

Dynamics in natural and selectively logged tropical mountain rain forests of South Ecuador

Dinámica de un bosque montano lluvioso natural y selectivamente intervenido en el sur del Ecuador.

Omar Cabrera Cisneros¹, Sven Günter², Reinhard Mosandl³

1. Universidad Nacional de Loja, Ecuador, Autor por correspondencia, email ocabreac@yahoo.es, 2. Instituto de Silvicultura de la Universidad Técnica de Munich, Alemania, email: Sven_Gunter@yahoo.de, 3. Instituto de Silvicultura de la Universidad Técnica de Munich, Alemania, email: mosandl@forst.tu-muenchen.de

March 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.466.1>

Dynamics in natural and selectively logged tropical mountain rain forests of South Ecuador

Resumen

En parcelas permanentes de 13 ha de la Reserva de la Estación Científica San Francisco al sur del Ecuador se ha estudiado la dinámica del bosque tropical de montaña, el mismo que ha sido sometido a diferentes niveles de intervención selectiva. Únicamente una intensidad fuerte del tratamiento silvicultural aplicado ha permitido que el dosel del bosque aumente la entrada de luz a los estratos bajos del bosque, mientras intensidades leves no demostraron cambios claros en la apertura del dosel. Así mismo el tratamiento en el lapso después de aplicado ha causado que la mortalidad sea mayor que antes, especialmente para árboles grandes, los árboles fomentados en cambio demostraron una mortalidad muy baja. Los resultados demuestran que también en ecosistemas del bosque tropical de montaña, raleos selectivos pueden ser una herramienta silvicultural para fomentar el desarrollo de especies de madera valiosa.

Abstract

In 13 hectares permanent plots in the Reserve of the Scientific Station San Francisco in South Ecuador we studied the impact of different intensities of silvicultural treatments on the structure and the dynamic of a tropical mountain rain forest. Only the strong intervention had effects on the canopy openness, whereas slight interventions showed no differences to the undisturbed forest. We detected a trend of increasing post harvesting mortality of the remnant stand with increasing logging intensity, especially for trees with larger diameters. Potential Crop Trees, which were target of the logging operations contrarily showed very low post harvesting mortality. The results indicate that silvicultural treatments can be a suitable option to improve the development of valuable timber species also in the ecosystem of tropical mountain rain forests.

Introducción

Ninguna actividad de aprovechamiento y manejo forestal debe iniciarse sin conocer antes la estructura, el dinamismo y la regeneración natural de un bosque. Los estudios encaminados a conocer estos parámetros ecológicos han de proveer la información básica para en el futuro planificar el uso y el manejo sustentable del bosque.

Para conocer la dinámica de un bosque es necesario realizar estudios a largo plazo para examinar los cambios de las poblaciones a través de mediciones que suministren datos sobre individuos sobrevivientes, nuevos y muertos en un determinado periodo. En los bosques tropicales montanos es necesario establecer estrategias adecuadas que permitan manejar y a su vez conservar estos bosques. El conocimiento de su dinamismo puede contribuir a lograr estas metas (Ramírez, 2002).

En el sur del Ecuador existen remanentes importantes de bosques lluviosos montanos que poseen especies valiosas como Guayacán (*Tabebuia chrysantha*, BIGNONIACEAE) y Cedro (*Cedrela* ssp. MELIACEAE), pero pocos individuos alcanzan diámetros comercialmente buenos (Günter & Mosandl 2003). En la actualidad estos remanentes sufren una gran presión sobre todo por el uso indebido o mal planificado que se les da, sin tomar en cuenta un sinnúmero de factores que permitan hacer que su uso sea sustentable.

Este gran problema ha servido como premisa para proponer un proyecto de manejo sustentable del bosque tomando en cuenta criterios ecológicos y de posibilidades de aprovechamiento.

Liberaciones son una herramienta común en la silvicultura pueden estimular el crecimiento y la regeneración natural de árboles maderables (Lamprecht 1986, Silva et al. 1995, Finegan & Camacho 1999, Finegan et al. 1999, Graaf et al. 1999, Pariona et al. 2003). Para el ejemplo del bosque de la Estación Científica San Francisco queremos estudiar si la liberación de individuos plus (de buena calidad) de nueve especies comercialmente importantes en la región sur del Ecuador (*Tabebuia chrysantha*, *Cedrela* sp. *Inga acreana*, *Hyeronima asperifolia*, *Hyeronima moritziana*, *Podocarpus oleifolius*, *Nectandra membranacea*, *Clusia elliptica* y *Ficus subandina*) aplicándoles un tratamiento silvicultural de raleo selectivo, es decir eliminando el competidor natural de cada uno de ellos, tiene un impacto sobre la dinámica del bosque remanente (Fig. 1).

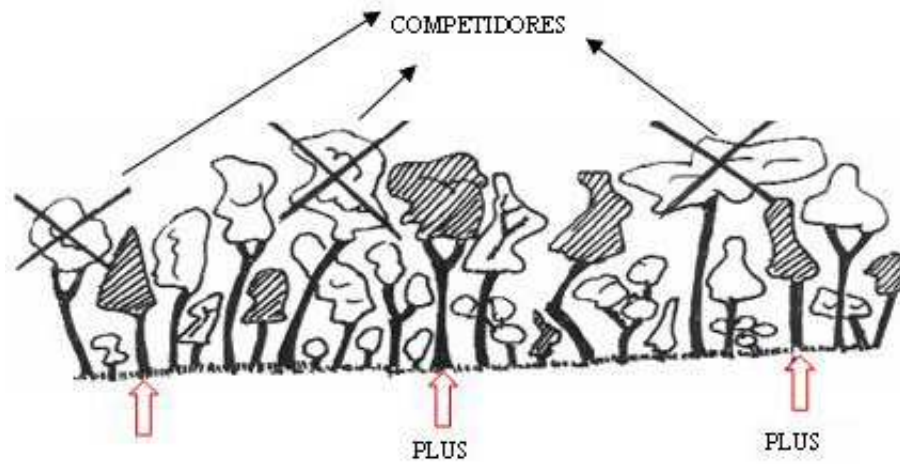


Figura 1: Esquema del tratamiento silvicultural aplicado en el bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco, sur del Ecuador. Especies valiosas se ha marcado con copas de color negro. Se nota que no todos individuos de especies valiosas se seleccionaron como árbol plus, pero para cada árbol plus se elimina por lo mínimo un árbol competidor.

Los objetivos planteados para desarrollar el presente estudio son:

Evaluar el efecto del realeo selectivo sobre la mortalidad y el reclutamiento de los individuos de mas de 20 cm de DAP del bosque de la ECSF

Evaluar el efecto del raleo selectivo sobre el incremento de área basal por clase diamétrica y en relación al nivel de intervención de un tratamiento silvicultural.

Materiales y Métodos

Ubicación del Área de Estudio

El área de investigación se encuentra ubicada en el sur del Ecuador (03°59'S, 79°04'W) en la provincia de Zamora Chinchipe. Los tres sitios de estudio denominados Q2 - Q3 - Q5 forman parte de la reserva biológica San Francisco, con una área aproximada de 1000 ha, allí se encuentra la Estación Científica San Francisco (ECSF). El mapa (figura 2) muestra la posición de la estación científica entre las capitales provinciales de Loja y Zamora Chinchipe al norte del Parque nacional Podocarpus (Ohl, 2000).

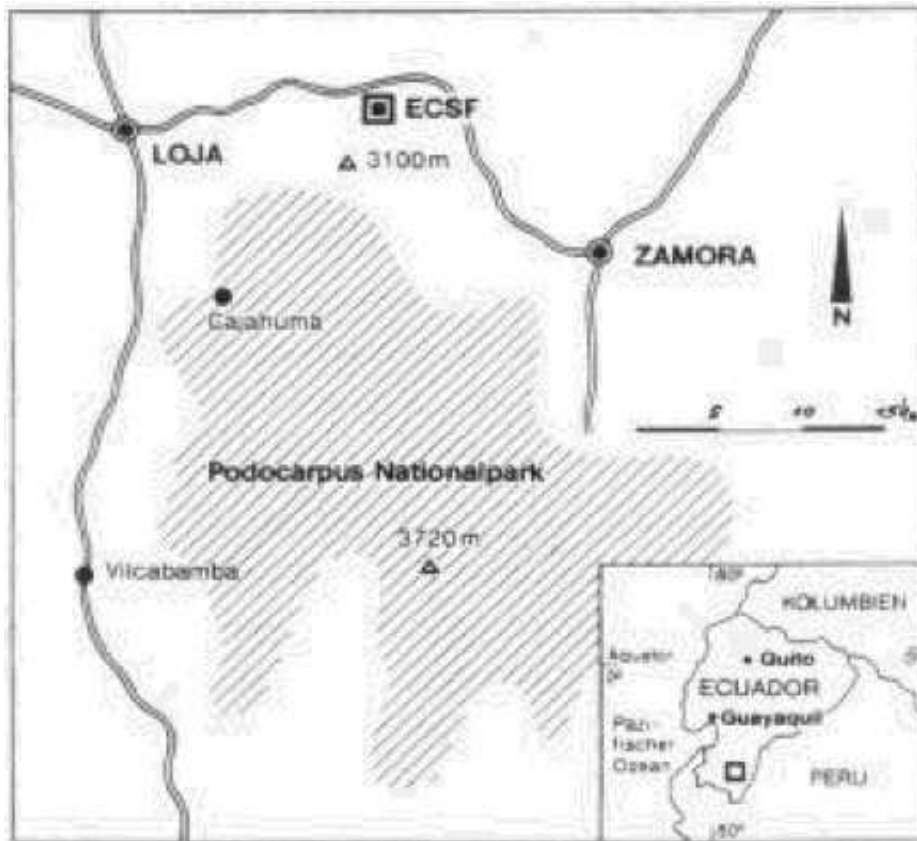


Figura 2: - Ubicación de la Estación Científica San Francisco (tomado de Ohi 2000)

Inventario Forestal y Remediación

El primer inventario forestal se lo realizó entre los meses de Abril - Junio del 2003. Se instalaron parcelas permanentes de 50 m x 50 m (2500m²) dentro de las cuales se midieron todos los individuos mayores a 20 cm DAP (1,3 metros desde el suelo a favor de la pendiente).

Como citamos anteriormente se ubicaron tres bloques denominados Q2 en el que se instalaron 20 subparcelas (5ha) en este sitio no se realizó ningún tratamiento y se lo considera como referencia o testigo del estudio. En Q3 se instalaron 16 parcelas (4 ha) en donde se realizó una intervención breve y en Q5 se instalaron también 16 parcelas (4 ha) en donde se hizo una intervención fuerte. El experimento silvicultural se lo aplicó entre junio y julio del 2004.

La remediación de las parcelas se realizó entre los meses de abril - junio del 2005. Se remidieron todos los árboles que se registraron en el inventario anterior y se registraron los árboles nuevos que en ese momento tenían más de 20 cm de DAP.

Análisis de la mortalidad y reclutamiento

Para determinar la mortalidad, el reclutamiento y el dinamismo del bosque de la ECSF, se remidió todos los árboles dentro de las parcelas y de los bloques antes descritos, se realizó un chequeo de todos los árboles que habían muerto y se detalló en el caso de ser posible, la causa que provocó su muerte (daño físico por la aplicación del tratamiento, viento, muerte natural o desconocido).

Se analizó también la mortalidad tomando en cuenta la intensidad del tratamiento, se realizó la sumatoria de las áreas basales de los árboles de todas las parcelas, esto equivale al 100% del área basal, luego se sumó las áreas basales de los individuos muertos y se hizo una relación al total del área basal para un año.

Análisis del incremento del área basal.

Para el análisis del incremento, se tomo en cuenta la medición inicial, la medición final, todo esto en relación al diámetro del individuo es decir a la clase diamétrica a la que pertenece.

El análisis para el incremento se lo realizó para un año y además se ordenó los valores de acuerdo al nivel de intensidad del tratamiento.

Resultados

Árboles Removidos

Para tener una idea mas clara de la estructura del bosque, se muestra un esquema del área basal de cada una de las parcelas que los componen antes del raleo selectivo (Fig. 3).

[IMAGE]

Figura 3: Área basal de cada una de las parcelas en los tres sitios de estudio

En la figura a continuación se esquematiza la distribución de las parcelas en cada uno de los sitios y la intensidad de tratamiento en cada uno de los bloques.

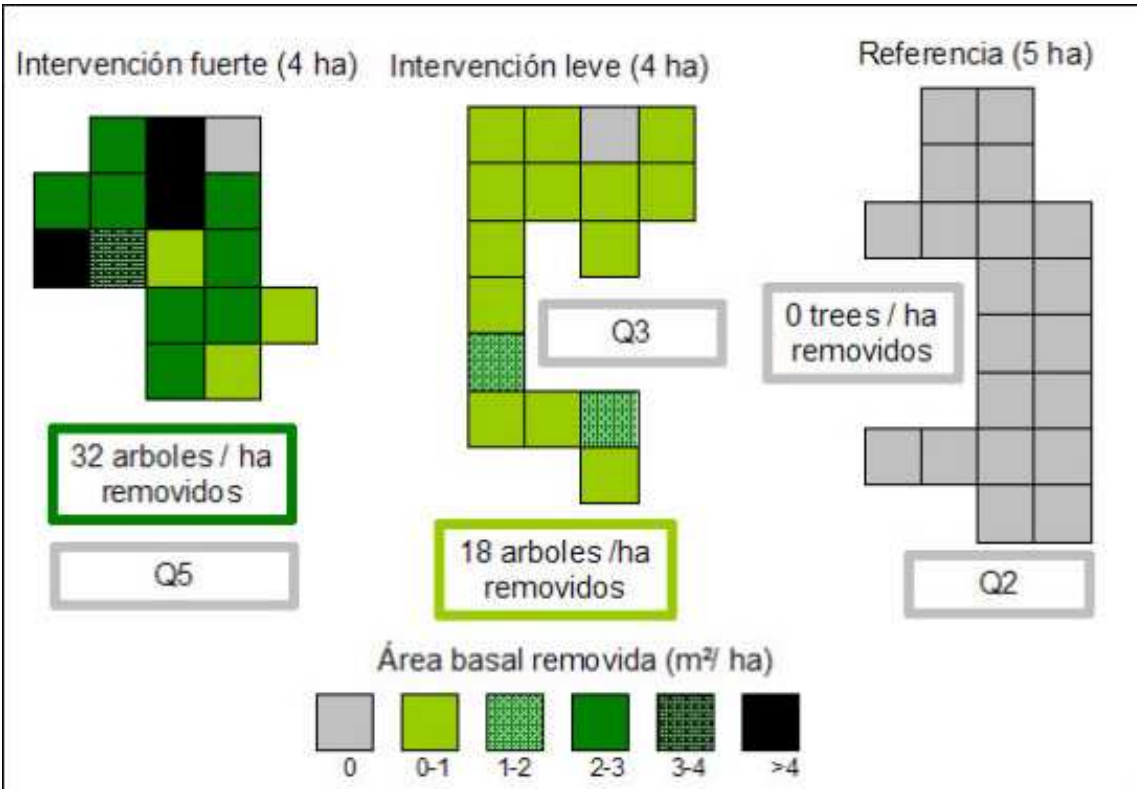


Figura 4: Distribución de las parcelas en los sitios y nivel de intensidad de la intervención en los diferentes bloques

Las parcelas tienen diferente valor de área basal / ha, en el esquema de la figura anterior se muestra el área basal que tienen cada una de las parcelas de los tres sitios de estudio.

La distribución del área basal removida no es uniforme en el tratamiento fuerte. Esto se debe a la agrupación de especies valiosas en ciertos bloques y por ello mayor intervención a través del raleo selectivo de cada uno de los árboles plus.

En el cuadro a continuación se muestran los rangos de valores de árboles extraídos por cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Distribución de extracción de árboles en los diferentes bloques

GRADO DE INTERVENCION

Nro de ARBOLES EXTRAIDOS	FUERTE (% bloques)	LEVE (% bloques)
0-5	25,0	81,3
5.1-10	50,0	18,7
> 10	25,0	0

En la figura se muestra el número de bloques y los rangos de valores de árboles extraídos. Se puede ver que en el bloque de tratamiento fuerte existen cuatro parcelas en donde se han removido más de 10 árboles mientras que en el bloque de tratamiento leve, en trece parcelas se han removido entre 0 - 5 árboles.

Apertura del dosel

La aplicación del tratamiento silvicultural ayudó a que el dosel del bosque se abriera, permitiendo así la entrada de más luz hacia los estratos bajos para favorecer el crecimiento de la regeneración natural principalmente.

En el bloque que se aplicó el tratamiento fuerte, la apertura del dosel fue más evidente. Al implementar el tratamiento, se logró que los valores de apertura lleguen hasta 20, mientras que al no aplicar el tratamiento, los valores de apertura del dosel tenían un valor máximo de 14. En el bloque de tratamiento leve la apertura no es muy evidente. Al aplicar el tratamiento, se logro aumentar la apertura del dosel entre los rangos de valores de 12 hasta 20, el valor máximo que se podía alcanzar antes del tratamiento en este sitio fue de 12 (Fig. 5).

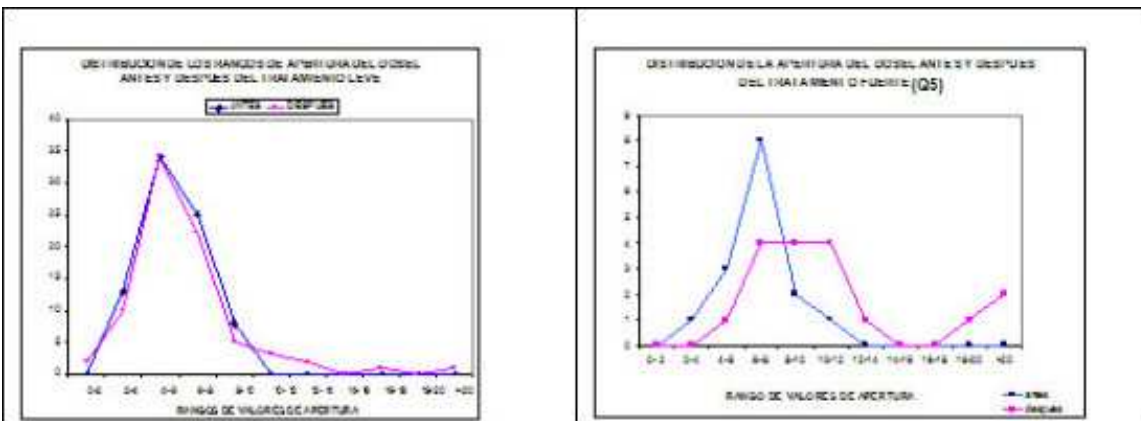


Figura 5: Rangos de apertura del dosel antes y después de aplicar el tratamiento silvicultural.

En la Fig. 6 se puede notar que en el bloque de referencia el valor de apertura del dosel, no sobrepasa el 10%, en el bloque de tratamiento leve el máximo valor que se alcanza esta en el orden del 15 %. En el bloque de tratamiento fuerte los valores de porcentaje de apertura alcanzan un máximo de 20 % mientras que en el bloque de tratamiento

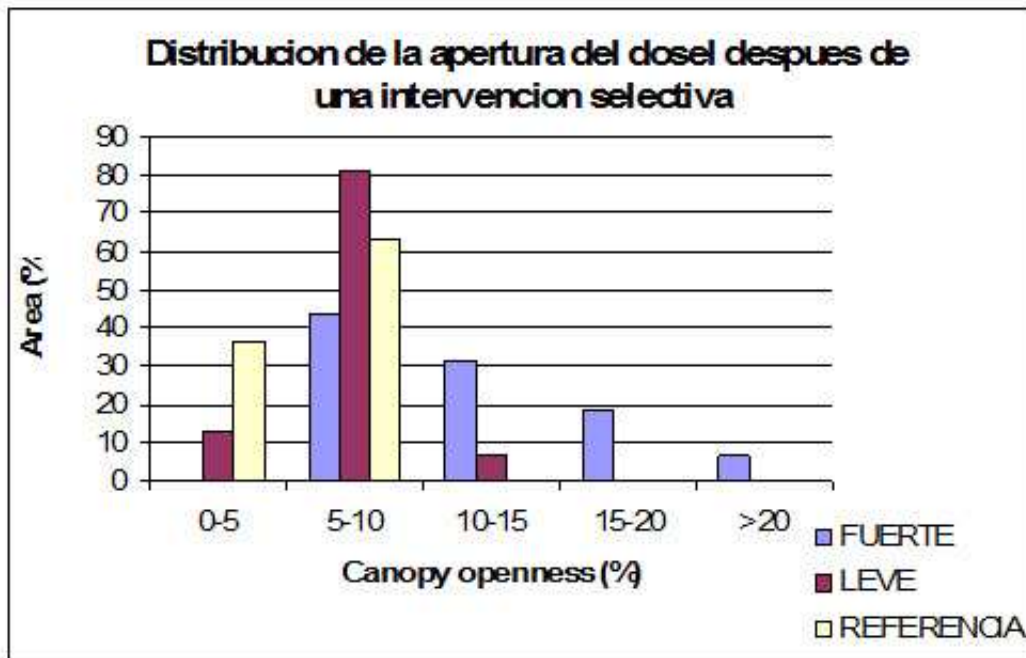


Figura 6: Porcentaje de apertura del dosel en los bloques de tratamiento

Incremento del Área Basal

El análisis del incremento del área basal demuestra que existen diferencias entre los tratamientos (Fig. 6). En el bloque de referencia, en todas las clases diamétricas existe mayor incremento con respecto a los otros dos tratamientos, pero en el bloque de tratamiento fuerte a partir de la clase tres, el incremento es mayor que en el tratamiento leve.

En el tratamiento leve, en las dos primeras clases, el incremento supera a los valores del tratamiento fuerte. En la figura a continuación, se visualiza de mejor manera la distribución de los valores porcentuales de incremento de área basal por clase diamétrica y por tratamiento, el círculo rojo muestra el sector en donde se produce el incremento del área basal a favor del tratamiento fuerte, el círculo verde muestra en cambio en donde los valores porcentuales favorecen al tratamiento leve.

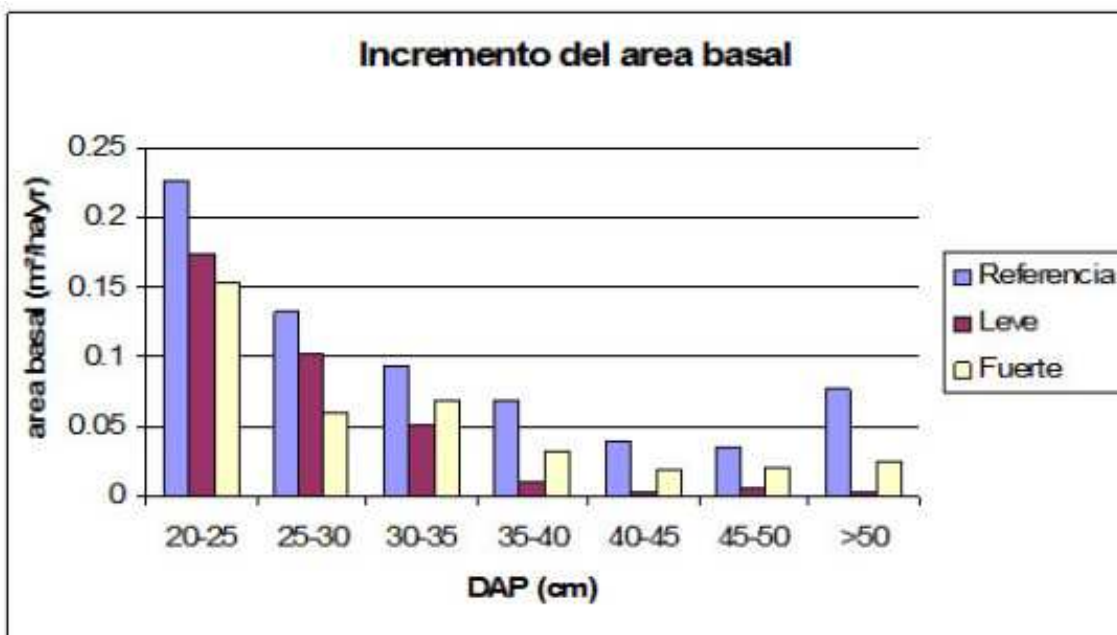


Figura 7: Esquema de la distribución de los valores del incremento porcentual por año en relación al tratamiento aplicado en el bosque de la ECSF

Hay que aclarar que los valores entre los bosques que se incluyen en el bloque de tratamiento fuerte y el de referencia son comparables, pero son mas bajos en el bloque de tratamiento leve debido a que este se considera otro tipo de bosque mas bajo, con menor área basal/ha y con individuos que no son tan grandes y dominantes (Homeier 2004).

Mortalidad, Reclutamiento y Dinámica del Bosque de la ECSF

La mayor tasa de mortalidad que se calcula con una operación básica de división entre el numero de árboles muertos y el numero de árboles totales y este resultado dividimos para 100, ocurre en el sitio en donde se realizó el tratamiento silvicultural leve, esto se da principalmente al bajo número total de árboles mayores a 20 cm DAP que entraron en el primer inventario. En el bloque con tratamiento fuerte el número de árboles muertos es mayor así como el número de individuos total.

El sitio de referencia tiene el menor valor, si notamos el número de árboles muertos, el bloque de referencia y el bloque de tratamiento leve tienen casi el mismo valor de árboles muertos, pero en el bloque de referencia el valor inicial de árboles es mucho más grande.

En el cuadro a continuación se muestra los valores de la tasa anual de mortalidad anual y reclutamiento en cada bloque con su respectivo tratamiento.

Cuadro 2. Tasas anuales de mortalidad y reclutamiento.

TRATAMIENTO	# DE ÁRBOLES	MUERTOS (en dos años)	NUEVOS (en dos años)	TASA ANUAL DE MORTALIDAD (%)	TASA ANUAL DE RECLUTAMIENTO (%)
Q2 (REFERENCIA)	1024	18	14	0.87	0.68
Q3 (INTERVENCION LEVE)	688	19	10	1.38	0.73
Q5 (INTERVENCION FUERTE)	1085	25	1	1.15	0.04

La mayor tasa de reclutamiento se da también en el sitio de intervención leve, el valor que le sigue es el que corresponde al bloque de referencia y finalmente el menor valor de reclutamiento se da en el bloque de tratamiento fuerte. En este análisis el número total de individuos, siendo menor en el bloque de tratamiento leve, favorece la tasa con respecto a los otros bloques.

El dinamismo es la relación que existe entre mortalidad y reclutamiento. En el bloque de tratamiento leve, este proceso de recambio (es decir que los árboles mueren y se renuevan) al tener tasas altas de mortalidad y reclutamiento, el dinamismo también va a ser mayor que en el resto de tratamientos.

En los bloques de referencia y tratamiento fuerte, el dinamismo no alcanza los mismos valores debido principalmente a que el reclutamiento en el bloque de tratamiento fuerte es mínimo, y la mortalidad en el bloque de referencia alcanza un valor alto con relacion al reclutamiento.

En lo que se refiere al tamaño y distribución de los porcentajes de mortalidad, agrupados en clases diamétricas, en el tratamiento leve, se agrupan en las primeras cinco clases diamétricas y decae drásticamente (0) en las dos ultimas, mientras que en el tratamiento fuerte, se incrementan desde la tercera clase hasta la séptima clase. En el bloque de referencia, los valores porcentuales en las clases cuatro y cinco caen drásticamente (0).

En la figura a continuación, se visualiza la distribución de los valores porcentuales de mortalidad en las diferentes clases diamétricas.

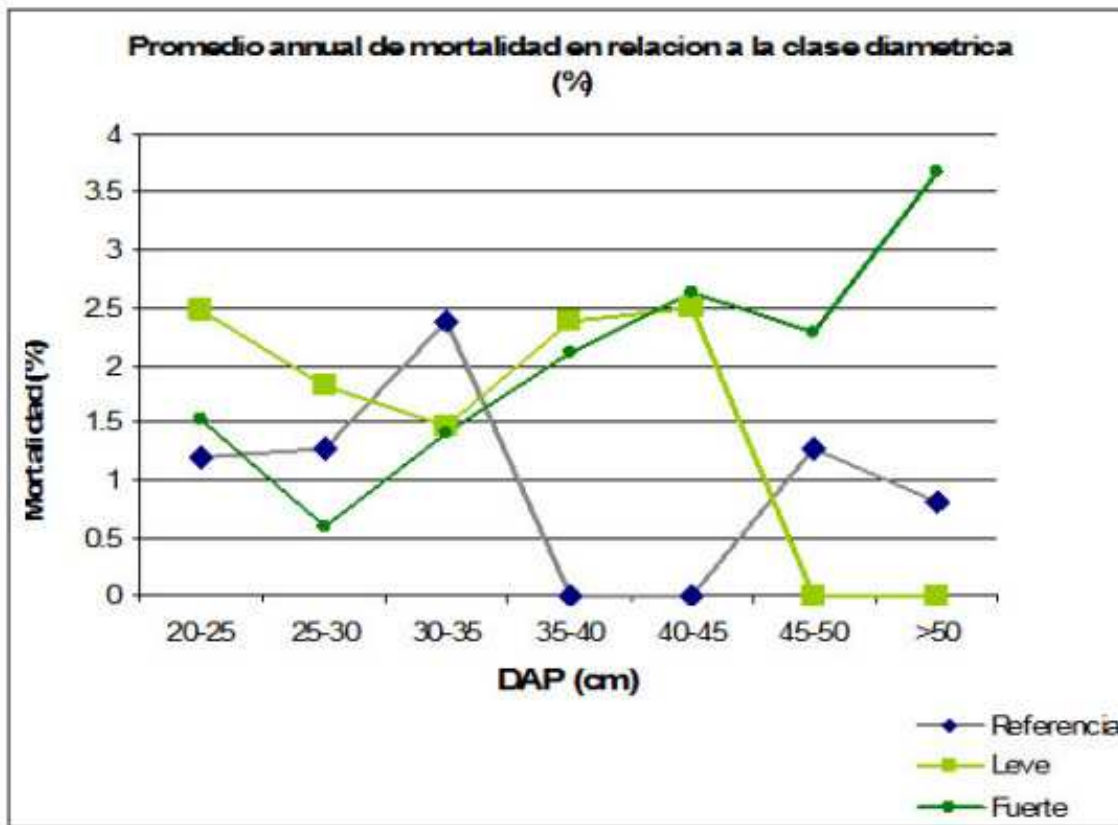


Figura 8: Valores de mortalidad en relación a la clase diamétrica

Es notable que en los tres tratamientos existan tres tendencias diferentes. En la intervención leve se puede observar una declinación fuerte en la clase > 45 cm, lo que resulta de la abundancia muy baja de diámetros altos en la Q3. En la referencia no existe una dependencia clara entre mortalidad y diámetro, en cambio en la intervención fuerte aumenta la mortalidad de los árboles grandes. Es importante mencionar que este efecto únicamente ocurre en los árboles que *no* son árboles plus. La mortalidad de los árboles plus fomentados a través de los raleos selectivos fue debajo de 1 %.

Cuadro 3. Tasa anual de mortalidad de los árboles con tratamiento y sin tratamiento que son evaluados.

Bloque	plus muertos	plus	referencia	sin tratamiento	Total de árboles con tratamiento	Tasa anual de mortalidad
Tratamiento leve (Q3)	3	77	60	8	145	1.034
Referencia (Q2)	0	0	139	0	139	0.000
Tratamiento fuerte (Q5)	1	128	41	49	218	0.229
					promedio	0.421

Discusión

Difícilmente se puede calificar en que medida los bosques de la ECSF son más o menos dinámicos que otros bosques del sur del Ecuador y del resto del territorio. La falta de estudios de esta naturaleza, sobre todo en áreas en donde se haya realizado tratamientos silviculturales dificulta aún más esta tarea, sin embargo con los valores obtenidos en el presente estudio tomando en cuenta que solo contabilizamos los individuos de más de 20 cm DAP ha generado datos valiosos para posteriores ensayos de manejo de bosques nativos.

Según Neill (2000) en un estudio realizado en Jatun Sacha, que es un bosque amazónico, con una tasa de dinamismo del 1,5 % anual, considera que este bosque es altamente dinámico. En el bloque de tratamiento leve con su valor promedio de 1,26 se acercaría a esta tasa, pero hay que considerar las diferencias obvias entre un bosque de montaña y uno que ocurre en la llanura amazónica. Los bloques de referencia y de tratamiento fuerte con valores de 0.81 y 0.56 se considerarían como bosques medianamente dinámicos, aunque Sánchez (2003) que realizó un estudio en Cajanuma a unos 60 Km de la ECSF, determinó una tasa del 2.05 % en un periodo de doce años entre la primera y segunda medición, considera que este bosque se ubica más o menos en el centro de dinamismo, ocurrido en 25 sitios del mundo estudiados por Phillips *et al.* (1994).

Los estudios de dinámica que se citan en esta discusión han sido realizados en parcelas que no han sufrido alteración alguna. El bloque de referencia en nuestro estudio presentaría condiciones similares a estas, pero el análisis en sí no nos permite comparar exhaustivamente nuestros datos. Con un primer análisis se considera que el factor tiempo fue determinante en la obtención de resultados. El haber remedido la parcelas en tan corto tiempo (2 años) y en ese lapso haber realizado un tratamiento silvicultural de más o menos bajo impacto, es un factor que ha influenciado este proceso dinámico.

En otros estudios se toma en cuenta clases diamétricas menores (desde 5cm DAP) lo que sesga en cierta manera la información que generamos, ya que en Cajanuma Sánchez (2003) afirma que en ambas mediciones el mayor número de individuos se concentraron en las dos primeras clases diamétricas.

Conclusiones

Aperturas del dosel mayores a 10 % únicamente se puede lograr con intervenciones fuertes (tumba de por lo menos 32 individuos por hectárea). Se espera que especies con altas requerimientos de luz se beneficiaran de estas intervenciones en el dosel alto.

En los años después de la intervención la mortalidad es mayor que antes, especialmente para árboles grandes. Así, las condiciones de luz se van a mejorar para las especies en el sotobosque también en los años posteriores a la tumba.

Hasta ahora no hay indicios de una mortalidad mayor de los árboles plus. Por ello, los tratamientos silviculturales parecen ser aplicables para el ecosistema del bosque tropical de montaña. El incremento del bosque remanente podría ser reducido por cierto tiempo. Pero no hay indicaciones que el incremento de los árboles plus se ha disminuido.

Al parecer, el implementar un tratamiento silvicultural, afecta el dinamismo del bosque, dependiendo de la intensidad del tratamiento y de la estructura del mismo.

El incremento del área basal se da en clases diamétricas intermedias, con esto se puede recomendar que se aplique un tratamiento silvicultural en estos tipos de bosque partiendo de determinados tamaños de árboles y de especies.

Agradecimientos

A la DFG por brindar amablemente el financiamiento para desarrollar este trabajo como parte de un proyecto más grande y a Néstor León por esas largas horas de acompañamiento en el campo y a todos los investigadores de la ECSF por crear ese ambiente tan favorable para trabajar y conversar.

Referencias

- Finegan, B. & M Camacho. 1999. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1988-1996. *For. Ecol. Manage.* 121: 177-189.
- Finegan, B.; M. Camacho & N. Zamora. 1999. Diameter increment patterns among 106 tree species in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest. *For. Ecol. Manage.* 121:

159-176.

Guenter, S. & R. Mosandl. 2003. Nachhaltige Naturwaldbewirtschaftung in Bergregenwäldern Südecuadors. En: *Silviculture worldwide. Forstliche Forschungsberichte* 192, 10-23.

Homeier, J. 2004. *Baumdiversität, Waldstruktur und Wachstumsdynamik zweier tropischer Bergregenwälder in Ecuador und Costa Rica*. *Dissertationes Botanicae* 391, 207 pp.

Neill, D. 2000. Dinámica de bosques amazónicos: Diez años de registro en parcelas permanentes de la Estación Biológica Jatun Sacha. En Asanza, M.; D. Nelly; S. Sandoval & J. Welling (Eds.). *Resúmenes del tercer Congreso Ecuatoriano de Botánica*. Quito, Ec. Pp 79.

Ohl, C. 2000. *Vegetation on Natural Landslides in the Tropical Montane Forest of Southern Ecuador with special Consideration of the Altitudinal Gradient*. Diplomarbeit zur Erlangung des Grades einer. Diplom-Biogeographin. Fachrichtung Biogeographie (5.5), Fakultät für empirische, Humanwissenschaften Universität des Saarlande. 80 p.

Padriona, W.; T.S. Fredericksen & J.C. Licona. 2003. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. *For. Ecol. Manage.* 181: 313-322.

Phillips, O.L.; P. Hall; A. Gentry; S.A. Sawyer & R. Vasquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forest. *Proceedings of the National Academy of Science*. USA 91: 2805-2809.

Ramirez, H.; A. Torres & J. Serrano. 2002. Mortalidad y reclutamiento en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Ecotropicos* 15 (2): 177-184. Sociedad Venezolana de Ecología.

Sanchez, A.O. & C. Rosales. 2003. Dinámica Poblacional en el Bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, Sector Cajanuma. Serie *Herbario LOJA* # 10. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. Pp 19-40.

Silva, J.N.M. de; J.O.P. do Carvalho; C.A. Lopes; B.F. de Almeida; D.H.M. de Costa; L.C. Oliveira; J.K. Vanclay & J.P. Skovsgaard. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *For. Ecol. Manage.* 71: 267-274.