SEMINARIO INTERNACIONAL DE CAPACITACION EN INVESTIGACION SOBRE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO REDUCIDO Y MANEJO DE BOSQUES NATURALES : RESULTADOS

(Concepción, 1 12 de Julio de 1997, Santa Cruz, Bolivia)

Editores

Francis E Putz, Claudia Romero
Rudolf Heinrich, Froilán Merlo

BOLFOR CIFOR FAO USAID

BOLFOR
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible

CIFOR
Centro Internacional de Investigacion Forestal

FAO
Organizacion Mundial para la Agricultura y Alimentacion

USAID
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

SEMINARIO INTERNACIONAL DE CAPACITACION EN INVESTIGACION SOBRE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO REDUCIDO Y MANEJO DE BOSQUES NATURALES RESULTADOS

Organizado por CIFOR y BOLFOR con el apoyo de la FAO

Santa Cruz de la Sierra Bolivia
Agosto 1997

Copyright©1997 by
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (MDSMA)

Las opiniones y juicios expresados en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la opinion o politicas del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente o USAID

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Prolongación Beni # 149
Tel 364704-364696 Fax 591-3-364319
Casilla # 6204 Santa Cruz Bolivia

Citacion BOLFOR 1997 Seminario Internacional de Capacitacion en Investigación sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales Resultados

Diagramacion Delicia Gutierrez R

Para la reproduccion o traducción integra o en parte del libro se debe solicitar autorizacion al Proyecto Bolfor y/o CIFOR

Impreso en Editora El Pais
Direccion Campero 250
Teléfono 343996

Prefacio

La transicion de la explotacion maderera al manejo forestal podra facilitarse mediante el desarrollo de una base adecuada de investigacion Entre los varios aspectos del manejo forestal que requieren investigacion, los estudios que contribuiran a la reduccion de los impactos nocivos del aprovechamiento tienen especial importancia Estos estudios deberan considerar una serie de factores, desde los impactos hidrologicos hasta las consecuencias sociologicas de los distintos enfoques de manejo forestal Dado que el financiamiento y el tiempo son limitados, la mejora de la eficiencia y calidad de la investigacion forestal adquiere especial importancia Este seminario fue diseñado con la meta de mejorar la investigacion referente al manejo forestal tropical, con enfasis en el aprovechamiento de impacto reducido

Los catorce participantes del seminario representaron a siete paises y a una gran variedad de instituciones Investigadores de ONG's, organizaciones internacionales de investigacion, agencias gubernamentales y universidades contribuyeron al seminario con una diversidad de perspectivas, ademas de compartir el deseo de aprender mas sobre la mecanica de la investigacion aplicada sobre manejo forestal tropical

Con el fin de incentivar el desarrollo de la capacidad de investigacion, cada participante del seminario formulo una hipotesis, efectuo estudios de campo de pequeña escala, analizo datos, y preparo y presento informes, tanto escritos como orales, sobre sus resultados La presente publicacion incluye los informes escritos, que fueron elaborados de acuerdo a las Directrices para la Preparacion de Manuscritos de la Revista de Biologia Tropical Al examinar estos trabajos, los lectores deberan tomar en cuenta que los estudios reportados en este libro estan basados solo en un dia de trabajo de campo y aproximadamente la misma cantidad de tiempo para la preparacion de manuscritos Si bien los temas de investigacion fueron generalmente seleccionados en base a su relevancia para el manejo forestal tropical, el objetivo fundamental de efectuar estos trabajos fue el facilitar el desarrollo de la capacidad de investigacion

La mayor parte de este seminario de doce dias de duracion se llevo a cabo en Concepcion (Departamento de Santa Cruz, Bolivia) y sus alrededores Los bosques secos de esta region eran completamente nuevos para muchos de los

participantes, especialmente para quienes normalmente trabajan en areas que reciben una precipitacion por lo menos cuatro veces mayor El seminario se realizo a principios de la estacion seca, cuando se inicia el florecimiento de varias especies arboreas y cuando el olor a humo se hace ocasionalmente aparente El fuego es un factor importante en esta region y fue el tema de varias de las investigaciones El grupo tambien paso dos dias en Lomerio en el campamento de BOLFOR, ubicado en el bosque manejado por la comunidad chiquitina de Las Trancas Alli tuvieron como anfitriones a la investigadora Michelle Pinard y a Juan Chuviru representante de CICOL (Central Intercomunal del Oriente de Lomerio) Olvis Camacho, miembro del personal de BOLFOR y participante del seminario, tambien explico parte de la investigacion que se encuentra en curso en el bosque de Las Trancas Estudios sobre fenologia de arboles, efectos de quemas controladas sobre la regeneracion poblaciones de fauna silvestre y productos forestales no maderables, son algunos de los varios proyectos ejecutados en este bosque por BOLFOR y otras instituciones asociadas

Despues del retorno a Concepcion, la atencion de los participantes se dirigio a sus problemas individuales de investigacion de campo Se continuo con conferencias y discusiones sobre metodos de investigacion, aprovechamiento de impacto reducido y ecologia forestal, pero la preparacion de las propuestas de investigacion y los manuscritos ocupo la mayoria del tiempo disponible El entusiasmo con el que los participantes acometieron este y otros componentes del seminario fue verdaderamente impresionante Muchos participantes comenzaban el trabajo en sus manuscritos temprano en la mañana y solo interrumpian el trabajo al cortarse la energia electrica del pueblo a la medianoche Si se considera que el trabajo promedio que se presenta en esta publicacion paso por cinco revisiones la cantidad de trabajo lograda por los participantes es impresionante

Agradecimientos

La realizacion de un seminario de este tipo requiere un gran esfuerzo de apoyo logistico Este año se tuvo la suerte de contar con el apoyo total del anfitrion del seminario el Proyecto BOLFOR, financiado por USAID e implementado con el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente El ingeniero William Cordero fue el principal coordinador en la oficina de BOLFOR y, al mismo tiempo que llevaba a cabo otras tareas, logro reunir para el seminario a 14 de los mas dedicados y talentosos investigadores de la region La importancia de identificar candidatos apropiados para seminarios de este tipo se hizo muy evidente al transcurrir los dias y no disminuir el entusiasmo y la energia Rudy Guzman quien participo en el seminario del año pasado sobre Metodos de Investigacion para el Aprovechamiento de Impacto Reducido realizado en Indonesia, proporciono un valioso apoyo logistico y sirvio como "memoria institucional" sobre la forma en que se debe realizar un seminario de capacitacion sobre investigacion su conferencia sobre la historia de la Chiquitania brindo antecedentes muy utiles a nuestra visita Otras conferencias presentadas por Damian Rumiz (BOLFOR) Richard Mancilla (Superintendencia Forestal) y William Cordero (BOLFOR) fueron apreciadas por todos los participantes Tambien es necesario agradecer a todo el personal de las oficinas de BOLFOR cuya cooperacion contribuyo al exito del seminario Finalmente, se agradece a CICOL y a la gente de Las Trancas por ser los anfitriones de la visita a sus bosques y al Sr Roberto Gonzales Muller propietario de Aserradero y Barraca Nueva Esperanza por permitir la investigacion en su propiedad

Francis E Putz
Coordinador de Seminarios Instructor
CIFOR

Dennis P Dykstra
Sub Director General de Investigacion
CIFOR

Seminario Internacional de Capacitación en Investigación sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales Resultados

---

INDICE DE TEMAS

Pagina

Tasas de Infiltracion de Agua en Suelos Compactados bajo dos Condiciones de Humedad en un Bosque Secundario en Concepcion, Bolivia
Librado Roberto Centeno Erguera
Jesus Victoriano Hernandez Perez 1

Infiltração de Agua em Solo de Trilhas e Subbosque em uma Area de Floresta Secundaria na Bolivia
Lia Cunha de Oliveira
Rodrigo A Pereira Junior
Lenin Prado
Edson Vidal 7

Infiltracion de Agua y Compactacion de Suelo en un Bosque Secundario en Concepcion, Bolivia
Ricardo Bedoya
Alejandro Meza
Gustavo Pinelo
David Quiros 15

Infiltracion de Agua en Suelos Degradados de un Bosque Seco Subtropical, en Concepcion Bolivia
Edson Vidal
Lenin Prado
Lia Cunha de Oliveira
Rodrigo A Pereira Junior 21

Pagina

Efectos de la Compactacion del Suelo sobre la Infiltracion de Agua en un Bosque Secundario de Concepcion, Bolivia
Roberto Rojas Ruiz
Olvis Camacho Mercado
Juan Carlos Licona
Milo Bozovich Granados 27

Influencia del Area de Cuenca y la Pendiente de Los Caminos Forestales sobre la Erosion de Suelos
Olvis Camacho Mercado 33

Influencia do Percentual de Inclinação das Estradas Florestais na Erosão do Solo
Lia Cunha de Oliveira 37

Efecto del Paso de un Skidder en la Tasa de Infiltracion de Agua en las Pistas de Arrastre de un Bosque Tropical en Concepcion Bolivia
Alejandro Meza Montoya 43

Efecto de la Compactacion del Suelo y la Iluminacion sobre la Densidad de Gramineas en un Bosque Seco de Concepcion Bolivia
Gustavo Pinelo 49

Relacion entre la Compactacion del Suelo y el Establecimiento de Regeneracion Natural en Pistas de Extraccion en un Bosque Aprovechado en Bolivia
Ricardo Bedoya 55

Regeneracion Natural de *Astronium Urundeuva* (Allemao) Engl en Pistas de Extraccion y en Bosque Adyacente en el Norte de Concepcion, Bolivia
Librado Roberto Centeno Erguera 61

Grado de Iluminacion y Densidad de Regeneracion en un Bosque Tropical en Concepcion Bolivia
Jesus Victoriano Hernandez Perez 67

Evaluacion del Efecto del Fuego en Relacion con Pendientes en un Bosque Seco Subtropical de Concepcion Bolivia
Juan Carlos Licona 71

Pagina

Efecto del Espesor y Humedad de la Corteza en la Sobrevivencia de Arboles en un Bosque Seco
Milo Bozovich Granados 75
Sobrevivencia de Cipos de Acordo com Padrão de Cambio e Espessura de Casca, em uma Floresta Mecanicamente Explorada e Incendiada, Concepcion-Bolivia
Rodrigo Antonio Pereira Junior 79
Propriedades Mecânicas de Cipos em Areas que Ocorreu Exploracao Seletiva de Madeira e Fogo Acidental em Concepcion, Bolivia
Edson Vidal 87
Iluminacion de Copas y Grado de Presencia de Bejucos en Arboles de un Bosque Intervenido en Concepcion, Bolivia
David Quiros 93
Estimacion de la Relacion entre los Diametros del Fuste y de la Copa de Arboles de *Anadenanthera colubrina* en un Bosque Seco Subtropical, Concepcion, Bolivia
Lenin Prado Rodriguez 97
Efectos de la Presencia de la Palmera Motacu (*Scheelea Princeps*) en el Area Basal de otros Arboles en un Bosque de Concepcion, Bolivia
Roberto Rojas Ruiz 103

ANEXOS
Nombres y Direcciones de los Participantes 107
Nombres y Direcciones de los Instructores 111
Itinerario 115
Materiales Distribuidos 119
Analisis de Datos de Parcelas Permanentes 121
Una breve Introduccion al Diseño Experimental y a la Estadistica
Francis E Putz
Claudia Romero 123

Tasas de Infiltración de Agua en Suelos Compactados bajo dos Condiciones de Humedad en un Bosque Secundario en Concepción, Bolivia

Librado Roberto Centeno Erguera
Centro de Investigacion Regional del Sureste Apartado Postal No 13 B Mérida Yucatan Mexico C P 97454

Jesus Victoriano Hernandez Perez
Union de Comunidades Forestales Zapotecas Chinantecas Hidalgo # 1 Capulalpam de Mendez Oaxaca Mexico C P 68760

Resumen

En un bosque secundario se determino la tasa de infiltracion del agua en suelos sujetos a un proceso de compactacion bajo dos condiciones de humedad Se midio la tasa de infiltracion del agua, en condiciones de suelos secos y de suelos donde se aumento la humedad experimentalmente tambien la compactacion se realizo de manera experimental Los resultados muestran que despues de la compactacion la velocidad de infiltracion en suelos secos fue 15 veces mas rapida que en suelos humedos Se concluye que el daño por compactacion es mayor bajo condiciones de alta humedad en los suelos y que la susceptibilidad a erosion es tambien mayor

Abstract

In secondary forest we compared water infiltration rates in moistened and dry soils subjected to experimental compaction Infiltration rates were 15 times faster in dry than in wet soils after compaction These results demonstrate that to reduce soil erosion due to runoff it is important to avoid soil compaction when soils are wet

Key words soil compaction tropical secondary forest - water infiltration rate

Introducción

Los daños ocasionados al suelo durante los aprovechamientos forestales son un problema muy serio, particularmente donde los metodos de extraccion consisten en el arrastre de trozas hasta los patios de concentracion (Johnson & Cabarle 1995) La maquinaria pesada utilizada durante las operaciones de extraccion ocasiona fuertes daños al suelo y a la vegetacion remanente Un tipo de daño puede ser la compactacion del suelo, que dependiendo de la severidad del daño puede disminuir la tasa de infiltracion de agua aumentar el potencial de erosion, retrasar el crecimiento de los arboles y dificultar la regeneracion de la masa arborea (Dykstra & Heinrich 1996) Tambien el agua es un elemento que al llenar los poros del suelo lo hace impermeable de tal manera que una vez llenos los espacios porosos, el agua excedente tiende a fluir superficialmente, ocasionando las escorrentias y erosionando el terreno Ademas los suelos con saturacion de agua tienden a disminuir su poder mecanico es decir pierden fuerza, e incrementan la susceptibilidad de erosion

La recuperacion de las areas compactadas generalmente es dificil ya que los daños retardan el crecimiento de las plantas principalmente debido a impedimento mecanico de crecimiento de raices que limitan su acceso a los nutrientes Cuando la compactacion es severa, las raices tambien pueden someterse a condiciones anaerobicas limitar la absorcion de nutrientes y retardar su tasa de crecimiento (Putz 1996 Guariguata & Dupuy 1997, Seixas *et al* s/f) Estas areas compactadas pueden recuperarse mediante reforestaciones, pero la respuesta de las plantas es generalmente pobre Aunque la preparacion del suelo puede disminuir el efecto de la compactacion sobre el crecimiento de las plantas, esto generalmente resulta costoso y no siempre es practico (McDonald *et al* 1995)

Aunque la mayoria de las actividades de extraccion forestal se realizan durante la temporada seca otras actividades como el transporte de la madera a los aserraderos, se realizan aun en la temporada lluviosa Considerando el efecto de la humedad sobre la fuerza del suelo, el daño ocasionado a este es mayor y aumenta la susceptibilidad a la escorrentia y erosion La finalidad del presente estudio fue comparar la tasa de infiltracion del agua en condiciones de suelos humedos y secos, en un bosque secundario tropical

Sitio de estudio

Se localiza aproximadamente a 3 km hacia el Oeste de Concepcion, Bolivia (16°30'S, 61°37'O), a una altitud aproximada de 500 msnm Presenta clima tropical seco, con una precipitacion anual de 1100 mm distribuidos predominantemente de octubre a marzo, y la temperatura media es de 24,5°C La topografia es plana con pequeñas ondulaciones y los suelos son del tipo Cambisoles La vegetacion es un bosque secundario de 8-10 años de edad, originado por el abandono de un pastizal y derivado de un bosque seco subtropical (segun las zonas de vida de Holdridge)

Métodos

La hipotesis a probar durante el presente trabajo fue la tasa de infiltracion del agua en suelos sujetos a un proceso de compactacion bajo condiciones de humedad es mas lenta que en suelos compactados secos Se utilizaron infiltrometros rusticos fabricados con tubos de PVC de 8 cm de diametro y 15 cm de largo, con un filo en la base para facilitar la penetracion en el suelo El infiltrometro se entierra 3 cm en el suelo enseguida se vierte el agua en el tubo hasta llegar a una altura de 8 cm y se procede a tomar el tiempo que dura el agua en infiltrarse

Para el establecimiento de los sitios, se eligieron condiciones similares en el bosque, en donde se fueron ubicando los pares de tratamientos en cada par, los tratamientos se establecieron al azar En aquellos sitios donde debia determinarse la tasa de infiltracion en condiciones de humedad se procedio a humedecer el suelo para posteriormente compactarlo mediante pisoteo y asi medir la tasa de infiltracion Para el analisis estadistico se utilizo la prueba de Wilcoxon

Resultados y discusion

Se observa que las tasas de infiltracion de agua en suelos compactados son mayores en condiciones de suelo seco que bajo condiciones de humedad (Wilcoxon, $Z=2,2$, $P<0,05$, Tabla 1) Esto ocasiona que los problemas de compactacion, escorrentias y erosion tiendan a aumentar bajo condiciones de

alta humedad, particularmente en areas de extraccion forestal y con el uso de maquinaria pesada

Suelo seco (cm^3/min)	Suelo humedo (cm^3/min)
112 2	12 6
54 3	0 7
138 7	20 1
153 7	2 7
199 4	12 1
290 7	15 5
Media = 158 2	Media = 10 6
Desviacion estandar = 80 7	Desviacion estandar = 7 5

Tabla 1 Resultados de la comparacion de las tasas de infiltracion de agua en suelos secos y humedos que fueron compactados experimentalmente en un bosque secundario tropical

Los tractores utilizados durante las labores de extraccion forestal impactan negativamente al suelo y a la vegetacion Durante la construccion de caminos de arrastre, por ejemplo la materia organica y la regeneracion natural son removidas el suelo es compactado y la tasa de infiltracion de agua disminuye Ademas, el paso repetido del tractor por el mismo camino influye sobre el grado de compactacion del suelo y sobre la tasa de infiltracion de agua

La compactacion disminuye el volumen de poros del suelo por lo cual la densidad del mismo aumenta y el suelo se vuelve impermeable, es decir, la tasa de infiltracion de agua es baja Las caracteristicas del suelo y la topografia tambien influyen sobre esta impermeabilidad Cuando la textura del suelo es arcillosa, la impermeabilidad es mayor que cuando se trata de un suelo arenoso

Con base en los resultados de este estudio, se recomienda que las operaciones de extraccion deben interrumpirse durante la epoca lluviosa, ya que bajo estas condiciones aumentan la compactacion, la erosion y sedimentacion, ademas de disminuir la eficiencia de las operaciones, aumentando notablemente los costos de la explotacion forestal

Agradecimientos

Deseamos agradecer a FAO CIFOR BOLFOR, y a todas las personas que hicieron posible nuestra estancia en este Seminario En particular agradecemos a Rudy Guzman, Froilan Merlo, Todd Fredericksen, por su valiosa informacion y apoyo tanto en campo como en la integracion del informe Asimismo, gracias a Francis Putz, Claudia Romero, y Rudolf Heinrich por su asesoria, sugerencias y utiles comentarios para mejorar este escrito Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de FAO y CIFOR y al apoyo logistico, administrativo, y tecnico de BOLFOR

Literatura citada

DYKSTRA D P & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* Organizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion Roma, Italia 85 p

GUARIGUATA, M R & J M DUPUY 1997 Forest Regeneration in Abandoned Logging Roads in Lowland Costa Rica *Biotropica* 29 15-28

JOHNSON, N & B CABARLE 1995 *Sobreviviendo a la Tala Manejo del Bosque Natural en los Tropicos Humedos* World Resources Institute, Washington, D C 72 p

MCDONALD, T P , B J STOKES, R B RUMMER, F SEIXAS & J CHAO 1995 A Skidder-Mounted Ripping Tool for Skid Trail Bulk Density Remediation 1995 ASAE Annual International Meeting, Chicago 9 p

PUTZ F E 1996 Soil Compaction and Water Infiltration Overview of Group Projects *In* F E Putz E P Sist D P Dykstra & R Heinrich (Eds) Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results Bogor and East Kalimantan Indonesia 1-2 pp

SEIXAS F B STOKES B RUMMER & T MCDONALD s/f Harvesting Soil Impacts for Selected Silvicultural Prescriptions s n t 230-238 pp

Infiltração de Água em Solo de Trilhas e Subbosque em uma Área de Floresta Secundária na Bolívia

Lia Cunha de Oliveira
FCAP Faculdade de Ciencias Agrarias do Para Av Presidente Tancredo Neves S/N Terra Firme CEP 66077 530 Belem/PA Brasil

Rodrigo A Pereira Junior
FFT Fundaçao Floresta Tropical Caixa Postal 13077 CEP 66040 970 Belem/PA Brasil

Lenin Prado
ECCD Estacion Cientifica Charles Darwin Casilla 17 01 3891 Quito Ecuador

Edson Vidal
IMAZON Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazonia Caixa Postal 1015 CEP 66017 000 Belem/PA Brasil

---

Resumo

A conversão dos bosque tropicais em areas de agricultura e pastagens, resulta em compactação, aumento da densidade e diminuição da taxa de infiltração de agua no solo Em um estudo realizado em area de floresta secundaria em Concepcion-Bolivia se observou que existe diferença entre a velocidade de infiltração de agua no solo do subbosque em relação as trilhas Todavia a relação entre a velocidade de infiltração de agua no solo do subbosque e as distâncias em que as amostras foram coletadas em relação as trilhas não pode ser comprovada Foi observada a existência de correlação negativa significante entre a densidade da superficie do solo e a velocidade de infiltração de agua no mesmo

Abstract

Tropical forest conversion to other land uses such as agriculture and grazing lead to soil compaction, increased soil density and reduced water infiltration rates A study carried out in a secondary forest in Concepcion, Bolivia, showed higher infiltration rates in the understory than on cattle trails However there

Previous Page Blank

was no difference between infiltration rates at different distances from the trails into the understory There was also a negative correlation between surface soil density and infiltration rates

Key words Bolivia infiltration secondary forest soil compaction

Introdução

Durante a ultima decada as florestas tropicais vem sendo reduzidas a uma taxa acelerada (Uhl et al 1997) Em grandes areas ao longo dos tropicos o aproveitamento das florestas segue um padrão definido de exploração dos recursos madeireiros e posterior conversão do bosque residual em areas de agricultura ou pastagens Com o passar dos anos a maioria dessas areas são abandonadas, uma vez que sem a presenca do bosque ficam expostas a intemperies Esta modificação drastica na estrura do bosque, aliada ao uso de maquinas pesadas, fogo e pisoteio de gado e outros animais provoca muitos efeitos no solo, principalmente no que se refere a compactação e infiltração de agua Em alguns casos, a compactação do solo provocada pelas atividades de exploração persiste por ate 20 anos (Winn 1996) Como consequencia deste uso indevido temos erosão, acumulo de agua, carreamento da camada superficial com consequente perda de nutrientes, alem, de atrasos no processo de sucessão secundaria

Este trabalho objetiva demonstrar como um solo nestas condições de uso responde a infiltração de agua Neste sentido foram feitos testes de infiltração em caminhos e no subbosque da area

Sítio de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma area de pastagem abandonada, nos arredores da cidade de Concepcion, distrito de Chiquitos, Bolivia (16°30'S 61°37'W) Esta area se encontra a 500 msnm, a temperatura media anual e de 24,5°C, com uma precipitação anual de 1100 mm Ha uma estação seca definida que corresponde aos meses de abril a setembro

Segundo Holdridge o bosque esta localizado na zona de vida de um Bosque seco Sub-tropical (Bs-St) A area foi abandonada a aproximadamente 6 anos e

apresenta-se como uma capoeira baixa (cerca de 8 m de altura), com dossel aberto e presença de especies heliofilas das familias Poaceae, Anacardiaceae, Cyperaceae, Leguminosae e Arecaceae

Métodos

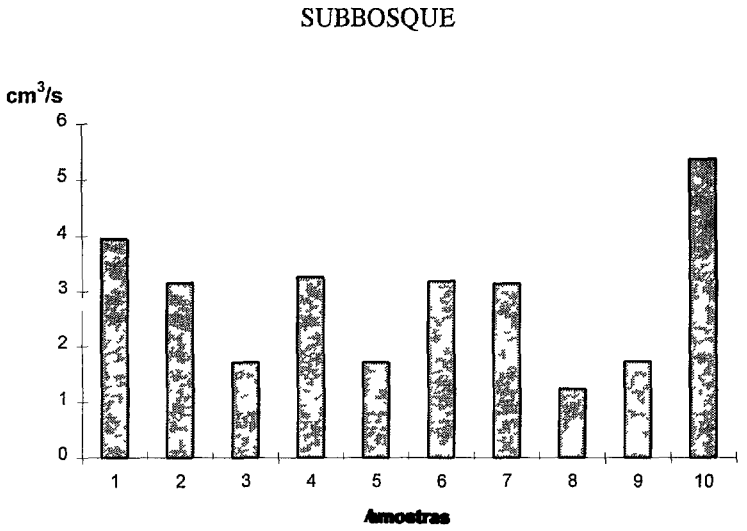
Foram retiradas 20 unidades de amostra inteiramente ao acaso, sendo 10 nas trilhas e 10 no subbosque As distâncias entre as amostras nas trilhas e nos subbosque variaram de 0,5 - 2,0 m Para avaliação da infiltração de agua no solo foi utilizado um tubo de PVC com 8 cm de diametro e 15 cm de comprimento Em cada ponto sorteado, estes tubos foram introduzidos mais ou menos 3 cm no solo livre de liteira, em seguida colocou-se uma lâmina de agua de 8 cm de altura O tempo de infiltração foi medido com auxilio de um cronometro Para avaliar a resistencia do solo a penetração, utilizou-se um penetrômetro de bolso Sendo utilizados para esta amostragem os mesmo pontos em que se verificou a infiltração Os valores observados para infiltração (tempo e volume de agua) foram transformados para velocidade de infiltração (cm^3/s) Os valores de resistencia a penetração foram obtidos em kg/cm^2

Utilizou se o teste de Mann Whitney U para provar se o solo das trilhas difere do solo do subbosque em relação a variavel velocidade de infiltração de agua Para provar se a velocidade de infiltração de agua no solo do subbosque estava relacionada com diferentes distancias em relação as trilhas, utilizou-se o metodo de regressão linear Foi realizada uma analise de correlação para verificar o grau de associação entre a resistencia a penetração oferecida pelo solo e a velocidade de infiltração da agua

Resultados e discussões

Infiltração de agua em trilhas e subbosque

Os valores da mediana obtidos para velocidade de infiltração de agua nas trilhas e no subbosque foram 0 54 cm^3/s e 3 10 cm^3/s respectivamente A variação encontrada intra e entre ambientes foi, todavia bastante alta (Figura 1) O teste de Mann Whitney mostrou que existe diferença altamente significativa entre os dois ambientes em relação a infiltração de agua no solo ($U = 82$, $P = 0,016$)



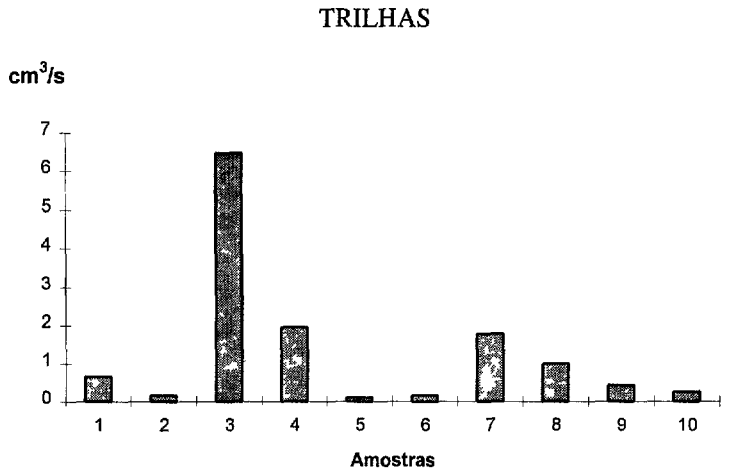


Figura 1 Velocidade de infiltração em subbosque e trilhas de uma floresta secundaria em Concepcion Bolivia

Baseado neste resultado pode-se afirmar que nas trilhas a compactação do solo causada pelo constante pisoteio de pessoas e animais influencia negativamente a infiltração de agua No subbosque, onde a compactação não foi tão intensa, a infiltração de agua ocorre de forma mais rapida Isto se deve, provavelmente ao fato do solo do subbosque apresentar melhor estrutura, porosidade e atividade biologica Resultados semelhantes foram encontrados por Muhammad (1996) em florestas residuais na Indonesia Este autor obteve media de infiltração de 127 mm/min no subbosque, sendo este valor significativamente maior que a taxa de infiltração obtida nas trilhas de skidder que foi 6,1 mm/min Winn (1996), em florestas exploradas da Indonesia, tambem obteve uma relação negativa entre a velocidade de infiltração de agua no subbosque e nas trilhas de arraste

Infiltração de agua no subbosque a diferentes distâncias das trilhas

Não existe uma relação direta entre a velocidade de infiltração de agua no solo do subbosque e as distâncias em que as amostras foram coletadas em relação as trilhas (N=10 R = 0,037) Isto provavelmente se deve ao pequeno numero de unidades de amostras o qual não permite maiores conclusões (Figura 2) Por outro lado, as amostras no subbosque foram tomadas muitos proximas das trilhas e o intervalo entre as distancias muito pequeno (1,0 - 2,0 m), neste raio, e provavel que o solo do subbosque ainda sofra influência da compactação das trilhas

Densidade do solo e velocidade de infiltração da agua

A media obtida para a resistencia do solo a penetração foi de 2 47 kg/cm^2 (s = 1 43) para infiltração esse valor foi de 2 07 cm^3/s (s = 1 78) Pode-se observar que existe uma correlação negativa altamente significante entre as duas variaveis (r = -0 610 e P=0 01) ou seja quanto maior for a densidade da superficie do solo menor sera a velocidade de penetração de agua no mesmo (Figura 3)

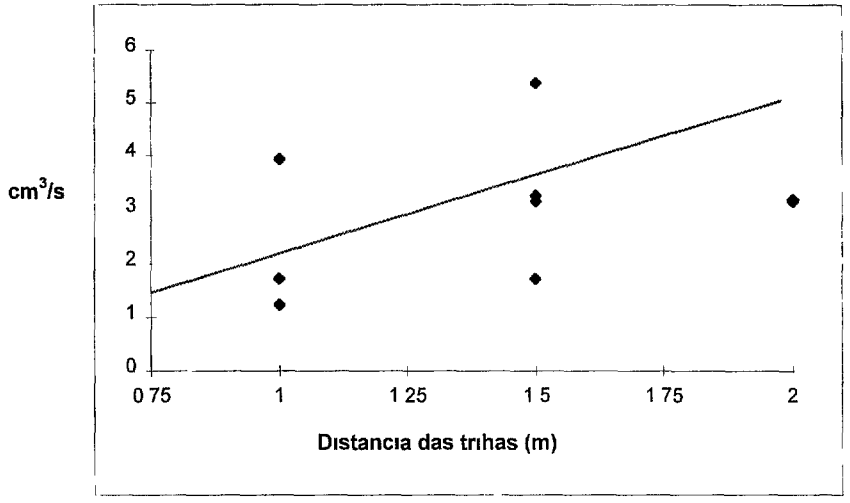


Figura 2 Velocidade de infiltração de agua no subbosque para diferentes distancias das trilhas em floresta secundaria Concepcion Bolivia

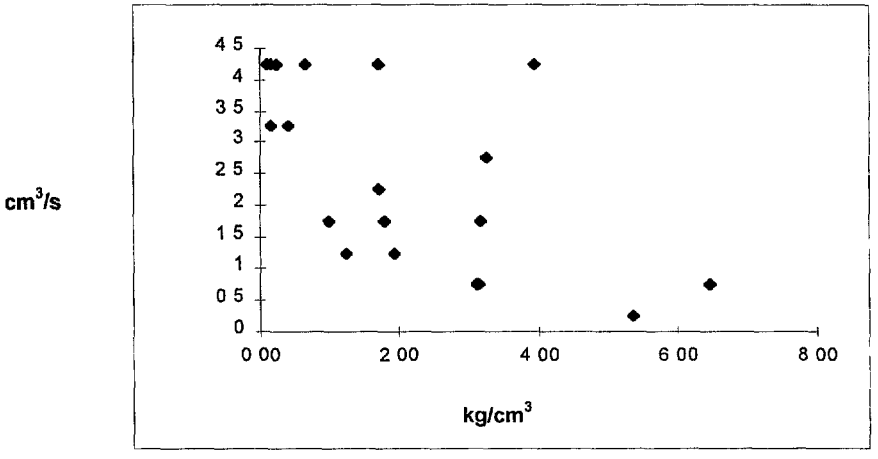


Figura 3 Relaçao entre densidade do solo e velocidade de infiltração de agua em floresta secundaria em Concepcion-Bolivia

Baseado nesta relação podemos supor que o aumento da densidade de superficie do solo provocado pelo uso excessivo de maquinas e pisoteio, facilita o acumulo de agua e escoamento superficial, devido a menor velocidade de infiltração Conclusões semelhantes foram reportadas por Migunga (1995), Muhammad (1996) e Win (1996) Estes autores estudando o efeito do pisoteio e uso de maquinas pesadas em diferentes sitios, observaram que a densidade do solo aumenta significativamente, reduzindo sua porosidade e causando a perda de nutrientes

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CIFOR, FAO, e ao projeto BOLFOR, pela oportunidade de participar do "Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido e Manejo de Bosques Naturales" Especialmente aos instrutores, na pessoa de Francis Putz, Rudolf Heinrich, Todd Fredericksen, Froilan Merlo e Rudy Guzman pela motivação e ajuda na conduação da coleta, analise de dados e revisão do texto

Literatura citada

MIGUNGA, G A 1995 Tropical Forest Soil Compaction Effects of Multiple Log Skidding Tractor Passes on Surface Soil Bulk Density at São Hill, Tanzania In, Forest Operation for Sustainable Forestry in the Tropics Proceedings of a Symposium D P , Dykstra, editor IUFRO, Finland

MUHAMMAD, F A R , 1996 Water Infiltration Rates on a Skidtrail and in Adjacent Residual Forest 20 Years after Logging in East Kalimantan, Indonesia In, Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results F E Putz P Sist D P Dykstra R Heinrich editors CIFOR Indonesia

UHL, C , BARRETO, P , VERISSIMO, A , BARROS, A C AMARAL, P , VIDAL E E SOUZA JR , C 1997 The Role of Information in Natural Resource Management The Case of Loggig in the Brazilian Amazon *Bioscience*, 47 160-168

WINN, O , 1996 Effect of Skidtrail Slope on Infiltration Rates in a Forest Logged 20 Years Ago in East Kalimantan Indonesia In Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results F E , Putz, P Sist, D P , Dykstra R , Heinrich, editors CIFOR, Indonesia

Infiltración de Agua y Compactación de Suelo en un Bosque Secundario en Concepción, Bolivia

Ricardo Bedoya
Programa Forestal Fundación TUVA Apto 54 Puerto Jiménez Costa Rica

Alejandro Meza
Instituto Tecnológico de Costa Rica Apto 159 7050 Cartago Costa Rica

Gustavo Pinelo
CATIE/CONAP PCC Frente Hotel Sabana Flores Guatemala

David Quiros
CATIE/PROSIBONA Apto 7170 Turrialba Costa Rica

Resumen

La compactacion del suelo causada por la presencia de maquinaria pesada en el bosque juega un importante papel sobre la capacidad de regeneracion y la tasa de erosion de las areas afectadas Se pretende determinar, a traves de la tasa de infiltracion de agua, los cambios estructurales en el suelo de un bosque secundario con diferentes niveles de compactacion y analizar el efecto de la hojarasca como reductor del impacto Los resultados demuestran que la velocidad de infiltracion en un suelo compactado fue menor que en uno sin compactar Sin embargo no se encontro diferencia entre compactaciones hechas sobre suelo con hojarasca y sin ella Los autores consideran necesario realizar un nuevo estudio uniformizando la cantidad de presion ejercida y tomando en cuenta la cantidad de hojarasca presente

Abstract

Soil compaction caused by the use of heavy machinery in forests limits rates of vegetation recovery and increases rates of soil erosion This study was designed to test the effects of soil compaction with and without the presence of leaf litter Although water infiltration rates were slower into soil that was

experimentally compacted, the presence of leaf litter did not diminish the effects of compaction The authors recommend further study with more precise control of the compaction process and measurements of the amount of leaf litter

Key words forestry secondary forest soil compaction water infiltration

Introducción

En general en los ecosistemas boscosos el grado o nivel de compactacion del suelo esta dado por el uso y/o forma de manejo a que se ha sometido el recurso En America tropical los aprovechamientos forestales se caracterizan por ser altamente selectivos, empleando para el arrastre, generalmente el tractor de oruga, el cual provoca una compactacion de 0,7 kg/cm^2 aproximadamente (Heinrich, R Comunicacion personal) Es muy importante determinar el grado de compactacion del suelo por el gran efecto que tiene sobre la regeneracion y erosion (Dykstra & Heinrich 1996)

Este estudio de caso pretende comparar la diferencia de compactacion de suelo en un bosque de sucesion secundaria Para tal efecto consideramos la evaluacion de un sitio sin compactar (con la compactacion actual) y otro sitio en donde se simulo la compactacion producida por un tractor de oruga Se pretende ademas predecir el impacto causado por el arrastre sobre el efecto de dejar la hojarasca que protege el suelo El trabajo utiliza el efecto de la infiltracion de agua como indicador de la compactacion del suelo

Sitio de estudio

El estudio se llevo a cabo en un bosque secundario cuya zona de vida corresponde a bosque seco subtropical (bs-ST, Holdridge 1982), ubicado en la region oriental de Bolivia (16°30'S, 61°37'O) a 500 m sobre el nivel del mar El bosque se caracteriza por una vegetacion secundaria poco densa, cuyo dosel superior presenta principalmente especies arboreas y palmas, tales como *Acrocomia totai*, *Scheelea princeps* y *Cordia* sp , ademas un dosel intermedio y bajo dominado por generos de las familias Flacourtiaceae (frecuentemente *Casearia* sp), Rubiaceae y Piperaceae con varias lianas La topografia es plana de muy facil acceso y no

se presentan fuentes hidrograficas de importancia El sitio evidencia efectos de fuego ocurrido en el pasado, ademas de pastoreo con ganado vacuno

Métodos

Se utilizaron tres tratamientos testigo, que considero areas sin ningun grado de compactacion de suelo experimental, compactacion experimental con hojarasca, que considera areas donde se compacto el suelo manteniendo la presencia de un manto de hojarasca y/o materia organica, y compactacion sin hojarasca, en el que se dejo el suelo desprovisto de hojarasca y se procedio a compactar La compactacion se realizo en forma mecanica aplicando fuerza humana mediante seis pisadas, equivaliendo este procedimiento a una compactacion de 0,5 kg/cm^2

La ubicacion de las repeticiones se hizo de forma sistematica en sitios aparentemente con iguales condiciones Se registraron 13 repeticiones y las unidades de registro se distribuyeron al azar Se utilizaron tres infiltrometros rusticos, hechos con tubo plastico de cañeria de 8 cm de diametro y una longitud de 15 cm, similar al descrito por Anderson (1993) En un extremo se afilo todo el perimetro para facilitar su introduccion en el suelo, utilizando para ello un mazo de madera Los infiltrometros se introdujeron 3 cm en el suelo, se vertio agua dentro de ellos hasta llegar a una marca de 8 cm y se inicio la medicion del tiempo en que se filtraba el agua vertida

Los datos de los tres tratamientos fueron analizados mediante la prueba de Friedman y para realizar el analisis entre tratamientos se utilizo la prueba de Wilcoxon

Resultados y discusión

Nuestros resultados indican que existe una diferencia en la tasa de infiltracion del agua entre un suelo compactado y otro sin compactar ($P<0,002$), ademas el proceso de infiltracion no es afectado por la presencia de hojarasca ($P=0,972$) Sin embargo, es claro que la presencia de hojarasca y otra materia organica en el suelo es un elemento importante para la proteccion del mismo contra el efecto erosivo que pueden causar las gotas de lluvia y la escorrentia superficial Por esta razon es importante que en las operaciones de arrastre, se

evite que los tractores remuevan el material organico existente en la superficie del suelo y que circulen con la pala levantada cada vez que entren al bosque

	Suelo Sin Compactar (ml/min)	Suelo Compactado sobre la Hojarasca (ml/min)	Suelo Compactado luego de Remover la Hojarasca (ml/min)
	223 4	82 6	199 4
	211 6	168 7	238 9
	236 5	78 0	36 1
	313 3	79 6	121 2
	199 4	60 9	254 0
	137 1	67 8	79 6
	482 6	89 7	48 6
	246 2	187 0	217 4
	236 5	120 6	89 4
	395 5	129 0	142 8
	83 8	117 1	75 6
	166 4	75 4	78 8
	344 7	297 9	182 8
Mediana	236 5	89 7	121 2
Rango	83 8 482 6	60 9 297 9	36 1 354 0

Tabla 1 Tasa de infiltracion de agua en el suelo de un bosque secundario bajo tres niveles de compactacion Concepcion Departamento de Santa Cruz Bolivia

Se considera importante el realizar un nuevo ensayo con un mejor control de las limitantes encontradas en este estudio, entre las cuales estan el tipo de instrumentos utilizados, la cantidad de presion ejercida la cantidad de hojarasca presente, y la distancia del punto de observacion a la vegetacion existente (arboles, palmas entre otros) Para ello se recomienda usar tubos de poco espesor, pues a la hora de introducirlo a la tierra se producen alteraciones en la compactacion producida Tambien, se debe mejorar el instrumento usado para ejercer la presion sobre el suelo, el cual debe ser facilmente controlable y producir una compactacion uniforme sobre cada punto de observacion Ademas, puede ser importante compactar mas el suelo simulando mas pasadas del tractor, para evaluar si existe algun efecto que disminuya la tasa de infiltracion del agua

Agradecimientos

Los autores agradecen profundamente a los instructores y organizadores del Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales, BOLFOR, FAO, y CIFOR A Claudia Romero por su ayuda en la revision del manuscrito y en particular a Francis E Putz, por su guia y colaboracion en la elaboracion del presente informe

Literatura citada

ANDERSON, J M & J S I INGRAM 1993 *Tropical Soil Biology and Fertility* CAB International, Oxford, England 221 p

DYKSTRA, D P & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* FAO Roma 85 p

HOLDRIDGE L 1982 *Ecologia Basada en Zonas de Vida San Jose, Costa Rica* IICA 216 p

Infiltración de Agua en Suelos Degradados de un Bosque Seco Subtropical, en Concepción, Bolivia

Edson Vidal
IMAZON Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia Caixa Postal 1015 CEP 66017-000 Belém Para Brasil

Lenin Prado
ECCD Estacion Cientifica Charles Darwin Casilla 17 01 3891 Quito Ecuador

Lia Cunha de Oliveira
FCAP-Faculdade de Ciencias Agrarias do Para Av Presidente Tancredo Neves S/N Terra Firme CEP 66077 530 Belem Para Brasil

Rodrigo A Pereira Junior
FFT Fundaçao Floresta Tropical Caixa Postal 13077 CEP 66040 970 Belem Pará Brasil

---

Resumen

La compactacion de los suelos por actividades de extraccion selectiva de madera, cambio de uso de la tierra y establecimiento de pastizales en bosques tropicales tiene implicaciones en la erosion y modificacion en el crecimiento y desarrollo de las plantas En areas perturbadas, arboles como las palmeras pueden afectar las condiciones del suelo por produccion de hojarasca y raices finas Sin embargo en un estudio realizado en un bosque secundario en Concepcion Bolivia, se observo que no existe una relacion entre las diferentes distancias de la palma (*Scheelea princeps*) y la velocidad de agua infiltrada

Abstract

Soil compaction due to selective forest harvesting and cattle grazing in tropical forests affect soil erosion and plant growth Residual trees in pastures and secondary forest, like palms may improve soil condition by production of leaf litter and root growth Contrary to our prediction, in Concepcion, Bolivia the

Previous Page Blank

rate of infiltration of water was not affected by distance (0 5 m) from palm trees (*Scheelea princeps*)

Key words Secondary forest - soil compactation water infiltration

Introducción

El suelo en el bosque juega un papel importante como soporte de la vegetacion, retencion de la humedad, y reciclaje de nutrientes En los paises tropicales la tala selectiva ocasiona problemas de erosion compactacion sedimentacion y perdida de nutrientes La compactacion de los suelos afecta negativamente el crecimiento de los arboles, especialmente de aquellas especies de valor comercial (Fenner & Grammel 1992) El efecto de la erosion ademas, es tambien grave por la perdida del suelo fertil y aumento de la sedimentacion en los rios

En America Latina la escala del aprovechamiento de los bosques no es intenso comparado con otras regiones tropicales y frecuentemente aumenta la frontera para ganaderia y colonizacion (DeBonis 1986, Lanly 1988) Durante las ultimas decadas, gran parte de los suelos del bosque tropical estan siendo degradados por la tala selectiva y conversion a actividades de agricultura migratoria de corto plazo pastizales y mineria entre otras Los estudios de dinamica de nutrimentos han mostrado una perdida considerable de nutrimentos del suelo en algunos casos con tasas de recuperacion variables (Shariff *et al* 1990)

La cantidad de raices superficiales que presentan las palmeras de los bosques secundarios posiblemente mejoran el proceso de infiltracion de agua en el suelo favoreciendo su estructura y aumentando la porosidad El presente trabajo fue realizado para probar la hipotesis que existe una relacion negativa entre las distancias desde las palmeras y la tasa de infiltracion del agua en el suelo

Sitio de estudio

El estudio fue realizado en las proximidades del area aledaña a la Represa de Concepcion, Departamento de Santa Cruz Bolivia (16°30'S 61°37'O) El sitio de estudio se encuentra a 500 msnm, la temperatura media anual es de 24,5°C, con una precipitacion anual de 1 000 mm, los meses mas secos corresponden a

abril-septiembre Segun Holdridge (1987), el bosque esta localizado en la zona de vida de un Bosque seco Sub-tropical (bs-ST) El lugar del estudio tiene aproximadamente seis años de transicion de pastizal a bosque secundario El area se presenta como un bosque secundario con alturas de arboles entre 4-6 m y con dosel abierto Las especies mas comunes del dosel son las palmas *Acrocomia totai* y *Scheelea princeps* y *Cecropia* sp helechos y gramineas

Métodos

Se seleccionaron al azar 10 palmeras de la especie *S princeps* y a partir de estas se colocaron a diferentes distancias tubos de PVC para el estudio de infiltracion Cada infiltrometro tenia 15 cm de altura y 8 cm de diametro (cada palmera correspondio a una repeticion) Los datos de la distancia se tomaron indistintamente entre 0 5 m de la palmera y la direccion entre la palmera y el tubo tambien fue al azar (una vez establecida la distancia) En el sitio del muestreo se limpio la hojarasca y se enterraron 3 cm del tubo en el suelo seguidamente se coloco agua en el tubo hasta una altura de 8 cm e inmediatamente se midio con un cronometro el tiempo que tardo la infiltracion del agua en el suelo (para el calculo de la velocidad de infiltracion del agua por el tiempo los datos fueron convertidos a cm^3/s) Para el analisis de los datos se utilizo la prueba no parametrica de correlacion de Spearman

Resultados y discusión

Existe gran variacion en la tasa de infiltracion (rango 0 51-9 43 cm^3/s $\bar{x}$ = 2 74 cm^3/s) Debido a la alta varianza observada se uso la prueba no parametrica de correlacion de Spearman No se presento una relacion entre la distancia de la palma y la velocidad de infiltracion de agua
(r_s=-0 316 p>0 05)

Durante el estudio de campo se observo que la composicion de la vegetacion del lugar era similar sin embargo se pudo notar la presencia de caminos de ganado vacuno y personas, el dosel abierto, y una alta presencia de gramineas y helechos Estos factores entre otros pueden causar variaciones en las condiciones del suelo

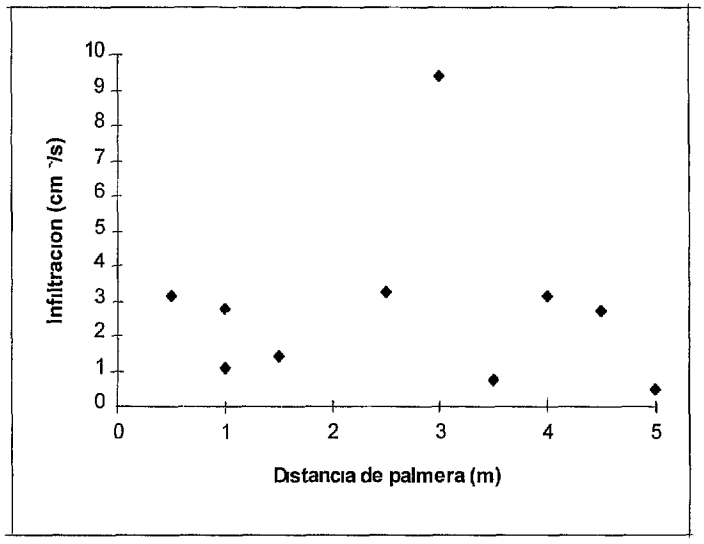


Figura 1 Relacion entre la distancia de palmera (*S princeps*) y la infiltracion de agua en el suelo

Como recomendacion para futuras investigaciones seria importante incrementar el numero de unidades de muestreo para describir mejor las variables del estudio y mejor ajuste de la prueba estadistica considerar las variables como estructura de la vegetacion y cantidad de materia organica en el suelo por la variabilidad observada en el sitio de estudio Otro aspecto a tomar en cuenta seria la historia de perturbacion del bosque que ayudaria a reforzar la historia de intervenciones humanas a que estuvo sometido el sitio

Agradecimientos

Queremos agradecer a Francis Putz, Todd Fredericksen, Froilan Merlo y Rudy Guzman por la paciencia que tuvieron en enseñarnos las pruebas estadisticas y computacion Este estudio fue realizado gracias a la ayuda financiera de FAO y CIFOR y el apoyo logistico y administrativo de BOLFOR

Literatura citada

DEBONIS J N 1986 Harvesting Tropical Forest in Ecuador *J For* 84 43-46

FENNER, P & R Grammel 1992 Effects of Logging on Forest Soil Physical Properties in Eastern Amazonia Manuscrito no publicado

LANLY, J P 1988 Tropical Forest Resources FAO Roma

Efectos de la Compactación del Suelo sobre la Infiltración de Agua en un Bosque Secundario de Concepción, Bolivia

Roberto Rojas Ruiz
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Calle Pevas 541 Iquitos Peru

Olvis Camacho Mercado
Proyecto BOLFOR Prolongacion Beni 149 Santa Cruz Bolivia

Juan Carlos Licona
Proyecto BOLFOR Prolongacion Beni 149 Santa Cruz Bolivia

Milo Bozovich Granados
Universidad Nacional Agraria La Molina Av La Universidad S/No La Molina Lima Peru

---

Resumen

En un bosque secundario de Concepcion, Bolivia, se determino la tasa de infiltracion de agua en terrenos compactados por el peso de una persona a aproximadamente 0,30 kg/cm^2 y en terrenos sin compactacion (N = 7 en parejas) No existen diferencias significativas entre ambos tratamientos Este resultado puede ser explicado por el tamaño muy pequeño de la muestra

Abstract

In a secondary forest near Concepcion Bolivia we compared the rate of infiltration of water into soil that was compacted by the weight of a person (approximately 0 30 kg/cm^2) with soil that was not experimentally compacted (N=7 pairs) Contrary to our expectation, we found no significant difference between the treatments This result may have been due to our small sample size

Key words Bolivia - infiltration secondary forests - soil compaction

Previous Page Blank

Introducción

Los bosques desempeñan un papel importante en el ciclo hidrologico y especialmente en la infiltracion cuya tasa es afectada por la presencia o ausencia de la masa arborea Las actividades que se desarrollan en el bosque influyen en mayor o menor grado sobre la compactacion del suelo alterando la infiltracion e incrementando la escorrentia superficial que promueve la erosion hidrica (Miller & Sirois 1996 Dykstra & Heinrich 1996 Johnson & Cabarle 1995) Los suelos compactados retardan aun mas los procesos de regeneracion natural del bosque dado que impiden el establecimiento y desarrollo de las distintas especies forestales Tomando en cuenta estos aspectos resulta importante conocer las caracteristicas de los suelos del bosque sobretodo aquellas relacionadas directamente con la compactacion

Sitio de estudio

El trabajo se realizo en un bosque secundario de Concepcion Departamento de Santa Cruz - Bolivia (16°30'S, 61°37'O) distribuido sobre la zona de vida del bosque seco subtropical (bs ST) (Barraca y Aserradero "Nueva Esperanza" 1997) La temperatura promedio del lugar es 24 4°C con una precipitacion de 1 061 mm/año y se encuentra a una altitud aproximada de 500 msnm El estudio se realizo al inicio de la estacion seca (julio)

Métodos

En un area de 900 m^2, se ubicaron 7 muestras pareadas al azar distanciadas 50 cm entre si Cada muestra corresponde a suelo sin compactar y compactado la compactacion se realizo mediante el peso reiterado de una persona aplicando una presion estimada de 30 kg/cm^3 Para medir la tasa de infiltracion se utilizo un segmento tubular de 15 cm de largo y 8 cm de diametro interior (Figura 1) El tubo fue introducido en el suelo a una profundidad de 3 cm llenandose de agua hasta 8 cm, y se midio el tiempo de infiltracion con un cronometro de precision

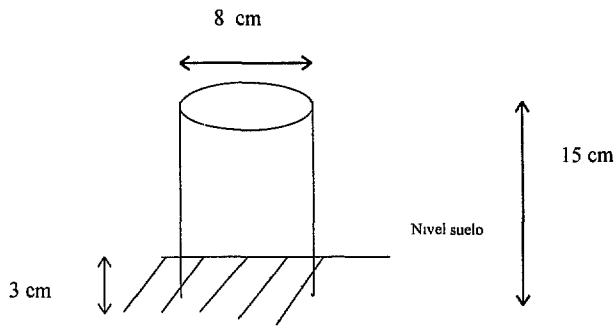


Figura 1 Segmento tubular utilizado en el muestreo de infiltracion

La investigacion planteo la siguiente hipotesis la tasa de infiltracion en suelos compactados es menor que en suelos sin compactar La prueba estadistica utilizada para fue la de Wilcoxon con un alpha de 0 10

Resultados y discusión

No hay evidencia estadistica para rechazar la hipotesis (Wilcoxon, Z =1,15 P = 0 25) Se encontro una alta variabilidad (Figura 2), que puede ser explicada por el bajo numero de muestras lo que refleja el resultado obtenido

Debido a la alta variabilidad presentada en el estudio es necesario para proximas investigaciones tomar un numero mayor de muestras que permitan ofrecer un mejor analisis de la relacion de la compactacion y sus efectos en la infiltracion de agua

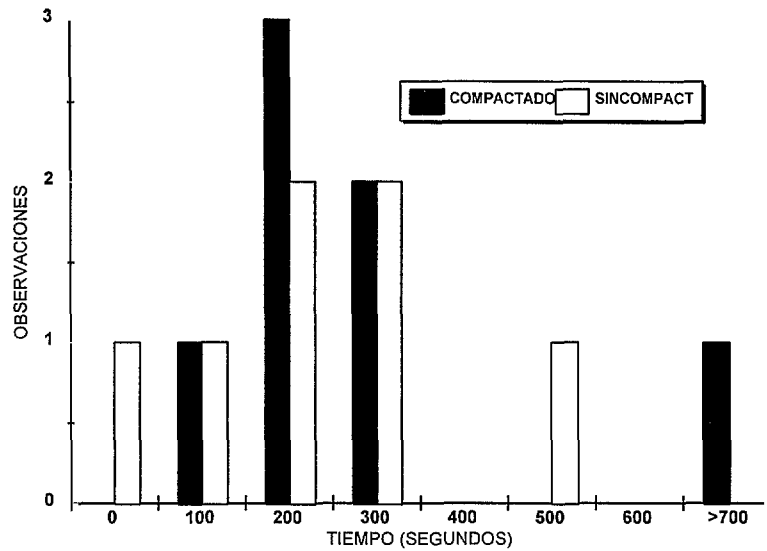


Figura 2 Tasa de infiltracion de agua en suelo compactado y sin compactar

Agradecimientos

Agradecemos a CIFOR, BOLFOR, FAO, Francis Putz, Rudolf Heinrich Rudy Guzman, Froilan Merlo, Todd Fredericksen y personal de apoyo por sus valiosas orientaciones para desarrollar el presente trabajo

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal de la Propiedad San Martin Santa Cruz Bolivia 51 p

DYKSTRA, D & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal* FAO Roma 85p

JOHNSON, N & B CABARLE 1995 Sobreviviendo a la Tala Manejo del Bosque Tropical en los Tropicos Humedos World Resources Institute Consejo Centroamericano de Bosques y Areas Protegidas, Comision Centroamericana de Ambiente y Desarrollo Washington 74p

Miller, H & D Sirois 1986 Soil Disturbance by Skyline Yarding vs Skidding in Loamy Hill Forest *Sci Soc Am* J 50 1579-1583

Miller, R & W J Hazard 1996 Soil Compaction and Conifer Growth after Tractor Yarding at Three Coastal Washington Locations *Can J For Res* 26 225-236

SEIXAS, F , B STOKES, B RUMMER , & T MCDONALD Harvesting Soil Impacts for Selected Silvicultural Prescriptions Manuscrito no publicado

Influencia del Area de Cuenca y la Pendiente de Los Caminos Forestales sobre la Erosión de Suelos

Olvis Camacho Mercado
Proyecto BOLFOR Calle Prolongacion Beni 149 Casilla 6204 Santa Cruz Bolivia

Resumen

Se desarrollo una investigacion con el fin de conocer la relacion existente entre la erosion de los suelos, el area de los caminos forestales, y su pendiente en un bosque seco sub-tropical de Concepcion, Bolivia Se genero el siguiente modelo ajustado

$$E = -0\ 288 + 0\ 000229 * A + 0{,}0277 * M$$

($R^2 = 0{,}66$, $P<0{,}2$, $N = 15$), en el cual las variables independientes area (A) y pendiente (M) explican aproximadamente el 66% de la varianza de la erosion (E)

Abstract

This research was conducted to determine the effects of slope angle and slope length on the erosion of a forest road in a logged dry forest near Concepcion, Bolivia With an acceptance level of $P<0\ 2$ for independent variable inclusion the following model was calculated

$$E = 0\ 00029*A + 0\ 0027*M - 0\ 288 \quad R^2 = 0\ 66$$

in which E is the erosion rate (m^2 per transect), A is the road area (m^2) above each transect and M is the road angle (%) in the 10 m above each transect

Key words Bolivia erosion forest roads - soil

Previous Page Blank

Introducción

Los caminos forestales representan el elemento clave para facilitar las labores de cosecha maderable, pero tambien, si estos son establecidos sin planificacion alguna, pueden constituir el principio de la cadena destructiva de los bosques Por ejemplo, se ha calculado que el 90% de la erosion de los suelos es atribuible directamente a la construccion de caminos (Heinrich 1997) Antes de establecer cualquier tipo de caminos es importante considerar algunos factores a fin de promover la minima degradacion ambiental posible, tanto en la masa arborea como en los suelos y cursos de agua existentes Uno de estos factores relevantes es definitivamente la longitud de los caminos dentro de una pendiente dada, pues si no se considera el establecimiento de drenajes en el momento de la construccion o uso, estos deben acortar su longitud o area a medida que se incrementa la pendiente El objetivo del presente estudio fue determinar el grado de erosion ocasionado por la longitud del camino dentro de una gradiente de pendiente

Sitio de estudio

Este trabajo fue realizado en un area de bosque intervenido seco subtropical (bs-ST) a 15 km de Concepcion, Departamento de Santa Cruz, Bolivia (16°57'S - 62°07'O) La zona tiene una precipitacion de 1 061 mm/año la temperatura anual promedio oscila en 24,4°C y, esta ubicado a una altitud aproximada de 500 msnm (Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza" 1997) La presente investigacion fue ejecutada en el mes de julio, que es la epoca cuando se inicia la estacion seca del lugar (APCOB *et al* 1995)

Materiales y métodos

Para desarrollar la investigacion fue seleccionado un sitio, dentro de una cuenca, a lo largo de una via de transporte de trozas que utilizan camiones de aproximadamente 10 toneladas de capacidad Se establecieron transectos transversales cada 10 m sobre una longitud total del camino de 150 m (N=15) Utilizando un segmento de madera, que cubria el ancho del camino, y una regla graduada en cm se midio cada 20 cm la profundidad del suelo con respecto a su nivel original (Figura 1) Entre un transecto y otro subsiguiente se

consideraron, ademas de la longitud, la pendiente en porcentaje y el ancho del camino en metros

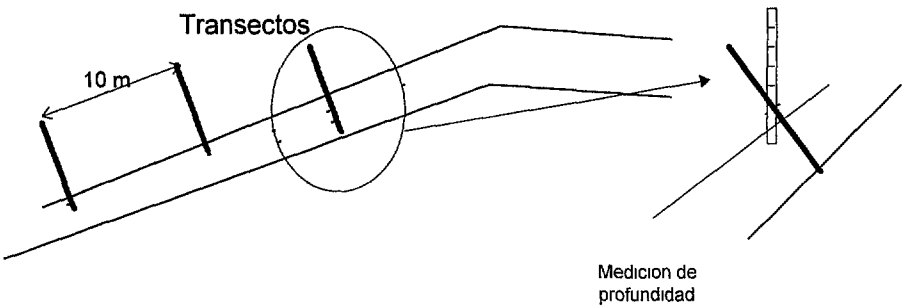


Figura 1 Medicion del grado de erosion en suelos de caminos forestales

El grado de erosion del camino se determino a traves de la superficie (en m^2) contenida debajo de cada transecto, el cual fue calculado usando la formula de trapecios, dado que la figura geometrica formada entre una medicion de profundidad y otra subsiguiente correspondio precisamente a esta Se hizo un analisis de regresion multiple (por pasos) entre el grado de erosion versus el area y la pendiente que ocasiono dicha erosion

Resultados y discusion

El analisis de regresion multiple descrita por la ecuacion $E=B_0+B_1*A+B_3*M$ donde E=erosion (m^2) A=area del camino (m^2) arriba del transecto medido M=pendiente arrojo un R^2 = 0 66 ($P<0$ 2 N=15) Los coeficientes de regresion y sus respectivos niveles de significacion se presentan en la Tabla 1

Coef de regresion	Valor	Probabilidad
B_1	0 000229	0 136
B_2	0 0277	0 036

Tabla 1 Niveles de significacion para los coeficientes de regresion

La ecuacion descrita anteriormente corresponde al mejor modelo ajustado, señalando que aproximadamente 66% de la varianza de la erosion esta explicada por el area del camino y su pendiente Contrariamente, un 34% esta explicado por otros factores ajenos a las variables medidas Entre estos factores, incontrolables en este experimento, se tiene al area de total de la cuenca, el tipo de suelo, tortuosidad de la superficie, erosionabilidad del suelo e intensidad de la precipitacion

Aunque el R^2 no fue muy alto se concluye que a medida que se incrementa el area del camino, dentro de una gradiente dada, tambien se incrementa la erosion de los suelos Esta situacion es razon suficiente para señalar que las actividades de manejo deben considerar prioritariamente la planificacion de los caminos a fin de promover una minima degradacion ambiental Se recomienda planificar las vias de transporte y arrastre haciendo uso de cartas topograficas mapas de vegetacion, mapas de censo y algun otro material que ayude a lograr este objetivo Para futuras investigaciones es recomendable considerar al menos el area total de la cuenca

Agradecimientos

Sin la ayuda de BOLFOR, CIFOR y FAO asi como de Francis Putz Froilan Merlo, Rudolf Heinrich, Claudia Romero y Arturo Justiniano este trabajo no hubiera sido posible, razon por la cual les expreso mis sinceros agradecimientos

Literatura citada

APCOB, BOLFOR & CICOL 1995 Proyecto Forestal de Lomerio Plan de Manejo para la Zona Norte 53 p

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal de la Propiedad San Martin, Concepcion, Santa Cruz, Bolivia 51p

HEINRICH, R 1997 Aprovechamiento Ambientalmente Apropiado para Mantener los Bosques Tropicales Ponencia presentada en el Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales, Concepcion, Santa Cruz, Bolivia 18 p

Influência do Percentual de Inclinação das Estradas Florestais na Erosão do Solo

Lia Cunha de Oliveira
FCAP Faculdade de Ciencias Agrarias do Para Av Presidente Tancredo Neves S/N
Terra Firme CEP 66077 530 Belem/PA Brasil

Resumo

Uma rede viaria bem planejada constitue um dos requisitos basicos para o correto manejo de areas florestais Estradas construidas em terrenos irregulares com elevado percentual de pendente são as mais propensas a erosão Os resultados de um estudo realizado em uma estrada florestal da Bolivia indicam que a relação entre o percentual de pendente e a quantidade de solo extraida pela erosão e significativa

Abstract

A well planned forest road network constitutes a basic requirement for appropriate management of forest areas Forest roads constructed in steep terrain, having higher gradients are often more exposed to erosion The results of this study carried out on a forest road in Concepcion, Bolivia, indicate that there is a significant positive relationship between the road gradient and the amount of soil erosion

Key words erosion hydrology - slope

Introdução

Em areas de terra firme, as estradas florestais são indispensaves tanto para atividades de extração de madeira como para facilitar o acesso a floresta para seu controle e manejo A rede viaria e, sem duvida um dos aspectos mais problematicos das operações de exploração e manejo florestal, pois alem de contribuir com uma porção significativa dos custos, grande parte da erosão do solo e atribuida diretamente as estradas principais e secundarias, em muitos casos por deficiências de desenho, construção e manutenção

Para a construção de estradas florestais e necessario o corte da vegetação e o movimento de terras e rochas Essas atividades ocasionam a compactação dos solos, perda da cobertura florestal e erosão Para minimizar esses impactos e evitar seus efeitos danosos recomenda-se, reduzir a densidade das estradas ao minimo indispensavel, utilizar sistemas naturais de drenagem, evitar zonas com solos humidos e propensas a erosão, revestir com gramineas ou arbustos as laterais ao longo das estradas e, sempre que possivel manter as vias em areas planas evitando as pendentes que ocasionam maior taxa de erosão e elevam os custos de manutenção (Dykstra & Heinrich 1996)

Com a correta planificação e possivel reduzir a densidade de estradas e os custos de construção e manutenção Em estudos realizados na região de Paragominas - Brasil, Barreto et al (in press) realizando a planificação das redes viarias florestais, obteve redução de 33% na densidade e 37% no tempo de construção das mesmas, em comparação com o sistema de construção tradicional

Com o objetivo de relacionar a quantidade de erosão com o percentual de inclinação de uma estrada florestal na Bolivia realizou-se o presente estudo

Sítio de estudo

O estudo foi realizado em uma floresta explorada (16°30'S, 61°37'O) na localidade de Concepcion, Bolivia Segundo Unzueta (1975) a area esta localizada na zona de vida de Bosque Seco Sub-tropical A temperatura media e de 24,4° C com precipitação media anual de 1171 mm O relevo e ondulado com algumas areas montanhosas apresentando pendentes de ate 50%

Parte da area florestal foi explorada nos ultimos anos por madereiros e a floresta residual sofreu incendios acidentais A cobertura vegetal se apresenta dividida em floresta de dossel alto medio e baixo O plano de manejo da area iniciou em 1995 com o inventario florestal e posterior extração de madeira a partir de 1996

Dentro da floresta existe um acesso unico que parte da serraria ate o limite Oeste da propriedade Esta via foi aberta a aproximadamente 4 anos e permanece ativa ate o momento com trafico de caminhões e tratores (Empresa y Barraca "Nueva Esperanza", 1997)

Métodos

Foram retiradas aleatoriamente 21 amostras ao longo da estrada principal Em cada ponto amostrado, foi medido o percentual de pendente da estrada com o auxilio de um clinômetro de bolso As amostras foram constituidas de transectos perpendiculares a estrada e a erosão foi medida com o auxilio de uma tabua de 2,80 m de comprimento A cada 40 cm sobre o transecto, foram medidas com uma regua milimetrada a diferença entre o nivel normal do solo referenciado pela tabua e as depressões causadas pela erosão De cada trasecto foram retiradas 8 medidas e estes valores foram, posteriormente, transformados em m^2 Os dados de percentual de pendente e quantidade de erosão foram analisados mediante regressão linear

Resultados e discussão

A relação entre o percentual de pendente e a quantidade de solo extraida pela erosão foi significativa A equação de regressão obtida foi Quantidade de Erosão = 0 035 + 0 013 (% pendente $t = 5\ 28$ $P < 0\ 01$, $R^2 = 57\%$ Figura 1)

Um ponto importante em relação a erosão em estradas florestais todavia não e somente o percentual de pendente existente mas tambem por quantos metros esta inclinação se mantem Heinrich & Sedlak (1981) recomendam que se pendentes acima de 10% se mantiverem por distancias superiores a 30-35 m torna-se necessario a construção de canais de drenagem para minimizar o efeito

de erosão Outro ponto fundamental e a area de carreamento, ou seja, a area localizada acima da pendente e que acumula agua da chuva

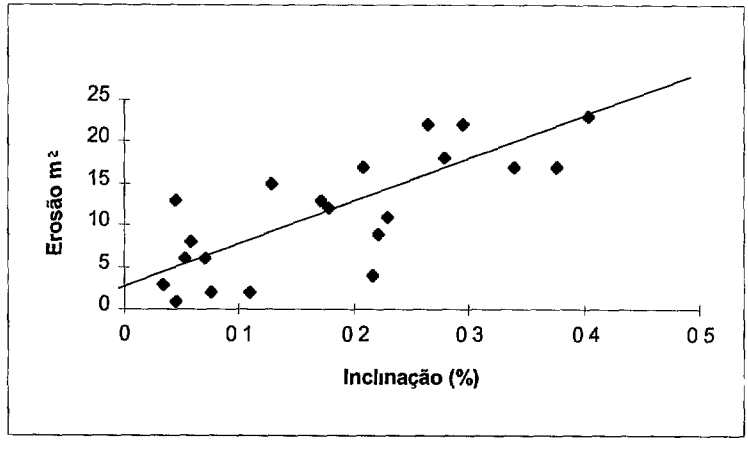


Figura 1 Regressão entre a erosao e o % de pendentes em uma estrada florestal de Concepcion Bolivia

Em uma regressão multipla, tentou-se considerar o tamanho da area de carreamento juntamente com a pendente como fatores relacionados a quantidade de erosão todavia o tamanho da area não foi significativo Um dos fatores que provavelmente explica este fato e a ausencia de metodologia adequada para a medição dessas areas

O que fica claro entretanto e que quanto maior a pendente maiores serão os danos ocasionados pela erosão No exemplo estudado a estrada de acesso a floresta, que apresenta, em alguns trechos pendentes de ate 25% possui pontos de dificil acesso mesmo na epoca seca, que provavelmente torna-se-ão intransitaveis na estação chuvosa

Recomenda-se que o estabelecimento de redes viarias florestais sejam realizados mediante planificação previa para evitar as pendentes elevadas e com isso diminuir os custos de construção e manutenção das estradas Futuras pesquisas devem considerar tambem o efeito de outras variaveis atuando sobre

a erosão como a quantidade e frequencia das chuvas, a area de influencia de cada pendente e o tipo de solo das estradas Medições sazonais na epoca das chuvas e das secas tambem são recomendadas

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente ao CIFOR FAO, e ao projeto BOLFOR pela oportunidade de participar do "Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales" Agradeço tambem a todos os instrutores especialmente a Francis Putz Rudolf Heinrich e Froilan Merlo pela motivação e ajuda na condução da coleta, analise de dados e revisão do texto Meu muito obrigada, tambem, ao colega Rodrigo Jr pela valiosa ajuda na manipulação do Excel

Literatura citada

BARRETO P , P AMARAL, E VIDAL & C UHL (in press) Costs and Benefits of Forest Management for Timber Production in Eastern Amazonia Forest Ecology and Management

DYKSTRA D P & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, Roma

EMPRESA Y BARRACA 'NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal Aserradero y Barraca 'Nueva Esperanza' Propiedad San Martin Santa Cruz Bolivia 51p

HEINRICH R & O SEDLAK 1981 Forest Roads in Bhutan (Part I Planning Surveying Costruction and Protection Works) Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome

UNZUETA O 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz Bolivia

Efecto del Paso de un Skidder en la Tasa de Infiltración de Agua en las Pistas de Arrastre de un Bosque Tropical en Concepción, Bolivia

Alejandro Meza Montoya
Instituto Tecnologico de Costa Rica Apto 159 7050 Cartago Costa Rica

---

Resumen

El aumento en la erosion y la disminucion del establecimiento de la regeneracion natural en el bosque son dos de los aspectos mas importantes que se ven afectados por la compactacion causada por las maquinas que realizan el aprovechamiento forestal La planificacion de la red vial es uno de los aspectos que mas contribuyen a disminuir este impacto Este caso pretende determinar las diferencias existentes en la tasa de infiltracion de agua en el suelo en una pista de arrastre cuando el skidder ha pasado 2 4 y 6 veces La tasa de infiltracion fue menor despues de 6 pasadas del skidder (36 7 ml/min, n=10) que cuando ha pasado 4 veces (78 ml/min, n=20) y que cuando ha pasado 2 veces (89,1 ml/min, n=20)

Abstract

The increase of erosion and the decrease of natural regeneration in forest are two of the most important results of soil compaction caused by forest machines used in forest harvesting operations Appropriate road network planning is the most effective way of reducing this impact The purpose of this study was to determine whether there were differences in water infiltration rates in the soil of a skidtrail where a wheeled skidder passed 2, 4 and 6 times The infiltration rate was less after 6 passes of the skidder (36 2 ml/min n=10) than after 4 passes (78 0 ml/min, n=20), or 2 passes (89 1 ml/min, n=20)

Key words erosion logging - skidtrails - soil compaction water infiltration rate

Page Blank

Introducción

El aprovechamiento forestal causa un impacto importante sobre los ecosistemas boscosos que son intervenidos Su planificacion forma parte de la planificacion global de la ordenacion forestal la que a la vez forma parte de la planificacion del uso de la tierra (Dykstra & Heinrich 1996) Del total de bosques tropicales del mundo, una tercera parte se destruyen o se degradan por causa del aprovechamiento mal planificado y un 90 % de la erosion provocada se atribuye a la construccion de caminos (R Heinrich comunicacion personal) La buena planificacion de la red vial en los bosques que seran aprovechados implica una menor presencia de la maquinaria en el bosque y por lo tanto un menor impacto

El presente estudio de caso pretende determinar la diferencia en la tasa de infiltracion del agua provocada por el paso de un skidder sobre una pista de extraccion Para esto se evaluaron diferentes segmentos de varias pistas de extraccion, por los cuales el skidder habia pasado 2 4 y 6 veces

Sitio de estudio

Los datos para la evaluacion de este caso fueron tomados en un bosque intervenido ubicado en la zona de vida Bosque Seco Sub Tropical (bs-ST Holdridge citado por Unzueta 1975) en la provincia Ñuflo Chavez Canton Concepcion Departamento de Santa Cruz Bolivia (16°30 S, 61°37 O) El area de estudio sufrio un incendio en el año 1995 y fue aprovechada sin ningun tipo de planificacion en 1996 El volumen aprovechable es de aproximadamente 15 m^3/ha con 5 arboles/ha La topografia del area estudiada es plana (< 10 % de pendiente), sin embargo en el bosque pueden encontrarse pendientes hasta con 50 % Los suelos son ricos en humus y bien drenados La altura del dosel varia desde 10 hasta 25 m, la vegetacion presente es variada con especies como *Tabebuia* sp *Centrolobium microchaete*, *Astronium urundeuva*, *Platymisciun* cf *ulei*, *Chorisia speciosa* *Anadenanthera* sp , entre otras (Aserradero Barraca Nueva Esperanza 1997)

Métodos

Este experimento busca determinar la diferencia en la compactacion del suelo en las pistas de extraccion de acuerdo con el numero de veces que pasa un skidder de llantas por un mismo sitio al realizar la operacion de arrastre de trozas Se utiliza la tasa de infiltracion de agua como indicador y se asume que la maquina arrastra un solo fuste en cada viaje Para la evaluacion se supone que cada arbol ha producido una sola troza Se utilizaron tres tratamientos 2 pasadas del skidder, que se refiere a las pistas por las cuales se ha extraido una sola troza (1 viaje vacio y 1 viaje cargado), 4 pasadas del tractor, en los sitios en que se han extraido 2 trozas y 6 pasadas del tractor, que son las pistas por las cuales se han extraido 3 trozas

La ubicacion de las pistas de arrastre se realizo en forma sistematica buscando condiciones aproximadamente similares Fueron registradas 20 20 y 10 repeticiones para los tratamientos de 2 4 y 6 pasadas del skidder respectivamente las replicas fueron ubicadas al azar dentro de cada pista evaluada

Para determinar la infiltracion del agua se utilizo un tubo de plastico de 8 cm de diametro y 15 cm de altura el mismo se introdujo 3 cm en el suelo con un mazo de madera para luego verter el agua dentro hasta una marca realizada a los 4 cm de altura y medir el tiempo de infiltracion Para el analisis de los tres tratamientos se utilizo un analisis de varianzas y para la comparacion entre tratamientos se recurrio a una prueba t de varianzas separadas

Resultados y discusión

En el analisis de los datos de los 3 tratamientos se determino que no existe diferencia en la tasa de infiltracion (Figura 1 P=0 18) Sin embargo en las comparaciones entre tratamientos se determino que existen diferencias significativas en las tasas de infiltracion en las pistas por las cuales el skidder paso 2 y 6 veces (P=0 016) y en las que paso 4 y 6 veces (P=0 069)

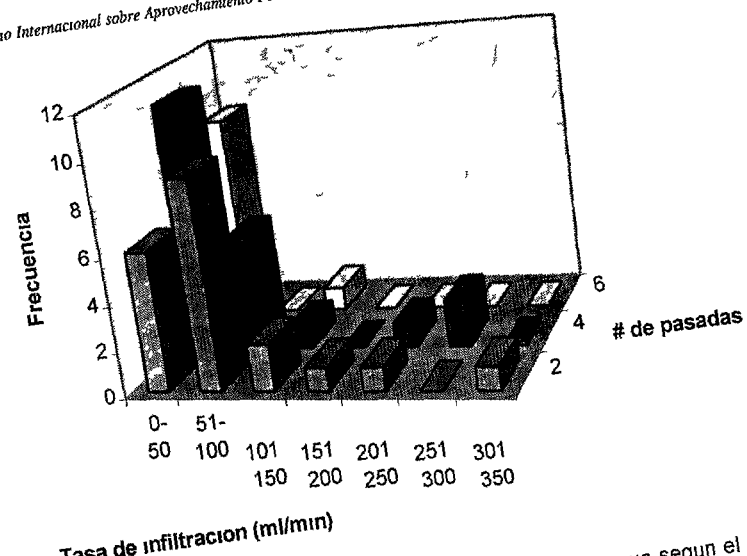


Figura 1 Distribucion de frecuencias de la tasa de infiltracion del agua segun el numero de pasadas del skidder

La tasa de infiltracion del agua en las pistas de arrastre no cambia cuando la maquina pasa por el mismo sitio de 2 a 4 veces pero cuando pasa mas veces se produce un cambio significativo en la compactacion del suelo que disminuye la tasa de infiltracion del agua y podria aumentar la erosion y disminuir el establecimiento de regeneracion natural en los sitios impactados De esta manera, se enfatiza aun mas la importancia de realizar una adecuada planificacion de la red vial para la extraccion con el fin de concentrar el impacto del arrastre en un area reducida y disminuir la presencia de la maquina en el bosque

Agradecimientos

El autor agradece profundamente a los organizadores del "Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Bajo Impacto y Manejo de Bosques Naturales', FAO, CIFOR y BOLFOR por permitirme participar en el evento A Rudolf Heinrich por la valiosa informacion suministrada, a Claudia Romero por su ayuda en la revision del manuscrito, y muy especialmente a Francis E Putz por su guia y colaboracion en la elaboracion de este trabajo

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal Aserradero y Barraca Nueva Esperanza Propiedad San Martin Santa Cruz Bolivia 52 p

DYKSTRA, D P & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* FAO Roma 85 p

UNZUETA, O 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz Bolivia

Efecto de la Compactación del Suelo y la Iluminación sobre la Densidad de Gramíneas en un Bosque Seco de Concepción, Bolivia

Gustavo Pinelo
CATIE/CONAP PCC- frente a Hotel Sabana Flores Guatemala

Resumen

La compactacion del suelo forestal y la iluminacion que llega hasta el sotobosque son factores que influyen en la densidad de la regeneracion natural en las areas boscosas Aunque la compactacion regularmente es producto de aprovechamientos forestales, en este caso se considera un efecto compartido por influencia de incendios periodicos, determinado por la alta densidad de gramineas En un area de bosque seco aprovechado de Concepcion, Bolivia, en 18 parcelas circulares (1 m de radio), la densidad de gramineas aumento con la iluminacion Contrario a lo que se esperaba y basado en regresion multiple, la densidad de gramineas no cambio con respecto a diferentes condiciones de compactacion del suelo

Abstract

Soil compaction and canopy opening caused by logging both influence natural regeneration of tropical forests When these two types of disturbances result in invasion by grasses, the result can be reduced tree regeneration and increased likelihood of fires In a logged and burned dry forest near Concepcion Bolivia, grass density in 18 (1 m - radius) plots increased with illumination Contrary to the expectations, multiple regression revealed no effect of soil compaction on grass density

Key words Bolivia - dry canopy opening forest - soil compaction

Introducción

El manejo sostenible de bosques naturales tropicales es uno de los grandes retos de la administracion forestal Entre las actividades imprescindibles para realizar un manejo sostenible se encuentra el garantizar el establecimiento de la regeneracion natural de las especies comerciales Esto dependera en gran forma del microclima imperante y de la competencia con otras especies agresivas, especialmente heliofitas, existentes en el sotobosque Las gramineas son especialmente problematicas porque tienen raices finas y densas, tambien muchas son sumamente flamables

Con esa idea, el presente estudio surgio para determinar la posible dependencia de la existencia de gramineas, producto de una mayor compactacion y de la apertura del dosel Esto motivo diseñar una investigacion al considerar que esas especies, por poseer raices muy finas, son tolerantes a la compactacion del suelo, y porque la mayoria demandan mucha luz, provocando un ambiente desfavorable para el establecimiento de la regeneracion natural

Sitio de estudio

El area boscosa en donde se realizo el estudio corresponde a una propiedad privada cerca de Concepcion, Departamento de Santa Cruz (16° 03' S, 62° 04' O) Esa propiedad cuenta con una superficie de 9 599 ha, de las cuales 6 715 ha corresponden a bosque productivo, presentando un relieve ondulado, colinoso, ligeramente disectado y algunas veces montañoso en pendientes mayores a 50% (Empresa y Barraca "Nueva Esperanza" 1997) Segun Unzueta (1975), basado en la clasificacion de zonas de vida de Holdridge, el area corresponde a Bosque Seco Subtropical (bs-ST)

La zona de estudio es un area que fue aprovechada en 1995, en la cual existen indicios de incendio mostrado por daños en la base del fuste de muchos árboles, asi como tambien en la corteza de la parte baja de ellos Segun habitantes del lugar, el area ha sufrido incendios periodicos, los cuales son favorecidos por lo seco del area, la gran cantidad de materia organica que se acumula sobre el suelo y la presencia de gramineas y otras plantas inflamables

Métodos

Para realizar el presente estudio, se seleccionaron 18 muestras escogidas al azar, estableciendo parcelas circulares de 1 m de radio (3,14 m^2) La densidad de gramineas se estimo segun el porcentaje del area ocupada La compactacion del suelo, se midio con un penetrometro en el centro de la parcela y en la direccion de los cuatro puntos cardinales de esta, a la mitad del radio En esos cinco puntos se estimo la iluminacion vertical o apertura de copa de los arboles, empleando un acetato con un cuadro de 20 x 20 cm, dividido en 100 cuadrados El porcentaje de iluminacion se determino contando los cuadrados en donde no se miraba cobertura arborea y estimando los espacios vacios pequeños para complementar un cuadrado completo

Resultados y discusión

La relacion existente entre densidad de gramineas y la compactacion del suelo se muestra en la Figura 1 notandose que existe mucha variacion entre esas dos variables, aunque la tendencia es que a mayor compactacion existe menor densidad de gramineas Es posible que esa variacion se deba a que la densidad de gramineas se cuantifico por el follaje y no por la distribucion de la base de sus tallos en el suelo

Contrario a la relacion entre densidad de gramineas y compactacion de suelo, la densidad de gramineas tiende a ser mayor con el incremento de la iluminacion que penetra al sotobosque (Figura 2) Es posible que la variacion mostrada en la Figura 2 sea producto de incendios periodicos que ha sufrido el area de estudio considerandose que conjuntamente con la apertura del dosel se favorece el establecimiento de gramineas

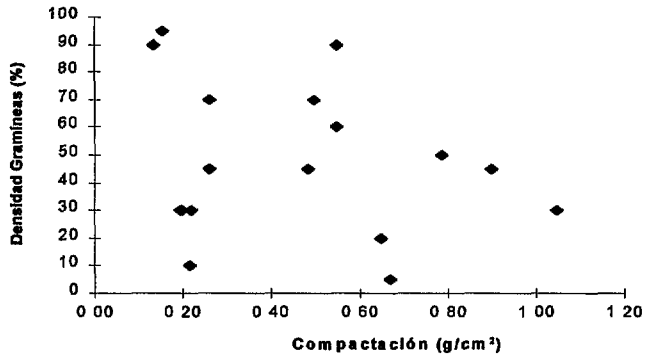


Figura 1 Relación entre la densidad de gramíneas y la compactacion del suelo en un bosque seco aprovechado de Concepción Bolivia

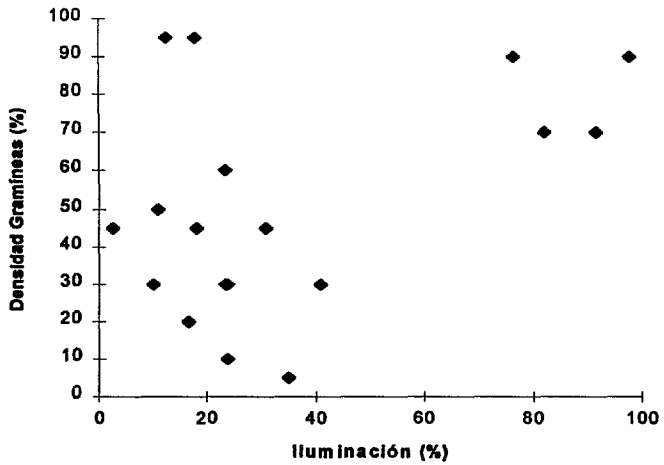


Figura 2 Relación entre la densidad de gramíneas y la iluminación vertical recibida en un bosque seco aprovechado de Concepción Bolivia

Los resultados de la regresion multiple indican que la iluminacion tiene un efecto positivo sobre la densidad de gramineas, aunque la certeza de que eso ocurra se encuentra muy por debajo de lo que se podria esperar (14%) Contrario a eso, el efecto de la compactacion del suelo sobre la densidad de gramineas es muy bajo (P = 0,287), por lo que se considera que el fuego periodico que ha afectado ese bosque pueda tener una influencia mayor que la compactacion La ecuacion que explica el efecto de la iluminacion sobre la densidad de gramineas, es la siguiente

Densidad de gramineas = 35,7 + 0,42 (iluminacion),
$t = 1,93$, $P = 0,072$, $R^2 = 0,14$

Finalmente se concluye que en el area de estudio se determino con un 93% de certeza, el efecto significativo de la iluminacion sobre la densidad de gramineas Se considera que el mayor efecto esperado no se obtuvo por las alteraciones que han producido los incendios periodicos en ese bosque, pues en todas las parcelas ubicadas al azar se encontro una densidad de gramineas de al menos un 5% (terrenos pendientes, aledaños a caminos, y sitios con densa cobertura arborea)

Es recomendable tomar con cautela los resultados referidos en el presente informe al generalizarse a otra area de bosque seco que no presenta condiciones de incendios periodicos Es oportuno indicar que la alta densidad de gramineas, distribuidas en casi toda el area de estudio puede ser un paso transicional de bosque seco a sabana Si no se propone manejar adecuadamente el bosque y protegerlo de futuros incendios esa alta densidad de gramineas se convierte en material flamable que aumenta los riesgos de fuegos incontrolados El proceso que se desarrolla en ese bosque no solo requiere una planificacion del aprovechamiento forestal sino ademas una planificacion global de la ordenacion forestal (Dykstra y Heinrich 1996)

Agradecimientos

No hubiese sido posible la realizacion del presente estudio, sin el apoyo logistico de BOLFOR, FAO y CIFOR, por lo que deseo agradecer sinceramente a estas instituciones y a Froilan Merlo al brindar sus

conocimientos estadísticos, en especial a Francis E Putz por el aporte de su vasta experiencia en el diseño de investigaciones forestales

Literatura citada

DYSKSTRA, D & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* FAO Roma 85 p

EMPRESA Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal, Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza", Propiedad San Martin Santa Cruz, Bolivia 51 p

UNZUETA, O 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz, Bolivia

Relación entre la Compactación del Suelo y el Establecimiento de Regeneración Natural en Pistas de Extracción en un Bosque Aprovechado en Bolivia

Ricardo Bedoya
Programa Forestal Fundacion TUVA Apartado 54 Puerto Jiménez Costa Rica

Resumen

El presente estudio se baso en determinar los efectos de la compactacion del suelo en una pista de extraccion, sobre el crecimiento de la regeneracion Los resultados muestran que existe una relacion negativa entre el crecimiento en altura de la regeneracion y la compactacion de suelo Sin embargo, la ecuacion obtenida solo explica la variacion de la altura maxima con respecto a la tasa de infiltracion en un 37% Esto se atribuye principalmente a la diferencia entre los tipos de vegetacion que crecen los cuales son de distinto comportamiento (bejucos, gramineas y plantas leñosas) Se recomienda realizar estudios similares, usando pistas de extraccion con mas de dos años de abandono, donde la altura de la regeneracion leñosa sea la variable a evaluar, y considerar ademas la remocion del suelo por el arrastre de trozas y el abandono de caminos en diferente epoca

Abstract

This study addresses the effects of soil compaction on natural regeneration on skidtrails The results demonstrated a negative relationship between height growth of regeneration and soil compaction However only 37% of the variation in maximum vegetation height was related to soil water infiltration rate The residual variation can be attributed in part to different types of vegetation that have diverse growth rates (vines, grasses, woody plants) It is recommended to carry out similar studies using skidtrails that have not been used for more than two years and where the height of the natural woody regeneration is the variable evaluated Additionally soil removal by log skidding and time of skidtrail abandonment should be considered

Key words Harvested forest - logging regeneration skidtrail - soil compaction - water infiltration rate

Introducción

El transito de maquinaria y la extraccion de los arboles talados por las pistas de arrastre provocan cambios sobre el suelo, alterando las condiciones en las que la regeneracion se establece Muhammad Farid (1996), trabajando en Indonesia, encontro mayor compactacion del suelo en las pistas de arrastre que en bosque residual 20 años despues de ser aprovechado Con ello, podemos pensar que el crecimiento de la regeneracion es mucho mas lenta sobre estos sitios, y que el tipo de vegetacion establecida posiblemente sea diferente Este estudio pretende determinar la relacion entre la compactacion y el crecimiento de la regeneracion en pistas de extraccion usadas un año atras, utilizando el crecimiento maximo de la vegetacion en los sitios muestreados como indicador del crecimiento de la regeneracion

Sitio de estudio

Esta ubicado en la Provincia Ñuflo de Chavez Canton Concepcion del departamento de Santa Cruz (16°30'S, 61°37 O) El area esta cubierta de bosque, el cual ha sufrido los efectos del fuego en 1995 y un aprovechamiento sin planificacion en 1996 La geologia corresponde al Complejo Cristalino Chiquitano que forma parte del Escudo Precambrico, con topografia ondulada y suelos con buen drenaje Existen afloramientos rocosos en algunos de los sectores cercanos al sitio La precipitacion promedio anual es de 1 171 mm con temperaturas entre 3°C como minima y hasta 30°C como maxima La zona de vida segun la clasificacion de zona de Vida de Holdridge, corresponde a Bosque Seco Subtropical (bs-ST) (Aserradero y Barraca Nueva Esperanza 1996)

Métodos

Se escogio la mayor cantidad de pistas de extraccion para poder tener la mayor cantidad de condiciones Sobre cada pista, se instalaron parcelas circulares de 25 cm de radio (1963 cm^2) a una distancia de 10 m mas un numero de metros determinado al azar, hasta completar el largo de la pista Las parcelas se

establecieron en el centro de estas y en cada parcela se tomo la altura de la planta mayor y se instalo un infiltrometro sencillo, descrito por Anderson e Ingram (1993), para evaluar el nivel de compactacion del suelo por medio de la tasa de infiltracion

Se hizo una regresion lineal en donde la variable dependiente fue la altura maxima de la vegetacion y la independiente fue la tasa de infiltracion de agua en el suelo

Resultados y discusión

Realizando una regresion con los datos, se encuentra que existe una relacion positiva entre la tasa de infiltracion de agua en el suelo y la altura maxima de la regeneracion establecida (Figura 1, $P<0,003$)

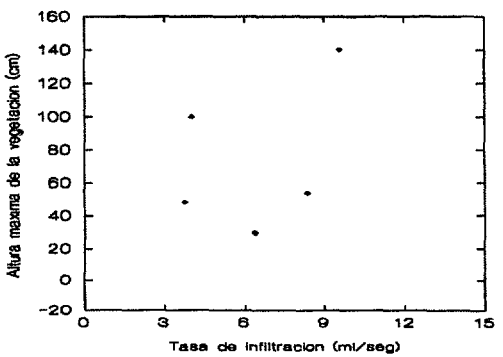


Figura 1 Relación de la altura máxima de la vegetación en función de la tasa de infiltración de agua en el suelo sobre pistas de arrastre en un bosque seco subtropical aprovechado Bolivia

Sin embargo, la ecuacion obtenida solo explica la variacion de la altura maxima con respecto a la tasa de infiltracion en un 37% Dicha ecuacion se presenta a continuacion

$$\text{Log (altura maxima (cm))} = 1{,}342\ (\text{Log [tasa de infiltracion(ml/sec)]}) + 1{,}668$$
$$(t = 3{,}5,\ r^2 = 0{,}37,\ P<0{,}003)$$

Esta pequeña explicacion de la variacion se debe principalmente a que existe una diferencia marcada entre el crecimiento de la vegetacion que se establece en estos sitios, teniendo regeneracion de bejucos, gramineas, y ocasionalmente especies leñosas Estos presentan diferentes crecimientos y provocan, al menos en esta etapa de regeneracion, variaciones marcadas de un sitio a otro dependientemente de la compactacion existente Debido a esto, se hizo ademas una comparacion entre las alturas de la vegetacion leñosa y no leñosa en las parcelas donde coexistian para determinar cual podia resultar mejor indicador Se encontro que no existe diferencia significativa entre sus crecimientos de acuerdo con la compactacion (Mann-Whitney U, $P<0{,}86$)

Lo anterior sugiere buscar un mejor indicador, el cual puede ser la regeneracion leñosa, pero en este momento son muy pocos los sitios donde esta esta presente (34% de area muestreada) Por ello, se recomienda para futuros estudios, tomar en cuenta la altura maxima unicamente de la regeneracion leñosa y para ello se debe esperar al menos dos años para que esta aumente su presencia

Finalmente se deben considerar factores como la remocion de suelo por el arrastre y el abandono de las pistas en diferente epoca, que pueden ser fuentes de variacion fuertes que afectaron los resultados del estudio

Agradecimientos

El autor agradece a BOLFOR, FAO y CIFOR por la oportunidad de participar en el Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido y Manejo de Bosques Naturales y en especial a Francis E Putz, Rudolf Heinrich y Claudia Romero por su invaluable ayuda y aportes en la elaboracion de este informe

Literatura citada

ANDERSON, J M & J S I INGRAM 1993 *Tropical Soil Biology and Fertility* CAB International, Oxford, England 221 p

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal, Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza" Propiedad San Martin Santa Cruz, Bolivia 51 p

MUHAMMAD FARID, A R 1996 Water Infiltration Rates on a Skidtrail and Adjacent Residual Forest 20 Years After Logging in East Kalimantan, Indonesia In, Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results F E Putz, Elias, D Dykstra, and R Heinrich editors CIFOR Special Publication

Regeneración Natural de Astronium Urundeuva (Allemao) Engl en Pistas de Extracción y en Bosque Adyacente en el Norte de Concepción, Bolivia

Librado Roberto Centeno Erguera
Centro de Investigación Regional del Sureste Apartado Postal No 13 B Merida Yucatán Mexico

---

Resumen

Se evaluo la regeneracion natural a lo largo de 850 m de caminos de extraccion de trozas en un area de bosque tropical bajo aprovechamiento y periodicamente perturbado por el fuego Para medir la densidad de brinzales de *Astronium urundeuva* se establecieron 15 parcelas (5 x 1 m) en tres sitios contrastantes centro de pista de arrastre, borde de pista y, en bosque residual adyacente En general, la densidad de brinzales (30-200 cm de altura), en los centros (0,2 ind /m^2) y bordes (0,2 ind /m^2) de pistas fue mas alta que en el interior del bosque adyacente (0,1 ind /m^2) Los resultados de este estudio apoyan la necesidad de aplicar tratamientos silviculturales tendientes a reducir la competencia con la vegetacion existente o para exponer el suelo mineral, en areas intervenidas por aprovechamientos maderables y/o afectadas por el fuego

Abstract

Natural regeneration was evaluated along a skidtrail (850 m) that also suffered from the impacts of frequent fires Sapling densities of *Astronium urundeuva* were assessed in 45 plots (5 m^2) in three different types of areas inside the skidtrail, on its edge and in the neighboring forest Densities were higher on disturbed soils (skidtrail and edge 0 2 ind/m^2 each), than in non-disturbed forests (0 1 ind/m^2) According to these results forest managers need to apply treatments to stimulate seedling establishment and growth in disturbed areas where fires are frequent

Previous Page Blank

Key words *Astronium urundeuva* Bolivia - extraction roads natural regeneration tropical forest

Introducción

La corta selectiva y la extraccion por arrastre son las formas de aprovechamiento forestal mas difundidos en los tropicos Aunque se pueden usar varios sistemas para la extraccion de la madera, el mas comun es el arrastre por tierra con tractores, skidders o camiones Es frecuente asociar este sistema de extraccion con daños al ecosistema forestal (Dykstra & Heinrich 1996) Las operaciones de extraccion alteran las propiedades del suelo y afectan el crecimiento de las plantas (Dei-Amoah 1996) Se dañan las raices y la base del tallo de latizales y fustales, y se causan daños fisicos a las plantulas y brinzales, los cuales generalmente no sobreviven En Asia, por ejemplo la magnitud del daño causado a los rodales residuales durante los aprovechamientos forestales es del 35-45% (Budiaman 1996)

La regeneracion natural es la base para el manejo forestal (Suyana 1996), ya que una adecuada densidad de plantulas constituye el potencial para las futuras cosechas Por lo tanto, es necesario implementar tecnicas silvicolas tendientes a lograr el establecimiento y desarrollo de la misma Para esto es necesario generar conocimientos sobre las caracteristicas de las especies que forman la regeneracion natural El objetivo de este estudio fue evaluar la densidad de brinzales en sitios en el centro y borde de pistas de extraccion y en el interior del bosque residual adyacente

Sitio de estudio

Se localiza a 16 km de Concepcion, Departamento de Santa Cruz, Bolivia (16°30'S, 61°37'O), a una altitud de aproximadamente 500 msnm Presenta clima tropical seco, con una precipitacion anual de 1 171 mm, distribuidos predominantemente de octubre a marzo, y temperatura media de 24,4°C La topografia en general es accidentada, presentando ondulaciones y pendientes de hasta 50% Segun las zonas de vida de Holdridge, el area corresponde a Bosque Humedo Subtropical (bh-ST) y Bosque Seco Subtropical (bs-ST) La hidrologia consiste en numerosos y pequeños riachuelos intermitentes que en su

mayoria se secan durante el verano (Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza" 1997)

Métodos

En una longitud de aproximadamente 850 m de pistas de extraccion se establecieron al azar 45 parcelas de 5 m^2 (5x1m) distribuidas en los siguientes tratamientos 15 en el centro de las pistas (muy alterado por el paso del tractor y/o camion), 15 en el borde (a 1 m de la orilla y alterado por el acumulamiento de restos vegetales), y 15 en el bosque residual adyacente (a 10 m de la orilla y alterado por aprovechamiento e incendios) En estos sitios todos los brinzales de *A urundeuva* con altura 30-200 cm fueron registrados Los datos fueron analizados estadisticamente mediante analisis de varianza (ANOVA) y las medias comparadas aplicando la prueba de Tukey

Resultados y discusión

Los resultados de este estudio indican que la densidad de brinzales de *A urundeuva* en sitios en el centro y borde de las pistas son similares (d=0,2 ind /m^2, S=0,57 , d=0,2 ind / m^2, S=0,50, respectivamente) y mayores que la encontrada en el interior del bosque adyacente (d=0,1 ind /m^2, S=0,41, ANOVA, F=2 6, P<0,1), (Figura 1) La comparacion de medias indican diferencias significativas entre el centro de pista y el bosque adyacente, pero no entre centro y borde de pista (Tukey P< 0,1)

Las pistas de extraccion afectan el suelo al compactarl , y la vegetacion por daños a las raices y/o a la base del tronco Este daño es particularmente severo en la regeneracion natural (plantulas y brinzales) por efectos mecanicos y generalmente la regeneracion no sobrevive Sin embargo la alteracion causada por la extraccion (remocion del suelo) puede ser benefica para algunas especies, principalmente las demandantes de luz

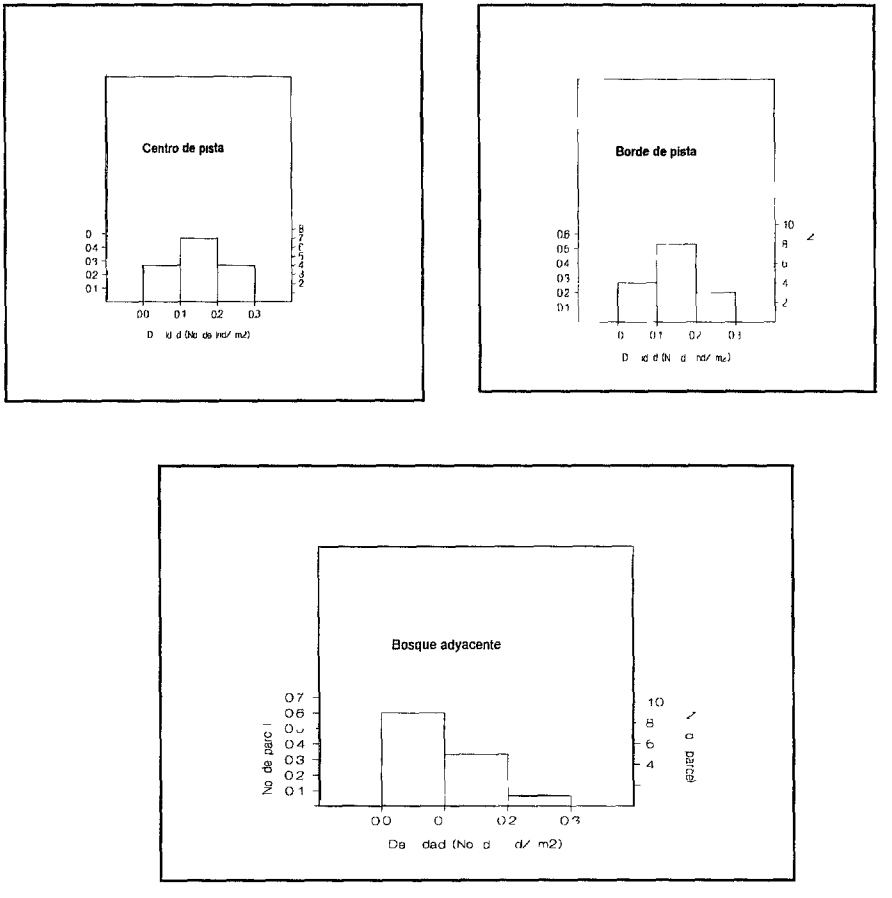


Figura 1 Densidad de brinzales de *Astronium urundeuva* en parcelas localizadas en centros y bordes de pistas de extraccion y bosque adyacente en Concepcion Bolivia

La diferencia encontrada puede ser debido a que *A urundeuva* sea heliofita (responde favorablemente a la apertura de claros) tal como lo sugiere el hecho de haber encontrado 35 brinzales de esta especie en un patio de acopio de aproximadamente 400 m^2 en el mismo sitio de estudio Ademas, por el tipo de transporte (tractor de llantas y/o camion) utilizado durante la extraccion tanto el centro como los bordes de las pistas no sufren de compactacion severa y se ocasiona una remocion a estas areas, las cuales pueden retener fuentes de regeneracion (Guariguata & Dupuy 1997) Lo anterior puede beneficiar el establecimiento de la regeneracion natural, particularmente de especies heliofitas

Las aperturas o claros en el dosel del bosque son comunes en areas de aprovechamiento forestal y particularmente a lo largo de caminos y vias de extraccion En el sitio donde se realizo esta investigacion, estos claros son muy amplios y por lo general son dominados por especies pioneras como *Cecropia* sp y algunas otras especies de valor comercial Ademas, presentan un sotobosque excesivamente denso constituido por hierbas, arbustos y trepadoras producto de la fuerte apertura del dosel Otro factor que contribuye a esta condicion del bosque es la presencia de incendios, que son relativamente frecuentes en la region

Se concluye que la apertura de claros por el aprovechamiento y/o fuego pueden estimular el establecimiento y desarrollo de la regeneracion natural de especies valiosas pero tambien estimulan el crecimiento de hierbas y trepadoras

Se recomienda realizar estudios tendientes a evaluar la sobrevivencia de la regeneracion natural particularmente en el interior del bosque Se sugiere la aplicacion de ciertos tratamientos silviculturales dirigidos a reducir la competencia de la regeneracion natural con el denso sotobosque y/o exponer el suelo mineral

Agradecimientos

Deseo agradecer a FAO, CIFOR, BOLFOR y a todas las personas que hicieron posible mi estancia en este Seminario En particular agradezco a Francis Putz por sus valiosas sugerencias durante la realizacion de esta investigacion A Froilan Merlo por su apoyo constante en informatica, a Rudolf Heinrich por

sus utiles comentarios en los trabajos de campo y a Claudia Romero por su acertada revision para mejorar este escrito Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de FAO y CIFOR y al apoyo logistico administrativo y tecnico de BOLFOR

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal Propiedad San Martin, Santa Cruz, Bolivia 51 p

BUDIAMAN, A 1996 Tree Seedling Densities under Patches of *Macaranga* and under Other Tree Species 20 Years after Logging In F E Putz, E P Sist D P Dykstra and R Heinrich (Editors) Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results Bogor and East Kalimantan, Indonesia 47-50 pp

DEI-AMOAH, CH 1996 Natural Regeneration on Skidtrails 20 Years After Logging in East Kalimantan, Indonesia In F E Putz E P Sist, D P Dykstra and R Heinrich (Editors) Research Methods For Reduced-Impact Logging Workshop results Bogor and East Kalimantan, Indonesia 25-27 pp

DYKSTRA, D P AND R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* Organizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion Roma Italia 85 p

GUARIGUATA M R AND J M DUPUY 1997 Forest Regeneration in Abandoned Logging Roads in Lowland Costa Rica *Biotropica* 29 15-28

PUTZ, F E 1996 Soil Compaction and Water Infiltration Overview of Group Projects In F E Putz, E P Sist D P Dykstra and R Heinrich (Editors) Research Methods for Reduced Impact Logging Workshop Results Bogor and East Kalimantan, Indonesia 1-2 pp

SUYANA, A 1996 Dipterocarp Seedling Densities Adjacent to a Skidtrail and in Residual Forest 20 Years after Logging in East Kalimantan Indonesia In F E Putz, E P Sist D P Dykstra and R Heinrich (Editors) Research Methods for Reduced-Impact Logging Workshop Results Bogor and East Kalimantan Indonesia 37-38 pp

Grado de Iluminación y Densidad de Regeneración en un Bosque Tropical en Concepción, Bolivia

Jesus Victoriano Hernandez Pérez
Union de Comunidades Productoras Forestales Zapotecas Chinantecas Hidalgo # 1
Capulalpam de Mendez Oaxaca Mexico C P 68760

Resumen

En un bosque tropical el factor principal para la definicion del comportamiento de las especies es la luz y por ello el concepto de tolerancia e intolerancia es un criterio basico para agrupar a las especies y entender el desarrollo del bosque Se determino la relacion entre el grado de iluminacion y la densidad de regeneracion en *Anadenanthera colubrina* y *Astronium urundeuva* Los resultados muestran que la luz no es el unico factor que determina la distribucion y abundancia de la regeneracion en estas especies habiendo otros no incluidos en este estudio de igual importancia como el fuego presencia de arboles semilleros, suelo, humedad entre otros

Abstract

In this study in a dry tropical forest in Bolivia the relationship between light intensity and seedling density of two timber tree species (*Anadenanthera colubrina* and *Astronium urundeuva*) was studied The results demonstrate that light is not the only factor that determines the distribution and abundance of regeneration of these species Other factors that might be important include the incidence of fire presence of seed trees soil fertility and moisture availability

Key words light regeneration tropical forest

Introducción

Una de las metas del manejo forestal es lograr la sostenibilidad del recurso Para ello debe contarse con un sistema de monitoreo, con el fin de evaluar una serie de indicadores de la dinamica del ecosistema, relacionados con la regeneracion, biodiversidad, microclima nutrimentos hidrologia y erosion, patologia, viento y fuego (Johnson & Cabarle 1995) En el caso de la produccion maderable entre otros aspectos, se busca que los aprovechamientos no excedan la tasa de incorporacion del bosque Esto es particularmente importante en las especies comerciales cuya regeneracion ha sido dificil Dentro de los factores que influyen en el establecimiento de la regeneracion juega un papel importante la radiacion (Valerio & Salas 1997) La finalidad del presente estudio fue relacionar el grado de iluminacion con las densidades de la regeneracion en dos especies comerciales maderables *Anadenanthera colubrina* y *Astronium urundeuva* Se predijo que existe una relacion positiva entre el grado de iluminacion y la densidad de regeneracion de las dos especies examinadas

Sitio de estudio

Se localiza a 16 km al Oeste de Concepcion Bolivia (16°03'S, 62°04'O) a una altitud aproximada de 540 msnm Presenta un clima tropical seco con una precipitacion anual de 1 171 mm y temperaturas medias mensuales entre 23,2 y 25,5°C El relieve es ondulado, con suelos desarrollados presentando afloramientos rocosos Segun las zonas de vida de Holdridge la vegetacion corresponde a un bosque seco subtropical (Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza" 1997)

Métodos

Para estimar el porcentaje de iluminacion que dejan pasar las copas de los arboles hacia el sotobosque, se utilizo un densiometro rustico consistente en una cuadricula transparente Para medir los datos de regeneracion de las dos especies (*Anadenanthera colubrina* y *Astronium urundeuva*) se utilizaron parcelas circulares de 10 m^2 en las cuales se contaron aquellos individuos de 0,10 a 2,0 m de altura Los sitios de muestreo se establecieron sobre transectos, en donde se ubicaron al azar puntos equidistantes a cada 20 m, a

partir de los cuales se localizaron los sitios Para el analisis de los datos se utilizo el coeficiente de correlacion de Spearman

Resultados y discusión

No se observo una tendencia definida entre intensidad de luz y densidades de las dos especies analizadas (Figuras 1 y 2) Si bien es cierto que estas especies son heliofitas (Pinard *et al* 1996) el establecimiento de la regeneracion va a estar condicionado por otros factores no menos importantes que la luz Factores que pueden ser importantes son la ocurrencia frecuente de incendios que favorecen a otras especies como las gramineas que compiten con las especies de interes o la disponibilidad de semilla que esta condicionada por la presencia de arboles semilleros cercanos a los lugares apropiados para su establecimiento

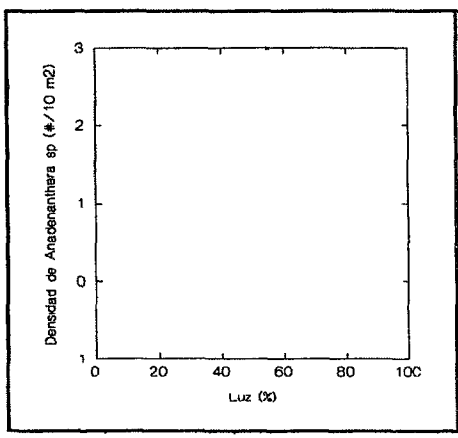


Figura 1 Relacion entre el grado de iluminacion y densidad de regeneración de *Anadenanthera colubrina*

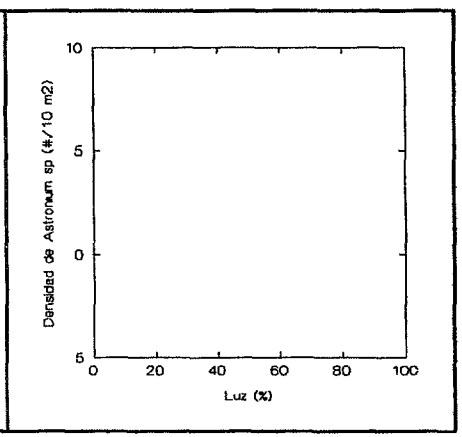


Figura 2 Relacion entre el grado de iluminacion y densidad de regeneracion de *Astronium urundeuva*

En muchas especies, las condiciones para su establecimiento se logra a traves de la apertura de claros, mediante los cuales se abre el dosel permitiendo la entrada de luz directa hasta el suelo generando una serie de microambientes que son aprovechados por diferentes especies adaptadas a la luz (Valerio &

Salas 1997) Esta dinamica de claros debe ser una base importante para la seleccion de los tratamientos silviculturales a aplicar de acuerdo al temperamento de las especies Asi podrian crearse las condiciones ambientales apropiadas para la regeneracion de especies heliofitas a traves de la apertura de claros grandes, en estos claros es necesario la aplicacion de tratamientos para exponer el suelo mineral y reducir la competencia con la vegetacion existente

Se concluye que la presencia o ausencia de una especie, va a estar condicionada por la interaccion de varios factores y no como funcion de uno solo Se recomienda ampliar los estudios considerando mas de un factor con el fin de conocer con mayor profundidad la dinamica de la regeneracion

Agradecimientos

Deseo agradecer a FAO, CIFOR, BOLFOR y a todas las personas que hicieron posible mi participacion en este seminario En particular agradezco a Francis Putz y a Claudia Romero, por su asesoria y valiosas sugerencias durante la realizacion del presente trabajo Asimismo gracias a Froilan Merlo por su apoyo en el procesamiento e integracion del informe Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de FAO y CIFOR y al apoyo logistico y tecnico de BOLFOR

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal Aserradero y Barraca" Nueva Esperanza" Propiedad San Martin Santa Cruz, Bolivia 51 p

JOHNSON, N & B CABARLE 1995 *Sobreviviendo a la Tala Manejo del Bosque Natural en los Tropicos Humedos* World Resources Institute, Washington, D C 72 p

PINARD, M , R GUZMAN & J FUENTES 1996 Clasificacion de las Especies Arboreas en Gremios Ecologicos en la Zona de Lomerio Santa Cruz, Bolivia Boletin BOLFOR 6 2-4

VALERIO J & C SALAS 1997 Seleccion de Practicas Silviculturales para Bosques Tropicales Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR) Santa Cruz, Bolivia 83 p

Evaluación del Efecto del Fuego en Relación con Pendientes en un Bosque Seco Subtropical de Concepción, Bolivia

Juan Carlos Licona
Proyecto BOLFOR Prolongación Beni 149 Santa Cruz Bolivia

Resumen

En un bosque seco que fue aprovechado selectivamente por madereros cerca de Concepcion Bolivia, se evaluo el daño de incendios de arboles > 5 cm dap en relacion con pendientes (3 - 45% , N=17 sitios) Los resultados muestran que el promedio de las pendientes de los arboles que fueron dañados por el incendio es mayor ($\bar{x}$= 18,2%) que de los que no fueron dañados ($\bar{x}$= 12, 0 %)

Abstract

In a dry forest near Concepcion, Bolivia, that was selectively logged and frequently burned, I evaluated the incidence of fire damage to trees > 5 cm dbh in relation to slope (3-45%, N = 17 sites) Fire damaged trees generally grew on steeper slopes than trees that were not damaged ($\bar{x}$= 18 2 and 12 0%, respectively)

Key words Bolivia - fire - forestry - silviculture - slope

Introducción

Los incendios forestales afectan a casi todos los componentes de los ecosistemas forestales Salta a la vista la importancia de este factor ecologico si se piensa en su frecuencia como evento natural, en casi todas las comunidades terrestres del planeta, maxime si se consideran los siniestros originados por el hombre y sus lamentables efectos (Rodriguez 1996) Por ejemplo, los bosques secos subtropicales de Bolivia sufren incendios muy frecuentemente como resultado de los chaqueos, y las actividades ganaderas Los incendios forestales

(intencionales o no) superan ampliamente la incidencia natural del fuego, no existe ninguna planeacion ni control, frecuentemente las areas son susceptibles al deterioro (con fuertes pendientes) Lo anterior contribuye a la degradacion de los componentes del ecosistema, por lo que los daños superan a los beneficios Dentro de los factores que influyen sobre el comportamiento de los incendios, la pendiente del terreno determina la direccion y velocidad de propagacion del fuego y en parte su intensidad (Rodriguez 1996) Se realizo un estudio para evaluar la relacion existente entre daño a los arboles producido por el fuego y la pendiente del terreno

Sitio de estudio

El trabajo se realizo en un bosque secundario cerca de Concepcion Departamento de Santa Cruz Bolivia (16°30'S 61°37'O) correspondiente a la zona de vida del bosque seco subtropical (bs ST Holdridge 1982) La temperatura promedio de la zona es 24 4°C con una precipitacion de 1 061 mm/año, y se encuentra a una altitud aproximada 500 msnm El estudio se realizo al inicio de la estacion seca (julio)

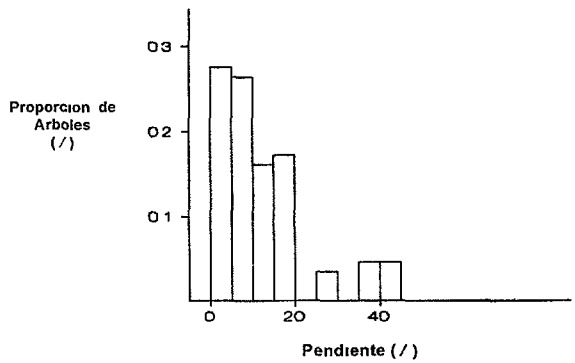
Método

Se ubicaron 17 puntos de muestreo al azar en tres transectos en diferentes pendientes (la pendiente se midio con un clinometro) En cada punto se tomo informacion de 10 arboles mas cercanos a este registrando los arboles dañados y no dañados a partir de >5 cm dap con sus respectivas pendientes (pendiente en porcentaje) La investigacion planteo la siguiente hipotesis a mayor pendiente mayor el daño del fuego en los arboles La prueba estadistica utilizada para el presente trabajo fue la prueba de t (alpha de 0,05)

Resultados y discusión

Los arboles dañados se encuentran en pendientes mayores ($\bar{x}$=18 16%, S=1 31, N=83) que los que no fueron dañados por incendios ($\bar{x}$= 2 03%, S=10 58, N=87, t=3,64 P < 0,001 Figura 1) Estos arboles probablemente fueron dañados por varios periodos de fuego, debido a que se encontraron bastantes gramineas en el sotobosque

Arboles no dañados



Arboles dañados

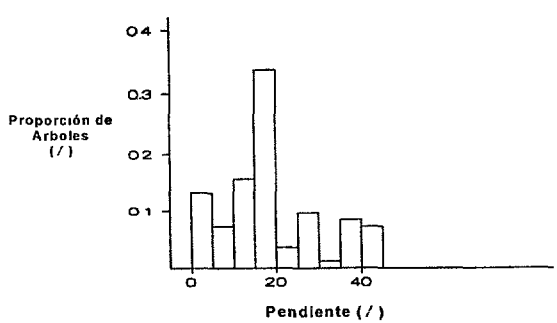


Figura 1 Distribucion de arboles dañados y no dañados por incendios en diferentes pendientes

En cuanto al manejo de esta areas con fuertes pendientes deben ser zonas de proteccion para evitar la degradacion de estos ecosistemas Un factor determinante para que exista mayor daño se debe tal vez a la inestabilidad de la atmosfera y vientos cuando se produjo el incendio Lo anterior favorecio el desarrollo del incendio en pendientes e incremento la velocidad del fuego Por este motivo se debe tener mucho cuidado cuando se usa el fuego como una herramienta para los tratamientos silviculturales

Agradecimientos

Agradezco por la oportunidad de participar en este curso a CIFOR BOLFOR, y FAO Gracias tambien a Francis Putz y Claudia Romero por su ayuda con el presente manuscrito a Rudolf Heinrich y Froilan Merlo por el constante apoyo en el analisis de los datos y hacer posible que se realice este manuscrito, y al personal de logistica

Literatura citada

EMPRESA Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal Aserradero y Barraca Nueva Esperanza Propiedad San Martin Santa Cruz Bolivia 51 p

RODRIGUEZ F D T 1996 *Incendios Forestales* Universidad Autonoma Chapingo, Mundi -Prensa , Mexico 162 p

UNZUETA O 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz Bolivia

Efecto del Espesor y Humedad de la Corteza en la Sobrevivencia de Arboles en un Bosque Seco

Milo Bozovich Granados
Universidad Nacional Agraria La Molina Av La Universidad S/No La Molina Lima Peru

Resumen

En un bosque seco de Concepcion, Bolivia, se determino la influencia del espesor y la humedad de la corteza de los arboles entre 10 y 20 cm de dap de especies sobrevivientes a los incendios forestales como factor de resistencia Se obtuvo que los arboles que sobreviven tienen un mayor espesor de corteza ($\bar{x}$= 15 0 mm, N = 10) que los arboles dañados o muertos ($\bar{x}$ = 10,4 mm, N = 10) Los arboles dañados pero vivos presentan mayor humedad en la corteza (mediana 70 6 %) que los que sobreviven sin daños (mediana 47,6%)

Abstract

The influence of bark thickness and water content in relation to tree resistance to fire damage were studied in a dry forest near Concepcion Bolivia Trees that survived fires with no apparent basal damage had thicker bark ($\bar{x}$= 15 0 mm N = 10) with a higher water content (median = 70 6 %) than trees that died or suffered basal damage ($\bar{x}$= 10 4 mm median = 47 6 % respectively N = 10)

Key words Bolivia bark - fire

Introducción

Los incendios contribuyen a la mineralizacion de la materia organica, participan en diversos ciclos de nutrimientos y cuando son de baja intensidad pueden promover el crecimiento de los arboles, gracias a la poda natural y a la fertilizacion por cenizas (Rodriguez 1996) Asimismo, una alta incidencia y gran intensidad de los incendios, influye negativamente sobre el bosque, ya que promueve la sabanizacion, en vista que se van perdiendo los individuos jovenes y las especies de baja resistencia al fuego

Se ha propuesto que el espesor de la corteza es la principal caracteristica que hace a los arboles resistentes al fuego, siendo tambien importantes otras caracteristicas de la corteza como humedad, densidad estructura y posiblemente la composicion quimica (Rodriguez 1996 Pinard & Huffman 1997) En los bosques secos de Bolivia, se producen periodicamente incendios que afectan a gran parte de los bosques secos sub-tropicales y en los cuales se pueden observar diversas especies que resisten a este efecto Se desarrollo la presente investigacion para determinar la influencia del espesor y la humedad de la corteza en la resistencia de las especies a los incendios

Sitio de estudio

La investigacion se realizo en un bosque aprovechado, propiedad de la Empresa Barraca Aserradero "Nueva Esperanza de la localidad de Concepcion, Departamento de Santa Cruz, Bolivia (16°30'S 61°37 O Aserradero y Barraca Nueva Esperanza 1997) Esta area esta ubicada a 500 msnm en la zona de vida de los bosques secos sub-tropicales con una temperatura promedio de 24,4°C y precipitacion anual de 1 061 mm

Métodos

Para desarrollar el presente trabajo se fijo un punto al azar en un bosque que ha sido incendiado reiteradas veces siendo la ultima en 1995 Se ubicaron areas con caracteristicas semejantes de intensidad de fuego en las cuales se midio el dap y espesor de corteza de un arbol dañado o muerto y uno que sobrevivio al efecto del incendio sin daños aparentemente, a 50 cm del suelo (el diametro de los arboles de cada muestra pareada fue semejante) Para medir el espesor de

corteza se retiro un pedazo de la misma mediante una herramienta cortante y luego se procedio a medirla con una regla Para la prueba sobre la humedad de la corteza se tomaron muestras pareadas al azar de arboles dañados que sobreviven, y vivos sin daños y se obtuvo el porcentaje de humedad (% de peso seco) en muestras secadas en horno por 4 horas a aproximadamente 80°C La investigacion planteo las siguientes hipotesis el espesor de la corteza de los arboles que sobreviven sin daños en la madera en un incendio es mayor que la de los arboles dañados que sobreviven y los muertos, y, la humedad de la corteza de los arboles que sobreviven sin daños es mayor que de los arboles dañados que sobreviven

Resultados y discusión

El espesor de corteza de los arboles que sobreviven sin daños ($\bar{x}$= 15 0 mm, s = 2 4) fue mayor que la de los que sobreviven con daños y muertos ($\bar{x}$= 10 4 mm, s = 3 3) (t = 6 9 P<0 001) La humedad de la corteza fue mayor en los arboles que sobreviven con daños causados por incendios (mediana 70,6% rango 25 - 100%) que en los arboles que sobreviven sin daños (mediana 47 5%, rango 44 - 78% N = 10 Wilcoxon Z = 1,8 P = 0 074) El resultado sobre la relacion entre la resistencia y el espesor de corteza, concuerda con el hallado por Pinard y Huffman (1997) en el que se demostro el papel aislante de la corteza en el cambio de temperaturas letales El resultado que explica la segunda hipotesis no fue esperado por lo que amerita un mayor analisis y un mayor numero de muestras en proximos estudios Sin embargo preliminarmente se puede atribuir que el resultado proviene de muestras de diferentes especies cuyas cortezas tienen diferente gravedad especifica lo que posibilita una gran variacion para la retencion de liquidos El trabajo en ambos casos no considero el efecto que tienen los espesores por especie y la contraccion de la corteza y la madera de los arboles muertos por efecto de la perdida de agua

Agradecimientos

Agradezco la colaboracion de CIFOR BOLFOR FAO Francis Putz Rudolf Heinrich Froilan Merlo, Claudia Romero y personal de apoyo, que hicieron posible la ejecucion del presente trabajo

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal Aserradero y Barraca 'Nueva Esperanza" Propiedad San Martin Santa Cruz, Bolivia 51 p

PINARD M & J HUFFMAN 1997 Fire Resistance and Bark Properties in a Seasonally Dry Forest in Eastern Bolivia *Journal of Tropical Ecology* 13

RODRIGUEZ, D 1996 Incendios Forestales Universidad Autonoma de Chapingo Mundi-Prensa, Mexico 630 p

Sobrevivência de Cipós de Acordo com Padrão de Câmbio e Espessura de Casca, em uma Floresta Mecanicamente Explorada e Incendiada, Concepción-Bolivia

Rodrigo Antonio Pereira Junior
FFT Fundaçao Floresta Tropical caixa postal 13077 CEP 66040 970 Belém PA Brasil

Resumo

Praticas inadequadas de aproveitamento de bosques tropicais, principalmente o uso de fogo vem contribuindo para o desaparecimento de especies vegetais Investigando a sobrevivência de cipos em bosque sêco explorado que sofreu incêndio, encontrou-se uma diferença significante entre o diametro de cipos vivos ($\bar{x}$= 5,61 cm, s = 2,9) e mortos ($\bar{x}$= 3,57 cm, s = 1,2), e entre a espessura da casca dos que sobreviveram ($\bar{x}$ cortex = 0,35 cm, s = 0 16) e os que morreram ($\bar{x}$ cortex = 0 19 cm s = 0,09) Não ha diferença significante entre a sobrevivencia ou não de cipos com o seu padrão de câmbio vascular No entanto, ainda nos faltam estudos a cerca destes vegetais para que possamos recomendar tratamentos silviculturais adequados para controlar a abundância destes vegetais em florestas tropicais

Abstract

Uncontrolled logging and wildfires are contributing to the extinction of many species In this investigation of woody vines (liana) survival in a logged forest that burned 2 years prior to my inventory, surviving lianas were larger in diameter ($\bar{x}$=3 57 cm, s=1 2 n=14) and had thicker bark ($\bar{x}$=0 35 cm, =0 16, n=26) than lianas that were killed ($\bar{x}$=0 35, s=0 16, n=26 , and $\bar{x}$=0 19 cm, s=0,09, n=14 respectively) There was no apparent difference in survival probabilities between vines in four different classes of vascular anatomy Further studies on forest ecology are recommended as a basis for prescribing silvicultural treatments

Key-words Dry forest-lianas - tropical forest - vines wood anatomy

Introdução

O aproveitamento inadequado dos bosques tropicais para fins de agricultura, pastagens e produção madeireira e um fator que vem contribuindo para o desaparecimento de especies vegetais tanto madereiras como não madeireiras Nesta situação encontramos grupos de vegetais como os cipos que são abundantes nas florestas tropicais, mas que ultimamente vem sendo severamente desbastados nestes bosques Um fato preocupante pois pouco se conhece destes vegetais, sua anatomia, fisiologia funções ecologicas como dinâmica e alimentação da fauna silvestre e equilíbrio hidrico da floresta (Putz 1984) e outros beneficios que estes produzem as florestas

Em florestas tropicais os cipos são muito abundantes Appanah e Putz (1984) encontraram em floresta da Malaysian em media 376 cipos/ha com diametro maior que 2 cm Comumente para controlar a incidencia de cipos em uma area de exploração florestal, recomenda-se o corte de cipos (Vidal et al in press Dykstra 1996, Pinard et al 1995 Uhl et al 1997) comumente e praticada a queima controlada A pratica de corte de cipos antes da exploração reduziu o numero de arvores puxadas e danificadas durante a derrubada em aproximadamente a metade (Appanah e Putz 1984) No entanto ate o momento pouco se sabe sobre os efeitos da queima no controle dos cipos

Assim, como as arvores, os cipos apresentam diversidade em espessura de casca, diâmetro e desenho do cambio vascular As diversas forma de desenho do câmbio destes vegetais e resultante de sua distribuição do xilema e floema O xilema de muitas especies de cipos e caracterizado pelo diametro extremamente largo dos vasos e pelo crescimento secundario anômalo caracteristico (Schenck 1982 Obaton 1960 Carlquist 1975 citados por Putz 1990)

Provavelmente a ação do fogo sobre as especies vegetais de casca mais fina seja mais danosa chegando a causar-lhes a morte Assim, cipos de casca mais grossa, diâmetros maiores e de padrões de cambio mais variado, talvez sejam mais resistente ao fogo ou rebrotem mais rapido e se estabeleçam mais rapidamente em areas queimadas que outros vegetais Este trabalho objetiva

demonstrar a sobrevivencia de cipos de acordo com padrões de câmbio, diâmetro e espessura de casca em area de floresta explorada que sofreu incendio

Sitio de estudio

Esta investigação foi desenvolvida em uma area de bosque localizado em Canton Concepcion Provincia Nuflo de Chavez, Bolivia (16°30'S, 61°37'O) O bosque e classificado segundo Unzueta (1975) como Bosque Sêco Subtropical apresentando uma formação vegetal de transição entre o bosque da região amazonica e a região Chequenha A temperatura media e de 24,4°C e a precipitação media anual de 1 171 mm O relevo e ondulado com algumas areas de pendentes superiores a 45% Ha alguns anos atras iniciou-se a exploração da area e, tambem, no mesmo periodo a area vem sofrendo incendios, o ultimo ocorreu em 1995, queimando boa parte do bosque Neste mesmo ano foi aprovado um plano de manejo para a area que começou a ser explorada em 1996 (Plano de manejo Florestal 1997)

Métodos

Definiu-se 4 grupos de cipos (Figura 1) de acordo com o padrão de desenho do cambio vascular observado em corte transversal (Putz & Holbrook 1991) A partir da definição destes padrões foi-se ao campo e sorteou-se aleatoriamente um rumo a ser seguido no qual se intalaria as unidades de amostras Com o auxilio de uma bussola seguiu-se o rumo e ao azar sorteou-se a quantidade de passos necessarias ate o ponto de amostragem Nestes observou-se um raio de 3 m e todos os cipos a partir de 2 cm de diametro pertencentes aos 4 grupos (Figura 1) foram qualificados como vivos ou mortos e medidas as seguintes variaveis diâmetro espessura da casca e padrão de câmbio Aplicou-se o teste 't' student para provar se havia diferença entre cipos vivos e mortos com relação ao diâmetro e espessura da casca O teste de X^2 foi aplicado para provar se havia relação entre a sobrevivência de cipos apos incêndios na floresta, e seu padrão de desenho de câmbio

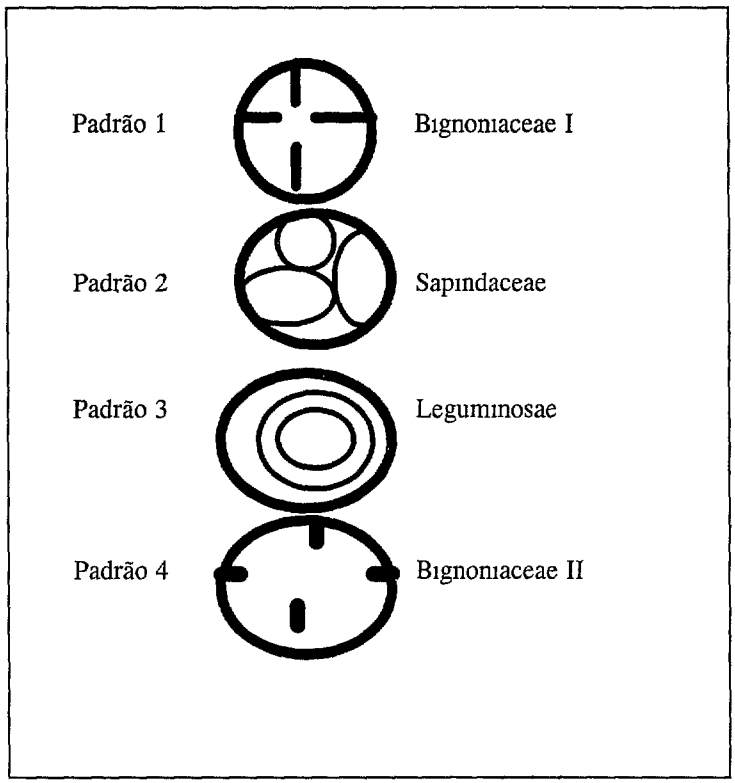


Figura 1 Padrões de desenho do cambio visto em corte transversal para cipos estudados em bosque seco Concepcion Bolivia

Resultados

Pode-se observar a distribuição diametrica dos cipos que sobreviveram e dos que não sobreviveram ao incêndio (Figura 2) Devido a distribuição de ambos não ser normal fez-se necessario a transformação logaritmica destes dados para procedermos a analise Houve uma diferençao altamente significante ($t = 2,7$, $P = 0,009$) entre o diametro dos cipos vivos ($\bar{x} = 5,61$ cm, $s = 2\ 9$) e mortos ($\bar{x} = 3,57$ cm, $s = 1,2$) Pode-se dizer que os individuos com

diâmetros maiores sobrevivem mais facilmente ao fogo que indivíduos com diametros menores

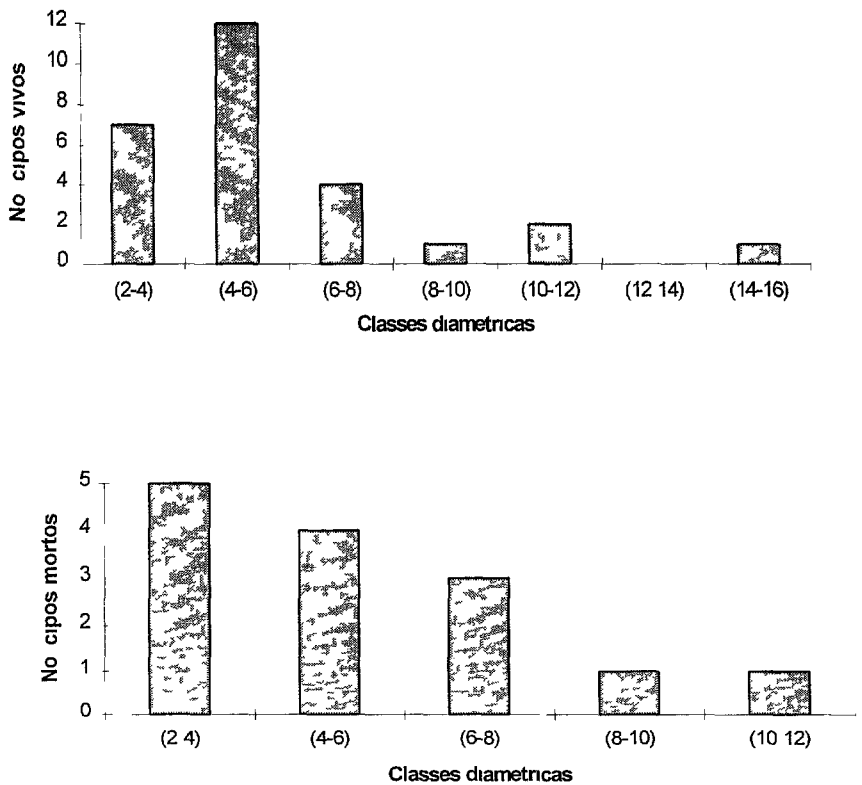
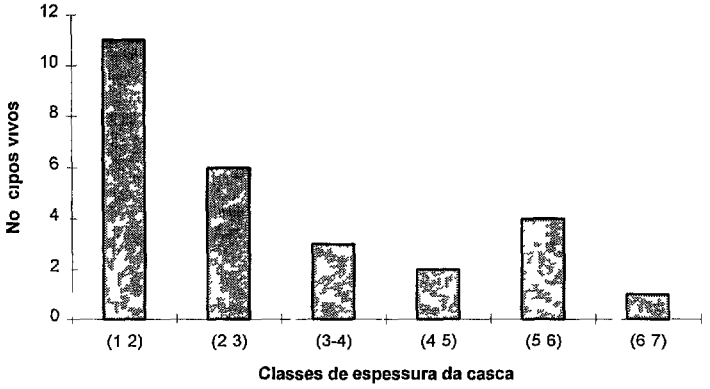


Figura 2 Distribuição dos cipos vivos e mortos em classes diametricas

A distribuição da espessura da casca dos cipos vivos e mortos (Figura 3) demonstra que esta não e normal novamente, os dados foram logaritmizados para que fossem analisados Houve uma diferença altamente significativa

(t = 3,8, P< 0,001) entre os indivíduos que sobreviveram ($\bar{x}_{cortex}$ = 0,35 cm, s = 0 16) e os que morreram ($\bar{x}_{cortex}$ = 0,19 cm s = 0 09) Deste modo os cipos que apresentam maior diâmetro ou espessura de corte sejam mais resistente ao fogo e sobrevivam apos incendios florestais



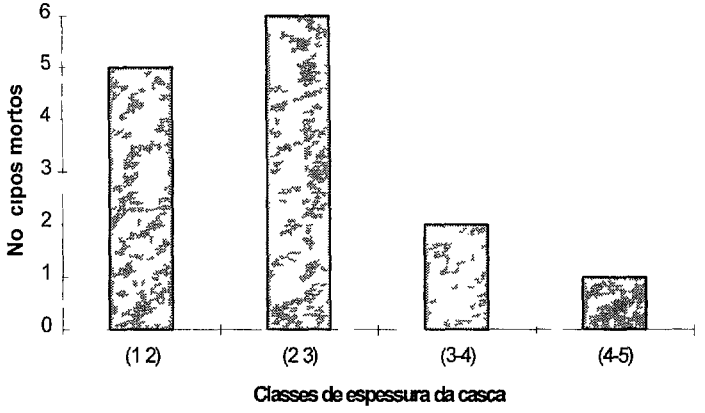


Figura 3 Distribuiçao dos cipos vivos e mortos em classes de espessurada casca

Atraves do teste Qui-quadrado para os valores contigentes de cipos vivos e mortos por padrão de câmbio (Tabela 1), obtivemos um valor que não foi significante ($x^2 = 2,2$, $p > 0,2$) O que demonstra que a sobrevivência ou não de cipos apos incendios independe do tipo de câmbio vascular que este apresenta

Tratamento	Vivos	Mortos
Padrão 1	5	5
Padrão 2	8	2
Padrão 3	6	4
Padrão 4	7	3

Tabela 1 Observaçoes de cipós vivos e mortos por padrão de desenho do cambio

Esta investigação demonstrou que assim como as arvores, os cipos apresentam maior resistência a ação de incêndios se apresentarem casca grossa e diametro maiores Porem, quando pensarmos em manejo de florestas tropicais e importante que conheçamos a resposta destes vegetais apos queimadas Uma observação importante para a condução de tratos silviculturais dirigidas ao controle de cipos e sabermos quais as especies ou grupos destes que sobrevivem mais facilmente a ação do fogo, se esta pratica e um fator de redução na diversidade destes vegetais ou se ela favorece o seu estabelecimento nestas areas De que forma a anatomia destes vegetais contribui para a superação de condições adversas (corte, fogo), se alguns padrões de câmbio são mais adaptaveis as mudanças do meio

Agradecimentos

Meus sinceros agradecementos ao CIFOR FAO e ao projeto BOLFOR pela oportunidade de participar do Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido e Manejo de Bosques Naturales Agradeço aos instrutores, em especial a Francis Putz Rudolf Heinrich Froilan Merlo e Claudia Romero pelas ideias e auxilio na coleta, analise de dados e revisão do texto Um muito obrigado a colega Lia Cunha pela valiosa ajuda nas revisões do texto

Literatura citada

DYKSTRA, D & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* FAO, Roma 85p

EMPRESA Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal, Aserradero y Barraca "Nueva Esperanza', Propiedad San Martin Santa Cruz, Bolivia 51p

PINARD M A , F E PUTZ J TAY & T E SULLIVAN 1995 Creating Timber Harvest Guidelines for a Reduced-Impact Logging Project in Malaysia *Journal of Forestry* 93 41-45

PUTZ, F E 1984 The Natural History of Lianas on Barro Colorado Island, Panama *Ecology* 65 1713-1724

PUTZ, F E & M HOLBROOK 1991 Biomechanical Studies of Vines In, The Biology of Vines, eds F E Putz and H A Mooney Cambridge University Press, Cambridge

UHL, C , P BARRETO, A VERISSIMO, E VIDAL, P AMARAL, A C BARROS, C SOUZA JR J JOHNS, J GERWING & C UHL 1997 Natural Resource Management in Brazilian Amazon an Integrated Research Approach BioScience 47 160-168

UNZUETA O , 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz, Bolivia

VIDAL, E J JOHNS J GERWING P BARRETO & C UHL in press Vine Management in Logging Operations in the Eastern Amazonia Forest Ecology and Management

Propriedades Mecânicas de Cipos em Areas que Ocorreu Exploracao Seletiva de Madeira e Fogo Acidental em Concepción, Bolivia

Edson Vidal
IMAZON - Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazonia Caixa Postal 1015 CEP 66113 000 Belem Para Brasil

---

Resumo

No manejo de florestas naturais, os cipos são um importante elemento, pois com suas interligações na copa das arvores, quando estas são derrubadas, aumentam consideralvelmente os danos Para avaliar a resistência dos cipos em areas que sofreram extração seletiva de madeira e fogo, avaliamos duas familias de cipos com diferenças relevantes na anatomia Bignoniaceae com caule composto por aneis de xilema e floema e Sapindaceae formando como se fossem feixes de caule, testamos a resistência em 3 pontos (n=15 por familia) As amostras de 1-2 cm de diametro demonstraram que o caule da Bignoniaceae foi mais resistente do que os de Sapindeaceae

Abstract

One reason why lianas are important in natural forest management is that they interconect tree crowns When felling liana-laden trees considerable damage is done to the residual stand To determine the strength of lianas that were killed by a fire 2 years prior to this study biomechanical studies were conducted on stems from two families of lianas with markedly different stem anatomies Bignoniaceae (with intruded phloem) and Sapindaceae (with a multi-stranded cable structure) were tested in 3-point loading (n=15 per family) Samples were 1 0-2 0 cm diameter The tests demonstrated that the Bignoniaceae stems tested were stronger than those of the Sapindaceae

Key words Fire forestry lianas wood anatomy

Introducao

Cipos são plantas trepadeiras que precisam de suporte para se desenvolver Os cipos tem importantes funções ecologicas na natureza como dinamica e alimentação de animais silvestres (Putz 1984) e equilíbrio hidrologico da floresta Quando uma arvore e derrubada para fins madeireiros muitos outras são danificadas devido as conexões dos cipos na copa das arvores Desta forma e importante que seja feito corte destes antes da extração de madeira (Vidal et al *in press*, FAO 1996, Pinard et al 1995 Uhl et al 1997)

Na extração seletiva de madeira o corte dos cipos antes da derrubada reduz danos as arvores remanescentes, diminui o tamanho das clareiras e diminui os riscos de acidentes de trabalho dos operadores (Johns et al 1997, Vidal et al *in press* Barreto et al *in press*) No entanto não se conhece uma tecnica ideal de corte por desconhecimento ecologico e das propriedades mecanicas dos cipos O presente trabalho foi realizado para provar a hipotese de que os cipos tem propriedades mecanicas diferenciadas entre as especies apos fogo

Area de estudo

O estudo foi realizado na propriedade de Nueva Esperanza a 16 Km de Concepcion Bolivia (15°57 S, 62 0 7 O) O local do estudo se encontra a 500 msnm, a temperatura media mensal nos meses mais frios (maio e agosto) fica entre 13,5° a 14,5° e nos meses mais secos (outubro a novembro) e de 30,1°C A precipitação media anual e de 1 171 mm A floresta esta localizado segundo Unzueda (1975) na transição entre a zona de vida de uma floresta tropical umida e uma zona seca do grande Chaco (bs-ST) A vegetação apresenta -se com composição e estrutura variada e as florestas foram classificadas em função de sua estratificação em floresta alta (15 a 20 m de altura) baixa (12 a 17 m) e media (9 a 15m) O terreno e ondulado chegando em alguns casos a pendentes de ate 45% Nesta area aconteceram em 1991 incendios florestais e em 1996 extração seletiva de madeira e incêndios florestais

Metodos

Selecionamos dois grupos de cipos (familia das Sapindaceae e Bignoniaceae) para comparar as propriedades mecanicas, em areas que ocorreu extração

seletiva de madeira e fogos acidentais Os dois grupos foram diferenciados atraves dos desenhos observados de uma vista transversal, onde fica bem claro diferenciar o desenho que forma os vasos anatômicos (Putz & Holbrook, 1991) O grupo das Bignoniaceae apresenta-se com o caule composto por aneis de xilema e floema e o grupo das Sapindaceae, o desenvolvimento e anômalo formando como se fosse feixes de cipos

De cada grupo foi escolhido 15 individuos com 1-2 cm de diametro A resistencia dos cipos foi medida atraves de um modulo elastico por ruptura, uma adaptação do modulo de Putz e Holbrook (1991) A medida foi coletada apoiando os cipos em dois suportes distanciados 20 cm um do outro, da mesma altura Depois amarrou-se os cipos a uma balança graduada com capacidade de 12,5 kg Em seguida, puxava-se os cipos ate que rompecem No momento do rompimento, o peso necessario era registrado na balança Em seguida medimos a area basal dos cipos em cm^2 e relacionamos a forca (kg) pela area dos cipos, que e uma estimação da ruptura Os dados foram avaliados atraves de comparação de media entre os 2 grupos de cipos

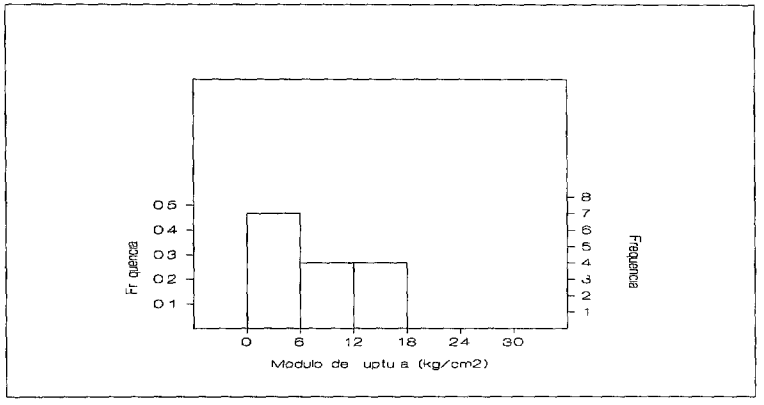
Resultados e discussão

A comparação de media demonstrou que existe diferença quanto a resistência a ruptura dos cipos entre os dois tratamentos ($t = 2,48$, $P < 0,02$) O grupo das Bignoniaceae ($\bar{x} = 14,4$ $sd = 8,4$) apresentou uma media maior comparado com o grupo das Sapindaceae ($\bar{x} = 8,36$, $sd = 4,26$) Isto significa que o grupo das Bignoniaceae e mais resistente a ruptura do que o grupo das Sapindaceae (Figura 1)

Novas pesquisas que medem as propriedades mecânicas dos cipos principalmente resistencia ao rompimento do caule e/ou das garras e muito importante para definir as especies mais agressivas de cipos Testar as propriedades mecanicas dos cipos logo apos o corte para a derrubada das arvores na extração de madeira e escalonar este teste fazendo medidas a cada mês para reconhecer o periodo em que as especies de cipos perdem suas propriedades mecânicas, são algumas das pesquisas fundamentais para facilitar tecnica de corte dos cipos Estas informações vão nos indicar o tempo necessario do corte dos cipos antes da extração das arvores e tambem servirão de base para aprimorar os modelos de manejo florestal nas florestas tropicais

reduzindo os impactos no ecossistema e custos do manejo Haja visto que o corte de cipos tem sido recomendado para diminuir impactos durante a extração de madeira

Grupo das Sapindaceas



Grupo das Bignoniaceas

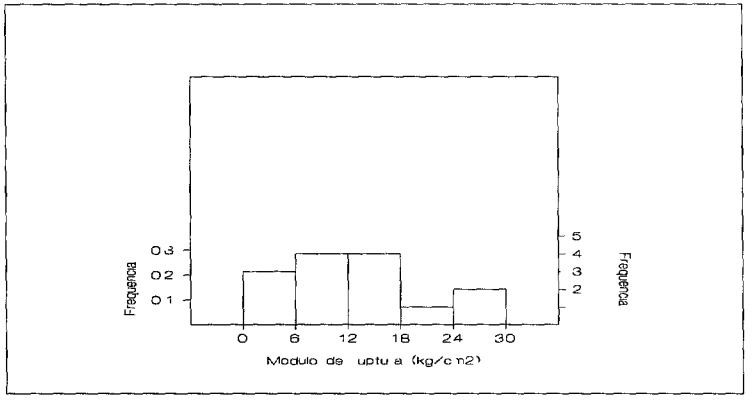


Figura 1 Distribuição de frequencia dos modulos de ruptura (kg/cm^2) dos dois grupos de especies avaliados (Sapindaceae e Bignoniacea) na propriedade de Nueva Esperanza Concepcion Bolivia)

Agradecimentos

Queremos agradecer, especialmente aos instrutores do seminario A FAO e CIFOR por apoiar este curso A Francis Putz por compartilhar ideias deste trabalho Ao BOLFOR pelo apoio logistico e a Lia Cunha pela ajuda na definição do modulo de ruptura para medir a resistência dos bejucos

Literatura citada

BARRETO P P AMARAL, E VIDAL, & C UHL *in press* Costs and Benefits of Forest Management for Timber Production in Eastern Amazonia *Forest Ecology and Management*

DYKSTRA, D & R HEINRICH 1996 *Codigo Modelo de Practicas de Aprovechamiento Forestal de la FAO* FAO, Roma 85p

JOHNS, J , P BARRETO & C UHL 1997 Logging Damage in Planned and Unplanned Logging Operations and its Implications for Sustainable Timber Production In The Eastern Amazon *Forest Ecology and Management*

PINARD, M A F E PUTZ, J TAY & T E SULLIVAN 1995 Creating Timber Harvest Guidelines for a Reduced-Impact Logging Project in Malaysia *Journal of Forestry* 93 41-45

PUTZ F E 1984 The Natural History of Lianas on Barro Colorado Island Panama *Ecology* 65 1713-1724

PUTZ F E & M HOLBROOK 1991 Biomechanical Studies of Vines In, *The Biology of Vines* eds F E Putz and H A Mooney Cambridge University Press, Cambridge

UHL C P BARRETO A VERISSIMO E VIDAL P AMARAL A C BARROS C SOUZA JR J JOHNS J GERWING & C UHL 1997 Natural Resource Management in Brazilian Amazon an Integrated Research Approach *BioScience* 47 160-168

Unzueta O 1975 Memoria Explicativa del Mapa Ecologico de Bolivia Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios La Paz, Bolivia

Vidal E , J Johns, J Gerwing, P Barreto & C Uhl *in press* Vine Management in Logging Operations in the Eastern Amazonia *Forest Ecology and Management*

Iluminación de Copas y Grado de Presencia de Bejucos en Arboles de un Bosque Intervenido en Concepción, Bolivia

David Quiros
CATIE/PROSIBONA Turrialba Apto 7170 Costa Rica

Resumen

La competencia por la captacion de luz es una realidad en la vegetacion arborea, siendo mas privilegiados aquellos individuos con mejor forma y exposicion No obstante todos estan expuestos a competencia por la presencia de bejucos Por lo antes indicado se pretende establecer la relacion entre el nivel de iluminacion de copa de los arboles y el grado de presencia de bejucos Para ello se realizo un muestreo en arboles de un bosque natural intervenido Los resultados indican que a mayor iluminacion de copa mayor es el grado de presencia de bejucos

Abstract

Competition for sunlight is a reality for trees dominant and well exposed individuals are favored Nevertheless many trees are exposed to competition due to the presence of vines To establish whether there is a relationship between light levels in tree crowns and vine cover a trial was carried out in a disturbed natural forest The results indicate that with increased exposure of tree crowns there was also an increased abundance of vines

Key words Competition light intensity secondary forest - vines

Introducción

En los bosques naturales tropicales se tiene la presencia de una amplia gama de bejucos Aun asi hay un escaso conocimiento sobre las funciones y/o relaciones en el ecosistema, y los usos o productos que estos puedan brindar

Para los silvicultores es un problema la presencia de bejucos en las masas arboreas, en primera instancia por la evidente competencia directa, y adicionalmente por el obstaculo que representan durante la ejecucion de labores silvicolas (principalmente el aprovechamiento) Debido a ello es importante determinar la relacion existente entre el nivel de iluminacion y el grado de presencia de bejucos Para tal efecto, se considero establecer dicha relacion en un bosque primario intervenido

Sitio de estudio

El estudio se desarrollo en un bosque primario intervenido cuya zona de vida corresponde a bosque humedo subtropical (bh-ST) y bosque seco subtropical (bs-ST, Holdrige 1982) Esta ubicado en la region oriental de Bolivia (provincia Ñuflo de Chavez, 16°30'S 61°37'O, Aserradero y Barraca Nueva Esperanza 1997), a 500 m sobre el nivel del mar El bosque se caracteriza por presentar un dosel superior con altura de 20-26 m, con especies como *Tabebuia* sp , *Ceiba pentandra*, *Hymenaea courbaril*, *Astronium urundeuva* y otras Tambien se diferencian un dosel arboreo intermedio (9-14 m) y un nivel arbustivo (4-7 m Aserradero y Barraca Nueva Esperanza 1997)

La topografia es irregular (relieve ondulado), con acceso por camino primario desde el aserradero Nueva Esperanza No se presentan fuentes hidrograficas de importancia y en el sitio se evidencian efectos de fuegos ocurridos en el pasado

Métodos

El diseño experimental busca encontrar la relacion entre diversos niveles de iluminacion y presencia de bejucos en la vegetacion arborea ≥ 10 cm de dap Se utilizaron como variables el nivel de iluminacion de la copa y la presencia de bejucos segun las siguientes escalas respectivamente 0% = copa sin iluminacion directa, 25% = copa unicamente con iluminacion oblicua, 50% =

copa con iluminacion vertical parcial, 75% = copa con iluminacion vertical plena, y, 100% = copa con iluminacion vertical y lateral plenas Grado de presencia de bejucos 0% = arbol sin bejucos, 33% = presencia de bejucos en el fuste, 66% = presencia de bejucos en el fuste y la copa sin afectar el crecimiento, y, 100% = presencia de bejucos en el fuste y la copa afectando el crecimiento (adaptado de Hutchinson 1993)

Se establecio un transecto al azar y mediante numeros aleatorios (valores de 1 a 9) se establecieron los puntos de muestreo Alli se selecciono el arbol mas cercano (N= 101) Los datos se analizaron mediante correlacion de Spearman La hipotesis sometida a prueba establece que el nivel de iluminacion de copa no influye en el grado de presencia de bejucos

Resultados y Discusión

Existe una relacion significativa entre el nivel de iluminacion y el grado de presencia de bejucos, resultando que a mayor iluminacion de copa mayor es la presencia de bejucos en el arbol (coeficiente de correlacion de Spearman, r_s = 0,401, $P < 0,01$, N = 101)

Esta relacion encontrada se convierte en un aspecto muy importante a considerar durante la prescripcion de practicas silviculturales El manejo de densidades y los niveles de iluminacion se consideran como las principales herramientas utilizadas en la silvicultura para favorecer y/o manejar masas boscosas con el objetivo de producir madera rolliza

Para evitar la competencia directa de los bejucos sobre los arboles deseables de futuras cosechas se recomienda la ejecucion de tratamientos silviculturales con prescripcion de corta (liberacion) de bejucos cada 10 años Tambien se recomienda continuar con esta linea de investigacion (bejucos) con el objetivo de lograr a corto o mediano plazo resultados complementarios

Agradecimientos

Se agradece a las instituciones patrocinadoras del Seminario Internacional de Capacitacion en Investigacion Sobre Aprovechamiento Forestal de Impacto

Reducido y Manejo de Bosques Naturales", al personal organizador y en especial a los instructores, por sus aportes para elaborar el presente estudio

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA" 1997 Plan de Manejo Forestal, Santa Cruz, Bolivia 51 p

HOLDRIGE, L 1982 Ecologia Basada en Zonas de Vida San Jose Costa Rica IICA 216 p

HUTCHINSON I 1993 Puntos de Partida y Muestreo Diagnostico para la Silvicultura de Bosques Naturales del Tropico Humedo CATIE Serie Tecnica Informe Tecnico no 204, Coleccion Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no 7 32p

Estimación de la Relación entre los Diámetros del Fuste y de la Copa de Arboles de Anadenanthera Colubrina en un Bosque Seco Subtropical, Concepción, Bolivia

Lenin Prado Rodríguez
Estación Científica Charles Darwin Casilla 17 01 3891 Quito Ecuador

Resumen

La relacion de las caracteristicas intrinsecas de los arboles y el medio ambiente son estudiadas para establecer predicciones para la conservacion y manejo de un ecosistema Se examino y se relaciono las caracteristicas dap y diametro de la copa de arboles de *Anadenanthera colubrina*, dentro de un rango de 10 - 40 cm de dap Se observo que existe una correlacion positiva entre el dap y el diametro de la copa de los arboles ($r = 0,52$, $p < 0,05$, $n = 20$) Asimismo el ANOVA mostro que no existe mayor relacion entre el dap/diametro de la copa de arboles y la posicion de la copa

Abstract

Studies of characteristics of trees and their environments are useful for conservation and ecosystem management This study examines the relationship between crown and stem diameter in *Anadenanthera colubrina* trees 10 - 40 cm dbh There was a positive correlation between crown width and dbh ($r = 0\ 52$, $p < 0\ 05$, $n = 20$) ANOVA revealed that the crown / stem diameter ratio did not differ among dominant co-dominant and suppressed trees

Key words Allometry *Anadenanthera colubrina* dry tropical forest

Introducción

En las plantas la fisonomia armoniza con su habitat y esta correlacion es mas evidente y marcada en comparacion con los animales (Holdridge 1987) El manejo sostenible de los bosques tropicales y la diversidad biologica que contienen, asi como los suelos, flora, fauna, agua y aire constituyen un reto esencial para los paises de America Latina La diversidad de arboles y formas en el bosque humedo tropical es evidente Estas formas pueden estar afectadas en ciertos bosques tropicales por la tala incontrolada de arboles Relacionando algunas caracteristicas como diametro altura, area basal y diametro de copa pueden ayudar a predecir el rendimiento de los arboles para un mejor manejo

Para monitorear el progreso de manejo del ecosistema deben desarrollarse indicadores ambientales adelantados como la condicion de la biodiversidad, calidad del agua y nutrientes del suelo, entre otros, y no solo usar los indicadores tradicionales como rendimiento maderable, rendimiento de productos forestales, etc (Johnson & Cabarle 1995) El enfoque de este estudio fue probar la relacion entre el diametro del fuste (dap) y el diametro de la copa de arboles de curupau (*Anadenanthera colubrina*) Esta estimacion es importante principalmente para areas de bosque tropical que estan siendo afectadas por la tala incontrolada de arboles del dosel Fue importante plantear esta hipotesis para conocer mas acerca de la fisonomia de los arboles de valor comercial y del estado de salud de las areas de explotacion

Sitio de estudio

El estudio se realizo en un bosque seco subtropical cercano a Concepcion, Bolivia (16°30'S, 62°04'O) De acuerdo a la clasificacion de zonas de vida de Holdridge, el area corresponde a Bosque Humedo Subtropical (bh-ST) El bosque predominante en la mayor parte de la region se clasifica como una formacion de transicion entre las zona humedas de la Amazonia y la zona seca del Gran Chaco Las precipitaciones anuales oscilan entre 800 - 1800 mm, la zona esta sometida a una evidente estacionalidad donde los meses mas secos corresponden a mayo y agosto Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 23 y 25^{0}C, las temperaturas extremas descienden hasta 3^{0}C originadas por vientos frios del Sur

La geologia del lugar esta constituida por rocas precambricas, en partes cubiertas por formaciones del terciario El relieve es ondulado y ligeramente disectado con pendientes escarpadas y presenta afloramientos rocosos esparcidos indistintamente en las partes altas medias y bajas Como el relieve es ondulado en gran parte favorece a la erosion hidrica

La composicion de la vegetacion presenta una estructura variada, se distinguen tres estratos de bosques con diferentes doseles, alto (15-20 m), medio (12-17 m) y bajo (9-15 m) El curupau, arbol comercial y que en la actualidad se extrae para aserrar y exportar el producto se encuentra en el bosque medio junto a especies del dosel como azucaro (*Spondias mombin*) pequi blanco (*Eritheca cf roseorum*), paquio (Hy*menaea courbaril*), entre otras Tambien existe un area de pastizal conformada por vegetacion herbacea que se encuentra en las depresiones mal drenadas, en estas pasturas naturales es donde el ganado vacuno de los alrededores entra a pastorear de manera extensiva (Aserradero y Barraca Nueva Esperanza 1997)

Materiales y métodos

Veinte arboles entre rangos de 10 - 40 cm de dap fueron localizados con una tabla de numeros al azar En cada arbol se tomaron medidas del dap, posicion de la copa en tres niveles (dominantes, codominantes y suprimidos) Para el analisis de los datos se utilizo la prueba de correlacion de Pearson y se relacionaron las variables dap y diametro de la copa Para conocer la relacion que guarda el dap/diametro de copa de los arboles y la posicion de la copa de los arboles se hizo un ANOVA

Resultados y discusión

En la naturaleza la vegetacion presenta formas y arquitecturas tipicas relacionadas con el habitat donde se encuentra establecida En este estudio se probo que existe una relacion entre el dap y el diametro de la copa de arboles del dosel de *A colubrina* ($r = 0,52$, $p < 0\ 05$, $n = 20$) Esto significa que a un aumento en el dap existe un aumento de la copa de los arboles (Figura 1)

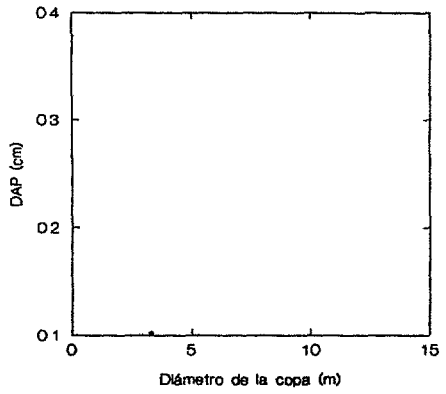


Figura 1 Relacion entre el DAP (cm) y el diametro la copa (m) de arboles de curupau (*Anadenanthera colubrina*)

No existe relacion entre el dap/diametro de la copa de los arboles y las diferentes posiciones de las copas de los arboles (F = 0 04, P = 0,96 gl = 2 y 17, Tabla 1)

Posicion de la copa	Media	Error Estandar	No muestras	
Dominante	32 02	9 64	4	F = 0 04
Codominante	32 36	5 56	12	P = 0 96
Suprimido	28 55	9 64	4	

Tabla 1 Comparacion entre el DAP / diametro de la copa y las diferentes posiciones de la copa de *A colubrina* (ANOVA)

Los arboles del dosel de *A colubrina* mostraron copa medianamente grande y de forma irregular el 50% de los arboles de la muestra tenian DAP > 30 cm con diametro de copas muy variables (4 3 - 12 3 m)

Se observo que algunos arboles codominantes ubicados en pendientes tenian copas extendidas hacia un solo lado, posiblemente este aspecto guarde relacion con la especie Fue evidente la presencia de daños mecanicos en los arboles dominantes ocasionados por la extraccion de madera (*Tabebuia serratifolia, Astronium urundeuva Platymiscium fragans* entre otras) que rompe ramas y reduce la copa de los mismos

Para conocer mas acerca de estas relaciones se recomienda para futuros trabajos de investigacion aumentar el numero de muestras e incorporar variables como la forma y posicion de la copa para describir la fisonomia, estas variables relacionarlas con la pendiente y pedregosidad

Agradecimientos

A traves de esta contribucion quiero agradecer a BOLFOR, CIFOR, y FAO organizadores de este evento que con su aporte permitieron conocer y desarrollar estrategias para el establecimiento de metodologias de investigacion para el manejo sostenible de los bosques tropicales De manera especial agradezco a Francis Putz por su alto interes demostrado durante el seminario en la enseñanaza de las pruebas estadisticas y brindarnos su amplia experiencia en el manejo sostenible de los bosques Asi mismo, quiero agradecer a Froilan Merlo y Rudy Guzman por la paciencia que tuvieron en la enseñanza de computacion y ordenamiento de datos, y ofrecernos sus comentarios en los trabajos de campo A las personas que dia a dia brindaron su apoyo logistico para que nuestro trabajo cumpla los objetivos previstos a ellos deseo expresar mi profundo agradecimiento

Literatura citada

ASERRADERO Y BARRACA NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal Santa Cruz Bolivia

HOLDRIDGE L 1987 Ecologia Basada en Zonas de Vida Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA) San Jose Costa Rica

JOHNSON N & B CABARLE 1995 Sobreviviendo a la Tala Manejo del Bosque Natural en los Tropicos Humedos Instituto de Recursos Mundiales Washington

Efectos de la Presencia de la Palmera Motacú (Scheelea Princeps) en el Area Basal de otros Arboles en un Bosque de Concepción, Bolivia

Roberto Rojas Ruiz
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Calle Pevas 541 Iquitos Peru

Resumen

Las palmas son abundantes en los bosques tropicales y se ha propuesto que pueden ejercer alguna influencia sobre el crecimiento de los arboles que crecen cerca a ellas Por tal razon se determino en un bosque seco-tropical cerca de Concepcion, Bolivia, el efecto de la presencia de la palmera *Scheelea princeps* (Motacu) en el area basal de los arboles a su alrededor (radio = 4 m) en comparacion con areas basales alrededor de arboles de diametro similar La investigacion determino que la presencia de esta palmera esta asociada con la reduccion del area basal de los arboles vecinos

Abstract

Palms are common in most tropical forests and it is thought that they influence the growth of trees in their vicinities For this reason, a study in a dry tropical forest to determine the impact of the presence of *Scheelea princeps* (motacu) on the basal area of trees (within a radius of 4 m) in comparison with basal areas around non-palms of similar size was carried out The investigation revealed that palms were associated with reduced basal areas of nearby trees

Key words Bolivia fire - Palmae *Scheelea*

Previous Page Blank

Introducción

El crecimiento en diametro y altura de los arboles es influenciado por diversos factores como luz, agua, temperatura, alelopatia fuegos y compactacion de suelos (Budiaman 1966, Putz 1993 Rodriguez 1996, Guariguata & Dupuy 1997) En Bolivia, en los bosques semi-secos tropicales la presencia del fuego es una constante por lo que es un factor importante en el desarrollo de estos

Todo bosque tropical esta caracterizado por la presencia de palmeras y en Bolivia *Scheelea princeps* es una de las mas comunes Por la densidad del follaje y el tamaño de las hojas puede ejercer influencia en las plantas que crecen alrededor de ella Al tener mayor area foliar y al secarse las hojas estas cuelgan y luego caen a la base del tronco, formando un colchon que al producirse los incendios aumentan la intensidad del fuego Igualmente las hojas vivas pueden afectar a los arboles que crecen alrededor al obstruir el paso de la luz y tambien por efecto mecanico, cuando caen Para conocer esta influencia se desarrollo el presente trabajo

Sitio de estudio

La investigacion se realizo en un bosque privado ubicado cerca de Concepcion, Departamento de Santa Cruz, Bolivia (16°30'S, 61°37'O) El bosque corresponde a una transicion de semi-seco a humedo tropical (bsm-hT) con una temperatura promedio de 24,4° C precipitaciones de 1 061 mm/año y altura de 500 msnm El estudio se realizo al inicio de la estacion seca (julio)

Métodos

En un area de aproximadamente 2 ha se ubicaron al azar 10 individuos de la palmera *Scheelea princeps* de la base en un radio de 4 m se midieron los dap de los arboles presentes En los lugares donde no existia la palmera se ubicaba un arbol de aproximadamente el mismo diametro de la palmera alrededor del cual se tomaba la misma informacion

La investigacion planteo la siguiente hipotesis la presencia de la palmera *Scheelea princeps* influye negativamente en el area basal de los arboles que crecen alrededor de ella La prueba estadistica utilizada fue la t (alpha = 0,05)

Resultados y discusión

Los resultados de esta investigacion indican que el area basal de los arboles que crecen alrededor de la palmera fue menor ($\bar{x}$ = 0,129 m^2 s = 0 073), en comparacion con los arboles que crecen sin la presencia de ellas ($\bar{x}$ = 0, 254 m^2, s = 0,157, t = 2 3, P = 0 034) En la Figura 1 se observa la distribucion de las areas basales

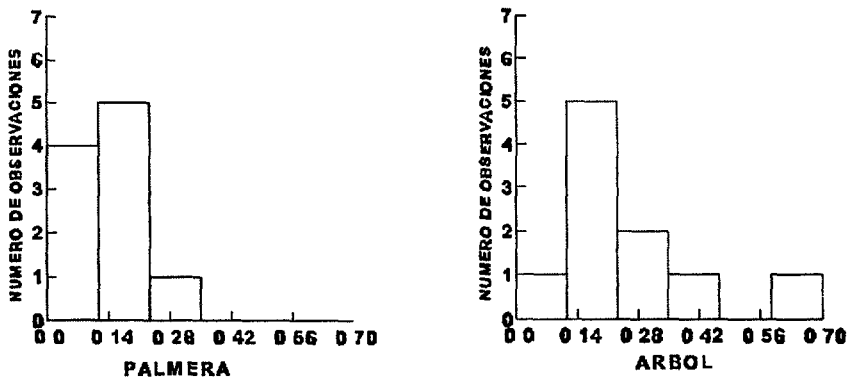


Figura 1 Distribución del área basal en m^2 alrededor de palmeras y otros árboles

Este resultado puede explicarse por los daños mecanicos que sufre la regeneracion de los arboles al caer las hojas de las palmeras a la mayor presencia de hojas secas de las palmeras que al producirse los incendios intensifican el fuego afectando a los arboles alrededor al menor paso de la luz para el desarrollo de los arboles vecinos o a la calidad del sitio El resultado puede inducir a realizar mayores investigaciones para los planes de manejo de areas que cuentan con esta palmera

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a CIFOR, BOLFOR, FAO por esta oportunidad de capacitarnos en la investigacion forestal que es la base del manejo sostenido de los bosques, a Francis Putz por sus enseñanzas y experiencias, Rudolf Heinrich por sus consejos, Claudia Romero por la revision y correccion del trabajo, Froilan Merlo por las orientaciones estadisticas y a Milo Bozovich por su apoyo

Literatura citada

BUDIAMAN, A 1966 Tree Seedling Densities under Patches of *Macaranga* and Under other Tree Species 20 Years after Logging In, F E Putz E P Sist D P Dystra and R Heinrich (Editors) Research Methods for Reduced Impact Logging Woikshop Results Bogor and East Kalimantan, Indonesia

ASERRADERO Y BARRACA "NUEVA ESPERANZA 1997 Plan de Manejo Forestal Propiedad San Martin Santa Cruz Bolivia 51 p

GUARIGUATA, M & J DUPUY 1997 Forest Regeneration in Abandoned Logging Roads in Lowland Costa Rica Biotropica 29 15-28

HERBARIO NACIONAL DE BOLIVIA Y MISSOURI BOTANICAL GARDEN 1993 *Guia de Arboles de Bolivia* 958 p

PUTZ, F E 1993 Considerations of the Ecological Foundation of Natural Forest Management In The American Tropics Center for Tropical Conservation, Duke University 28 p

RODRIGUEZ, T D 1996 *Incendios Forestales* Universidad Autonoma Chapingo Mundi Prensa Mexico 630 p

Anexos

Nombres y Direcciones de los Participantes

Bedoya Arrieta, Ricardo
Coordinador del Programa Forestal
Fundacion TUVA
Apto 54 Puerto Jimenez Golfito
Puerto Jimenez COSTA RICA
Telefono 506 7355013
Fax 506 7355013
E mail funtuva@sol racsa co cr

Bozovich Granados, Milo
Docente
Universidad Nacional Agraria La Molina
Av La Universidad s/n La Molina
Lima PERU
Telefono
Fax 51-1 4352035
E mail mbozovich@lamolina edu pe

Camacho, Olvis
Asistente de Investigacion
Proyecto BOLFOR
Prolongacion Beni 149/casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono (591 3) 364704 364696
Fax (591 3) 364319
E mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Centeno Erguera, Librado Roberto
Investigador
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIR Sureste)
AP 13 B CP 97000 Merida Yucatan
Merida Yucatan MEXICO
Telefono 991-30112/30010
Fax 991 30112
E mail zohe@cirse inifap conacyt mx

Cunha de Oliveira, Lia
Profesora-Investigadora
Faculdade de Ciencias Agrarias do Para FCAP
C P 917
Belem-Para BRASIL
Telefono 55 91 2105153
Fax 55 91 2263814
E mail petflor@amazon com br

Hernandez Perez, Jesús Victoriano
Responsable Tecnico Forestal
Union de Comunidades Productoras
Forestales Zapotecas Chinantecas de la
Sierra Juarez de Oaxaca
Apdo 24 4 Col Reforma CP 68050
Oaxaca MEXICO
Telefono 951 35671
Fax 951-35671
E mail era@antequera com

Licona, Juan Carlos
Asistente de Investigacion
Proyecto BOLFOR
Prolongacion Beni 149/casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono (591 3) 364704 364696
Fax (591 3) 364319
E-mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Meza Montoya, Alejandro
Profesor, Investigador
Instituto Tecnologico de Costa Rica
A P 159 7050
Cartago COSTA RICA
Teléfono 552 53 33 ext 2266
Fax 591 33 15

Pereira Jr , Rodrigo
Ingeniero-Investigador
Fundacion Floresta Tropical FFT TTF
Cx P 13 077/CEP 66 040 970
Belem Para BRASIL
Telefono 91 2298371
Fax 91 2497923

Pinelo Morales, Gustavo Israel
Investigador y Monitoreo Forestal
CATIE/CONAP PCC
Ciudad Flores Peten frente al Hotel Sabana Guatemala
Guatemala GUATEMALA
Teléfono 502 9260 623
Fax 502 9260 623
E-mail pccatie@gua net

Prado Rodriguez, Lenin
Investigador Asociado
Estacion Cientifica Charles Darwin
Isla Santa Cruz Galapagos Casilla 17 01 3891
Isla Santa Cruz Galapagos ECUADOR
Telefono 05 526146/147/(02)244803/241573
Fax 593 2 443935/ 5-526146 593(4)564 636
E mail lprado@fcdarwin org ec

Quiros Molina, Carlos David
Investigador Forestal I
CATIE/PROSIBONA
Apto 7170
Turrialba COSTA RICA
Telefono 5065560401
Fax 5065562436
E mail dquiroz@catie ac cr

Rojas Ruiz, Roberto
Jefe Dpto Manejo Forestal
Facultad Ingenieria Forestal Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Pevas 584 Iquitos
Iquitos PERU
Telefono 239141
Fax 51 94 23 4141

Vidal da Silva, Edson Jose
Ingeniero Agronomo/Investigador en Manejo Forestal
IMAZON
Depois de septembre Caixa Postal 1015 CEP 66017 000 Belen PA/Brasil
Belen/Para BRASIL
Telefono (091)235 4214 01 22
Fax (091) 235 4214
E-mail cuhl@utpa br

Nombres y Direcciones de los Instructores

Cordero, William
Jefe Componente de Manejo Forestal
Proyecto BOLFOR
Prolongacion Beni 149
Casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono (591 3) 364704 364696
Fax (591-3) 364319
E mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Fredericksen, Todd
Ecologo
Proyecto BOLFOR
Prolongación Beni 149
Casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Teléfono (591 3) 364704 - 364696
Fax (591-3) 364319
E mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Guzmán Gutierrez, Rudy
Especialista en Manejo Forestal
Proyecto BOLFOR
Prolongación Beni 149
Casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono (591 3) 364704 364696
Fax (591-3) 364319
E mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Heinrich, Rudolf
Chief, Forest Harvesting,
Marketing and Trade Branch
FAO
Forestry Department
Viale Terme di Caracalla
00100 Rome ITALY
Telefono 39 6 5225 4727
Fax 39 6 5225 5618
E mail rudolf heinrich@fao org

Mancilla, Richard
Intendente Operativo
Superintendencia Forestal
Av San Martin esp Calle 7 E Equipetrol
Casilla 7091
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono 430030
Fax 430060
E mail

Merlo Mamani, Froilán
Administrador de Sistemas de Informacion
Proyecto BOLFOR
Prolongacion Beni 149
Casilla 6204
Santa Cruz BOLIVIA
Telefono (591 3) 364704 364696
Fax (591 3) 364319
E mail bolfor@mitai nrs bolnet bo

Putz, Francis E
Professor of Botany and
Forestry Senior Associate
CIFOR Department of Botany
University of Florida
220 Bartram Hall
Gainesville FL 32611 2009 U S A
Telefono 352 392 1486
Fax 352 392 3993
E mail fep@botany ufl edu

Romero, Claudia
Ecologa
Department of Botany
University of Florida
220 Bartram Hall
Gainesville FL 32611-2009 U S A
Telefono 352 392 1486
Fax 352 392 3993
E mail rclaudia@grove ufl edu

Sabogal, Cesar
Senior Scientist, Silviculture
CIFOR
P O Box 6596 JKPWB
Jakarta 10065 INDONESIA
Telefono 62 251 343 652
Fax 62 251 326 433
E-mail c sabogal@cgnet com

Itinerario

Lunes 30 de Junio de 1997

Llegada de participantes

15 00	Situacion Forestal de Bolivia *Richard Mancilla*-Superintendencia Forestal *Willian Cordero*-BOLFOR

Martes 1 de julio de 1997

08 30	Salida a Concepcion
17 30	Inauguracion, bienvenida e introduccion al Curso *Francis Putz*
18 00	Codigo de Aprovechamiento Forestal FAO *Rudolf Heinrich*-FAO

Miercoles 2 de julio de 1997

08 30	Taller Estadistica y Diseño de Experimentos
14 00	Taller Estadistica y Diseño de Experimentos

Jueves 3 de julio de 1997

07 15	Partida al bosque para investigaciones sobre compactacion de suelos (en grupos)
16 00	Analisis de datos y discusion de trabajos de grupo
18 30	Aspectos Ecologicos del Manejo de Bosques *Francis Putz*

Viernes 4 de julio de 1997

07 15	Partida a la Propiedad Nueva Esperanza para una practica sobre planificacion de caminos
16 00	Analisis de datos, discusion de trabajos de grupo y preparacion de informes

Previous Page

20 30	Presentacion del Proyecto de Lomerio *Rudy Guzman*, *Olvis Camacho*-BOLFOR

Sabado 5 de julio de 1997

08 00	Analisis de datos de parcelas permanentes
14 00	Partida a la Propiedad Amazonica (opcional)

Domingo 6 de julio de 1997

07 00	Salida a Lomerio
10 30	Llegada a Las Trancas y visitas de parcelas experimentales

Lunes 7 de julio de 1997

07 00	Continuan las visitas a Las Trancas
14 00	Retorno a Concepcion

Martes 8 de julio de 1997

08 00	Elaboracion de propuesta de investigacion de los participantes
14 30	Aprovechamiento ambientalmente apropiado para mantener los bosques tropicales (*Rudolf Heinrich*-FAO)
16 30	Elaboracion de propuesta de investigacion de los participantes
18 00	Discusion de errores tipo I y II, metodos para estimar el numero de repeticiones necesarias

Miercoles 9 de julio de 1997

08 00	Partida a la propiedad Nueva Esperanza - toma de datos de proyectos individuales
18 00	Causas y Consecuencias del Mal Uso del Bosque *Francis Putz*, *Claudia Romero*

Jueves 10 de julio de 1997

08 00	Salida a la propiedad de Nueva Esperanza
15 00	Analisis de datos y preparacion de informes

Viernes 11 de julio de 1997

08 00	Preparacion de informes manuscritos
16 00	Importancia de la Fauna Silvestre en el Manejo de Bosques *Damian Rumiz*-BOLFOR
16 30	Final de Simposio con presentacion de temas de investigacion
20 00	Cena y entrega de certificados de asistencia

Sabado 12 de 1997

07 30	Preparacion de informe final
10 30	Entrega de informe final y copia digital
12 00	Retorno a Santa Cruz

Materiales Distribuidos

Bolfor Disquete con Datos de Parcelas Permanentes

Borland International, Inc 1993 Borland Quattro Pro for Windows Version 5 0 / User's Guide U S A

Heffner, R A , M J Butler I V , C K Reilly 1996 Pseudoreplication revisited Ecology 77 2558-2562

Instrucciones para autores "Revista Biologia Tropical"

Minitab, Inc 1994 Minitab Reference Manual Release 10 for Windows U S A

Minitab, Inc 1994 Minitab User's Guide Release 10 for Windows U S A

Putz, F E 1993 Considerations of the Ecological Foundations of natural of Natural Forest Management in the American Tropics Center for Tropical Conservation, Duke University North Carolina

Putz, F E y C Romero M 1997 Una Breve Introducción al Diseño Experimental y a la Estadistica CIFOR

Steel, Robert G D , Torrie, James H Martinez B Ricardo 1988 Bio Estadistica Principios y Procedimientos 2nd Edición Mexico

Wilkinson Leland, Hill, MaryAnn, Welna Jeffrey P , Birkenbeuel, Gregory K 1992 2nd Ed Illinois

Previous Page Blank

Análisis de Datos de Parcelas Permanentes

Dada la importancia de las Parcelas Permanentes en el Manejo Forestal, se pasaron 4 horas analizando datos de una parcela permanente que fue remedida 3 veces, los datos fueron distribuidos en disquete en formato de hoja electronica (EXCEL 5 0 y QPRO 5 0)

Los objetivos al analizar estos datos fueron a) aumentar la capacidad de los participantes en la manipulacion de datos en hojas electronicas, b) la formulacion de hipotesis rechazables, c) uso de pruebas estadisticas asociadas, y d) decisiones a tomar sobre este tipo de datos

Los puntos de discusion considerados fueron

1 Cual variable es apropiada para describir la tasa de crecimiento? (por ejemplo, incrementos en dap absoluto o relativo incrementos en area basal, tasas de crecimiento de los que crecen mas rapido que la media)

2 Que se puede hacer con los crecimientos negativos?

3 Diferencia entre correlacion y consecuencia (por ejemplo, si los arboles crecen mas rapido durante epocas lluviosas, ¿esto indica un efecto de lluvia?)

Algunas de las hipotesis presentadas fueron
- Incremento entre epocas
- Incrementos entre especies
- Correlacion entre incremento y diametro original
- Relacion entre tasa de incremento y mortalidad
- Incremento y posicion de copa (comparacion entre especies)

Luego de analizar los resultados obtenidos, las sugerencias para mejorar este ejercicio son
- incluir mayor numero de individuos (por ejemplo 100),
- mayor numero de mediciones (por ejemplo 4 mediciones)

La estructura de los datos y las sugerencias presentadas fueron las siguientes

ARB# Numero de arbol

SPP Especies
Pipa *Pinus palustris*
Pita *Pinus taeda*
List *Liquidambar styraciflua*
Quhe *Quercus hemisphaerica*
Qula *Quercus laevis*

DAP Diametro a altura de pecho

CC Clase de corona
1 = dominante
2 = codominante
3 = subdominante
4 = suprimido, en sotobosque

La precipitacion fluvial fue de 5 Feb 1985 a 17 Abr 1990 = 6850 mm,
17 Abr 1990 a 23 Feb 1995 = 9568 mm

Los participantes, individualmente tienen que probar una hipotesis basandose en los datos proporcionados en el disquete donde se incluyen dos versiones DATOS XLS *en EXCEL, y* DATOS WB1 *en QPRO*

Sugerencias

1 Comparar especies por taza de crecimiento o mortalidad
2 Comparar tasas de crecimiento o mortalidad con relacion al tiempo
3 Probar el efecto de posicion de copa (sistema de Dawkins)
4 Probar si existe correlacion entre las tasas de crecimiento entre los tiempos
5 Probar si hay una relacion entre la tasa de crecimiento y la probabilidad de mortalidad

Una breve Introducción al Diseño Experimental y a la Estadística

Francis E Putz
Claudia Romero

Una de las herramientas que los investigadores deben desarrollar se relaciona con el diseño de estudios de campo y el manejo de un conjunto de pruebas estadisticas Asi como varian las aproximaciones analiticas a un problema, asi varian los tipos de datos que recolectamos Esta Guia, aunque incompleta, representa un punto de partida hacia el fortalecimiento de esta herramienta Esperamos que la aproximacion general que en ella se presenta pueda contribuir a aclarar y lograr estos fines

El primer reto consiste en tomar una idea general y desmenuzarla hasta formular una pregunta accesible, una hipotesis susceptible de ser probada El mayor problema con que frecuentemente se encuentran los investigadores se relaciona con la formulacion de hipotesis que cumplan con este requisito, y que ademas sean relevantes A lo largo de este proceso, intelectualmente creativo y retador, tanto el conocimiento del tema del investigador, como el razonamiento se ponen a prueba

Frecuentemente es facil perderse, escriba sus hipotesis y analice si se refieren adecuadamente a su pregunta Entre mas pequeña y aparentemente mas trivial sea la hipotesis mas alta es la probabilidad que se encuentren respuestas definitivas No sobra alertar sobre otro aspecto es posible que entre nosotros exista quienes se sientan mas inclinados a elaborar diseños experimentales para contestar preguntas complejas recomendamos que se mantengan las preguntas sencillas

Las restricciones de tiempo, de recursos, y logisticas no permiten usualmente la recoleccion de datos que impliquen analisis mas complejos Piense de una manera simple y elegante recuerde que las investigaciones mas elaboradas pueden generalmente ser fragmentadas en una serie de proyectos que se pueden desarrollar con facilidad

Despues de formular lo que Ud crea sea una hipotesis susceptible de ser probada, decida que tipo de datos necesita recoger y diseñe un formato en el que se puedan registrar los datos de la manera mas adecuada Establezca igualmente que tipo de prueba estadistica es la mas apropiada Consideramos muy util el escribir inicialmente una lista de datos ficticios, representarlos graficamente y analizarlos Este tipo de simulacion nos ha ayudado a evitar algunos (pero no todos) los errores en nuestros diseños experimentales En algunas ocasiones el escribir estos datos ficticios ha insinuado que el metodo de muestreo que habiamos considerado no es el mas adecuado (por ejemplo, encontraria una gran cantidad de ceros, existe una variable correlacionada o un sutil error en la logica) Esta estrategia funciona para nosotros y puede funcionar para Ud , por lo que recomendamos que la siga

Es posible que Ud quiera probar varios tipos de hipotesis Por ahora es importante considerar que las pruebas estadisticas que encontrara mas frecuentemente tratan de resolver alguno de estos tres tipos de preguntas

1 ¿Difieren los grupos (= tratamientos)? (por ejemplo, ¿difiere la densidad del suelo en aquellas pistas de arrastre que han sido aradas dos años despues de aquellas que no?)

2 ¿Se relacionan los cambios en una caracteristica con cambios en otra? (por ejemplo ¿se encuentran los aumentos en dap relacionados negativamente con la cobertura de bejucos en las copas de los arboles?)

3 ¿La distribucion de las observaciones se parece a una distribucion esperada (predicha)? (por ejemplo, ¿varia le proporcion de individuos ♂ y ♀ y en especies dioicas en parcelas de bosques taladas y no taladas?)

Independientemente del tipo de investigacion que Ud lleve a cabo es imperativo que **grafique sus datos** Grafique sus datos aunque solo haya recogido parte de los que espera recoger Grafiquelos cuando ya tenga la mitad de los datos esperados por recoger Hagalo de nuevo cuando termine su trabajo de campo Repitalo al almuerzo, bajo la lluvia, y aun cuando todo parezca

perdido En muchos casos este tipo de graficos le indicaran que tipo de errores tiene, antes que sea demasiado tarde

Iniciando el trabajo

Los siguientes datos provienen de un experimento en el cual todos los bejucos fueron removidos de parcelas de 100 m^2, y el numero de arboles > 10 cm dap fue obtenido luego de 5 años de la corta en comparacion con parcelas en las cuales no hubo remocion de bejucos Grafique estos numeros mediante un histograma de frecuencias en el cual la frecuencia (numero de observaciones) sea la ordenada (eje y), y el rango de valores sea la abcisa (eje x rangos de valores de la variable dependiente = numero de arboles/100 m^2) Los numeros, son 5,8,3,2,7,8,1,8 6,5,4,2,5 7,3,3,6,1 0 1,8,4 9 6 4,5,9,3 4,8 Con n=30, se sugieren 5 categorias o intervalos en su histograma (por ejemplo un histograma con 5 barras) Asegurese de dar nombre a los ejes

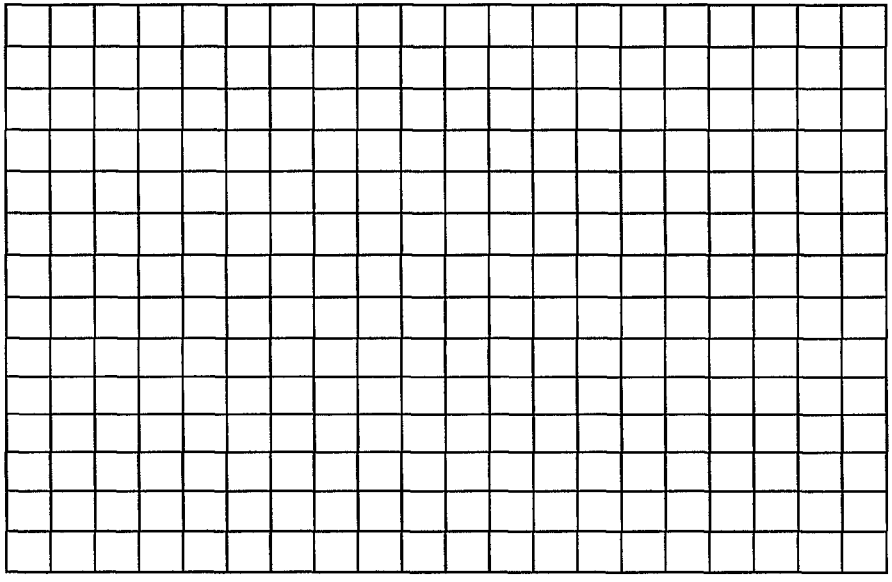


Figura I Histograma de frecuencias del numero de arboles >10 cm dap luego de 5 años de la corta de bejucos

Uno de los supuestos importantes de la mayoria de las pruebas estadisticas (por ejemplo, prueba "t", Anova, regresion lineal), es que los datos se encuentran normalmente distribuidos ¿Se encuentran sus datos normalmente distribuidos? (por ejemplo tiene la distribucion forma de campana?) Existen varias pruebas estadisticas para determinar si la distribucion de frecuencias semeja una distribucion normal Por ahora, consideraremos que luego de la inspeccion de los graficos de los datos cumplimos con el supuesto de normalidad

Las pruebas estadisticas asumen que aquellos datos que se encuentran normalmente distribuidos son del tipo parametrico, puesto que su distribucion se puede describir completamente en funcion de dos parametros la media y la varianza Calcule la media ($\bar{x}$) para sus datos (Σ x/n= $\bar{x}$), tengala en reserva para su posterior uso y señalela con una flecha en el valor de x apropiado en la Figura 1 En una distribucion normal autentica, la media es igual a la mediana (valor medio) e igual a la moda (valor mas comun) ¿Es esto cierto para su distribucion? (indique la mediana y la moda en la Figura 1)

El siguiente parametro que describe una distribucion normal es la varianza (la raiz cuadrada de la varianza es la desviacion estandar) Calcule la varianza(s^2) y la desviacion estandar de sus datos, utilizando la siguiente formula

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Anote aparte los valores de s y s^2 para uso posterior e indique los valores correspondientes a ± 1s y ± 2s en la Figura 1 En una distribucion normal autentica, cada observacion escogida al azar tiene el 95% de probabilidad de encontrarse en el intervalo entre ± 2 de la media ¿Es esto cierto para los datos de la Figura 1?

A continuacion se presenta una segunda lista de densidades observadas en 30 parcelas control 7,8,5,9,6,5,3,7,2,0,5,9,6,5,3,4,1,1,4,8,3,7,8,0,5,1,4,5,5,3 Ahora grafique los datos correspondientes a las parcelas control bajo el histograma de frecuencias de los datos de las parcelas del tratamiento de corta (por ejemplo, copie el primer histograma en el que se presenta a continuacion)

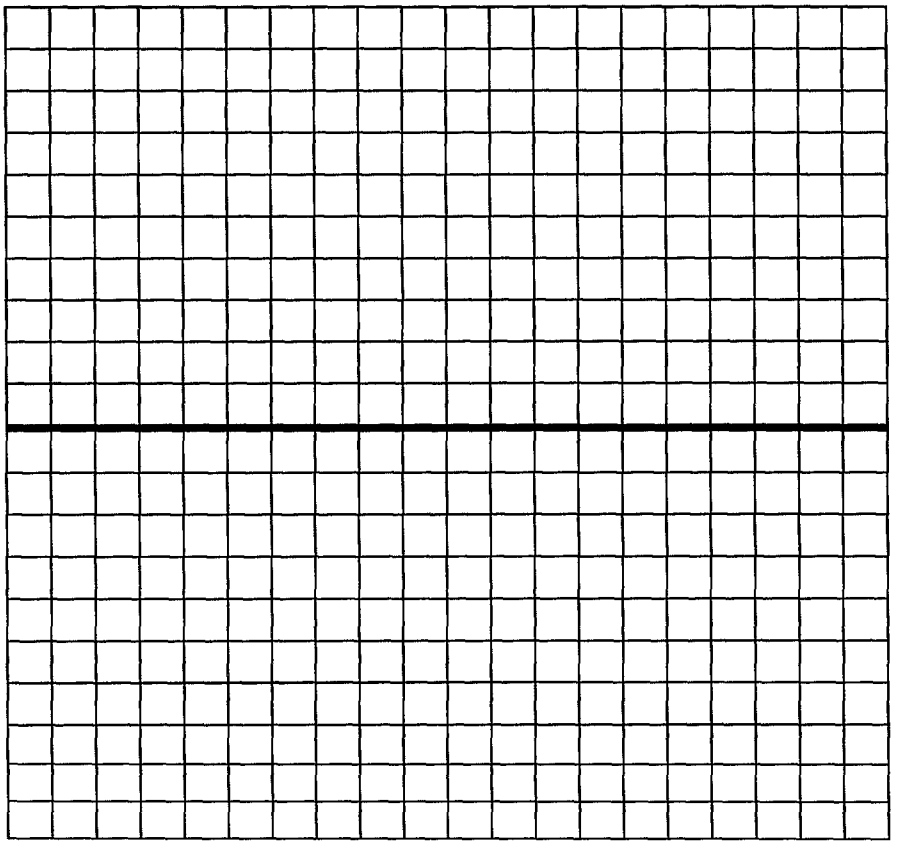


Figura 2 Numero de arboles > 10 cm dap en parcelas control y en parcelas cuyos bejucos fueron cortados 5 anos antes (100 m^2 /parcela)

Calcule la media, la varianza y la desviacion estandar de los datos de control ¿Son las medias iguales? En caso negativo con qué intervalo de confianza puede Ud decir que son diferentes? Frecuentemente queremos determinar cuando dos tratamientos difieren (por ejemplo ¿aumentan las densidades de

arboles en respuesta a la remocion de bejucos? ¿Se ve afectado el crecimiento de plantulas en mayor grado por la adicion de P que de N? Existe un mayor efecto de la accion de herbivoros sobre plantulas que crecen en la sombra en comparacion con aquellas expuestas al sol?)

Para determinar si dos distribuciones normales difieren los investigadores utilizan frecuentemente las pruebas t' **El valor de "t" se basa en la comparacion de la diferencia de las medias de los dos tratamientos dividida por una medida de variacion**, en este caso el error estandar de la diferencia de las dos medias La prueba estadistica "t' se calcula de la siguiente manera

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Es importante que reflexione acerca de esta formula las operaciones matemáticas son muy similares a las utilizadas en los analisis de varianza y covarianza y en regresion (por ejemplo comparando dos pendientes o probando si una pendiente difiere de 0) Entre mayor sea el valor de "t' mas probable que las dos distribuciones sean diferentes El valor sera alto si las medias son muy diferentes (= un importante efecto del tratamiento) o si las varianzas son muy pequeñas Por lo tanto es necesario un tamaño de muestra grande (n) para encontrar una diferencia estadistica significante entre dos medias si estas son muy similares y/o si los datos en uno de los tratamientos varia grandemente (por favor revise la seccion sobre tamaño del muestreo) Calcule el valor de "t' para los datos sobre densidades de arboles presentados anteriormente

Antes de establecer la confianza con la cual podamos afirmar que las medias son diferentes (utilizando una tabla de valores criticos de 't") necesitamos establecer los grados de libertad (gl) Piense en los grados de libertad como el numero de observaciones que puede variar si la media no cambia Para n=30, por ejemplo, si conocemos la media solo 29 de los valores restantes de cada tratamiento pueden ser susceptibles de cambiar (por ejemplo si conocemos 29 de los valores observados y la media podemos calcular el valor #30)

Por lo tanto, para los dos tratamientos de nuestro ejemplo anterior, el valor de los grados de libertad para la prueba "t' es igual a 58 A continuacion se transcribe la informacion relevante de la tabla de "t para 58 grados de libertad

α (2 colas)	0 50	0 20	0 10	0 05	0 02	0 01
α (1 cola)	0 25	0 10	0 05	0 025	0 01	0 005
gl = 58	**0 679**	**1 296**	**1 672**	**2 002**	**2 392**	**2 663**

Los valores resaltados son los valores criticos de "t' para 58 grados de libertad ¿Con que confianza puede Ud decir que dos medias difieren? Note que $t^2 = F$, por lo cual Ud podria facilmente llevar a cabo un analisis de varianza con 1 y 2(n-1) grados de libertad

Comparacion de medias

Tal como se trabajo en el ejemplo previo el objetivo de muchos analisis estadisticos es establecer si dos o mas grupos de tratamientos difieren Para ayudarlo en la seleccion de la prueba estadistica apropiada -del innumerable conjunto de pruebas disponibles- utilice la siguiente clave dicotoma

Datos normalmente distribuidos en todos los tratamientos (determinados por la inspeccion de los histogramas o luego de la aplicacion de varias pruebas)

Varianzas iguales en todos los tratamientos

Medias de dos tratamientos	
Observaciones no pareadas	**Prueba t Student**
Observaciones pareadas	**Prueba t pareada**
Mas de dos tratamientos	**ANOVA**
Comparaciones particulares	**Contrastes ortogonales**
Opcion de comparaciones multiples	**Correccion de Bonferroni, prueba LSD, prueba Duncan, prueba SNK**

Varianzas diferentes en todos los tratamientos (las varianzas no se suman)	**Aproximacion de t Welch o prueba de las varianzas separadas**

Datos no distribuidos normalmente en todos los tratamientos

Si los datos transformados tienen distribuciones normales (utilice pruebas parametricas en los datos transformados)

Datos asimetricos a la derecha (cola a la derecha)	**Transformacion logaritmica**
Proporciones o porcentajes	**Transformacion arcoseno**
Distribucion tipo Poisson (muchos ceros)	**Transformacion raiz cuadrada**

Los datos transformados no tienen distribuciones normales (pruebas no parametricas)

Dos tratamientos	
Observaciones no pareadas	**Prueba Mann Whitney U**
Observaciones pareadas	
La magnitud de la diferencia de los rangos es relevante	**Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon**
Solo el signo de la diferencia de los rangos es relevante	**Prueba del signo**
Mas de dos tratamientos	**Prueba Kruskal Wallis**
Diseño de bloque al azar	**Metodo Friedman de bloques al azar**

Examen de tendencias

Otro tipo comun de analisis involucra la hipotesis que quiere probar la existencia de algun tipo de relacion o asociacion entre las variables En estas situaciones se utilizan los analisis de regresion y correlacion respectivamente

Para aclarar las relevantes diferencias existentes entre regresion y correlacion, sugerimos que lea los capitulos correspondientes en cualquier libro de estadistica Basicamente, la regresion se utiliza para probar aquellas hipotesis en las cuales cambios en una o mas variables independientes (= tratamiento) causan cambios en una variable dependiente (= respuesta) Por otra parte, el analisis de correlacion se utiliza para probar la hipotesis que dos variables

causan cambios en una variable dependiente (= respuesta) Por otra parte, el analisis de correlacion se utiliza para probar la hipotesis que dos variables varien conjuntamente, pero a su vez ninguna de las variables pueda identificarse facilmente como la variable dependiente (= respuesta) o independiente (= tratamiento) En otras palabras *utilice el analisis de regresion cuando desee determinar hasta que punto una variable depende de la otra, o cuando espere predecir una variable en funcion de la otra Utilice el analisis de correlacion cuando su objetivo sea establecer el grado en el cual dos variables estan asociadas* Reconocemos que muchas veces es complicado resolver cual de las dos aplicaciones se debe utilizar La siguiente clave sera de gran ayuda para resolver que prueba es la mas adecuada

Datos normalmente distribuidos en todas las dimensiones

Correlacion de dos variables	**Correlacion de Pearson**
Regresion	**Regresion lineal**
Mas de dos variables independientes	
Regresion	**Regresion multiple**
Correlacion	**Correlacion parcial**

Datos distribuidos no normalmente

Si los datos transformados se encuentran distribuidos normalmente (utilice pruebas parametricas con los datos transformados asegurese de verificar las distribuciones de los datos transformados)

La varianza aumenta con el aumento de los valores de x e y	**Transformacion logaritmica**
Relaciones o proporciones	**Arcoseno de la raiz cuadrada**
Relaciones curvilineas	**Regresion polinomial**
Datos transformados distribuidos no normalmente	**Correlacion Spearman**

Si Ud desea determinar si los eventos (observaciones) ocurren en una secuencia al azar utilice la **Prueba de series aleatorias** Existen tecnicas mas

elaboradas, que no se incluyen aqui, para el analisis del tiempo Estas se encuentran basadas en modelos de regresion (analisis espectrales), o en la teoria de la informacion (analisis de Colwell)

Analisis de frecuencias (incluyendo pruebas de ajuste e independencia)

Para contestar la pregunta si un conjunto de datos se ajusta a una distribucion esperada, utilizaremos dos pruebas Si las observaciones fueron hechas en terminos de categorias (por ejemplo, rojo o blanco, largo o pequeño), utilice los procedimientos de la prueba G o Chi-cuadrado La prueba G es solo una de las muchas que utilizan modelos de relaciones de probabilidad logaritmica, un tipo de estadistica que actualmente recibe considerable atencion por parte de biometricos e investigadores de campo

Como se menciono puede tambien utilizar la prueba de Chi-cuadrado pero la prueba G ofrece una serie de ventajas para diseños mas complejos que comparaciones 1x2 y 2x2 Una de estas es que el valor total de G puede ser dividido en contribuciones de cada una de las muestras individuales de manera analoga a un ANOVA (Analisis de varianza) Los valores de Chi-cuadrado no tienen esta propiedad de aditividad El calculo del valor de G es facil y los niveles de significancia se estiman con las tablas de la distribucion de Chi-cuadrado

Las pruebas de Kolmogorov-Smirnov se utilizan para evaluar la calidad del ajuste de las frecuencias acumuladas tanto observadas como esperadas (relaciones, intervalos o escalas ordinales de medida)

Transformacion de datos

Frecuentemente los datos deben ser transformados para cumplir con el supuesto que la distribucion de frecuencias es normal La mayoria de estas transformaciones se encuentra disponible, y aqui presentaremos ejemplos para introducir solamente las mas familiares

Considere el siguiente conjunto de datos sobre la cantidad de suelo perdido por el efecto de las pistas de arrastre luego de diferentes pasadas del bulldozer

# pasadas	8	7	4	2	8	3	6	6	1	5	2	6	7	5	
suelo perdido (kg/m^2/año)	102 7	56 2	13 0	1 8	119 8	11 8	24 1	36 1	0 0	41 9	0 7	37 6	22 3	43 9	

Grafique los datos en la mitad superior del papel grafico (Figura 3a), utilice el numero de pasadas como la variable independiente (= tratamiento) en el eje de las x (abcisa), y la perdida de suelo como la variable dependiente (= respuesta) en el eje de las y (ordenada)

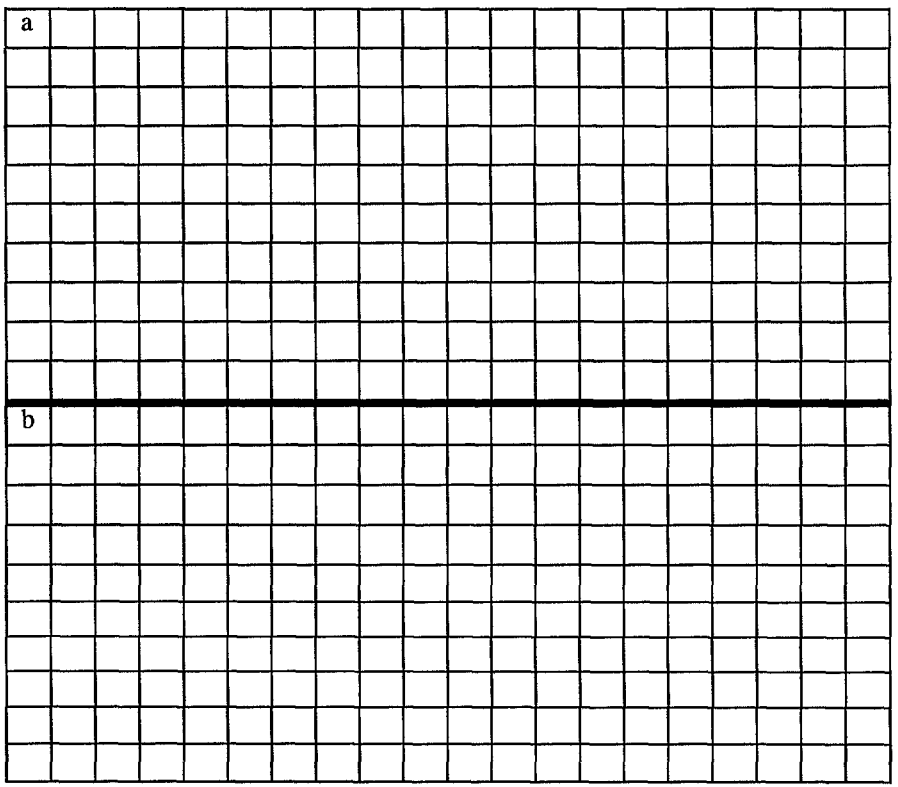


Figura 3 Tasas de perdida de suelo como una funcion del numero de pasadas del bulldozer a datos obtenidos b datos transformados mediante la funcion $\log_{10}$

Note que al incrementar el numero de pasadas del bulldozer la tasa media de perdida de suelo aumenta, asi como la varianza Si Ud planeo utilizar la regresion de minimos cuadrados para probar la hipotesis que la tasa de perdida de suelo aumenta con el numero de pasadas del bulldozer hay un problema, los datos violan el supuesto que la distribucion sea normal bivariada (normal en cada nivel de x e y) Las distribuciones de este tipo en las cuales la varianza aumenta con la media son comunes, el problema puede solucionarse utilizando una transformacion de datos sencilla

Trate de recalcular nuevos valores calculando el logaritmo (base 10) de cada dato Grafique los datos transformados en la parte inferior de la Figura 3 Dado que log de "0" no esta definido por convencion se agrega 1 a cada uno de los valores previamente a la transformacion ¿Se cumple ahora el supuesto de la distribucion bivariada normal? Otras transformaciones se usan comunmente con porcentajes o proporciones (arcoseno de la raiz cuadrada) y con conteos (raiz cuadrada)

Cuando no haya una transformacion que resulte en una distribucion normal, existe la alternativa de ordenar los datos desde el menor valor (=1) hasta el mas alto (=n) Grafique en el formato a continuacion, mediante histogramas de frecuencia, los siguientes datos (= observaciones) y los correspondientes transformados (los datos corresponden al numero de semillas colonizadas por insectos granivoros, en montones de 100 semillas de *Litsea*) 2,7,0,3,12,1,6,15,87,8,5,9,81,4,11 6,9,8,16 9

La mayoria de las pruebas no parametricas utilizan datos ordenados por rangos en lugar de los datos obtenidos Cuando los datos se aparten radicalmente de la distribucion normal, las pruebas no parametricas pueden ser bastante mas adecuadas y a veces mas eficientes que las pruebas parametricas

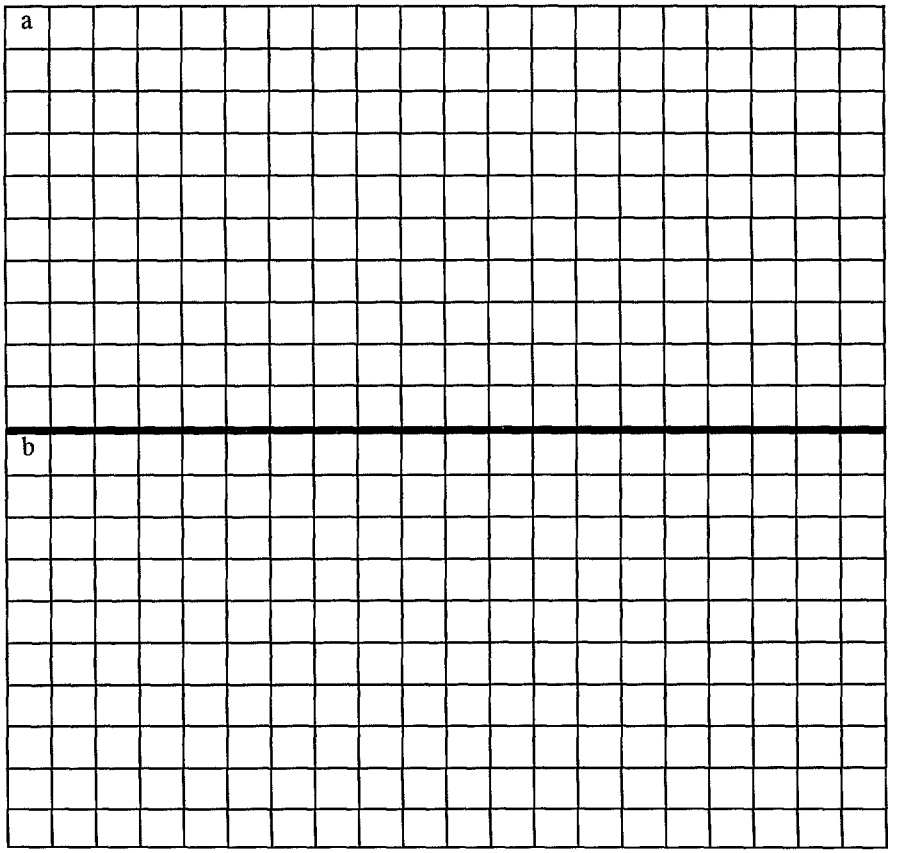


Figura 4 Histograma de frecuencias del numero de semillas de *Litsea* sp con insectos a datos obtenidos b datos transformados

Por ejemplo, pruebe la hipotesis que *Litsea* sp y *Calamus* difieren en el numero de semillas atacadas por insectos (grupos de 100 semillas) Utilice el grupo de datos presentado anteriormente para *Litsea* y los siguientes datos para *C manan* 17,28,41,91,52,19 51 89 9,18 25,37,44,18,33,61,45 94 48,57 Compare los resultados de una prueba 't" (sin considerar la violacion del

supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas), con los resultados de una prueba Mann-Whitney U

Prueba t $\bar{X}_{Litsea}$ = _____ s = _____

$\bar{X}_{Calamus}$ = _____ s = _____

t = _____ P = _____

Mann Whitney U = _____ P = _____

En general, si sus datos se encuentran normalmente distribuidos y las varianzas de las dos distribuciones son similares, utilice la prueba mas potente (cargada de supuestos) o sea la prueba "t"

Colas y niveles de probabilidad

Cuando formule su hipotesis -antes de iniciar la coleccion de sus datos- Ud debe haber decidido sobre la direccionalidad de su hipotesis y por lo tanto si va a utilizar una prueba estadistica de 1 o 2 colas Si no tiene una idea preconcebida, o un interes particular en la direccion de partida de sus observaciones sobre las expectativas de su hipotesis nula utilice un test de 2 colas Si, por otro lado, tiene razones biologicas para suponer que puede haber desviaciones en una direccion, utilice una prueba de una cola Considerando que la prueba de una cola tiene el doble del poder de una de dos colas es relevante detenernos brevemente en este tema

Defina su nivel de significancia (alfa) antes de analizar sus datos Recuerde que este valor indica la probabilidad de hacer un error tipo I (o concluir incorrectamente que existe una diferencia entre las distribuciones) Por alguna razon, frecuentemente se ha utilizado un valor de alfa = 0 05 Parece razonable, sin embargo, utilizar un valor de alfa =0 1 cuando los tamaños de las muestras sean pequeños y el estudio sea con varianza incontrolada Aun mas, en la medida en que el valor de alfa decrece la probabilidad de fallar en rechazar una hipotesis nula falsa (error tipo II o beta) aumenta, como se discutira en la siguiente seccion

Potencia y tamaño de la muestra

Es necesario considerar el concepto de la potencia estadística con el fin de proceder con el protocolo de estimacion del tamaño de la muestra (n) necesaria para detectar la mínima diferencia entre dos medias (o de cualquier otra aplicacion estadística) Para aclarar el concepto de potencia estadística de la prueba necesitamos inicialmente aclarar las ideas relacionadas con los dos tipos de errores que se pueden hacer cuando se esta probando una hipotesis

Tipo I = α = alfa = falso rechazo de la hipotesis nula (por ejemplo afirmar incorrectamente que los dos tratamientos difieren, piense en este tipo de error como un falsa alarma),

Tipo II = β = beta = fracaso en el rechazo de una hipotesis nula falsa (piense en este tipo de error como de falsa complacencia)

Decision	Ho Verdadera	Ho Falsa
Falla en el rechazo de Ho	Correcto confianza 1 α	Incorrecto! Error Tipo II Probabilidad = β
Rechazo de Ho	Incorrecto! Error Tipo I Probabilidad = α	Correcto Confianza 1 β

La habilidad para detectar una hipotesis nula falsa (1 β) se llama la potencia de la prueba Por lo tanto cuando este valor sea grande se dice que la prueba estadística es potente (por ejemplo pocos errores del tipo II) En la medida en que aumenta el tamaño de la muestra aumenta tambien la potencia de la prueba Aunque se presta atencion especialmente a los errores del Tipo I (por ejemplo al afirmar que existe un efecto del tratamiento cuando en realidad no lo hay) los errores del Tipo II pueden ser mucho mas costosos (por ejemplo el afirmar falsamente que un pesticida no tiene un efecto adverso sobre el medio ambiente)

Algunas de las revistas científicas han empezado recientemente a solicitar analisis de potencia en los manuscritos que son sometidos a publicacion El

objetivo de estos analisis es determinar si los tamaños de las muestras fueron lo suficientemente grandes como para detectar las diferencias entre los tratamientos, dada la varianza asociada con cada tratamiento

Una de las preguntas mas comunes en la que somos consultados como consejeros de investigacion es ¿cuantas replicas de cada tratamiento se necesitan? o ¿cuantas muestras debo tomar? Aqui presentamos la respuesta para una prueba 't"

1 Escoja una proporcion de error Tipo I basada en la seriedad de rechazar una hipotesis nula verdadera (α)
2 Escoja un error de Tipo II basado en la seriedad de fracasar en el rechazo de una hipotesis nula falsa (β)
3 Decida en el tamaño de la menor diferencia que espera detectar entre las dos medias (= la minima diferencia detectable =d)
4 Estime la desviacion estandar promedio de los dos tratamientos

El numero de muestras necesarias para detectar una diferencia "verdadera" entre dos medias se calcula utilizando la siguiente formula

$$n = 2[(Z + Z)s/d]^2$$

(Nota para Z_β usar el valor de una sola cola)

A continuacion se presenta un ejemplo supongamos que queremos detectar una diferencia minima de 0 3 entre las medias del control ($\bar{x}$ =4 83) y del tratamiento de corta ($\bar{x}$ =4 63) del ejemplo previo (graficados en la Figura 2, densidades de arboles en parcelas control y con bejucos cortados) La desviacion estandar promedio para los dos tratamientos es de 2 603 Siguiendo las convenciones, utilicemos un valor de =0 05 y de del 20% (o sea, deseamos realizar la prueba a un nivel de 0 05 de significancia con un 80 % de probabilidad de detectar una diferencia de por lo menos 0 3 entre las medias)

Para probar la hipotesis que los tratamientos difieren entre si con un valor de 0 3, el tamaño minimo de la muestra es

n minimo = $[2(1\ 96 + 0\ 84)\ 2\ 603/0\ 30]_2$
n minimo = 1180 **Debe notar que virtualmente todas las hipotesis nulas son verdaderamente falsas,** con un tamaño de muestra lo suficientemente grande, la prueba estadistica (por ejemplo F, "t o r) sera estadisticamente significante (aunque es posible que no sea practica o biologicamente importante) En este ejemplo, las densidades de arboles pueden no encontrarse muy afectadas por la corta de bejucos porque la respuesta primaria es en las tasas de crecimiento de los arboles

Pseudoreplicacion

Pseudoreplicacion es el uso de estadisticas de inferencia para probar efectos de tratamiento con datos de experimentos en los cuales cualquiera de los tratamientos no ha sido replicado o las replicas no son estadisticamente independientes La pseudoreplicacion es un error **muy** comun en la estructura logica del diseño experimental, tanto en las ciencias forestales como en ecologia Frecuentemente la pseudoreplicacion resulta de asumir que las muestras de una unidad experimental (por ejemplo una parcela o un arbol) contribuyen con grados de libertad Si 0 5 o 5 o 50 hectareas son sometidas a un tratamiento (por ejemplo, una practica particular de corta), aun representa una sola replica, independientemente de cuantas subparcelas sean evaluadas

El punto crucial es el ser muy cuidadoso en considerar la poblacion sobre la cual Ud quiere generalizar Se requiere atencion para asegurar que esta poblacion sea muestreada adecuadamente y sin prejuicio

Reduciendo la variacion

Una de las claves para una investigacion potente y eficiente en costos se relaciona con la reduccion de variaciones extrañas Existen fenomenos inherentemente variables pero mediante el empleo del diseno experimental apropiado la varianza puede ser controlada Existe abundante literatura disponible que trata adecuadamente el tema del diseño experimental solo nos referiremos brevemente a algunos aspectos y metodos basicos

1 **Tamaño de la parcela de muestreo** el muestreo esta siempre restringido por limitaciones de tiempo y/o recursos asi que la

seleccion de las parcelas de manera adecuada es crucial No existe una respuesta simple a la pregunta sobre que tamaño de parcela es el mas adecuado La ventaja de parcelas pequeñas es que pueden ser numerosas a su vez cada una de estas tiene una relacion alta entre el perimetro y el area excesivo numero de plantas que habita en zonas de limites y muchas oportunidades para cometer errores sobre zonas limites

En contraste las parcelas grandes tienen relativamente pocos problemas en relacion con los bordes pero a su vez no pueden ser numerosas (por ejemplo las muestras de tamaño pequeño son inevitables, pero una vez se subdividen se convierten en pseudoreplicas) Cuando seleccione el tamaño de la parcela, considere tanto la densidad como la distribucion de diversos tamaños de areas

2 **Forma de las parcelas de muestreo** los investigadores de campo emplean regularmente una gran variedad de metodos desde los transectos lineales hasta los rectangulos, cuadrados y circulos La forma de la parcela tiene una influencia sobre la eficiencia y precision en el campo, pero afecta tambien la varianza resultante de los datos En general, las parcelas grandes a lo largo de gradientes (por ejemplo, topografia fertilidad elevacion) capturan mas variacion que parcelas cuadradas o circulares De nuevo, no hay mejor opcion que el trabajar con datos piloto y con una aproximacion clara acerca de la distribucion espacial de las poblaciones/fenomenos a ser muestreados

3 **Bloques** existen a veces algunas gradientes obvias en el area (por ejemplo factores topograficos) que deseamos muestrear y que es posible tengan una influencia en los resultados de nuestro experimento Por ejemplo, el daño relacionado con la extraccion de madera varia de acuerdo con la intensidad de la operacion Los efectos de tecnicas variadas en areas que sean susceptibles de ser aprovechadas con similar intensidad pueden no verse reflejados, debido precisamente al efecto de la intensidad de la extraccion La varianza correspondiente a la intensidad puede ser removida **antes** que los tratamientos sean comparados Esta aproximacion se denomina "bloquear ', existiendo una serie de variaciones al respecto

4 **Analisis de covarianza** Una aproximacion diferente al problema de la intensidad del aprovechamiento, discutida previamente (bloqueos), corresponderia a asignar al azar los tratamientos (por ejemplo, sin bloques) removiendo asi la varianza correspondiente a la intensidad (analisis de covarianza) Una covariable es una variable independiente cuantitativa que agrega variabilidad indeseada a la variable dependiente Esencialmente se "ajusta" la variable respuesta (por ejemplo, la proporcion de arboles dañados) de tal forma, que se aproxima al valor que hubiese tenido si la intensidad del aprovechamiento no cambiara entre parcelas El "ajuste" se hace removiendo la varianza debida a la covariable Las comparaciones estadisticas se hacen por lo tanto entre las medias ajustadas de cada tratamiento

HIPOTESIS	PRUEBAS PARAMETRICAS	PRUEBAS NO PARAMETRICAS
Dos muestras independientes difieren	Prueba t con varianzas sumadas	Prueba Mann Whitney U
Dos muestras independientes difieren (las varianzas son diferentes)	Prueba t con varianzas separadas	Prueba Mann Whitney U
Dos muestras pareadas difieren	Prueba t pareada	Prueba del signo Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
Mas de dos muestras independientes difieren	ANOVA (prueba F)	Prueba Kruskal Wallis o Prueba Friedman para bloques al azar
Existe asociacion entre dos variables (ellas covarian)	Correlacion de Pearson	Correlacion de los rangos de Spearman
La variable *y* es dependiente de una variable independiente *x*	Regresion	
La variable *y* es dependiente de mas de una variable independiente	Regresion multiple	
La secuencia de observaciones tiene un patron (por ejemplo se desvian de una lista al azar u observaciones independientes de la misma poblacion)	Analisis espectral	Series aleatorias
Las frecuencias en categorias discretas se desvian de una proporcion hipotetica		Prueba de probabilidad Log (G) Prueba Chi cuadrado

Ejemplos de Hipótesis y Pruebas Estadísticas Asociadas

Prueba "t" o Mann-Whitney U

H_0 La proporcion de arboles dañados durante la extraccion con bulldozers y skidders con llantas de caucho no difiere (N=10,10, prueba de 2 colas)

H_A La proporcion de arboles dañados difiere de acuerdo con el sistema empleado para la extraccion

Regresion

H_0 La densidad del suelo no cambia o disminuye con el numero de pasadas del tractor (N=20, test de 1 cola)

H_A La densidad del suelo aumenta con el numero de pasadas del tractor

Analisis de varianza (Prueba F)

H_0 El porcentaje de mortalidad de arboles tratados con uno de tres arboricidas diferentes no difiere (N = 20 parcelas por tratamiento, 25 arboles por parcela, prueba de 2 colas)

H_A El porcentaje de mortalidad de arboles difiere para los tres arboricidas empleados

Prueba t pareada o prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

H_0 En algunas parcelas se han cortado los bejucos un año previo a la extraccion maderera En estas parcelas la proporcion de arboles >10 cm dap que sufre daños por la extraccion es igual o mayor a la de parcelas adyacentes en las cuales los bejucos no se han cortado (N=20 pares de parcelas de 1 ha prueba de 1 cola) Las parcelas tenian densidades iniciales de bejucos similares y la asignacion de cada tratamiento fue al azar

H_A Parcelas en las cuales los bejucos se cortaron previamente a la extraccion maderera tienen una proporcion menor de arboles dañados

Analisis de Covarianza

H_0 Luego de aislar el efecto del *dap* no existe una diferencia en la proporcion de arboles dañados durante operaciones de extraccion controlada de madera de las siguientes especies (N=50 arboles por especie, prueba de 2 colas)

H_A Existe una diferencia en la proporcion de arboles dañados

G o Chi-cuadrado

H_0 La probabilidad de que un bejuco cortado retoñe es independiente de la estacion en que se corte (seca vs lluviosa N= 40 bejucos /estacion prueba de dos colas)

H_A La probabilidad de retoñar difiere durante las estaciones lluviosa y seca

Prueba Correlacion de Pearson

H_0 El grosor de la corteza disminuye o no cambia con el aumento del *dap* del arbol (N= 100 arboles, prueba de 1 cola)

H_A El grosor de la corteza aumenta con el aumento del *dap*

Algunos Consejos para los Reduccionistas

1 Defina de manera concisa las hipotesis que quiera probar
2 Describa la poblacion que desee muestrear Asegurese de que todos los individuos o localidades dentro de la poblacion tengan iguales oportunidades de ser muestreados
3 Decida acerca del tipo de poblacion sobre la cual Ud quiera hacer una generalizacion, evite la pseudoreplicacion
4 Muestree al azar para evitar prejuicios (de todas maneras sea consciente de que un cierto grado de estratificacion o de otras restricciones puede ser generalmente deseable)
5 Trate de minimizar la variacion extraña con el fin de aumentar la potencia estadistica (por ejemplo, el hacer bloques y medir covariables incontrolables puede ayudar)
6 Incorpore la repeticion en cada fase de su trabajo para disminuir los efectos de elefantes ladrones, inundaciones y otras intrusiones demoniacas
7 Tome suficiente numero de replicas ¿Cuantas son suficientes? Esto va a depender de la variabilidad dentro de cada tratamiento (o especies, o sexo, o area, entre otros), y de la magnitud de las diferencias entre los tratamientos (o especies etc) que desee detectar Estime la potencia de su prueba
8 Verifique que el tamaño de su unidad de muestreo sea adecuado con los tamaños, densidades y distribuciones de los organismos o fenomenos que se encuentre muestreando Tome nota de que cero es frecuentemente un estado que absorbe (el numero de hormigas por unidad de area nunca es negativo por lo menos siguiendo nuestras convenciones dimensionales) Si de su muestreo resultan una cantidad de ceros sus datos no se encontraran distribuidos normalmente y su transformacion sera a veces muy dificil o hasta imposible
9 Establezca la prueba estadistica a utilizar asi como los niveles de confianza antes de iniciar la recoleccion de datos
10 Grafique sus datos como si su vida (o por lo menos el proyecto) dependiera de ello (por ejemplo, antes que haya recogido la cuarta parte de los datos que intente coleccionar y luego a intervalos frecuentes)
11 Recuerde que una falla en el rechazo de una hipotesis nula es frecuentemente muy interesante Tambien tenga presente que los errores de tipo II pueden tener consecuencias mayores que los del tipo I

12 Casi siempre vale la pena realizar estudios piloto

Diez Causas Comunes de Problemas en la Investigación

1 Uso excesivo de las pruebas estadisticas y suma confianza en los valores de probabilidad
2 Errores en establecer la diferencia entre la significancia estadistica y biologica
3 Tamaño de muestras inadecuado
4 Pseudoreplicacion
5 Falla en la consideracion de la potencia de las pruebas estadisticas utilizadas
6 Falla en satisfacer los supuestos relacionados con cada prueba estadistica
7 Uso de demasiadas pruebas estadisticas separadas
8 Falla en la presentacion de los resultados de manera detallada
9 En general, falla (o inhabilidad) en controlar la varianza en particular la varianza se ve afectada por contribuciones de factores extraños
10 Controles inapropiados

Problemas de Diseño Experimental y Estadístico

Asuma ante todo que Ud es un consultor estadistico y que varios investigadores han recurrido a Ud en busca de asesoria acerca de la aproximacion mas adecuada para los siguientes problemas Si Ud cree que necesita mas informacion para poder prestar un mejor servicio, pregunte a su instructor, si no hay suficientes instructores, haga los supuestos que correspondan, y asegurese de escribirlos de manera explicita Registre sus respuestas en una hoja de papel separada y este listo para defender oralmente su posicion en cada uno de los casos

Durante el desarrollo de sus respuestas, sea tan especifico como pueda Cuando sea util para el consultor prepare las tablas de ANOVA u otras, bosqueje graficos o sugiera que tipo de conclusiones pueden desprenderse de su analisis estadistico Si uno de los diseños experimentales presenta una falla fatal o si, por alguna razon los datos no son susceptibles de ser analizados estadisticamente, exprese las razones que lo llevaron a esa decision y sugiera ademas, como puede solucionarse adecuadamente el problema en un futuro

1 Necesito comparar la cantidad de suelo mineral expuesto durante operaciones convencionales de extraccion de madera y aquellas con impacto reducido He determinado la cantidad de suelo mineral expuesto en dos parcelas de 50 ha a las cuales asigne los tratamientos al azar Realice los muestreos en cada parcela inmediatamente despues de la extraccion, mediante un transecto de 500 m de largo ubicado al azar Dividi cada transecto en fragmentos de 50 m de largo, y registre la fraccion de cada uno de ellos que tuviese suelo mineral (Nota corregi el efecto de pendiente)

2 Mi pregunta se relaciona con establecer de que manera la extraccion maderera afecta la produccion de frutos de *Bertholletia excelsa* que se han dejado en aperturas de bosques aislados del bosque contiguo Por lo tanto, estime el numero de frutos casi maduros de 40 arboles, tanto en areas taladas como en el bosque vecino Seleccione los arboles al azar, pero no inclui arboles <20 m de alto El problema es que precisamente el año en que realice mi trabajo fue un año inusual puesto que las lluvias no se iniciaron cuando se esperaba, y muchos de los arboles no produjeron frutos

3 Cuando un bosque se corta, las condiciones ambientales en el bosque vecino se afectan de manera marcada Sin embargo este puede no ser el caso en bosques secos de dosel abierto Para determinar si existen "efectos de borde" relevantes, medi la intensidad de luz con un medidor de luz en mi camara fotografica a intervalos de 2 metros, avanzando por 50 metros dentro del bosque a lo largo de 10 transectos seleccionados al azar

4 De la literatura sobre diversidad de especies de arboles y predacion de semillas, puedo predecir que los grupos de semillas de *Swietenia macrophylla* ubicados cerca de arboles productores presentan mas probabilidades de predacion, que las semillas individuales aisladas lejos de sus coespecificos Ubique entonces tanto semillas individuales como en grupos de 5, 10 y 20 a tres distancias de arboles en fructificacion (2, 20 y 100 m) Cada distancia y tamaño de grupo fueron asignados a 10 arboles seleccionados al azar de la poblacion de la especie en un area de 100 ha

5 He recogido los siguientes datos (en gramos) sobre pesos secos de frutas de *Garcinia* sp (mangostino), tanto cultivadas como procedentes de poblaciones en vida silvestre

Vida silvestre

3 3	3 1	2 4	12 4	9 3	4 1	4 5	6 7
7 1	5 3	10 4					

Cultivadas

7,9	7,1	4,1	3,8	5,2	5,8	7,6	6 1
6,7	6,9	8,1	8,6	6,4	6 2		

¿Que hago ahora?

6 Con la preocupacion de los efectos de parche sobre la biodiversidad, producto de fuegos controlados, procedi a utilizar mallas de insectos en 14 parches de bosque con tamaños entre 2 y 1000 m^2 En cada parche barri 10 veces con una malla de 30 cm de diametro ubicada

en un palo de 1 2 m de largo, en cada uno de los 5 lugares escogidos al azar He aqui mis datos

Area del fragmento en m^2	Numero de morfoespecies de insectos
820	84
265	103
15	13
108	31
394	289
28	26
401	1041
213	384
640	255
42	38
58	47
831	452
1032	961
304	611

Por favor analice estos datos para mi