impresión de que la frontera agrícola ha topado con una barrera que no puede cruzar. Es de esperar, pues, que la actual proporción de tierras forestales y agrícolas siga siendo más o menos la misma durante los próximos años.

Los campesinos en busca de tierras todavía ejercen una fuerte presión en ciertas áreas. Recientemente se ha reportado, por ejemplo, que un grupo de 10 familias se ha asentado en el cráter del volcán Casitas conocido como “La Hoyada”, donde practican la agricultura de subsistencia y la pequeña ganadería. Cerca de allí, miembros de la cooperativa “Versailles” están quemando progresivamente pequeñas parcelas de bosque joven para realizar agricultura de roza-quema con un barbecho corto. Por tanto, la presión de los campesinos sobre el bosque es todavía intensa en aquellas áreas que pertenecen a cooperativas o forman parte de las tierras nacionales, donde no existe un dueño definido ni han sido establecidas las reglas de acceso y uso del recurso forestal. En realidad, el problema de los campesinos que carecen de tierras para cultivar y bosques para extraer leña no tiene una solución fácil. Estará siempre latente en un sistema socioeconómico donde la tenencia de la tierra está concentrada en unas pocas manos.

Los campesinos también pueden ser un factor que contribuya a la conservación y recuperación del bosque. La mayor recuperación del bosque que aparece al comparar los mapas de cobertura vegetal tiene lugar en el área que administra la comunidad campesina de “El Pellizco” y otros campesinos individuales que poseen tierras en la cara sur del volcán San Cristóbal. Aunque se trata de un bosque joven que ha sido protegido tan sólo por unos cuantos años, constituye una evidencia de la participación efectiva de los campesinos del lugar en la conservación de los recursos naturales. La principal motivación que ellos tienen para proteger el bosque es que se les permite extraer leña y madera del rodal que ellos mismos están protegiendo. Ellos han impedido que gente de fuera de la comunidad se metan a cortar árboles y han regulado sus propios ritmos de extracción a niveles moderados. Combinado con la prevención

y combate de los fuegos, la extracción moderada ha permitido que el bosque se recupere.

Otras comunidades campesinas y miembros de cooperativas que habitan las faldas de los volcanes y que viven cerca o poseen áreas de bosques jóvenes en sus tierras tienen el potencial para desarrollar iniciativas similares de protección del bosque para su propio beneficio. Junto con los productores cafetaleros, ellos pueden convertirse en actores locales que aseguren la conservación del bosque dentro de la Reserva. Para ello se necesitaría, sin embargo, del impulso de alguna autoridad externa o proyecto que brinde consejo y legitime sus acciones ante los vecinos. En el caso de la comunidad de El Pellizco, fue el proyecto semi-gubernamental Pikín Guerrerc y el gobierno local de Chichigalpa quienes dieron el respaldo y la asesoría a los campesinos. Podrían establecerse acuerdos similares para el manejo de otras áreas de bosque dentro de la Reserva. El gobierno nacional a través del MARENA y los gobiernos locales podrían apoyar a grupos de campesinos, miembros de cooperativas o productores cafetaleros para que actúen como protectores y administradores del bosque.

## 6.2 El impacto sobre la diversidad forestal

Los actores sociales no sólo han protagonizado la fragmentación del bosque, sino que además han alterado la composición de especies en las manchas remanentes. Las diferencias en la composición del bosque reflejan las prácticas de manejo realizadas por los productores. Los bosques que se han desarrollado recientemente a partir de campos agrícolas en las tierras de los campesinos están dominados por especies pioneras, mientras que los bosques maduros poco alterados que se preservan en algunas de las haciendas cafetaleras están dominados principalmente por especies tardías. Ni los bosques profundamente alterados ni los rodales bien preservados presentan los mayores niveles de riqueza de especies. Tanto la alteración excesiva como la carencia total de ella (los dos extremos del gradiente de alteración) pueden conducir a un descenso en la diversidad forestal. En cambio, aquellos rodales que han sido afectados por alteraciones moderadas muestran los niveles más altos de riqueza de especies, y las interacciones más complejas entre especies pioneras, intermedias y tardías. Un grado moderado de transformación del bosque puede contribuir entonces a incrementar la diversidad de especies, creando oportunidades para que interactúen en el mismo parche especies con diversas estrategias de vida. Estos hallazgos refuerzan la “hipótesis de la alteración intermedia”, que establece un

vínculo entre la diversidad de especies y la influencia de alteraciones menores, moderadas y poco frecuentes.

En cuanto a la preservación de la riqueza de especies, el reto consiste en incrementar la diversidad en aquellos rodales ubicados en los extremos de los gradientes de alteración. En el caso del Grupo 1, dominado por especies pioneras como *Cordia alliodora* y *Lysiloma spp.*, ampliar la diversidad de especies implicaría crear las condiciones para el desarrollo de especies intermedias y tardías que son comunes en los bosques adultos, pero sin eliminar las actuales pioneras. Los histogramas de clases diamétricas para este parche indican que las especies pioneras todavía se reproducen de manera significativa, aunque en los últimos años el ritmo de desarrollo de los individuos más jóvenes no es tan rápido como en años pasados. Su tasa de renovación podría estarse reduciendo, dejando la oportunidad para que otras especies intermedias como *Tabebuia crisantha* pueblen el bosque. Éste es un buen signo de que el Grupo 1 está evolucionando hacia un bosque más complejo. No obstante, otras especies tardías pueden tener mayores dificultades para establecerse en bosques jóvenes debido a la ausencia de árboles adultos en los alrededores que funcionen como fuentes semilleras. La sucesión de especies se vería limitada, entonces, a ciertas especies intermedias que ya están presentes en el banco de semillas del bosque.

Respecto a este problema, el proyecto Pikín Guerrero aconsejó a la comunidad campesina a cargo del manejo del bosque El Quebrachal, que enriqueciera el rodal plantando especies que no se encuentran en ese parche. Los campesinos plantaron hileras de especies de maderas preciosas como *Cedrella odorata* y *Enterolobium cyclocarpum*, junto con pioneras como *Gliricidia sepium*. Además, la extracción moderada de leña y madera se concentra en las especies pioneras dominantes, reduciendo así su importancia en la composición del bosque.

El problema de una diversidad de especies limitada es más agudo en las plantaciones de café en las que se ha removido la cobertura forestal original para favorecer un conjunto reducido de especies buenas para sombra del café, como en el caso del Grupo 4. El mismo tipo de cafetal se observa en otras haciendas, tales como las grandes propiedades de Argelia y Bella Vista en las faldas del volcán Casitas, donde las plantas de café están cubiertas por casi una sola especie arbórea, *Enterolobium cyclocarpum*. La diversidad forestal ha sido reducida al mínimo. El muestreo de los arbolitos en regeneración del Grupo 4 muestra que, a pesar de todo, las especies tardías son las que más están regenerándose en el suelo. Estas plántulas no llegan a

establecerse como árboles probablemente porque los productores limpian de malezas el suelo periódicamente, eliminando al mismo tiempo la mayoría de los arbolitos. Por tanto, la diversidad de especies en estos cafetales fuertemente alterados podría incrementarse fácilmente si los productores simplemente protegieran los arbolitos que vienen regenerándose naturalmente, en vez de eliminarlos indiscriminadamente.

Una limitada riqueza de especies también puede encontrarse en el extremo opuesto del gradiente de alteración, donde el bosque se ha visto poco afectado por alteraciones que cambien su composición de especies. Este es el caso del Grupo 5, donde las especies tardías *Brosimum alicastrum* y *Ardisia revoluta* cubren la mayor parte del rodal y se renuevan sin que ninguna otra especie las reemplace. Este parche parece haber alcanzado el estado de clímax que sugieren las teorías del equilibrio, donde la composición de especies no experimenta cambios. El mismo conjunto de especies dominantes se perpetúan en el bosque por largos períodos, excluyendo a otros competidores de las posiciones prominentes en la comunidad. Para cambiar la combinación actual de especies y romper el equilibrio del clímax, el bosque tendría que sufrir alguna alteración que removiera a las especies dominantes. Esta alteración podría ser creada intencionalmente por el dueño con el propósito de incrementar la diversidad de especies y obtener al mismo tiempo un beneficio económico. El dueño del bosque podría aprovechar, por ejemplo, árboles de *Brosimum alicastrum* para producir leña y venderla en Chinandega. De esta manera abriría un espacio para que otras especies se desarrollen y simultáneamente obtendría un ingreso complementario.

Todas estas manipulaciones de los rodales para incrementar la diversidad de especies requerirían de la motivación de los dueños de bosque para introducir innovaciones en sus prácticas de manejo. Ellos estarían más dispuestos a realizar estos cambios si perciben una ventaja en manejar una gama más amplia de especies.

### 6.3 Las motivaciones económicas para manejar la riqueza de especies

El manejo de los bosques para aumentar la riqueza de especies requiere cambios en la manera en que los dueños manejan sus rodales y sus propiedades en general. La introducción de estas innovaciones puede implicar esfuerzos adicionales para ellos. Si se quiere promover el manejo del bosque en la Reserva con la participación de los

propietarios locales, es importante conocer si ellos estarían motivados a cambiar sus prácticas de manejo para incrementar la diversidad de especies. Más exactamente, la pregunta es bajo qué condiciones ellos estarían dispuestos a implementar tales cambios.

Para incrementar la diversidad de especies en sus tierras, los grandes cafetaleros tendrían que manejar sus cafetales de una manera distinta, protegiendo los arbolitos de una gran variedad de especies que vienen regenerándose en el suelo. Actualmente, ellos perciben estos arbolitos como un obstáculo para limpiar y fertilizar sus plantíos de café, y consideran que no todas las especies arbóreas brindan una sombra adecuada para el café. Para cambiar estas prácticas y percepciones, los grandes productores tendrían que descubrir un beneficio adicional por cuidar los árboles. Los medianos cafetaleros lo han descubierto ya. Ellos complementan los ingresos generados por el café con la extracción frecuente de leña y madera. Motivados por este beneficio, protegen una diversidad más amplia de especies en sus cafetales. Los cafetaleros con más recursos también podrían verse motivados a manejar sus cafetales en una forma similar si perciben beneficios económicos de la explotación maderera y leñera.

Las autoridades del MARENA, junto con los gobiernos municipales, podrían empujar a los productores cafetaleros en esta dirección. Los productores a menudo se quejan de las dificultades para obtener permisos para explotar sus bosques. El gobierno nacional y los gobiernos locales podrían facilitar estas autorizaciones con la condición de que los grandes cafetaleros protejan una diversidad más amplia de especies en sus cafetales. Las autoridades y los productores podrían elaborar juntos planes de manejo de los bosques donde se especifiquen objetivos y prácticas de manejo que permitan la explotación y la conservación del bosque al mismo tiempo.

En el caso de los campesinos, la escasez de tierras es una de los mayores obstáculos económicos que impiden la protección del bosque. Dado que sus parcelas agrícolas son pequeñas, se ven forzados muchas veces a buscar otras áreas para cultivar y pastorear su ganado. Si tienen acceso a matorrales o bosques, eventualmente rozan y queman una parte para establecer sus cultivos anuales. Los campesinos de El Pellizco poseen entre 2 y 3 has. de tierras agrícolas en las partes bajas, donde obtienen su alimento así como productos comerciales. Necesitan cultivar toda la tierra de sus parcelas cada año para cubrir sus necesidades fundamentales, por lo que no dejan ningún espacio en barbecho forestal. Algunos de los miembros de sus familias tienen que buscar empleo no-agrícola para sobrevivir, pues las pequeñas parcelas familiares

no son capaces de absorber toda la fuerza de trabajo familiar. Los miembros de la cooperativa Versailles dedican áreas relativamente amplias a los cultivos anuales (unas 14 has. por familia). Algunas de sus parcelas están parcialmente cubiertas por bosques jóvenes, pero ellos han comenzado a quemar pequeñas áreas de estos bosques para establecer sus cultivos, impidiendo así que el bosque se desarrolle. Para conservar el bosque por períodos más prolongados, tendrían que concentrar su producción agrícola y ganadera en áreas reducidas, dejando el resto de la finca en barbecho. Tendrían que incrementar su producción en un área más pequeña, con la ayuda de ciertas innovaciones agrícolas. La protección del bosque requeriría entonces que los campesinos también introduzcan cambios en sus técnicas agrícolas, modificando todo el sistema de trabajo de sus fincas.

Además, los pequeños campesinos tendrían que invertir esfuerzos adicionales en la protección y manejo del bosque. La asociación de campesinos que cuida el bosque de El Quebrachal ha invertido ya grandes esfuerzos en la prevención y combate de fuegos, lo que ha permitido el desarrollo exitoso de un bosque joven. Aunque ellos perciben el beneficio de sus esfuerzos al extraer leña y madera rústica, no todos los miembros de la asociación se ven motivados a continuar protegiendo el bosque. Algunos de ellos no tienen los medios de transporte (carreta, bueyes) para acarrear la leña, y por tanto no obtienen ningún beneficio directo del bosque. Si ellos no cosechan ningún producto del bosque, tampoco se sentirán incentivados a participar en las actividades de lucha contra los fuegos, plantación de nuevas especies o cualquier otra tarea que conduzca a mejorar la calidad del bosque. La asociación campesina debería entonces preocuparse por encontrar la forma de motivar a los miembros retirados para que se involucren nuevamente en el manejo del bosque. La asociación tendría que inventar una manera para que los campesinos que no pueden extraer leña directamente participen y se beneficien de la extracción y el comercio de árboles. Ellos podrían recibir, por ejemplo, una compensación por el trabajo invertido en la protección del bosque, recibiendo una pequeña proporción de los productos forestales cosechados por otros campesinos que sí tienen carretas. Estas y otras formas de compensación y colaboración entre los miembros de la asociación podrían ser concebidos y experimentados.

El gobierno municipal de Chichigalpa enfrenta un problema similar en cuanto a la preservación de un bosque que no genera ningún beneficio económico en este momento. La municipalidad desea preservar el bosque de 35 has. ubicado en Las Brisas con objetivos científicos, educativos y de recreación, pero carece de los recursos

para instalar la infraestructura y los servicios necesarios para echar a andar el proyecto. Además, los campesinos que rodean esta mancha de bosque tampoco perciben ningún beneficio, y pueden verse tentados a extraer leña y madera en el área sin preocuparse por la preservación del bosque. Para implementar este proyecto de preservación, la municipalidad necesita buscar más activamente fuentes de financiamiento, golpeando las puertas de agencias de conservación y ONG's. También necesita involucrar a la comunidad local en el manejo de la pequeña reserva, entrenando a los campesinos para que puedan servir como guías de campo y explicar las cualidades del bosque a los visitantes. También podrían trabajar como investigadores realizando observaciones y pequeños experimentos sobre la ecología de las especies.

La falta de conocimientos ecológicos y económicos sobre las especies arbóreas en general es un problema que afecta a todos los dueños de bosque que quisieran incrementar la diversidad de especies en sus fincas. Ellos se concentran en unas pocas especies que proveen sombra para el café, madera y alimento para el ganado. Si conocieran otras especies que también pueden servir para estos propósitos, o incluso proveer nuevos servicios, estarían más interesados en manejar una gama más amplia de especies. Muchas especies tienen el potencial para producir madera, aunque no se cosechan actualmente para este fin. *Brosimum alicastrum*, por ejemplo, es una especie abundante que se utiliza principalmente para producir leña, a pesar de que también podría servir para madera y emplearse en la producción de muebles. *Mastichodendron capiri*, *Guarea glabra*, *Tabebuia rosae*, *Tabebuia crisantha* y muchas otras, tienen el mismo potencial. No se utilizan como maderas finas porque el mercado local y nacional es muy estrecho y no está acostumbrado a probar nuevas especies. Otros usos, como el aprovechamiento de las propiedades medicinales de las especies arbóreas, han sido poco explorados y desarrollados. La investigación y promoción de los usos económicos de las especies podría significar una motivación importante para que los dueños de bosque protejan otras especies y se vuelvan más curiosos sobre su ecología y las formas en que pueden manejarse mejor.

En resumen, los mayores desafíos para la conservación de la riqueza de especies en los bosques fragmentados de la Reserva tienen que ver con aspectos sociales y con aspectos técnicos del manejo:

1. Los aspectos sociales se refieren a las diferencias socioeconómicas entre los dueños de bosque en cuanto al acceso a la tierra y a los recursos para cultivarla. Los pequeños campesinos, limitados en el acceso a tierras, continúan ejerciendo

presión sobre los parches de bosque que quedan para convertirlos en tierras dedicadas a la agricultura. Los cafetaleros grandes y medianos, en cambio, mantienen grandes manchas de bosque en sus propiedades, pero modifican la composición de las especies notablemente. Las diferencias socioeconómicas están profundamente enraizadas en la sociedad y es muy difícil reducirlas a menos que se implementen cambios estructurales, tales como una reforma agraria en las tierras de la planicie.

2. Los problemas de manejo aparecen cuando los propietarios modifican el bosque sin mantener la riqueza de especies. Este es el caso particular de los grandes cafetaleros, que se concentran en el manejo de unas pocas especies escogidas para dar buena sombra al café. Estos obstáculos pueden ser superados motivando a los dueños para que obtengan beneficios concretos de una mayor variedad de especies, y son más fáciles de resolver que los problemas sociales estructurales.



---

## 7. Conclusiones

---

En la segunda mitad del siglo XX, un claro proceso de reducción y fragmentación del bosque tuvo lugar en las faldas los volcanes Chonco, San Cristóbal y Casitas en el occidente de Nicaragua. En 1983 se estableció una Reserva Natural en el área con el objeto de proteger los bosques remanentes y contener el avance de la frontera agrícola que iba subiendo desde la planicie. No obstante, la deforestación ha continuado más allá de los límites de la Reserva, impulsada por una estructura social desigual en la que los pequeños campesinos son expulsados de las tierras bajas debido a la expansión de la gran agricultura empresarial y la ganadería extensiva. Los remanentes boscosos dentro de la Reserva se conservan gracias a la existencia de productores cafetaleros que protegen los rodales dentro de sus propiedades, y gracias también a algunas experiencias de protección forestal de menor envergadura que llevan a cabo los pequeños campesinos y el gobierno municipal de Chichigalpa.

Las medidas meramente legales y administrativas resultan insuficientes para proteger los bosques si los actores locales no se involucran en su manejo. Es crucial para cualquier estrategia de conservación entender y promover el manejo del bosque por parte de los dueños de bosque, pues ellos pueden asegurar la protección del bosque con mayor efectividad. Los resultados de esta investigación indican que las prácticas de manejo aplicadas por los productores influyen substancialmente en la riqueza de especies y la composición forestal de los parches remanentes. Las alteraciones causadas por las poblaciones humanas, si son moderadas, pueden contribuir a incrementar la diversidad de especies, como ocurre en el caso de ciertos cafetaleros que ralean sus bosques para abrir espacio a las plantas de café. Al raleo del bosque, crean oportunidades para que una mayor variedad de especies pioneras y tardías pueblen la mancha de bosque. La eliminación excesiva de especies, en cambio, amenaza la diversidad. Pocas especies arbóreas persisten en los cafetales cuando los dueños deciden cambiar radicalmente la composición del bosque, eliminando la mayoría de las especies tardías del bosque original y reemplazándolas por especies escogidas cuidadosamente para dar sombra al café. Las especies tardías también están ausentes en los bosques jóvenes que han surgido en los barbechos agrícolas de las parcelas campesinas. En estos casos, se necesita innovar las prácticas de manejo para

incrementar la riqueza de especies. El factor principal para despertar estas innovaciones es la motivación económica de los dueños de bosque para obtener beneficios concretos de los árboles.

Después de considerar estos problemas sociales y técnicos del manejo de los remanentes boscosos de la Reserva Natural, quisiera delinear algunas recomendaciones generales para futuras estrategias de conservación que involucren a los actores sociales en el manejo del bosque:

1. Promover el manejo forestal por parte de las comunidades campesinas que habitan las faldas de los volcanes, siguiendo el ejemplo de manejo comunal del bosque realizado por los campesinos de la comunidad de “El Pellizco”. Puede haber otras áreas forestales o de matorrales dentro de la Reserva que no tienen dueño específico, y caigan bajo la categoría de tierras nacionales. El Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente (MARENA), en acuerdo con los gobiernos municipales, podría designar comunidades campesinas vecinas que se encarguen de manejar, proteger, y explotar estos bosques. Debe proveerse un marco legal que respalde estos acuerdos, de modo que los campesinos de comunidades como El Pellizco cuenten con un instrumento legal para reclamar los derechos de usufructo de los bosques que están protegiendo.
2. Facilitar el desarrollo de especies arbóreas intermedias y tardías en los bosques jóvenes manejados por los campesinos. Las especies pioneras, y unas cuantas especies intermedias, dominan el bosque joven de El Quebrachal y otras manchas adyacentes. Las especies tardías difícilmente lograrán establecerse en estos bosques debido a la carencia de árboles semilleros en las áreas cercanas. Por tanto, puede ser necesario enriquecer estos bosques con semillas y plantas de especies tardías. Los campesinos pueden ser motivados a trabajar en el enriquecimiento del bosque con el objeto de obtener madera de mejor calidad en el futuro.
3. Manejar la matriz agrícola de las tierras bajas para promover la recuperación de parches de bosque. Existen manchas de bosque diminutas dispersas en los campos agrícolas ubicados fuera de los límites de la Reserva, que podrían expandirse y mejorarse involucrando a los campesinos en la reforestación y el manejo forestal de sus parcelas.

4. Promover el manejo de una diversidad de especies más amplia en los cafetales, motivando a los productores a proteger los arbolitos que vienen regenerándose en el suelo. Las autoridades nacionales y locales podrían involucrar a los dueños en el diseño e implementación de planes de manejo que les permitan explotar sus bosques para obtener madera, leña y otros bienes, pero asegurando las prácticas de manejo necesarias para que surjan nuevos árboles. Estos planes de manejo podrían ser elaborados con la participación de los cafetaleros, de madera que el diseño de los mismos se adapte a las necesidades y objetivos forestales de los productores.
5. Desarrollar investigaciones y experimentaciones sobre el uso de las especies, para aumentar los beneficios económicos de manejar una mayor riqueza de especies. Un proyecto en esta dirección podría ser el establecimiento de un pequeño taller de producción mueblera para experimentar el uso de maderas no tradicionales. La investigación sobre otros usos de las especies, como sus aplicaciones medicinales, es otro campo de investigación que podría ser promovido.
6. Incrementar nuestro conocimiento sobre la ecología de las especies y sus aplicaciones silviculturales. Existe muy poco conocimiento sobre la ecología de las especies del bosque tropical seco, lo que limita nuestra capacidad de manejar bosques complejos donde se combinan las especies pioneras y tardías. Los habitantes de la Reserva podrían contribuir a incrementar nuestro conocimiento ecológico de las especies observando sistemáticamente dónde y cómo crecen. Sus observaciones podrían servir como puntos de partida para estudios científicos que impliquen muestreos y experimentos forestales. El pequeño rodal administrado por la municipalidad de Chichigalpa con propósitos de conservación podría ser un excelente campo para desarrollar estas investigaciones.

Todas estas recomendaciones son meras sugerencias que deben ser discutidas y, de ser viables, implementadas con la participación de los dueños de bosque dentro de la Reserva. Ellos son quienes pueden practicar verdaderamente la conservación del bosque en una Reserva Natural establecida en un país pobre donde el Estado no tiene los recursos suficientes para proteger el bosque. En particular, la participación de los pequeños campesinos en el manejo forestal es crucial para estabilizar y revertir la tendencia a la fragmentación del bosque y, al mismo tiempo, dar poder a estos actores tradicionalmente marginados y construir una sociedad más equitativa.



---

# Bibliografía

Annis, Sheldon (1992) Evolving Connectedness Among Environmental Groups and Grassroots Organizations in Protected Areas of Central America. *World Development* 20 (4), pp. 587-595.

Areas, William (1998) Plan de Manejo de las Areas Protegidas del Complejo de Volcanes Chonco - San Cristóbal - Casitas. Borrador. Informe preparado por la Fundación Nicaragua Verde para el proyecto Pikín Guerrero.

Badola, Ruchi (1998) Attitudes of local people towards conservation and alternatives to forest resources: A case study from the lower Himalayas. *Biodiversity and Conservation* (7): 1245-1259.

Barahona, Amaru (1990) Apuntes para la historia de Nicaragua. Managua, INIES.

Barahona, Tupac y Mendoza, René (1999) Chinandega: el manejo de una reserva natural en un mundo de agricultores. Informe preparado por el Instituto Nitlapán para CIFOR Center for International Forestry Research).

Barborak, James (1992) History of Protected Areas and Their Management in Central America. In Steen, H. & Tucker R. (Eds.), *Changing tropical forests: historical perspectives on today's challenges in Central and South America*. Forest History Society.

Barbour, Michael G., Jack H. Burk, Wanna D. Pitts, Frank S. Gilliam and Mark W. Schwartz (1999) *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/Cummings, Merlo Park, California.

Barraclough, Solon and Ghimire, Krishna B. (1995) *Forests and Livelihoods (The Social Dynamics of Deforestation in Developing Countries)*. McMillan Press Ltd. And St. Martin's Press Inc., London and New York.

Bengtsson, Jan (1998) Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology* 10: 191-199.

Bonham, Charles D. (1989) *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley and Sons, New York.

Brandon, Katrina (1995) People, parks, forests or field: a realistic view of tropical forest conservation. *Land Use Policy* 12 (2): 137-144.

Cedeño, Jacinto (1987) *Síntesis Forestal de la Cordillera de Los Maribios*.

De Groot, Jan P. y Ruben, Rued (Eds.) (1997) *Sustainable Agriculture in Central America*. St. Martin's Press, Inc., New York.

Faurby, Ove y Barahona, Tupac (1999). *Silvicultura de especies maderables nativas del trópico seco de Nicaragua*. Managua, Nitlapan-UCA.

Foster, David R., Motzkin, Glenn, and Slater, Benjamin (1998) Land-use history as long-term broad-scale disturbance: regional forest dynamics in Central New England. *Ecosystems* 1 (1): 96-119.

Gillespie, Thomas W., Grijalva, Alfredo y Farris, Christine N. (2000) Diversity, composition and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147: 37-47.

Green, Michael J.B. y Paine, James (1997) *State of the World's Protected Areas at the End of the Twentieth Century*. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK. Paper presented at IUCN World Commission on Protected Areas on "Protected Areas in the 21st Century: from Islands to Networks". Albany, Australia, 24-29th November 1997.

Herlihy, Peter H. (1997) *Central American Indian Peoples and Lands Today*. In Coates, Anthony G. (Ed.) *Central America: A Natural and Cultural History*. Yale University Press, New Haven and London. 1997.

---

Howard, Sarah M. (1998) Land conflict and Mayangna territorial rights in Nicaragua's Bosawas reserve. *Bulletin of Latin American Research* 17 (1): 17-34. Elsevier Science Ltd., Great Britain.

Huston, M. (1979) A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113: 81-101.

Iida, Shigeo y Tohru Nakashizuka (1995) Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan. *Forest Ecology and Management* 73: 197-210.

Incer, Jaime (1970) *Nueva Geografía de Nicaragua, ensayo preliminar*.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) (1997) *Mapas de precipitación de Nicaragua*.

Jantzi, Terrence et al. (1998) Environmental values and forest patch conservation in a rural Costa Rican community. *Agriculture and Human Values* 16: 29-39.

MacArthur, R.H. y Wilson E.O. (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, Princeton University Press.

Ministerio de Recursos Naturales y el Ambiente (MARENA) (2000) *Agenda 2000*. Managua, Nicaragua.

Mizrahi, Ramos and Jiménez (1997) Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* (96): 273-282.

Noss, Reed F. (1999) Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* (115): 135-146.

Pielou, E.C. (1984) *The interpretation of ecological data*. John Wiley and Sons, New York.

Randerson, P.F. (1993) Ordination. In *Biological Data Analysis*. Oxford University Press, New York.

Richards, Michael (1997) Alternative approaches and problems in protected area management and forest conservation in Honduras. In De Groot, Jan P. and Rueder Ruben (Eds.), Sustainable agriculture in Central America. MacMillian Press Ltd. & St. Martin's Press, Inc., London and New York.

Roberts, Mark R. and Gilliam, Frank S. (1995) Patterns and Mechanisms of Plant Diversity in Forested Ecosystems: Implications for Forest Management. *Ecological Applications* 5 (4): 969-977.

Sabogal, Cesar (1992) Regeneration of tropical dry forests in Central America, with examples from Nicaragua. *Journal of Vegetation Science* 3: 407-416.

Shafer, Craig L. (1999) National park and reserve planning to protect biological diversity: some basic elements. *Landscape and Urban Planning* 44: 123-153.

Simberloff, Daniel S. y Wilson, Edward O. (1970) Experimental zoogeography of islands. A two-year record of colonization. *Ecology* 51 (5): 934-937.

Simberloff, Daniel (1976) Experimental zoogeography of islands: effects of island size. *Ecology* 57 (4): 629-648.

Turner, I.M. y Richart T. Corlett (1996) The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rainforest. *Trends in Ecology & Evolution* 11 (8): 330-333.

Utting, Peter (1993) *Bosques, Sociedad y Poder (Trees, People and Power)*. Universidad Centroamericana (UCA) e Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (UNRISD).

Utting, Peter (1994) Social and Political Dimensions of Environmental Protection in Central America. In Ghai, Dharam (Ed.), *Development and Environment: Sustaining People and Nature*. Blackwell Publishers, Oxford and Cambridge.

Wood, David (1995) Conserved to death (Are tropical forests being overprotected from people?). *Land Use Policy* 12 (2): 115-135.

World Conservation Monitoring Centre (1997) 1997 United Nations List of Protected Areas.

World Conservation Monitoring Centre (1992) 1992 Protected Areas of the World: a review of National systems - Guatemala, Belize, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panama.

Whitmore, T.C. (1997) Tropical forest disturbance, disappearance and species loss. In: Laurence, W. F. & Bierregaard, R.O., (eds), Tropical forest remnants. The University of Chicago Press, Chicago. Pp. 3-12.



---

*El bosque y la gente, ¿pueden coexistir?*, terminó de imprimirse en diciembre de 2001, con un tiraje de 300 ejemplares, en los talleres de **IMPRIMATUR Artes Gráficas**, frente a Bancentro Bolonia, Managua, Nicaragua Teléfono:(505) 2660957

*i m p r i m a t u r @ s g c c o r p . c o m*

---

