

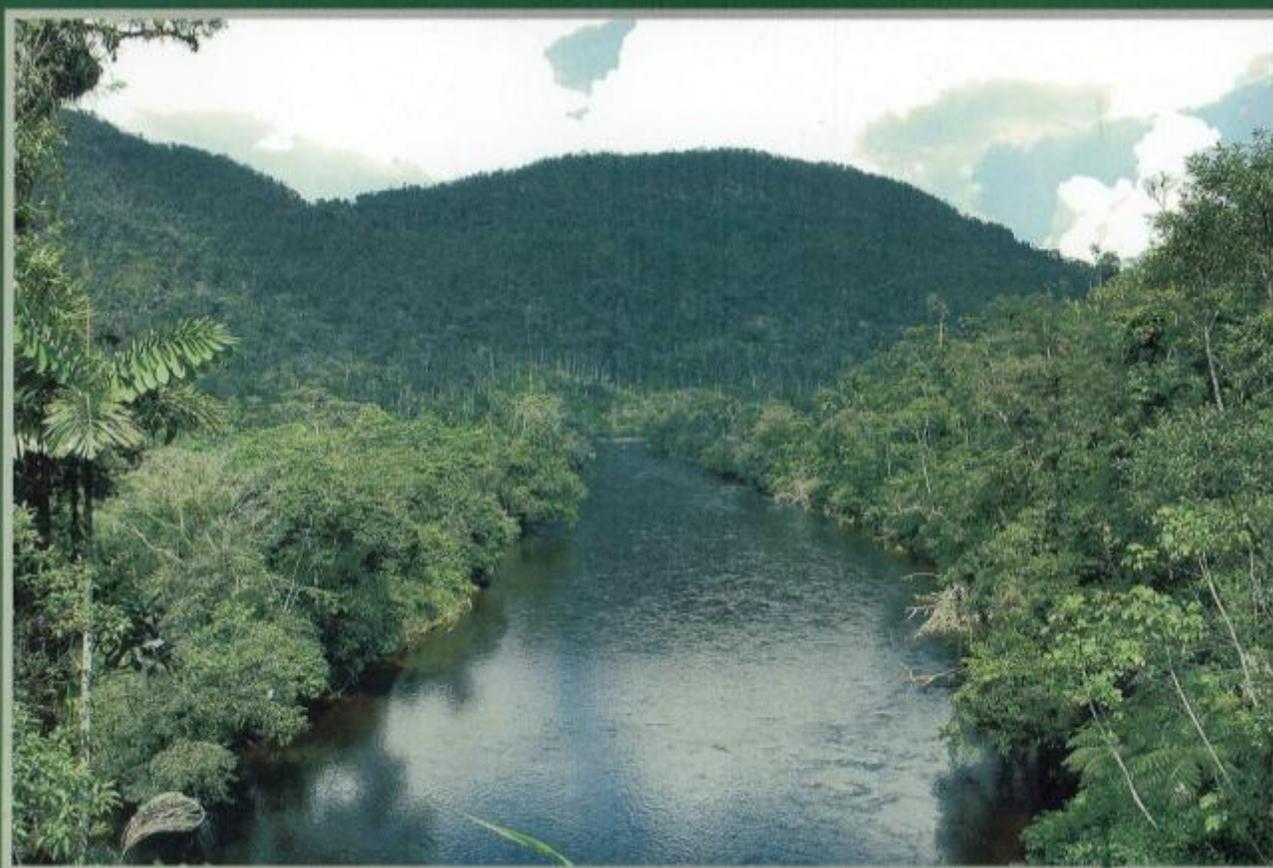
ISSN: 1390-6135



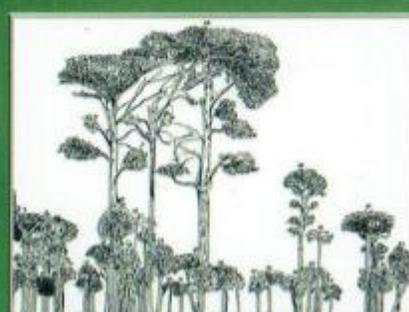
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ECOLOGÍA FORESTAL

REVISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



Volumen 1, No. 1, Loja, Ecuador 2010





Universidad Nacional de Loja
Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables
Carrera de Ingeniería Forestal

Dr. Gustavo Villacís Rivas
RECTOR

Dr. Ernesto González Pesantes
VICERRECTOR

Revista Ecología Forestal
Volumen 1, No. 1
2010

Comité Editorial

- Jorge García Luzuriaga, Mg. Sc.
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Forestal
- Nikolay Aguirre Mendoza, Ph.D.
Profesor de la Carrera de Ingeniería Forestal

Comité de Revisión

Nikolay Aguirre Mendoza, Ph.D.
Zhofre Aguirre Mendoza, Mg.Sc.
Luis Sinche Fernández, Mg.Sc.

Portada: Ing. Deicy Lozano

La reproducción y traducción parcial o total de los trabajos publicados en la Revista "ECOLOGÍA FORESTAL" por terceros, se ajusta a las normas de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador.

COMISIÓN EDITORIAL DE LA UNL

Dr. Ernesto González Pesantes
PRESIDENTE

Dr. Tito Muñoz
DOCENTE ÁARNR

Dr. Milton Andrade Tapia
DOCENTE ÁEAC

Dr. Noé Bravo Vivar
DOCENTE ÁEAC

Dr. Fidel Maldonado Tapia
DIRECTOR CERACYT

Lic. José Iñiguez Cartagena
DIRECTOR CUDIC

Lic. Victor Vicente Regalado Valarezo
DIRECTOR EDITORIAL UNIVERSITARIA

CONTENIDO

EDITORIAL.....	5
INVESTIGACIÓN.....	7
Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático <i>Paúl Eguiguren, Tatiana Ojeda y Nikolay Aguirre</i>	7
Estudio comparativo de métodos indirectos para la estimación de índice de área foliar en áreas de pastizales abandonados <i>Gabriel Gaona y Jorge García Luzuriaga</i>	19
Diversidad de anfibios y reptiles de un bosque seco en el sur occidente del Ecuador <i>Diego Armijos Ojeda y Katusca Valarezo</i>	30
Evaluación del efecto de la inoculación con hongos micorrízicos en la propagación de <i>alnus acuminata</i> y <i>morella pubescens</i> <i>Narcisa Urgiles Gomez, Lucía Quichimbo, Arthur Schuessler, Claudia Krueger</i>	37
Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur occidente del Parque Nacional Podocarpus <i>Celso Yaguana, Deicy Lozano, Zhofre Aguirre</i>	47
Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe <i>Elsa Naranjo, Tito Ramírez y Zhofre Aguirre</i>	61
Crecimiento inicial de <i>Tabebuia chrysantha</i> y <i>Cedrela montana</i> con fines de rehabilitación de áreas abandonadas en el trópico húmedo ecuatoriano <i>Darlin González Ruth Poma, Milton Ordóñez, y Nikolay Aguirre</i>	73
Germinación de <i>Ficus insípida</i>, especie protectora de vertientes de agua en el cantón Paltas <i>Alexandra Condo y Clemencia Herrera</i>	81
Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la estación científica san francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo <i>Johana Muñoz y Luis Muñoz</i>	88

Anatomía macroscópica y algunas características físicas de siete especies maderables de pie de monte de la zona alta de la Cuenca del río Puyango <i>Héctor Maza Chamba</i>	100
REVISIONES	
Trayectoria Académica de la Carrera de Ingeniería Forestal <i>Napoleón López Tandazo</i>	112
Calentamiento Global y sus implicaciones en el Ecuador <i>Nikolay Aguirre Zhofre Aguirre y Tatiana Ojeda</i>	119
Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas <i>Zhofre Aguirre M. y Cristhian Aguirre</i>	125
Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja <i>Manuel Quizhpe Córdova y Hugo Sáenz Figueroa</i>	139

EDITORIAL

La preocupación actual por los recursos naturales, en particular los forestales, ha adquirido una importancia sin precedentes en el mundo. Los motivos son evidentes; el grave daño que se ha hecho a los ecosistemas que cobijan a los seres humanos está afectando severamente sus condiciones de vida, haciendo peligrar el futuro mismo de la tierra. El tema ya no sólo agobia a los directamente agredidos por estos problemas sino que se ha convertido en un problema de carácter global, que traspasa fronteras y amenaza a todos por igual.

La presencia e interés por la conservación de los bosques en los grandes foros nacionales e internacionales, es evidente; esta inquietud está trascendiendo la simple retórica y ya se cuestionan y replantean los actuales estilos de vida y de desarrollo, proponiéndose la búsqueda de salidas viables a estos grandes problemas, dentro de un clima de progreso y bienestar colectivos, como legado viviente para las futuras generaciones.

América Latina alberga en su territorio la cuarta parte del total de zonas forestales del mundo y la mitad de bosques y selvas tropicales que quedan en el planeta, con una biodiversidad que se aproxima a las 85 000 especies, el 31 % del total mundial. Incomprensiblemente, sus abundantes recursos naturales, bosques, selvas y biodiversidad mayor que cualquier otro continente están sujetos a procesos de destrucción acelerados que contribuyen a acrecentar los cinturones de pobreza en las zonas rurales.

Esto justifica la preocupación mundial y al mismo tiempo el creciente interés por la conservación de bosques y ecosistemas en general; sin embargo, el acentuado protagonismo, duplicación de esfuerzos, falta de coordinación entre agencias e instituciones, trabajo conjunto y poca participación local en regiones deprimidas donde las desigualdades económicas constituyen el principal factor de deforestación, ponen en riesgo las iniciativas de conservación, el mejoramiento del régimen fiscal y legal, la distribución equitativa de beneficios y el fortalecimiento de las capacidades públicas y privadas de gestión, mejoraría la situación que hoy por hoy se da en nuestro país.

La participación local y autogestión en el manejo de recursos naturales, no ha sido objetada, es hora que los futuros acuerdos y convenios la tengan presente. Sin descartar que la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y especialmente de los bosques se garantizará en la medida que podamos pasar la factura de los servicios ambientales como la captación de CO₂, que sería más rentable que la misma producción maderera.

La Carrera de Ingeniería Forestal, con la grata oportunidad de celebrar los 35 años de creación, ponemos a consideración de los profesionales y de la colectividad en general el primer volumen de la revista "**Ecología Forestal**". La presente publicación contiene varios artículos científicos elaborados por profesionales egresados de esta Unidad Académica, quienes a lo largo de su práctica profesional han cosechado valiosas experiencias que hoy las hacen trascendentes como un aporte y colaboración al celebrar un año más de su creación.

La Coordinación de Carrera, quiere rendir tributo de esta manera a todos los estamentos que la conforman y desear un futuro brillante a la profesión forestal, a sus egresados y a sus estudiantes que son la razón de la carrera, así mismo dejamos constancia de nuestra gratitud al Comité Editorial.

Jorge García Luzuriaga

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL BOSQUE TROPICAL DE MONTAÑA EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA SAN FRANCISCO BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE RALEO SELECTIVO

Johana Muñoz¹ y Luis Muñoz².

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la regeneración natural de especies forestales en áreas sometidas a intervención y áreas no intervenidas en la Estación Científica San Francisco. La evaluación se realizó en 260 parcelas de 2x2 m, donde se analizaron variables como: densidad, abundancia, tasa anual de reclutamiento y mortalidad.

El tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque influyeron en la composición florística de la regeneración natural, la cual se caracterizó por la dominancia de especies típicas del sotobosque, sobre todo en el área testigo. Se evidenció diferencias significativas entre la mortalidad del área sometida a tratamiento fuerte y al área testigo, efecto de la aplicación del tratamiento silvicultural. Similar comportamiento ocurrió con

el reclutamiento, en donde las áreas intervenidas presentaron las tasas más altas.

Palabras claves: Bosques tropicales, regeneración natural, tratamiento silvicultural, mortalidad, reclutamiento.

INTRODUCCIÓN

El Manejo Forestal Sustentable puede convertirse en una herramienta importante para establecer equilibrios entre el aprovechamiento sustentable de los recursos del bosque, la conservación de la biodiversidad y el crecimiento económico que propenda a mejorar las condiciones de vida de la población; sin embargo, la carente aplicación de políticas consistentes respecto a la conservación y

¹ Profesora, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja

² Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja.

* Autor para correspondencia.

al manejo de los bosques, así como la generación de información de procesos claves como la regeneración natural, ha permitido que este importante recurso siga perdiéndose. La regeneración natural es el proceso continuo natural de los ecosistemas boscosos que asegura la sobrevivencia, normalmente por una abundante producción de semillas que germinan para asegurar el nuevo bosque (Bueso, 1997). Entre los requerimientos naturales que soportan el éxito del manejo de un bosque tropical constituye en gran parte, la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo. Por tal razón, es indispensable generar conocimientos científicos sobre la dinámica de los bosques, en especial de la regeneración natural. No obstante, en el Ecuador y en especial en la Región Sur, el escaso conocimiento sobre la dinámica de la regeneración natural, las técnicas de manejo inadecuado, y su grado de respuesta después de la aplicación de tratamientos silviculturales en

los bosques tropicales, está produciendo la disminución de especies forestales de valor comercial, extinción local en algunos casos.

La presente investigación se ejecutó en remanentes de bosques nativos de montaña, de la Estación Científica San Francisco y se enfocó en la evaluación de la regeneración natural como mecanismos de sostenibilidad de la dinámica natural y con la finalidad de comprender este proceso y contribuir con las bases científicas para un manejo adecuado de estos ecosistemas en la Región Sur del Ecuador.

La investigación se la llevó a cabo en función de responder a las siguientes preguntas: ¿La aplicación de tratamientos silviculturales afecta a la composición florística de la regeneración natural? ¿Las tasas de reclutamiento y de mortalidad de la regeneración natural se ven afectadas con la aplicación de los tratamientos silviculturales?

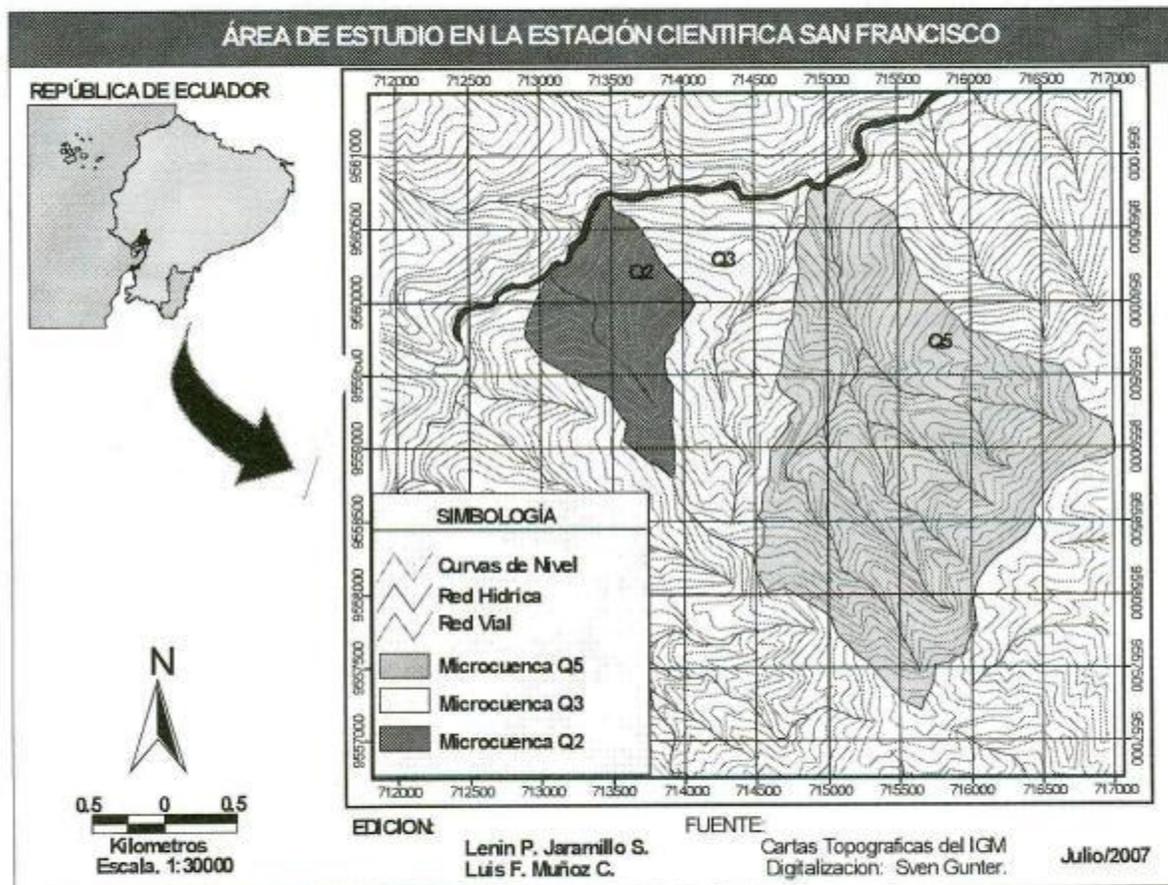


Figura 1. Mapa base del Área de Estudio en la Estación Científica San Francisco.

MÉTODOS

Ubicación del Área de Estudio

El área de investigación está ubicada en los terrenos de la "Estación Científica San Francisco" (ECSF), en las microcuencas Q2, Q3 y Q5, parroquia Sabana, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe, a 30 km de la ciudad de Loja, dentro de las coordenadas geográficas 03° 58' 43" a 04° 00' 13" latitud Sur y 79° 03' 29" a 79° 05' 04" longitud Oeste (ver Figura 1).

Este remanente abarca un rango altitudinal entre los 1 800 a 3 200 m.s.n.m. Abarca una superficie aproximada de 1000 hectáreas, distribuidas en tres microcuencas, llamadas Q2 (115,6 has), Q3 (188, 6 has) y Q5 (473 has).

Antecedentes del Tratamiento Silvicultural Aplicado

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar. En el sitio de estudio en el año 2004, se aplicó un tratamiento silvicultural que consistió en eliminar individuos maduros de especies de poco interés comercial, árboles mayores a 20 cm

de DAP, que competían con especies forestales de interés comercial y ecológico, estas especies fueron: *Cedrela montana*, *Tabebuia crhysantha*, *Podocarpus oleifolius*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Ficus subandina*, *Inga acreana*, *Clusia ducuides* y *Nectandra membranacea*, aunque en el análisis también se consideró las especies generales típicas de este tipo de ecosistemas.

En la microcuenca Q5 se aplicó un tratamiento fuerte (35 árboles/ha removidos), en Q3 un tratamiento leve (18 árboles/ha removidos), mientras que Q2 sirvió como testigo, sin ningún tipo de intervención. En el año 2008 se realizó la evaluación de la regeneración natural con el propósito de comparar dichos períodos y evaluar los cambios.

Evaluación de Regeneración Natural

La regeneración natural se evaluó en 260 parcelas de 2x2 m. El tamaño de la regeneración natural evaluada estuvo comprendido entre plántulas mayores a 5 cm de altura hasta la categoría brinjal (> a 200 cm de altura y <= a 5cm de DAB). Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Tamaño de las unidades de registro, número de parcelas por hectárea y número de hectáreas intervenidas distribuidas por microcuencas y por tratamientos.

Microcuenca	Tratamiento	N° de hectáreas	Tamaño de la unidad de registro	N° de parcelas por hectárea
Q5	Intervención fuerte	4	2 m x 2 m	20
Q3	Intervención leve	4	2 m x 2 m	20
Q2	Sin intervención	5	2 m x 2 m	20

Las variables analizadas y su respectivo modelo para el estudio de la regeneración natural se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros evaluados en la regeneración natural

Parámetros evaluados	Modelo
Densidad	$D = \frac{\text{Número total de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$
Abundancia	$Ab = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Número Total de individuos de todas las especies}} \times 100$
Mortalidad	$Tr (\%) = \left[\left(\frac{N_o}{N_t} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$
Reclutamiento	$Trm(\%) = \left[1 - \left(\frac{N_s}{N_o} \right)^{\frac{1}{t}} \right] * 100$

Análisis de la información

El análisis estadístico se realizó en el software SPSS versión 16. Para determinar diferencias significativas se aplicó las pruebas de ANOVA. Para evaluar la tasa anual de mortalidad y reclutamiento se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis Test.

RESULTADOS

Al comparar el estado de la regeneración natural antes y después de aplicar el tratamiento silvicultural en las microcuencas Q5, Q3 y Q2 se obtuvo los siguientes resultados.

Densidad y Abundancia

Realizando los respectivos análisis estadísticos, se determinó que no existen diferencias significativas en los parámetros de densidad y abundancia entre microcuencas, similar comportamiento se detectó en los años de comparación de este estudio; sin embargo, a nivel espacial se evidencio diferencias en la composición florística de las microcuencas.

En el área sometida a intervención fuerte, se registraron 587 individuos, pertenecientes a 87

especies distribuidas en 55 géneros y 33 familias. Las especies de mayor densidad y abundancia para los años 2004 y 2008 en esta área se muestran en el Cuadro 1. Se puede apreciar que la intervención fuerte mejoró la densidad de plántulas de especies como: *Inga sp.1*, *Palicourea sp.1*, *Chamaedorea pinnatifrons* y *Faramea occidentalis*, en especial para las dos primeras, ubicándolas en el año 2008 entre las especies con mayor número de individuos registrados. En el caso de *Miconia sp.1*, *Guapira sp.*, *Palicourea sp.2* y *Solanum anisophyllum* la intervención fuerte provocó la disminución en el número de individuos de regeneración natural para el año 2008, en especial para *Miconia sp.1* la misma que no fue registrada para ese año como una especie con mayor número de individuos de regeneración natural.

Como puede observarse en los Cuadros 3 y 4, la respuesta de las especies de interés comercial y ecológico al tratamiento silvicultural, se evidencio que en el área sometida a intervención fuerte, únicamente se encuentran especies como: *Hyeronima asperifolia*, *Nectandra membranacea*, *Inga acreana*, *Cedrela sp.* y *Tabebuia chrysantha*, de las cuales *Cedrela sp.* constituyó la especie con mayor respuesta al tratamiento silvicultural, registrándose mayor densidad y abundancia en comparación al resto de especies de interés comercial.

Cuadro 3. Especies con mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área sometida a intervención fuerte. S.I.: Sin intervención; I.F.: Intervención fuerte.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.F.	S.I.	I.F.
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	3 062,50	³ 933,33	16,64	20,11
<i>Miconia</i> sp.1	718,75	*	3,90	*
<i>Guapira</i> sp.	625,00	633,33	3,40	3,24
<i>Faramea occidentalis</i>	625,00	733,33	3,40	3,75
<i>Palicourea</i> sp.2	843,75	666,67	4,58	3,41
<i>Solanum anisophyllum</i> .	781,25	566,67	4,24	2,90
<i>Inga</i> sp.1	*	566,67	*	2,90
<i>Palicourea</i> sp.1	*	633,33	*	3,24

*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en ese año.

Cuadro 4. Densidad y abundancia de las especies de interés comercial en el área sometida a intervención fuerte. S.I.: Sin intervención; I.F.: Intervención fuerte

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.F.	S.I.	I.F.
<i>Hyeronima asperifolia</i>	62,50	66,67	0,34	0,34
<i>Nectandra membranacea</i> Mez	156,25	166,67	0,85	0,85
<i>Inga acreana</i> Harms.	93,75	66,67	0,51	0,34
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0,00	66,67	0,00	0,34
<i>Cedrela</i> sp.	0,00	400,00	0,00	2,04

En el área sometida a intervención leve, se registró un total de 644 individuos, correspondientes a 93 especies distribuidas en 57 géneros y 36 familias (Cuadro 6). Las especies con mayor densidad y abundancia para los años 2004 y 2008 en esta área se muestran en el cuadro 5. La respuesta de la regeneración natural a esta intensidad de intervención fue diferente en todas las especies, se observó que *Hyeronima moritziana*, *Palicourea* sp.4 y *Miconia punctata* experimentaron incrementos en el

número de individuos para el año 2008, mientras que para *Dictyocaryum lamarckianum*, *Schefflera* sp., *Myrcia* sp.1 y *Miconia* sp.7 la intervención leve provocó la disminución en densidad y abundancia en ese año. La respuesta de especies de interés comercial se evidenció con la presencia de cuatro especies: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana*, *Clusia ducoides* y *Podocarpus oleifolius*, evidenciándose efectos mínimos en su densidad, abundancia y frecuencia.

Cuadro 5. Especies con mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área sometida a intervención leve. S.I.: Sin intervención; I.L.: Intervención leve.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.L.	S.I.	I.L.
<i>Schefflera</i> sp.	900,00	812,50	4,25	4,04
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	900,00	781,25	4,25	3,88
<i>Hyeronima moritziana</i>	866,67	906,25	4,09	4,50
<i>Miconia</i> sp.7	900,00	*	4,25	*
<i>Myrcia</i> sp.1	766,67	*	3,62	*
<i>Palicourea</i> sp.4	1 366,67	1 437,50	6,45	7,14
<i>Miconia punctata</i>	*	812,50	*	4,04

*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en ese año.

Cuadro 6. Densidad y abundancia de la regeneración natural de las especies de interés en el área sometida a intervención leve. S.I.: Sin intervención; I.L.: Intervención leve

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	I.L.	S.I.	I.L.
<i>Hyeronima moritziana</i>	866,67	906,25	4,09	4,50
<i>Podocarpus oleifolius</i>	233,33	312,50	1,10	1,55
<i>Clusia ducuoides</i>	0,00	31,25	0,00	0,16
<i>Nectandra membranacea</i>	0,00	31,25	0,00	0,16

En el área testigo se registraron 593 individuos, correspondientes a 109 especies distribuidas en 66 géneros y 38 familias (ver cuadro 7). En esta área no se manifestó ningún patrón definido de afectación, la propia dinámica del bosque favoreció a que ciertas especies, por ejemplo, se registraron incrementos y disminución para ciertas especies en densidad y abundancia. Ver Cuadro 7 y 8. Para las especies *Chamaedorea pinnatifrons*, *Miconia*

punctata, *Palicourea* sp.4 y *Elaeagia karstenii* se registró incrementos en el número de individuos de regeneración natural para el año 2008, especies como *Piper* sp.1 experimentó una disminución en densidad lo que hizo que para el año 2008 no sea registrada su presencia. Entre las especies de valor comercial se encontró cinco en esta área: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana*, *Hyeronima asperifolia*, *Inga acreana* y *Cedrela* sp.

Cuadro 7. Especies de mayor densidad y abundancia de regeneración natural en el área testigo.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	1 342,11	1 526,32	9,53	9,78
<i>Miconia punctata</i>	763,16	1 078,95	5,42	6,91
<i>Piper</i> sp.1	473,68	*	3,36	*
<i>Elaeagia karstenii</i>	736,84	868,42	5,23	5,56
<i>Palicourea</i> sp.2	578,95	578,95	4,11	3,71
<i>Palicourea</i> sp.4	*	605,26	*	3,88

S.I.: Sin intervención.

*Especies que no se encuentran entre las de mayor densidad y abundancia en dicho año.

Cuadro 8. Densidad y abundancia de las especies de interés comercial en el área testigo.

Especies	Densidad (ind/ha)		Abundancia (%)	
	2 004	2 008	2 004	2 008
	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
<i>Hyeronima asperifolia</i>	52,63	105,26	0,37	0,67
<i>Hyeronima moritziana</i>	368,42	394,74	2,62	2,53
<i>Nectandra membranacea</i>	78,95	236,84	0,56	1,52
<i>Inga acreana</i>	184,21	263,16	1,31	1,69
<i>Cedrela</i> sp.	0,00	26,32	0,00	0,17

S.I.: Sin intervención.

Reclutamiento y Mortalidad de la Regeneración Natural

La mayor tasa de reclutamiento se observó en el área con intervención fuerte en comparación a las otras dos áreas (ver Cuadro 9). El comportamiento

de la tasa de mortalidad presentó igual tendencia que la tasa de reclutamiento, el área sometida a intervención fuerte fue la que presentó la tasa de mortalidad más alta, seguido del área testigo y el área con intervención leve.

Cuadro 9. Valores de las Tasas anuales de reclutamiento y mortalidad para un periodo de cuatro años en las tres áreas de estudio (intervención fuerte, intervención leve y testigo). Diferentes letras representan diferencia significativa a un $p < 0.05$.

Parámetros	Tratamiento silvicultural		
	Intervención fuerte	Intervención leve	Testigo
Tasa anual de reclutamiento (%)	7,513a	5,066b	7,284a
Tasa anual de mortalidad (%)	10,913a	5,979b	6,780b

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$) demostró que existen diferencias significativas en las tasas de reclutamiento anual en uno de los tratamientos silviculturales, sobre todo en el de intensidad fuerte. En forma similar para la tasa de mortalidad anual, la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$) demostró que existen diferencias significativas en las tasas de mortalidad anual en los tratamientos silviculturales ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Composición florística de la regeneración natural

El objetivo de los tratamientos silviculturales según Manzanero y Pinelo (2004) es provocar cambios en la estructura del bosque, con la finalidad de asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico. En la ECSF, la aplicación del tratamiento silvicultural no se enfocó en el desarrollo de la regeneración natural debido al comportamiento diferente que tienen las especies forestales en etapas juveniles en cuanto a crecimiento y requerimientos de luz.

El tratamiento silvicultural afectó a la composición florística de la regeneración natural, por esta razón, en las tres áreas de estudio se encuentran especies dominantes caracterizadas por ser de bajo interés comercial. Según Mostacedo y Frederickson (2001) las intervenciones silviculturales solo resultan beneficiosas para algunas especies, esa

puede ser la razón por la cual se encontró dominancia de especies típicas del sotobosque y de los estratos inferiores de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Piperaceae. No obstante, *Hyeronima moritziana* constituyó una especie muy abundante en la microcuenca Q3, lo cual podría deberse a que la intervención leve aplicada favoreció a su desarrollo y posterior establecimiento.

En las áreas intervenidas y el área testigo existieron cambios en la composición florística de la regeneración natural para el año 2008. La intervención silvicultural y la propia dinámica del bosque han causado disturbios modificando la composición florística, no obstante se evidencia que las tres microcuencas comparten especies vegetales, tal es el caso de *Chamaedorea pinnatifrons*, *Schefflera sp.*, *Palicourea sp.* y especies del género *Miconia*, entre las más comunes. En este sentido Finegan (2007) manifiesta que trabajar con la composición florística de la regeneración natural en los primeros estadios constituye un reto debido a que una de las principales características de los bosques tropicales es su heterogeneidad; por lo tanto, se pueden encontrar diferentes composiciones florísticas de un sitio a otro. Resultados preliminares de los bosques tropicales de montaña en la ECSF, ratifican la variabilidad de la composición florística de los bosques y por ende de la regeneración natural que en ellos se desarrolla (Muñoz com. pers.).

Como era de esperarse, la intervención fuerte fue el tratamiento silvicultural que más cambios provocó en la composición florística de la regeneración. Para el año 2008, *Inga sp.1* constituyó

una de las especies de mayor densidad y abundancia, con lo cual se provocó el favorecimiento del crecimiento y desarrollo de especies heliófitas, condición que lo argumenta Pariona (1999), al manifestar que varias especies del género *Inga* son comunes en claros de bosques tropicales primarios. Además, esta especie antes de la aplicación del tratamiento silvicultural presentaba baja densidad. Por otra parte, Pariona (1999) y Toledo et al. (2003) argumentan que entre los efectos ocasionados por el aprovechamiento forestal están los cambios en la composición florística de la regeneración natural del bosque; lo cual se pudo evidenciar a través de la presencia de especies de la familia Melastomataceae en las microcuencas Q3 y Q2, área sometida a intervención leve y testigo respectivamente, son indicadores de la dinámica de renovación natural de los bosques tropicales. En las tres áreas de estudio (intervención fuerte, intervención leve y testigo) se evidenció la presencia de regeneración natural de especies de interés comercial e inclusive, se registró especies que no existieron antes de la aplicación del tratamiento silvicultural.

Para *Tabebuia chrysantha* la intervención fuerte fue favorable, pues, se registró los primeros individuos de regeneración natural, la aplicación del tratamiento y la apertura del dosel provocó mayor entrada de luz, lo que favoreció que las semillas de *T. chrysantha* germinen. Según Fredericksen et al. (2001) esta especie es considerada como heliófita durable, es decir se establece de mejor manera en ambientes alterados donde se han mejorado las condiciones de luz. Su densidad, abundancia y frecuencia en el área sometida a intervención fuerte fue relativamente baja, lo que indica que el grado de intervención no fue lo suficiente para promover el desarrollo de plántulas, debido a que se trata de una especie que necesita grandes aperturas de dosel para su establecimiento.

Para *Cedrela* sp. la intervención silvicultural favoreció el establecimiento de plántulas en mayor grado en el área con intervención fuerte que en el área testigo. Fredericksen et al. (2001) considera que al género *Cedrela* al igual que *T. chrysantha*, le favorecen la apertura de claros de bosque, ya

que son consideradas como heliófitas durables, es decir que requieren luz para desarrollarse. Este comportamiento fue similar al reportado por Carrera (2007) en una evaluación ecológica rápida efectuada en la Reserva la Tirimbina.

Hyeronima asperifolia presentó mayor densidad de individuos en el área testigo que en las áreas intervenidas. Palacios (2004) manifiesta que el género *Hyeronima* es considerado como una especie heliófita durable; por lo tanto, otros factores inherentes a la ecología de la especie como la calidad y viabilidad de las semillas podrían explicar el comportamiento de la regeneración natural de *H. asperifolia* en las áreas intervenidas. Este supuesto es apoyado por Alvarado y Encalada (2010) quienes manifiestan que estudios de germinación de semillas de *H. asperifolia* en los bosques de la ECSF (semillas provenientes de árboles en la microcuenca Q5) presentan valores bajos de germinación.

Nectandra membranacea respondió favorablemente a la aplicación del tratamiento silvicultural, pero cuando se analizó su densidad y abundancia se observó que el área testigo presentó mayor desarrollo de esta especie, lo cual podría deberse a la ecología de la misma; Palacios (2004) sostiene que el género *Nectandra* se desarrolla mejor en condiciones bajo sombra, es considerada una especie esciófita. Lamprecht (1990) sostiene que las especies arbóreas esciófitas como este género en estado latente conservan la capacidad de reaccionar con un fuerte crecimiento ante cualquier mejora en las condiciones de luz, lo que explicaría la respuesta favorable de esta especie en las áreas intervenidas.

Podocarpus oleifolius y *Clusia ducuoides* únicamente registraron regeneración natural en el área sometida a intervención leve. La respuesta de ambas especies a la intervención leve fue positiva. *P. oleifolius* presentó un ligero incremento en cuanto a su densidad y abundancia, lo cual podría deberse al efecto positivo que ocasionó el tratamiento silvicultural, pues se trata de una especie que según Calva y Beltrán (2005) presentan

mejores porcentajes de sobrevivencia en ambientes con mejores condiciones de luz. Esta es una de las especies poco investigadas, a pesar de poseer un alto valor comercial-ecológico y demanda en el mercado. Además, la población de esta especie es considerada muy baja en este tipo de ecosistemas. Por otro parte, *C. ducuoides* respondió de manera positiva a la intervención leve, se registró los primeros individuos de regeneración natural, comportamiento que no se había registrado en las evaluaciones anteriores realizadas por Cartuche y Salas (2005).

Reclutamiento y mortalidad de la regeneración natural

Las tasas anuales de reclutamiento y mortalidad de la regeneración natural registraron valores más altos en áreas sometidas a intervención fuerte, debido a que esta intervención modificó las condiciones de luz propiciando el ingreso de varias plántulas en el estrato inferior y aumentando la competencia entre individuos que crecen en claros. Así por ejemplo Muñoz (2009), registró que la aparición de especies pioneras como *Chusquea* sp. la misma que puede llegar a ocupar el dosel medio obstruyendo el paso de luz a los estratos inferiores, dificultando el crecimiento de otras especies.

Además, la intervención fuerte mejoró las condiciones de luz en la microcuenca Q5, lo que favoreció el ingreso de especies como *Heliocarpus americanus*, *Inga* sp.2 e *Inga* sp.1 consideradas como heliófitas según (Palacios 2004, Pariona 1999). Además, estas especies junto con *Oreopanax* sp., fueron las especies con las tasas anuales de reclutamiento más altas en esta área. Así mismo, es lógico que en esta área se haya registrado la más alta tasa de mortalidad pues, según Muñoz (2009), la alta mortalidad de los individuos de regeneración natural se debe a que existen especies esciófitas que no lograron adaptarse a las condiciones ambientales presentes en estos sitios.

En el área testigo, las mejores tasas anuales de reclutamiento está dada por especies representantes de

la familia Lauraceae como: *Aniba muca*, *Endlicheria sericea* y *Nectandra membranacea*. Lo cual según Lamprecht (1990) a estos géneros los considera como especies esciófitas; condición que hace deducir que el reclutamiento es liderado por especies tolerantes a la sombra. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Muñoz (2009) quien registró la mayor tasa de reclutamiento en el área testigo en comparación al área intervenida.

Las tasas anuales de reclutamiento de especies de interés comercial y ecológico en las áreas intervenidas y el área testigo se consideran bajas con lo que no se garantiza la abundancia futura de dichas especies. En el caso de *Cedrela* sp, *Tabebuia chrysantha*, *Clusia ducuoides* y *Nectandra membranacea* se registró los primeros ingresos de plántulas pequeñas en el cuarto año de evaluación. Este comportamiento es argumentado por Finegan (2007), quien manifiesta que los efectos del tratamiento silvicultural empiezan a partir de los cinco años de aplicado el tratamiento.

Hyeronima asperifolia e *Hyeronima moritziana* presentaron diferente comportamiento en cuanto a reclutamiento de regeneración natural. *H. moritziana* presentó mayor reclutamiento en el área con intervención, lo contrario sucedió con *H. asperifolia* que no registró reclutamiento. El bajo reclutamiento de *H. asperifolia* en el área con intervención fuerte está relacionada con la capacidad de germinación de las semillas (calidad, vitalidad) ya que se dispone de una gran cantidad de árboles semilleros y se puede evidenciar en el bosque gran cantidad de semillas dispersadas por el suelo, hipótesis reforzada por Alvarado y Encalada (2010).

Con relación a las tasas de mortalidad, las especies mayormente influenciadas corresponden a aquellas ubicadas en los estratos inferiores y medios, como por ejemplo representantes de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Piperaceae. Este comportamiento podría estar relacionado con la caída de árboles y ramas, y por la competencia con especies invasoras como *Chusquea* sp.

De las especies de interés comercial, la especie con mayor tasa de mortalidad anual en las áreas intervenidas fue *Hyeronima moritziana*. Por otra parte, *Tabebuia chrysantha* a pesar de registrar los primeros ingresos en el cuarto año de evaluación, en el mismo año registró mortalidad debido a que sus dos primeras hojas (cotiledones) de la regeneración natural permanecen por mucho tiempo como fuente única de alimento y reserva, además se enfoca en mejorar su sistema radicular debido a la gran cantidad de hojarasca que presentan estos bosques, por lo que el tratamiento silvicultural para esta especie no produciría los efectos esperados. *Cedrela sp.* registró mortalidad en el cuarto año de evaluación; sin embargo, ésta fue menor en comparación a la tasa de reclutamiento que presentó.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación son las siguientes:

El tratamiento silvicultural y la propia dinámica del bosque tropical de montaña en la ECSF, influyeron en la composición florística de la regeneración natural, además la intervención fuerte promovió la aparición de especies heliófitas debido al mejoramiento de las condiciones de luz en el bosque.

Los efectos del tratamiento silvicultural sobre la regeneración de especies de interés comercial se evidenciaron cuatro años después de su aplicación. No obstante, la abundancia de la regeneración de las especies de interés comercial fueron relativamente bajas en comparación al resto de especies, *Cedrela sp.* fue la especie que presentó mayor respuesta al tratamiento silvicultural (intervención fuerte) debido a que registró los valores más altos en densidad y abundancia.

Las tasas de reclutamiento más altas se registraron en el área sometida a intervención fuerte en especies como *Heliocarpus americanus*, *Inga sp.1*, *Inga sp.2*. y *Oreopanax sp.* consideradas heliófitas; el bosque sin intervención, reportó igual

comportamiento en especies como *Aniba muca*, *Endlicheria sericea* y *Nectandra membranacea* consideradas como esciófitas; mientras que el área sometida a intervención leve reportó una mezcla de especies tolerantes a la luz y la sombra.

En las áreas sometidas a intervención y el área testigo las tasas de mortalidad más altas se presentaron en especies típicas del sotobosque entre las que se encuentran representantes de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Piperaceae, reportándose la más alta tasa de mortalidad en el área sometida a intervención fuerte.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) por el financiamiento brindado para la ejecución de la presente investigación.

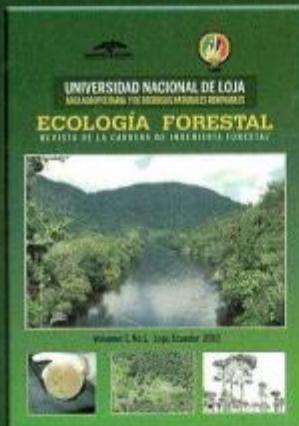
LITERATURA CITADA

- ALVARADO C., D. ENCALADA 2010. Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales nativas en Bosque Tropical de Montaña potenciales para la reforestación en la Estación Científica San Francisco (ECSF). Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. Pág 46-53.
- BELTRÁN G., Y O. CALVA 2005. Impactos de la luz sobre la regeneración natural de podocarpaceas en los bosques de San Francisco y Numbala. Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. Pág. 18-21.
- BUESO R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaran-guita, La Esperanza, Honduras. 74 p.
- CABRERA O., GUNTER S., MOSANDL R. 2006. Dinámica de un bosque montano lluvioso natural y selectivamente intervenido en el sur del Ecuador. (en línea) URL: <http://www.lyonia.org/>. Consultado Julio 1, 2009

- CARRERA F. 2007. Aprovechamiento de bajo impacto en la Reserva Ecológica La Tirimbina, Surriquite, Costa Rica. 27 p.
- CARTUCHE G., Y H. SALAS 2005. Análisis de los efectos de tratamientos silviculturales sobre la regeneración natural en el bosque tropical de montaña de la estación científica San Francisco. Tesis Ing. For. U.N.L. Loja, Ecuador. 209p.
- FINEGAN B. 2007. Bases ecológicas de la regeneración natural en los bosques tropicales. XVII Curso Internacional de Manejo Diversificado de Bosques Tropicales. CATIE, Turrialba. 45 pp.
- FREDERICKSEN T., F. CONTRERAS, Y W. PARIONA 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 82 p.
- LAMPRECHT H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducción del Alemán por Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- MANZANERO M., Y G. PINELO 2004. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. WWF, Serie Técnica N° 4. 49 p.
- MOSTACEDO B., Y T.S. FREDERICKSEN (Eds.) 2001. Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 221 p.
- MUÑOZ J. 2009. Monitoreo del impacto ambiental de operaciones de manejo forestal en el Bosque Tropical de Montaña de la Estación Científica San Francisco. Tesis Mg Sc. U.N.L. Loja, Ecuador. 74 p.
- MUÑOZ J. 2010. Comunicación personal.
- PALACIOS W. 2004. Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador (en línea) URL: En: www.lyonia.org/. Consultado junio, 2008.
- PARIONA W. 1999. Regeneración natural después del aprovechamiento forestal en fajas a tala rasa en un bosque tropical boliviano. En: Regeneración y Silvicultura en bosques tropicales de Bolivia. Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (Eds.). Pág. 185-202.
- TOLEDO G., F. FREDERICKSEN, Y I. USLAR 2003. Comparación de la estructura y composición florística en tres áreas de aprovechamiento forestal en un bosque húmedo de Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 115. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

ECOLOGÍA FORESTAL

REVISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



Ingeniería Forestal

Revista de la Carrera de Ingeniería Forestal

CONTENIDO

INVESTIGACIÓN

- ⊗ Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático.
- ⊗ Estudio comparativo de métodos para la estimación de índice de área foliar en áreas de pastizales abandonados.
- ⊗ Diversidad de anfibios y reptiles de un bosque seco en el sur occidente del Ecuador.
- ⊗ Evaluación del efecto de la inoculación con hongos micorrízicos en la propagación de *Alnus acuminata* y *Morella pubescens*.
- ⊗ Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur occidente del Parque Nacional Podocarpus.
- ⊗ Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe.
- ⊗ Crecimiento inicial de *Tabebuia chrysantha* y *Cedrela montana* con fines de rehabilitación de áreas abandonadas.
- ⊗ Germinación de *Ficus insípida*, especie protectora de vertientes de agua en el cantón Paltas.
- ⊗ Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la ECSE.
- ⊗ Anatomía macroscópica y características físicas de siete especies maderables.

REVISIONES

- ⊗ Trayectoria Académica de la Carrera de Ingeniería Forestal.
- ⊗ Calentamiento Global y sus implicaciones en el Ecuador.
- ⊗ Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas.
- ⊗ Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja.



IMPRESO EN LA EDITORIAL UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
TELEFAX: 072573914
EMAIL: diredit@unl.edu.ec

Universidad Nacional de Loja
RESOLUCIÓN: 003-CONEA-2010-111-DC

