

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“ESTUDIO DE FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE DE LA CUENCA DEL RÍO
LEMPA Y SUS IMPLICACIONES EN EL CORREDOR BIOLÓGICO
MESOAMERICANO: EL CASO DE EL SALVADOR”**

**POR:
ALEXANDER ALFREDO VALLE AGUIRRE
JOSÉ LUIS VILLACORTA MONZÓN
CARLOS LUIS ZELAYA FLORES**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2003.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA : Dra. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL: Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO : Ing. Agr. M. Sc. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO : Ing. Agr. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
COORDINADOR GENERAL DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN**

Ing. Agr. : ROBERTO CALDERÓN GRANADOS

ASESORES

Ing. Agr. M. Sc. : JUAN ROSA QUINTANILLA

Dr. : JACQUES IMBERNON

RESUMEN

La pérdida de hábitat es la razón más importante de la extinción de especies en los últimos tiempos, al disminuir el hábitat, se ve afectada su distribución del hábitat restante por falta de continuidad. Lo que produce finalmente la fragmentación del hábitat original, que ahora existen como fragmentos y parches aislados.

La investigación que hemos hecho sobre la fragmentación del bosque se realizó en la Cuenca Trinacional del Río Lempa, que posee un área total de 17,790 km², de los cuales 10,082 km² corresponden a El Salvador, 5,251 km² a Honduras y 2,457 km² a Guatemala.

A través de la base de datos del mapa de uso de suelo elaborado por el proyecto SHERPA (Estudio Hidrológico y Ambiental para América Latina), y mediante el uso del SIG Arview GIS 3.2 utilizando la extensión Fragstats, se analizó diversas métricas espaciales, que hace el estudio de la configuración del paisaje boscoso. El objetivo principal fue determinar el grado de fragmentación de la cobertura boscosa de la Cuenca del Río Lempa, determinando además las implicaciones que podría tener en el proyecto y existentes de Corredor Biológico Mesoamericano, a través de escenarios de degradación y mejoramiento de la cobertura boscosa.

El grado de fragmentación del bosque se logró determinar mediante el uso del Índice de Densidad de Parches (*PD*) que determina en que proporción se fragmenta un paisaje. Se establecieron tres niveles de fragmentación (Alta, Media y Baja) esta clasificación se realizó determinado límites de confianza. Mediante el uso de esta metodología, el 15% de área de bosque corresponde al nivel de fragmentación Alta, el 50% del área de bosque corresponde al nivel Medio y finalmente un 35% corresponde al nivel de fragmentación Baja. Además la clase de Bosque Siempre

Verde presenta el mayor porcentaje de fragmentación alta (23%) con respecto a su área y la clase de Bosque Semicaducifolio representa el mayor porcentaje de fragmentación media (69%) de su área.

Además de conocer el grado de fragmentación del bosque de la cuenca, se elaboraron 5 propuestas de conectividad de hábitat (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 km) estas distancias de conexión fueron analizadas también con parches de cultivo de café, determinado su importancia como conectores de parches aislados. Con la creación de estas propuestas se obtuvo un 93% de conectividad de áreas de bosques a una distancia de 2.5 km; mientras que para las propuestas con cultivo de café se aumento a un 98%.

Al final se crearon escenarios de degradación y mejoramiento de hábitat, simulando el impacto que podría causar factores externos o internos de los parches de bosques. Comparando en cuanto aumenta o disminuye el grado de fragmentación para cada escenario.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO por iluminarnos y estar con nosotros en cada momento de nuestra vida y permitirnos alcanzar una de nuestras metas.

A nuestros asesores Ing. Agr. M. Sc. Juan Rosa Quintanilla y Dr. Jacques Imbernon y al Ing. Agr. M. Sc. José Mauricio Tejada por brindarnos todo su apoyo y conocimientos para lograr este triunfo.

Al departamento de Becas de la Universidad de El Salvador

A la Administración Académica de la facultad de agronomía, la niña Delfina y Dorita.

DEDICATORIA

Hace ya algunos años decidí comenzar mi formación superior y ahora tiempo después he coronado aquello que inicié, todo gracias a la ayuda y el apoyo de aquellos que creyeron en mí, a quien les dedico este logro:

A Dios: Por que escuchó mis oraciones, porque a pesar que por el estrés me olvidaba de él, él nunca lo hizo de mí, y estuvo a mi lado en mis momentos de gloria y derrota, dándome una maravillosa familia y unos excelentes amigos.

A mis Padres: Alfredo Valle Lemus y Alicia Aguirre de Valle: Quienes nunca me dejaron solo, mi padre de quien sigo los pasos en el área del trabajo en la tierra, con nuestros campesinos salvadoreños, que al igual que ellos sudó su frente para que yo pudiera terminar mi formación apoyándome con sus consejos y guías, y a mi madre que se desveló conmigo, que se preocupó por lo que me sucedía, que era mi paño de lágrimas. Gracias padres, a ustedes dedico especialmente mi mas grande logro, que no es solo mío sino nuestro.

A mi hermana: Que aunque riñendo la mitad del tiempo siempre estuvo a mi lado y me apoyó cuando lo necesité.

A mi Familia en general: que estuvieron pendientes de mi formación apoyándome cuando los necesité, en especial a mi abuela que creía que no iba a estar cuando saliera de preparatoria y ahora está cuando saldré de la universidad, A las familias

Salguero Aguirre, Menjivar Salguero, Mediana Valle, Valle Vividor, Mancía Valle a todos muchas gracias.

A mis compañeros y amigos:

Por su apoyo incondicional, gracias por estar siempre allí dándome una mano de apoyo y alentando mis esfuerzos cuando ya me sentía desfallecer Evelyn Alvarado y Familia, la llamada Tropa Rex, un montón de locos que coincidíamos en nuestras formas de ser (Nidia “La Muda” Rodríguez, Alvaro “Toño” Trejo, Alexander “Gordo” Sandoval, Carlos “Colocho” Zelaya, Miguel “Pani” Paniagua, José “Chepe” Villacorta Bernardo “Verdura” Ventura), a Jacqueline Serrano por sus cafecitos en la tarde, en fin a todos los que fueron mis compañeros y ahora son mis amigos.

A mis amigos de antes: A aquellos que me conocen desde que era un niño y hasta la fecha seguimos siendo amigo: A las familias Cerón Portillo y Montano Villanueva que me adoptaron como parte de su familia, a Carlos, Jaime, Hada mis amigos de siempre.

A mis nuevos amigos: Moisés, Josué, 15° Brigada, la segunda promoción de la Brigada Escuela, Adonai, José Torrecillas gracias por aguantarme y cubrirme mientras hacía la tesis.

A los miembros del teatro universitario, del equipo de Judo de la UES a todos gracias, Y gracias Dios por que me hiciste estar rodeado de personas buenas mientras me formaba, hazme conservarlos ahora como un profesional.

ALEXANDER ALFREDO VALLE AGUIRRE

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso: Por darme esta oportunidad de vivir y por darme la bendición de tener a todos los seres que amo a mi lado. Por que el nunca me ha abandonado y siempre ha estado en los peores momentos de mi vida dándome el apoyo que siempre esperé. A él dedico este triunfo que he logrado y sé, que me dará muchos más. Gracias Dios mío.

A mis padres: Ana Luz Monzón y José Luis Villacorta.

Porque con su sacrificio me han dado esta oportunidad de llegar a culminar mi carrera; gracias madre por que tú me distes todo hasta tus fuerzas para nunca desmayar y hacer que te sientas orgullosa de que tu hijo dedicándote este triunfo, que gracias a tí y mi padre me guiaron por el camino seguro.

A mis dos abuelitas: Abuelita Cristina Monzòn y Juana de Villacorta

Gracias por cuidarme y aconsejarme desde pequeño, gracias a su amor y ternura soy una persona de bien y de triunfos. Las llevaré siempre en mi corazón.

A mi esposa e hijito lindo: Kelly Marilú Rubio y Luis Alejandro Villacorta.

Gracias mis dos amores que Dios me ha dado el privilegio de ser felices con ustedes ya que me dieron fuerzas en los momentos de flaqueza, y gracias a ustedes yo seguiré obteniendo más triunfos y seguiré superándome para darles todo lo mejor de mí y que mi hijito lindo se sienta orgulloso de tener a un padre como yo. Los amo mucho.

A mi suegra: Daysi Cruz.

Por brindarme todo su apoyo y su cariño para seguir adelante y finalizar este triunfo que es mi tesis. Gracias.

A mis dos hermanos y sus familias: Raúl Francisco Villacorta y Salvador Villacorta.

Gracias a mis dos maestros que he tenido en mi vida por que han sido un ejemplo para mí y los admiro mucho, gracias a ustedes he logrado superar mis metas y espero llegar a obtener cargos muy importantes como mi hermano Raúl que es un gran botánico y su esposa e hijos que son muy especiales y Salvador que tiene una mente muy creativa como diseñador gráfico y que muy pronto el y su esposa tendrán un/a hij@ muy lind@. Que Dios los bendiga siempre.

A mis Tías, Tíos y primos: en especial a mi Tía Helena, tía Alicia y tío Calin, por que siempre estuvieron ayudando en todo momento de mis estudios y mis primos por brindarme su apoyo y amistad incondicional.

A mis compañeros: especialmente a la Tropa Rex (El Colocho, Álvaro, Bernardo, El Gordo, Paniagua, Dexter y Kevin de Veterinaria), Los KKSOS (Ricardo, Xochilt, Silver, el Chelemon), y los Rucos (el Maestro, Chico, Natalia, Daysi, María, Julio, Lupita, Hugo y Henri).

JOSÉ LUIS VILLACORTA MONZÓN

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por estar siempre conmigo en todos los momentos de mi vida, especialmente por fortalecerme en aquellos difíciles por los que he pasado; permitiéndome así, cumplir una de las metas de mi vida que tanto he anhelado.

A la virgen María, por ser nuestra buena madre, que me ha escuchado y atendido las súplicas en todas mis oraciones.

A mis queridos y muy especiales padres, **Julio Arístides Zelaya y Elsy Dolores Flores**; porque sólo Dios sabe con qué esfuerzos me han brindado su apoyo incondicional, y con quienes no he tenido la oportunidad de compartir mucho tiempo; pero en los que ha sido posible; siempre me han brindado sabios consejos que me han servido para enfrentar sólo, las adversidades de la vida. Queridos padres, agradezco profundamente ese noble gesto de apoyo, por lo que; con especial afecto les dedico este triunfo que les haga sentir orgulloso de la semilla que sembraron, la planta que educaron y el fruto que ahora cosechan.

A mi querido hermano **José Miguel**, por ser un muchacho con un gran talento; y que en este momento se recupera de su pierna, sé que es valiente y podrá caminar muy pronto.

A mi querida hermana **Blanca Lidia**, por su comprensión y confianza, que nos han permitido seguir adelante, a pesar de las situaciones difíciles por las que pasamos.

A mis queridos abuelos: **José de La Paz Flores (papa chepe)**, a quien admiro; respeto y estimo tanto por sus consejos que son tan valiosos, y por ser un hombre

ejemplar que me ha enseñado el valor del trabajo, el respeto a Dios, a la naturaleza y a las personas. A mi linda abuelita **Juana Turcios (mama juana)**, quien ha sido, es y será por siempre mi segunda madre; y a quien agradezco intensamente por corregir mis errores de niño rebelde. A mi linda y bien recordada abuela **Vicenta Guevara (mama chenta, Q.D.D.G.)**, de quien tengo gratos recuerdos, y seguramente estuviera orgullosa de este triunfo que hoy le dedico. A mi abuelo **Miguel Angel Zelaya (papa miguel)**, en quien ya pesan los años; pero he podido descubrir un valioso tesoro de experiencias.

Especialmente dedico este triunfo a mi Tía **Lidia y familia**, a quienes agradezco por unirse a mi esfuerzo mediante su apoyo en todo momento.

A mi querido Tío **Leonel**, por todo su apoyo, por brindarme su confianza, y sobre todo por ser un gran amigo.

A la **Tropa REX** (Chepe, Paniagua, Gordo, Dexter, Alvaro, Bernardo), por ser mis mejores amigos, con quienes compartimos muchas experiencias que dejarán huella en nuestras vidas.

Quiero dedicar este triunfo a muchos otros amigos, familiares y personas que de alguna u otra forma hicieron posible que culminara este esfuerzo.

CARLOS LUIS ZELAYA FLORES

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1- INTRODUCCIÓN	1
2- REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. El bosque salvadoreño	2
2.2. La teoría de la ecología del paisaje	6
2.2.1. Definición de paisaje	7
2.2.2. Conceptos de la teoría de la ecología del paisaje	8
2.2.3. Principios de la ecología del paisaje	9
2.2.3.1. Tiempo y espacio	9
2.2.3.2. Patrón	10
2.2.3.3. Escala	11
2.2.3.4. Heterogeneidad	12
2.2.3.5. Conectividad	14
2.2.4. Elementos del paisaje	14
2.2.4.1. Parche	15
2.2.4.2. Matriz	17
2.3. Corredores biológicos	18
2.3.1. El corredor biológico mesoamericano	20

2.4. Fragmentación	21
2.4.1. Características de los ecosistemas fragmentados	23
2.4.1.1. Cambios microclimáticos	23
2.4.1.2. Aislamiento	25
2.4.2. Influencias modificantes	25
2.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	26
2.6. Corine Land Cover	26
2.7. Fragstat for Arcview (Extensión de Arcview)	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Descripción de la zona de estudio	30
3.2. Base de datos	30
3.3. Análisis de la fragmentación	31
3.4. Análisis de conectividad	32
3.4.1. Conectividad espacial	32
3.4.2. conectividad real	33
3.5. Escenarios para el bosque Salvadoreño	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Mapeo de bosque y café	35
4.2. Fragmentación	38
4.2.1. Índice de densidad de parches	38
4.2.2. Fragmentación por clases	42
4.3. Conectividad	45
4.3.1. Conectividad de coberturas boscosas	45
4.3.2. Conectividad de coberturas boscosas y cultivo de café	47
4.3.3. Identificación de barreras	48

4.4. Escenarios de degradación de hábitat	50
4.4.1. Reducción de cobertura	50
4.4.2. Comportamiento de la fragmentación	51
4.5. Escenarios de mejoramiento	53
4.5.1. Incremento de cobertura	53
4.5.2. Comportamiento de la fragmentación	54
5. CONCLUSIONES	57
6. RECOMENDACIONES	58
7. BIBLIOGRAFÍA	59
8. ANEXOS	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Pág.
1	Coberturas de bosques naturales en El Salvador en diferentes períodos.	4
2	Áreas de diferentes tipos de bosque en El Salvador.	5
3	Límites de confianza para establecer los niveles de fragmentación.	38
4	Niveles de fragmentación por estratos de áreas de bosque de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	39
5	Fragmentación por clase de bosque de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	42
6	Porcentaje de conectividad de bosque por propuesta	46
7	Porcentaje de conectividad de bosque y cultivo de café por propuesta.	48
8	Niveles de fragmentación por estratos de área, del escenario de mejoramiento del bosque de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	52
9	Niveles de fragmentación por estratos de área, del escenario de mejoramiento del bosque de la cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Pág.
1	Elementos del paisaje (Parche, Matriz, Corredor)	15
2	Aplicación del índice de densidad de parches en 2 paisajes de áreas similares con las mismas clases.	29
3	Proceso para establecer la conectividad espacial entre parches de bosque.	33
4	Mapa base de los bosques de la cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	35
5	Mapa base de los bosques y cultivo de café de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	36
6	Distribución porcentual de la ocupación de suelo de la cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	37
7	Mapa de fragmentación del bosque de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	41
8	Comparación del porcentaje de fragmentación entre clases de bosques de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003	44
9	Área conectada de coberturas boscosas de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	46
10	Área conectada de coberturas boscosas y cultivo de café de la cuenca del río Lempa. El Salvador, 2003.	47

11	Comparación de la conectividad espacial y real (considerando barreras) por cada propuesta de conectividad de coberturas de bosques y cultivo de café de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	50
12	Comparación del grado de fragmentación entre el bosque actual (A) y el escenario de degradación del bosque (B) de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	53
13	Mejoramiento de la cobertura de los parches de bosques de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	55
14	Comparación del grado de fragmentación entre el área original del bosque (A) y el área mejorada (B) de la Cuenca del Río Lempa. El Salvador, 2003.	56