

**Estudio de ampliación y seguimiento de la
regeneración de especies en áreas de
derrumbe: Quebrada Agua Amarilla,
Francisco Morazán, Honduras**

Danny Sebastián Torres Alvear

Zamorano
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

Noviembre, 2001

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y AMBIENTE

**Estudio de ampliación y seguimiento de la
regeneración de especies en áreas de
derrumbe: Quebrada Agua Amarilla,
Francisco Morazán, Honduras**

**Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.**

Por:

Danny Sebastián Torres Alvear

Honduras: Noviembre, 2001

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Danny Sebastián Torres Alvear

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2001

**Estudio de ampliación y seguimiento de la regeneración de especies en
áreas de derrumbe: Quebrada Agua Amarilla , Francisco Morazán,
Honduras**

Presentado por

Danny Sebastián Torres Alvear

Aprobada:

George Pilz, Ph.D
Asesor Principal

Peter Doyle, MSc.
Coordinador de Carrera de
Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente

Javier Tamashiro, Ing.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D
Decano Académico

George Pilz, Ph.D
Coordinador PIA

Keith Andrews, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Jesús, ese amigo incondicional que sembró y ayudó a crecer mi sueño, brindándome alas y enseñándome a volar, presentándome un Zamorano único, con sus campos, caballos y atardeceres inolvidables, con amigos excepcionales, con buenos y queridos maestros, que de una manera u otra ayudaron a realizar mi sueño. Gracias señor por que me diste fuerza para continuar, por acompañarme en esos desvelos, por cargarme en esos momentos de angustias, por darme buenas y nuevas experiencias, por los momentos de alegría, por ponerme nuevos retos y sobre todo por estar junto a mí cada día.

AGRADECIMIENTOS

A la Virgen María por darme la fuerza para realizar mi meta y cumplir con uno de mis sueños.

A mis padres y hermanos, que a pesar de la distancia de todo este tiempo, siempre han estado en mi corazón.

A Carito por ser esa amiga incondicional, que a pesar de mis errores, me apoyo siempre y impulso mi sentido de superación.

A mis amigos Nancy, Johan, Héctor, Luis, Ana, Zully, Shadia, y Quique, por ayudar a que mi sueño Zamorano se cumpla.

Al Dr. Pilz por confiar en mí y brindarme su apoyo.

Al Ing. Tamashiro por su valiosa ayuda

A Jorge Araque, por su ayuda

A Zamorano por enseñarme a crecer y madurar, por brindarme experiencias inolvidables, pero sobre todo por darme la oportunidad de conocerme a mí mismo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco a la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, por financiar parte de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

RESUMEN

Torres Alvear, Danny. 2001. Estudio de ampliación y seguimiento de la regeneración de especies en áreas de derrumbe: quebrada Agua Amarilla, Francisco Morazán, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 25 p.

Entre las causas principales de deforestación catalogadas por la FAO, está el impacto de huracanes y tormentas tropicales. La quebrada Agua Amarilla, que inicia en el núcleo de la Reserva Biológica Uyuca, fue afectada por el paso de la tormenta tropical Mitch en 1998. El cauce del agua creció y la quebrada fue desprovista casi totalmente de su vegetación. Por esta razón se levantó en el 2000 un estudio base de la regeneración de la zona, donde se determinó como especie dominante al *Pinus maximinoi*. Este año se realizó un estudio de seguimiento que registró cambios en la población y crecimiento de dicha especie, también se amplió el número de parcelas de cinco a ocho, en una área de 358 m². Además se aumentó una variable, el diámetro actual, para estimar el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) de los árboles en futuros estudios. En este estudio se constató un incremento en la población del pino que demuestra una nueva regeneración. Se registró un incremento de casi 1 árbol/m² en comparación al estudio base. Se obtuvo un incremento promedio en altura de 12 cm. También se observaron especies botánicas secundarias en las parcelas y *Quercus* sp. fue la especie más abundante. Se registró su población, la altura y diámetro. Se concluyó que en la franja estudiada (la parte alta de la quebrada Agua Amarilla) a medida que el diámetro de la cárcava aumenta, la población y altura del pino se incrementa. Esto pudo deberse a que la intensidad de luz es mayor. La presencia de *Quercus* sp., está también influenciada por la baja intensidad de luz, se registró en esta especie un mayor número de árboles en donde la cantidad de luz es menor, comparado con la luz que entra al sistema en la parte baja de la quebrada. A través de la regeneración natural se puede llegar a la estabilidad del medio ambiente, disminuyendo la cantidad de tierra expuesta directamente al impacto ambiental, por lo que se recomienda cuidar las vías de acceso a la quebrada Agua Amarilla para que los estudios posteriores no sean afectados por factores antropogénicos y poder realizar un estudio representativo de la regeneración natural en áreas afectadas por un huracán.

Palabras claves: Desastres naturales, equilibrio ambiental, *Pinus maximinoi*, Uyuca.

NOTA DE PRENSA

Evaluación del uso de ápices meristemáticos y de explantes cotiledonares e hipocotiledonares en el establecimiento *in vitro* de *Tabebuia guayacan* (Cortés)

La *Tabebuia guayacan* es una especie forestal de flores amarillas muy llamativas. Debido a su belleza esta especie es utilizada para jardinería urbana, además su madera es muy resistente al ataque de insectos y hongos por lo que es utilizada para pisos, construcciones marinas e implementos agrícolas.

Esta especie como muchas otras ha sido explotada por el hombre, debido al incremento del uso de productos madereros, el impacto negativo hacia los bosques y el uso de especies forestales para la jardinería. Para no perder las especies y poder satisfacer el mercado de la madera, se busca producir de una manera masiva y rápida estas especies forestales. Para esto es necesario recurrir a la biotecnología y su técnica de cultivo de tejidos.

En un experimento realizado en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Micropropagación del Zamorano, se evaluó el uso de ápices meristemáticos y de segmentos cotiledonares e hipocotiledonares para propagar la *Tabebuia guayacan*.

En la investigación realizada entre marzo y agosto de 2001 se estudió el efecto que tenían diferentes concentraciones del regulador de crecimiento bencilaminopurina (BAP) en el establecimiento *in vitro* de los ápices meristemáticos. Además se estudió el efecto del uso de la combinación de distintas concentraciones de 2,4-D y BAP en la formación de tejido calogénico *in vitro* de los segmentos cotiledonares e hipocotiledonares.

Los resultados del estudio muestran que el uso de 1.13 mg/l de BAP produce una mayor elongación de los ápices meristemáticos. El informe señala que se puede obtener un mayor tamaño de tejido calogénico utilizando 0.2 mg/l de 2,4-D combinado con 1.13 mg/l de BAP y un mayor porcentaje de callo utilizando 0.4 mg/l de 2,4-D. Este es un estudio que da la pauta para estudios posteriores para la micropropagación de especies forestales.

Lic. Sobeyda Alvarez

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	viii
Nota de Prensa.....	ix
Índice General.....	x
Indice de Cuadro.....	xii
Indice de Anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.3 OBJETIVOS GENERALES.....	2
1.3.1 Objetivos General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LETERATURA.....	4
2.1 GRUPO ECOLÓGICO DE ESPECIES	4
2.1.2 Especies arbóreas de luz o heliófitas.....	4
2.1.3 Especies arbóreas de sombra o esciófitas.....	4
2.2 PROCESOS DE RENOVACIÓN DEL DOSEL DEL BOSQUE.....	4
2.3 DINÁMICA.....	5
2.4 DETERIORO DE BOSQUES CAUSADO POR HURACANES.....	5
2.4.1 Daño a la cobertura vegetal.....	5

2.4.2	Daño a la fauna del lugar.....	5
2.4.3	Daño al suelo.....	5
2.4.3.1	Al nivel de nutrientes.....	5
2.4.3.2	En los derrumbes o deslizamientos.....	5
2.5	MECANISMOS DE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE.....	6
2.5.1	Rebrote.....	6
2.5.2	Floración y fructificación rápida.....	6
2.5.3	Resistencia a daño por el viento.....	6
3.	MATERIALES Y METODOS.....	9
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	9
3.2	ESTABLECIMIENTO.....	9
3.2.1	Materiales.....	9
3.2.2	Metodología empleada para identificar las especies.....	10
3.3	VARIABLES A MEDIR.....	10
3.3.1	Incremento en población.....	10
3.3.2	Altura.....	11
3.3.3	Diámetro.....	11
3.3.4	Pendiente.....	11
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1	CONDICION ACTUAL DE LA QUEBRADA AGUA AMARILLA.....	12
4.2	ANÁLISIS DE LA ESPECIE DOMINANTE (<i>Pinus maximinoi</i>)	12
4.3	ESTUDIO DE LAS ESPECIES SECUNDARIAS.....	14
5.	CONCLUSIONES.....	16
6.	RECOMENDACIONES.....	17
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	18
8.	ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Dimensión de las parcelas en Agua Amarilla.....	9
2.	Comparación de Población y altura de <i>Pinus maximinoi</i> después de un año de estudio.....	12
3.	Datos comparativos de todas la parcelas en Agua Amarilla.....	13
4.	Diámetro y pendiente de los árboles en la quebrada Agua Amarilla..	14
5.	Población, altura y diámetro promedio por parcela de <i>Quercus</i> sp ...	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Ubicación del bosque Uyuca y la E.A.P en el mapa de Honduras.....	21
2	Clases de Manejo del bosque Uyuca.....	22
3	Mapa de Suelos del bosque Uyuca.....	23
4	Mapa de Pendientes del bosque Uyuca.....	24
5	Mapa ecológico del bosque Uyuca.....	25

1. INTRODUCCIÓN

Según la FAO en las últimas cifras relativas a la cubierta forestal indican que en 1995 alcanzaba una extensión de 3,5 mil millones de hectáreas de bosques, incluyendo bosques naturales y plantaciones forestales. Alrededor del 55 por ciento de los bosques se encontraba en países en desarrollo y sólo un tres por ciento aproximadamente de los bosques eran plantaciones forestales.

Mundialmente se pierden alrededor de 15,4 millones de hectáreas por año de bosque tropical correspondiendo 1,1 millones de hectáreas a América Central. Menos del 10% de la tierra deforestada es reemplazada cada año, lo que agudiza más el problema a nivel mundial (Singh, 1993).

Las causas principales de deforestación en los trópicos son la ampliación de la agricultura de subsistencia en África y Asia, la realización de grandes programas de desarrollo económico que comportan labores de reasentamiento, agricultura e infraestructura en América Latina y Asia. Además, son también causa de degradación forestal la explotación excesiva de madera industrial y leña, el sobrepastoreo, incendios, plagas de insectos y enfermedades, así como las tormentas y huracanes tropicales. Los desastres relacionados con los huracanes han aumentado de frecuencia e intensidad durante la última década (FAO, 2000). En las zonas tropicales, la devastación provocada por los huracanes aumentó dramáticamente durante los años 90, debido en parte al aumento de la población que vive en las áreas propensas a los huracanes. El último informe de la Federación Internacional de la Cruz Roja sobre los Desastres en el Mundo muestra que entre 1990 y 1999 los vientos huracanados y los desastres provocados por las inundaciones representaron el 60 por ciento de las pérdidas económicas totales ocasionadas por las calamidades naturales (FAO, 2001).

La República de Honduras, con una superficie total de 112.492 kilómetros cuadrados cuenta con una cobertura forestal de 5 millones de hectáreas que representa aproximadamente un 50% de la extensión total del país y un rubro económico de importancia contribuyendo con aproximadamente 4 millones de dólares anuales en exportaciones de madera aserrada a países como USA (FAO, 2001).

Los países que son más afectados por la incidencia de huracanes y tormentas tropicales en Centro América son Honduras y Nicaragua, solo Honduras, ha sido afectada desde el año 1890 por más de 40 huracanes y 30 tormentas tropicales (Ferrando, 1998). En el año de 1998, el huracán Mitch en un principio afecto la zona insular noreste de Honduras, posteriormente de una manera inusual el Mitch se dirigió hacia el sur-suroeste, atravesando territorio firme catalogándose como una tormenta tropical, proporcionado fuertes lluvias que provocaron grandes colapsos en algunas porciones de los ecosistemas de Honduras (Contreras, 1998).

La Montaña del Uyuca fue afectada por el paso de la tormenta causando la pérdida de la estabilidad en el bosque húmedo subtropical (bh-S), que se extiende desde los 900 msnm hasta los 1500 msnm, bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) que va desde el límite del bh-S hasta los 1700 msnm y por último el bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh- MBS) que empieza en los 1700 msnm y se extiende hasta los 2008 msnm. (1)

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con el paso de la tormenta tropical Mitch, la montaña del Uyuca fue afectada por varios días, recibiendo solo en el mes de Octubre una precipitación de 572.38 mm, como producto de ello se presentaron grandes deslizamientos con el consiguiente arrastre, de suelos y vegetación, esto produjo una sobre carga de materiales gruesos y sedimentos sobre la quebrada Agua Amarilla lo que hizo que incrementara su cauce, llevándose así consigo la cobertura vegetal de la zona. A las pocas semanas de haber sucedido el desastre natural, la quebrada empezó su regeneración, por lo que se realizó un estudio base de las especies dominantes que se establecieron en esa zona. Es necesario dar continuidad a este estudio para futuros estudios.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente, uno de los factores de mayor importancia en la extinción de las especies, tanto vegetales como animales, es la fragmentación y la pérdida de hábitats (Gómez *et al.*, 1991). Esta pérdida puede deberse tanto a factores naturales como antrópicos y a la vez puede ser temporal, es decir, con la esperanza de recuperación o permanente (Lundberg, 1999). Los estudios realizados en zona afectada por desastres naturales en cuanto a regeneración se refiere son muy pocos, por lo cual en la quebrada Agua Amarilla se levanto un estudio base de la regeneración de especies en áreas de derrumbe (Medina, 2000), definiendo al *Pinus maximinoi* como especie dominante de la zona.

Todo proceso de regeneración natural requiere tiempo, ya que para definir una especie como la colonizadora de un lugar y adaptada al mismo se necesita de varios años, dependiendo de que especie sea la colonizadora, por lo cual es importante medir cambios en la dinámica de crecimiento de la especie, para que el estudio base no se pierda.

La quebrada Agua Amarilla forma parte de la microcuenca El Gallo, caracterizada en 1998 (Funes, 2000) por lo que cualquier cambio que ocurra en la cuenca debe ser registrado.

¹ Agudelo N. 2001. Bosques afectados por el huracán Mitch. Zamorano. EAP. (Comun. Pers.).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Dar seguimiento al estudio base de colonización de especies en la quebrada Agua Amarilla, para determinar cambios tanto en la especie botánica dominante como en las especies secundarias.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Registrar posibles cambios en el establecimiento de las especies botánicas registradas y analizar la aparición de nuevas especies a través de un análisis de tipo exploratorio.
- Comparar el crecimiento de la especie botánica dominante, *Pinus maximinoi* después de un año de realizado el estudio base, a través de número de árboles por parcela, y altura promedio de los mismos.
- Registrar el diámetro promedio de *Pinus maximinoi* para futuros estudios.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPECIES

En un bosque estable o maduro, se puede agrupar a las especies por su afinidad o por presentar un comportamiento en grupos ecológicos. Este concepto indica que se pueden agrupar especies según ciertas características comunes en cuanto a sus estrategias de regeneración y sobrevivencia.

Se puede realizar una clasificación de las especies arbóreas de acuerdo a sus requerimientos de luz y largo de vida, según Gómez *et. al.*, (1991), de la siguiente forma:

2.1.1 Especies arbóreas de luz o heliófitas

Se dividen en las oportunistas (oportunistas de claros) y pioneras. Las especies oportunistas (hemisciófitas, oportunistas u oportunistas de claros), que son capaces de regenerarse tanto a la luz como a la sombra; pero ya a una edad temprana requieran plena luz. Estas a su vez se dividen en las de crecimiento rápido (30-40 años) y las de crecimiento regular (80 años) y requieren de claros de tamaño medio. Las especies pioneras (fugaces o secundarias tempranas) que requieren plena insolación durante toda su vida, las cuales son de vida corta 15-20 años y requieren claros grandes.

2.1.2 Especies arbóreas de sombra o esciófitas

Se regeneran en la sombra y poseen la capacidad de efectuar allí todo su desarrollo o requieren sombra, cuando menos en su juventud. Estas, a su vez, se dividen en esciófitas parciales (requieren alta intensidad de luz antes de la madurez) y esciófitas totales (no requieren gran cantidad de luz durante su crecimiento).

2.2 PROCESOS DE RENOVACIÓN DEL DOSEL DEL BOSQUE

Cárdenas (1986), llama regeneración natural al conjunto de procesos de los cuales el bosque consigue establecerse por medios propios. El conocer la regeneración natural sirve como base a la solución de problemas para la formación de rodales, que permite comprender los mecanismos de cambio en la composición florística, fisionómica y estructural.

La regeneración del bosque ha sido llamada dinámica de la fase de claros. Estos juegan un papel fundamental en el crecimiento de un bosque, pues lo que crece dentro de un claro determina la posición del bosque por mucho tiempo (Gómez *et. al.*, 1991).

La regeneración del bosque ocurre en el tiempo y el espacio. Este término tiene dos significados:

- En el primero se debe reconocer una restauración de la biomasa y nutrientes en un claro, mientras el dosel se reconstruye.
- En el segundo, el restablecimiento de la diversidad florística y estructural lleva a un estado clímax con la autopertuación de las especies (Gómez *et. al.*, 1991).

La renovación es un proceso ecológico por medio del cual los individuos que salen son sustituidos por otros, con el fin de perpetuarse (Bazazaz, 1991). Cada bosque presenta una dinámica interna que garantiza los procesos de renovación (Gómez *et. al.*, 1991). Por lo tanto según lo manifestado anteriormente la dinámica de la base de claros, la regeneración y procesos de renovación son expresiones similares.

El establecimiento de las diferentes especies y el tiempo de sucesión a la que éstas pertenecen, depende de la interacción entre varios factores: entre ellos: El período de ocurrencia, tamaño y forma de claros, la flora de los alrededores, el período de producción de semillas de la vegetación de los alrededores, los agentes dispersores de semilla, el clima (en particular la dirección y velocidad de vientos, como agentes dispersores de semilla y precipitación necesaria para la germinación), el suelo, las relaciones planta- herbívoros y las características y estrategias de las especies para el establecimiento (Cárdenas, 1986).

Según Gómez *et. al.* (1991), el éxito de la regeneración depende de las siguientes condiciones: Cantidades suficientes de semillas viables, condiciones micro climáticas y edáficas, adecuadas para la germinación y el desarrollo. Las condiciones locales de insolación son decisivas, puesto que por regla general, las especies tienen suficiente producción de semilla que garantiza la existencia de material germinativo viables.

El número de especies que potencialmente pueden establecerse en el momento de la formación de un claro es substancialmente bajo porque pocas especies tienen mecanismos de latencia o una producción casi permanente de semillas. Puede ser que una especie diferente a la de la composición florística del bosque colonice el claro, pero esto no va a cambiar la composición florística total del bosque (Cárdenas, 1986).

Se considera que la abundante presencia de plántulas no significa que sea una regeneración establecida, pues muchas veces ésta es efímera y desaparece a corto plazo (Cárdenas, 1986).

2.3 DINÁMICA

Se entiende por dinámica o proceso de renovación a la forma cómo el bosque o una especie en particular responde a las perturbaciones. Tales perturbaciones producen claros. Es estudio de la dinámica del bosque es de suma importancia para poder hacer silvicultura en el bosque.

El bosque presenta un mecanismo intrínseco para producir cambios, además de los puramente ecológicos y fenológicos. Si sólo se producen cambios fenológicos la cubierta se mantendría cerrada sin ningún cambio y sólo sobrevivirían bajo ella las plántulas tolerante a la sombra, por lo tanto los mecanismos que producen cambios están constituidos por varios tipos de perturbaciones (Cárdenas, 1986):

- Muerte Parcial o total de árboles sobremaduros o enfermos (caída o ruptura de grandes ramas).
- Factores biológicos y en general los de orden entomológico.
- Interacción con el hombre.
- Fuerzas físicas como vientos, tormentas, huracanes, deslizamientos de tierras, la acción de grandes mamíferos, etc.

2.4 DETERIORO DE BOSQUES CAUSADO POR HURACANES

Los ecosistemas forestales han sufrido impactos periódicos que contribuyen a su dinámica, los bosques tropicales han sido formados por varios disturbios de diferente magnitud y frecuencia. Los Huracanes son una de las mayores fuerzas de disturbios natural y son comunes en la región caribeña. Los efectos devastadores de los huracanes pueden ser determinantes en la estructura de la masa vegetal, así como en todas las funciones de los ecosistemas forestales (Basnet *et. al.*, 1992).

Los estudios realizados sobre el efecto de huracanes en los ecosistemas se han enfocado principalmente en tres aspectos: daño a la cobertura vegetal, daño a la fauna y daño al suelo.

2.4.1 Daño a la cobertura vegetal

En el estudio de Zimmerman *et. al.*, (1994), se determinó que cuando un huracán afecta a árboles maduros en un bosque su impacto es negativo. La degradación del bosque causada por un huracán es variable y depende de varios factores incluyendo la topografía, el suelo, las características del sistema radicular de las especies presentes, la dirección y la lluvia precipitada durante el paso del huracán (Walker, 1995).

2.4.2 Daño a la fauna del lugar

Según Boucher (1990), la población de aves en Nicaragua tubo una disminución en su población ya que el huracán Gilbert afectó a las especies vegetales que producen néctar y frutos , los cuales se alimentan muchas aves, el mismo autor señala en otro estudio realizado en Jamaica, una correlación positiva entre la disminución de cobertura vegetal y la disminución de la avifauna del lugar.

2.4.3 Daño al suelo

2.4.3.1 Al nivel de nutrientes.- Vandermeer *et. al.*, (1990) explica que después de la ocurrencia de un huracán se espera encontrar una erosión acentuada por la ausencia de dosel y posiblemente la pérdida de nutrimentos. Sin embargo, la cobertura de hojarasca creó algo similar a una capa natural sobre el suelo que protegió bastante bien a este de la erosión. Francis y Lugo (1991), mencionan que antes del huracán el suelo tenía N, P, K, Ca

y Mg en una proporción de 55, 68, 64, 31 y 61 por ciento respectivamente, posteriormente análisis después del huracán las proporciones variaron en 52, 67, 62, 29, y 58 por ciento respectivamente. No obstante, los árboles caídos dejaron una gran cantidad de madera en descomposición en el suelo forestal el que actúa como un gran reservorio de materia orgánica y nutrimentos que estará disponible para los organismos del bosque por un largo período de tiempo. Se calcula que este aporte es el doble del que el bosque recibe anualmente.

2.4.3.2 En los derrumbes o deslizamientos.- Una alta precipitación puede desencadenar un deslizamiento; el tamaño y severidad de este depende de la intensidad y duración de las lluvias. Los derrumbes alteran las características del suelo severamente. En los derrumbes las propiedades del suelo son heterogéneas: las partes altas de un deslizamiento tienen un suelo totalmente nuevo al igual que vegetación, los procesos erosivos son muy altos y hay poca colonización de plantas. El suelo de las partes altas y medias se deposita en las partes bajas del deslizamiento. Por lo tanto las porciones bajas tienen una mezcla de material vegetal, suelo orgánico y mineral proveniente de las partes altas. En términos de nutrimentos en las zonas bajas hay una mayor cantidad que en las partes altas y medias; así mismo el contenido de estos componentes es más alto en las orillas de los deslizamientos cercanos a un bosque en el deslizamiento propiamente dicho (Walker *et. al.*, 1995).

2.5 MECANISMOS DE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE

Las perturbaciones antropogénicas difieren en gran manera de las perturbaciones producidas por un huracán ya que estas actividades son de mayor duración e implican remociones constantes de la cobertura vegetal (Boucher, 1990).

Everham y Brokaw (1996) reconocen una variedad de adaptaciones de las especies que facilitan la recuperación del bosque, entre ellas están: Capacidad para resistir el daño por viento, capacidad para rebrotar y la capacidad de florecer y fructificar rápidamente.

2.5.1 Rebrote

Muchos autores han reportado que existen diferencias marcadas en la capacidad de rebrote, dependiendo de las especies. Por ejemplo, se ha visto que los pinos junto a las especies pioneras tienen una capacidad de rebrote (Putz y Brokaw, 1989), los cuales reportan que hay menos posibilidad de éxito en el rebrote de árboles grandes que pequeños.

2.5.2 Floración y fructificación rápida

Muchos estudios han reportado que después de que un bosque ha sido afectado por la presencia de un huracán presenta una floración intensa, anormal, y fuera de época. Esta floración conlleva a una producción de frutos y por lo tanto, de semillas que pueden ser un mecanismo de defensa de ciertas especies para la sobrevivencia.

2.6.3 Resistencia a daño por el viento

El tiempo de daño ocasionado por el viento puede influenciar la capacidad de rebrote. Se ha encontrado que el daño a los tallos aumenta con la intensidad del viento.

Las formas generales de sucesión después de un disturbio catastrófico son las pioneras seguidas por la sucesión de especies secundarias. Sin embargo, se tiene la hipótesis que después del daño de un huracán el proceso de recuperación está caracterizado por la regeneración directa de tal manera que la diversidad de especies se mantiene igual que antes. La regeneración de especies ocurre mediante el rebrotamiento de árboles dañados, por el crecimiento de plántulas de especies de bosque primario y por la recuperación directa de los componentes del sotobosque; sin la intervención de una comunidad de especies pioneras (Vandermeer, 1990).

Es posible que este proceso de recuperación sea modificado por el decaimiento de los rebrotes, la ocupación del sitio por especies pioneras, la mortalidad retardada de las especies originalmente sobrevivientes o por el efecto de disturbios posteriores (Putz y Brokaw, 1989). Frangi y Lugo (1998), reportan que los árboles sobre maduros que sobrevivieron a una tormenta pueden rápidamente dañarse y morir con sólo un poco de perturbación.

En los derrumbes ocasionados por un huracán la colonización de plantas está determinada por las características de las semillas, la estabilidad del suelo y la presencia de materia orgánica y nutrimentos. Los lugares que han sobrevivido a la perturbación son una fuente de suelo fértil, micorrizas, semillas y árboles que pueden promover la recolonización. Un estudio en el bosque experimental Luquillo en Puerto Rico se encontró que la colonización de especies está positivamente correlacionada con suelo que tienen buenos niveles de fósforo, los cuales son altos en áreas con buenas cantidades de materia orgánica (Walker *et al.*, 1996).

Los factores que afectan a la sucesión son varios: La elevación, tamaño y uso de la tierra, la vegetación circundante y las interacciones bióticas. El bosque maduro que rodea un deslizamiento, afecta a la sucesión de plantas por su influencia en sombra y nutrimentos del suelo. La sucesión en los derrumbes ocurre primero en las zonas bajas luego en las zonas altas. En este caso, la aparición de especies pioneras es grande, aunque la influencia de la vegetación adyacente a los deslizamiento también juega papel importante, otorgando semillas y sombra a la propagación de las especies primarias (Walker, *et al.*, 1996).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la quebrada Agua Amarilla, arriba de los 1500 metros sobre el nivel del mar, la cual tiene un diámetro entre 15 y 20 metros en promedio y se encuentra ubicada en la reserva biológica Uyuca, en el departamento Francisco Morazán, Honduras, Centro América.

3.2 ESTABLECIMIENTO

La quebrada Agua Amarilla, ya cuenta con 5 parcelas establecidas por el estudio base que realizó Medina en el 2000, las cuales están limitadas por estacas de madera. Estas fueron establecidas en la parte alta de la quebrada según la homogeneidad del sitio. No todas las parcelas son de igual tamaño debido a que la medición de las mismas representaba cierto riesgo a la seguridad humana, pero si todas son de forma cuadrada. El nuevo estudio estableció tres parcelas más en la parte baja de la quebrada, para que fuera más representativo, ya que en esta parte se observó una buena regeneración. En el Cuadro 1 se muestran las dimensiones de todas las parcelas.

No. De Parcela	Medidas(m)	Area(m ²)
1	5 x 8	40
2	7 x 4	28
3	8 x 6.5	52
4	8 x 6	48
5	5 x 5	25
6	7 x 8	56
7	8 x 7.5	60
8	7 x 7	49

Cuadro 1. Dimensión de las parcelas en Agua Amarilla.

3.2.1 Materiales

Los materiales utilizados fueron empleados tanto para el establecimiento de las nuevas parcelas y para la toma de datos de las variables que se midieron.

Primero se cambio las estacas por varillas de hierro de 1.5 metros, las cuales fueron pintadas y posteriormente enterradas por la mitad por medio de una almágana, esto para evitar que se pierdan o sean movidas del sitio, de esta manera aseguramos la localización del estudio para años posteriores. Para definir las dimensiones de las nuevas parcelas se

utilizó una cinta métrica, apoyándose al mismo tiempo de una cuerda, para facilitar el trabajo.

Los materiales empleados fueron:

- Una varilla en cada esquina de las 8 parcelas de estudio, en total se ocuparon 32 varillas de 1.5 m.
- Una cinta métrica para definir las dimensiones de las nuevas parcelas.
- Una cuerda para facilitar el trabajo por la pendiente del terreno.
- Una almágana para clavar las varillas.
- Un clinómetro para medir la pendiente en las nuevas parcelas
- Una cinta métrica pequeña para medir la altura de los árboles presentes en las parcelas.
- Un pie de rey para medir el diámetro de los árboles presentes en las parcelas.
- Una prensa para recolectar muestras de especies para su posterior identificación.
- Placas de aluminio para marcar el número de cada parcela y así dejar una buena identificación de las mismas.

3.2.3 Metodología empleada para identificar las especies

Se tomaron muestras de las parcelas y de sus alrededores, éstas fueron puestas en una prensa y llevadas al herbario Paul C. Standley ubicado en la Universidad de Zamorano. El Dr. Antonio Molina curador de este herbario identificó las especies basándose en su conocimiento, descripción del sitio y de las condiciones climáticas de la zona.

3.3 VARIABLES MEDIDAS

El estudio base determinó al *Pinus maximinoi* como la especie botánica dominante, registrando la población de esta especie en las parcelas y su altura promedio de cada parcela. El nuevo estudio determinó los cambios poblacionales, el incremento en altura y diámetro del pino. Se buscaron cambios significativos en aparición de nuevas especies para ser estudiados y cuantificados, basándose en altura, diámetro y número de árboles en cada parcela. Además amplió el número de parcelas a un total de ocho, para aumentar el tamaño del estudio para futuras investigaciones.

3.3.1 Incremento en Población

Según los objetivos planteados en este estudio se registraron cambios en el crecimiento de la especie dominante *Pinus maximinoi* para lo cual se contó el número total de árboles de las 5 parcelas ya establecidas, y se compararon con el estudio base, determinando el incremento porcentual promedio de la población que aumentó. También se registró el número de árboles en las nuevas parcelas, para futuros estudios.

3.3.2 Altura

Se escogieron al azar 10 arbolitos de *Pinus maximinoi*, con excepción en algunas parcelas por falta de ejemplares, estableciendo la altura actual promedio de esta especie, para compararla con el estudio base. Para poder establecer diferencias verdaderas de crecimiento y no tomar árboles que nacieron después del estudio se tomó en cuenta árboles que no tengan alturas inferiores a la menor registrada por el estudio base, según la recomendación dada por el Ingeniero Nelsón Agudelo, profesor de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en Zamorano.

3.3.3 Diámetro

Se registró el diámetro promedio de los árboles en todas las parcelas, para compararlo con futuros estudios ya que el estudio base no cuenta con esta variable por la dificultad de la toma de datos en esa época, pero debido a la importancia en un estudio de regeneración como índice de crecimiento en una especie forestal se la tomó en cuenta, ya que con los datos de esta variable se puede establecer en futuros estudios por medio de una correlación el DAP (diámetro a la altura del pecho) de los árboles, los datos fueron medidos con un pie de rey a la altura de 30 cm. (°).

3.3.4 Pendiente

El estudio base tomó las pendientes de las 5 parcelas que estableció, haciendo uso de un clinómetro, el cual lee la pendiente en grados y porcentaje, en la lectura de las parcelas se utilizó grados, por lo que el actual estudio realizó lo mismo para obtener la pendiente de las nuevas parcelas, ya que define en parte la homogeneidad de las muestras.

² Agudelo N.2001. Como y para que medir diámetro de *Pinus maximinoi*. Zamorano. EAP. (Comun. Pers.)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICION ACTUAL DE LA QUEBRADA AGUA AMARILLA

Se pudo observar a simple vista que las parcelas que están ubicadas en una zona más baja de la quebrada, tienen un estado regenerativo más avanzado, en lo que a número y altura de árboles se refiere de *Pinus maximinoi*, en cambio en las parcelas ubicadas en una zona más alta, el número de árboles y altura disminuye en esta misma especie. Otra especie botánica relevante encontrada fue el *Quercus* sp., él cual se encontró en casi todas las parcelas pero en números inferiores a 10 y según el estudio base para que sea considerada esta especie como significativa en el estudio de regeneración tiene que registrarse un número mayor a 10 árboles por parcela, El suelo del cause de la quebrada sigue en un estado de fuerte erosión y la lluvia vertical ayuda que esta aumente.

4.2 ANALISIS DE LA ESPECIE DOMINANTE (*Pinus maximinoi*)

Debido a la tormenta tropical Mitch la quebrada Agua Amarilla sufrió una apertura forzada en su diámetro, lo que causó una entrada de luz. El estudio determinó un incremento tanto en población como en la altura del *Pinus maximinoi* registrada como especie dominante por el estudio base. En el Cuadro. 2 se muestra el incremento de la altura y población de árboles de pino, esta especie es caracterizada como heliófita oportunista lo que le da una ventaja competitiva sobre las demás especies en esa zona, por que en el momento que se forma un claro y hay entrada de luz, esta especie es de las primeras en desarrollar.

El estudio muestra que las parcelas 1, 2 y 5 ubicadas en la parte más alta de la quebrada tuvieron un incremento menor el número de árboles y la altura promedio de los mismos, debido a que en la parte alta de la quebrada hay una entrada menor de luz.

Cuadro 2. Comparación de Población y altura de *Pinus maximinoi* después de un año de estudio.

No de Parcela	Estudio Base		Estudio Actual		Incrementos	
	No. de Pinos (por parcela)	Altura Promedio (cm)	No. de Pinos (por parcela)	Altura Promedio (cm)	No. de Pinos (por Parcela)	Altura (cm)
1	1	15	2	17	1	2
2	7	20	12	23.6	5	3.6
3	27	30	32	62	5	32
4	106	35	117	76	11	41
5	10	35	10	48.3	0	13.3

Se puede determinar que después de un año de estudio, la población del pino ha aumentado en un 14.3% y el incremento promedio en altura es de 11.98 cm, demostrándonos que el estado regenerativo de la quebrada tiene un proceso relativamente rápido.

Las nuevas parcelas también fueron estudiadas en las cuales se pudo observar que según el sitio de la parcela la población como la altura del pino varía. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Datos comparativos de todas la parcelas en Agua Amarilla.

No. de parcela	Area en m ² (por parcela)	No. de pinos (por parcela)	Altura promedio (cm)	Densidad de árboles por m ² (por parcela)
1	40	2	17	0.05
2	28	12	23.6	0.40
3	52	32	62	0.60
4	48	117	76	2.40
5	25	10	48.3	0.40
6	56	148	82	2.64
7	60	174	91	2.90
8	49	256	89	5.22

Podemos observar que en la franja estudiada a menos elevación, la población de *Pinus maximinoi* se hace más abundante. Esto se debe a que recibe mayor intensidad de luz, por que la perturbación ocasionada por el huracán Mitch fue más grande en esta zona. A mayor cantidad de luz absorbida por los árboles mayor será su crecimiento e incremento en población.

El mecanismo contemplado por el estudio base para el establecimiento de la semilla fue de árboles que cayeron con la tormenta tropical Mitch o de árboles cercanos cuya semilla fue movilizada por viento. En el nuevo estudio se pudo constatar un incremento en la población del pino que demuestra una nueva regeneración de pinos, lo que determina que la semilla que llega a la quebrada es por viento proveniente de árboles padres que se encuentran a 30 metros de distancia de la quebrada Agua Amarilla.

La altura promedio del pino es de 61 cm y el área total muestreada fue de 358 m² con un total de 751 árboles, el promedio del número de árboles encontrados por metro cuadrado en el área de estudio es de 1.82 lo que determina un incremento de casi 1 árbol por metro cuadrado en comparación al estudio base.

Se registró el diámetro de los árboles de cada parcela, para poder en futuros estudios por medio de correlación determinar el DAP (diámetro a la altura del pecho) de los árboles. En el Cuadro 4 se muestra el diámetro promedio de los árboles por parcelas y la pendiente de cada parcela.

Cuadro 4. Diámetro y pendiente de los árboles en la quebrada Agua Amarilla.

No. De parcela	Pendiente (grados)	Diámetro Promedio(cm.)
1	42	0.75
2	28	0.68
3	35	0.86
4	35	1.20
5	30	0.76
6	32	1.30
7	34	1.25
8	34	1.33

Se puede observar que el diámetro también puede estar influenciado por la cantidad de luz, ya que en las parcelas donde la apertura de la quebrada es más amplia se registraron diámetros mayores. El diámetro promedio de todos los árboles 1.01 cm.

Se determina que hay una buena población de *Pinus maximinoi*, lo que representa un buen índice de regeneración de la quebrada. Si se cuida y monitorea su establecimiento y conteo de los árboles como medida de control, la quebrada Agua Amarilla podría acelerar su equilibrio ambiental.

En la sección de anexos podemos observar mapas sobre ubicación y características de Uyuca (Agudelo, 1988).

4.3 ESTUDIO DE ESPECIES SECUNDARIAS

Dentro de las especies secundarias encontradas el *Quercus* sp., fue la especie con mayor número de ejemplares por parcela, y a pesar de que no se la considera como especie colonizadora, en el Cuadro 5 se muestra su población, altura y diámetro promedio por parcela. Pudiendo determinar que el *Quercus* sp. es una especie esiófita que tienen un crecimiento más lento y en aquellas parcelas donde la cantidad de luz es menor la presencia de esta especie es menor.

Cuadro 5. Población, altura y diámetro promedio por parcela de *Quercus* sp.

No. De parcela	No. De <i>Quercus</i> sp. (por parcela)	Altura Promedio (cm.)	Diámetro Promedio(cm.)
1	6	26	0.85
2	4	19	0.7
3	3	21	0.8
4	1	17	0.62
5	4	20	0.57
6	1	13	0.64
7	2	17	0.67
8	0	-	-

5. CONCLUSIONES

- El cauce de la quebrada Agua Amarilla presenta una regeneración acelerada.
- El suelo fuertemente erosionado sigue siendo afectado por la erosión que provoca la lluvia vertical.
- En la franja estudiada (la parte alta de la quebrada Agua Amarilla) a medida que el diámetro de la cárcava aumenta, la población y altura del pino se incrementa, debido a que la intensidad de luz es mayor, estableciendo una relación directa a la cantidad de luz que entra al sistema.
- La especie *Pinus maximinoi* tiene un crecimiento rápido, su población en un año aumentó en un 14.3% y su altura incremento en 11.98 cm.
- La presencia de *Quercus* sp, está también influenciada por la intensidad de luz, en parcelas que hay menor entrada de luz esta especie tiene un mayor número de árboles, estableciendo una relación inversa a la cantidad de luz que entra al sistema.
- El diámetro tanto de los árboles de *Pinus maximinoi* y *Quercus* sp. Esta influenciado por la cantidad de luz que entra a la quebrada.
- El transporte de la semilla de *Pinus maximinoi* es por viento.
- El transporte de la semilla de *Quercus* sp. es por dehiscencia de árboles padres que se encuentra aledaños a la quebrada.
- A través de la regeneración natural se puede llegar a la estabilidad del medio ambiente, disminuyendo la cantidad de tierra expuesta directamente al impacto ambiental.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios posteriores para registrar cambios de población, altura y diámetro en *Pinus maximinoi*.
- Hacer muestreos posteriores en las parcelas para registrar si hay cambios en la composición florística de la zona.
- Realizar un estudio de evaluación y pérdida de suelo de la quebrada agua amarilla, basándose en el estudio actual, para poder registrar la cantidad de suelo por año y cuales son sus principales causas.
- Cuidar vías de acceso a la quebrada Agua Amarilla para que los estudios posteriores no sean afectados por factores antropogénicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, N. 1988. Plan de manejo para el bosque del Uyuca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, primeros cinco años. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 327 p.

BAZAZAZ, F.A. 1991. Regeneration of tropical forests. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The Parthenon publishing grup. 119-134.

BASNET, K.; LIKENS, G.; SCATENA, F.; LUGO, A. 1992. Hurricane Hugo: Damage to a tropical rain forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 8:47-55.

BOUCHER, S. 1990. Growing back after hurricanes. *Bio Science* 40(3): 163-166.

CARDENAS, L 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonía peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación (CATIE). 133 p.

CONTRERAS, M. 1998. Experiencias de un Huracán. Zamorano, Honduras. 30 p.

EVERHAM III, E.; BROKAW, N. 1996. Forest Damage and Recovery from Catastrophic Wind. *The Boanical Review*. 62(2):113-185.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) IT. 2001. Las últimas cifras mundiales de la FAO.(en línea). Roma, IT. Consultado 3 oct. 2001. Disponible en <http://www/fao.org/forestry/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) IT. 2000. Causas principales de la deforestación. (en línea). Roma, IT. Consultado 3 oct. 2001. Disponible en <http://www/fao.org/forestry>

FERRANDO, J.J. 1998. Composición y Estructura del Bosque Latifoliado de la Costa Norte de Honduras: Pautas Ecológicas par su Manejo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación (CATIE). 64 p.

FRANCIS, J.L.; LUGO,A. 1991. Hurricane damage to a Flood Plain Forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica*. 23(4)a: 324-335.

GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M.1991.Rain Forest Regeneration and Management, Paris, Francia. 3-17 p.

FUNES, J.E. 2000. Caracterización biofísica de la microcuenca El Gallo, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 73 p.

LUNDBERG, P. 1999. Habitat loss and gained: on fragments and reserves. *Habitat Loss: Ecological, Evolutionary and Genetic Consequences*. University of Helsinki. Finlandia. 163 p.

MEDINA, K. 2000. Estudio de la regeneración de especies en áreas de derrumbe: Quebrada Agua Amarilla, Francisco Morazán, Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20p.

PUTZ, F.E.; BROKAW, N. 1989. Sprouting of broken trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*. 70:508-512.

SINGH, K.D. 1993. La evaluación de los Recursos Forestales Tropicales 1990. *Unasylva*. Italia. 44(174):10-20.

VANDERMEER, J.; ZAMORA, N.; YIH, K.; BOUCHER, D. 1990. Regeneración de una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del Huracán Juana. *Revista de Biología Tropical*. 38(2): 347-359.

WALKER, L.; ZAROM, D.; FETCHER, N.; MYSTER, R.; JOHNSON, A. 1995. Ecosystem Development and Plant Succession on Landslides in the Caribbean. *Biotropica* 28(4)a: 556-576.

ZIMMERMAN, J.; EVERHAM III, E.; WAIDE, R.; LODGE, D.; TAYLOR, M.; BROKEWS, N. 1994. Responses of tree species to hurricane winds in subtropical wet forest in Puerto Rico: implications for tropical tree life histories. *Journal of Ecology*. 82: 911-922.