



Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

**Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021



Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

**Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C744 Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-727-7
DOI 10.22533/at.ed.277211301

1. Engenharia Florestal. 2. Conceitos. 3. Conhecimentos. 4. Pesquisa. I. Felsemburgh, Cristina Aledi (Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

É com enorme contentamento que apresentamos o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 17 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados nas diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender a área de silvicultura voltada para as técnicas silviculturais para produção, tecnologias para produção de sementes e mudas, melhoramento florestal e proteção florestal. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados de forma a abordar a área de ecologia e dinâmica florestal. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados para a tecnologia de produtos florestais mais especificamente relacionados às propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira. Em uma quarta parte, com um trabalho sobre gestão ambiental, abordando a importância dos recursos hídricos. E finalizando, a quinta parte com um trabalho sobre sensoriamento remoto. Desta forma, o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal” apresenta resultados relevantes realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados neste de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felseburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESEMPENHO SILVICULTURAL DO HÍBRIDO DE *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NA CHAPADA DO ARARIPE, ARARIPINA-PE

Marcos Antônio Drumond
Visêldo Ribeiro de Oliveira
José Gomes Chaves
Jorge Ribaski
Diogo Denardi Porto

DOI 10.22533/at.ed.2772113011

CAPÍTULO 2..... 7

EFEITOS DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SOB O DESEMPENHO SILVICULTURAL DO HÍBRIDO DE *Eucalyptus brassiana* x *E. urophylla*, NA CHAPADA DO ARARIPE, ARARIPINA-PE

Marcos Antônio Drumond
Visêldo Ribeiro de Oliveira
José Alves Tavares
João Tavares Calixto Júnior
Jorge Ribaski

DOI 10.22533/at.ed.2772113012

CAPÍTULO 3..... 14

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. TRATADAS COM NITRATO DE POTÁSSIO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR ALUMÍNIO

Thiago Pereira de Paiva Silva
Josefa Patricia Balduino Nicolau
Francisca Adriana Ferreira de Andrade
Francisco Eudes da Silva
Jackson Araújo Silva
André Dantas de Medeiros
Kelem Cristiany Nunes Silva
Marcio Dias Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2772113013

CAPÍTULO 4..... 20

BIOMETRIA DIGITAL E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Leucaena leucocephala* WIT. EM FUNÇÃO DA SUA POSIÇÃO NO FRUTO

Thiago Pereira de Paiva Silva
Amanda Karoliny Fernandes Ramos
Jackson Araújo Silva
Josefa Patricia Balduino Nicolau
André Dantas de Medeiros
Kelem Cristiany Nunes Silva
Francisco Eudes da Silva
Marcio Dias Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2772113014

CAPÍTULO 5.....26

ESTRUTURA FAMILIAR E ESTIMATIVAS DE BLUPS EM ESPÉCIES COM O SISTEMA MISTO DE REPRODUÇÃO

Evandro Vagner Tambarussi
Lucas Mateus Domingues da Silva
Osmarino Pires dos Santos
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva
Lucas Fernandes Rocha
Fabiana Schmidt Bandeira Peres

DOI 10.22533/at.ed.2772113015

CAPÍTULO 6.....51

CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE DOENÇAS BACTERIANAS EM VIVEIROS E PLANTIOS DE *EUCALYPTUS* SPP

Daniella Flávia Said Heid Schettini Silva
Helena Piedade Farsoni
Sharlles Christian Moreira Dias
Luciano Flávio Neves Ramos
Celso Luis Marino
Edson Luiz Furtado

DOI 10.22533/at.ed.2772113016

CAPÍTULO 7.....63

ANALYSIS OF CHLOROPLASTIDIAL SEQUENCES OF COLD-TOLERANT *Eucalyptus* AND *Corymbia* SPECIES

Marcos Rafael Amâncio
Evandro Vagner Tambarussi
Lucas Fernandes Rocha
Alexandre Techy de Almeida Garrett
Daniel Barletta Sulis
Andrea Nogueira Dias
Leandro de Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.2772113017

CAPÍTULO 8.....75

REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CONSERVAÇÃO

Natalie da Mota Soares
Robério Anastácio Ferreira
Janisson Batista de Jesus
Higor dos Santos Vieira
Diogo Gallo de Oliveira
Ana Cecília da Cruz Silva
Fernando Luis Hillebrand
Cristiano Niederauer da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.2772113018

CAPÍTULO 9.....	94
CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE PLÁNTULAS DE CASTAÑA (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.) EN CLAROS Y SOTOBOSQUE EN LA AMAZONIA PERUANA	
Jorge Garate-Quispe	
Mishari Garcia Roca	
Liset Rodriguez-Achata	
Rembrandt Canahuire Robles	
Gabriel Alarcón Aguirre	
DOI 10.22533/at.ed.2772113019	
CAPÍTULO 10.....	106
INFILTRATION CAPACITY MODELLING UNDER FORESTS IN THE BASIN OF THE SAN CRISTOBAL RIVER, BOGOTÁ	
Carlos Francisco García Olmos	
Diana Constanza García Rincón	
DOI 10.22533/at.ed.27721130110	
CAPÍTULO 11.....	120
MÉTODO BOTANAL APLICADO A QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA NA SERAPILHEIRA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	
Luciano Farinha Watzlawick	
Maria Fernanda Subtil Gallo	
Matheus Rech	
Talyta Mytsuy Zanardini Galeski Sens	
Richeliel Albert Rodrigues Silva	
Joelmir Augustinho Mazon	
DOI 10.22533/at.ed.27721130111	
CAPÍTULO 12.....	132
ANÁLISE E QUANTIFICAÇÃO DA NECROMASSA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	
Luciano Farinha Watzlawick	
Angélica Lorini	
Talyta Mytsuy Zanardini Galeski Sens	
Jaqueline Aparecida Schran	
DOI 10.22533/at.ed.27721130112	
CAPÍTULO 13.....	142
O DESMATAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA E A FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS NATURAIS: COMO A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL IMPULSIONA O SURGIMENTO DE ZOONOSES	
Beatriz John Kettermann	
Karina Wegermann	
DOI 10.22533/at.ed.27721130113	
CAPÍTULO 14.....	149
PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS – PA	
Mateus Souza da Silva	

Genilson Maia Corrêa
Julita Maria Heinen do Nascimento
Jones de Castro Soares
Maria Eloisa da Silva Miranda
Layane Jesus dos Santos
Rick Vasconcelos Gama
Anne Caroline Malta da Costa
Gesivaldo Ribeiro Silva
João Rodrigo Coimbra Nobre

DOI 10.22533/at.ed.27721130114

CAPÍTULO 15..... 156

SOLUBILIDADE DA MADEIRA DE TECA EM ÁGUA

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza
Pedro Hurtado de Mendoza Borges
Pedro Hurtado de Mendoza Morais

DOI 10.22533/at.ed.27721130115

CAPÍTULO 16..... 162

COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO MANHUAÇU, MG

Rodolfo Alves Barbosa
Aline Gonçalves Spletozer
Lucas Jesus da Silveira
Sergio Guedes Barbosa
Herly Carlos Teixeira Dias

DOI 10.22533/at.ed.27721130116

CAPÍTULO 17..... 181

APPLICATION OF R LANGUAGE IN THE ANALYSIS OF FOREST FRAGMENTATION USING SPATIAL DATA

Juliana Marchesan
Rudiney Soares Pereira
Elisiane Alba
Letícia Daiane Pedrali
Luciane Marchesan
Mateus Sabadi Schuh
Roberta Aparecida Fantinel

DOI 10.22533/at.ed.27721130117

SOBRE A ORGANIZADORA..... 193

ÍNDICE REMISSIVO..... 194

CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE PLÁNTULAS DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) EN CLAROS Y SOTOBOSQUE EN LA AMAZONIA PERUANA

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 10/12/2020

Jorge Garate-Quispe

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-7494-2274>

Mishari Garcia Roca

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0003-4055-2718>

Liset Rodriguez-Achata

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-2904-8097>

Rembrandt Canahuire Robles

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0003-2319-7910>

Gabriel Alarcón Aguirre

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Puerto Maldonado, Perú
<https://orcid.org/0000-0003-0816-9911>

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue de evaluar el efecto de la apertura de dosel en el crecimiento y mortalidad de plántulas

de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Se establecieron sesenta y cuatro plántulas considerando un diseño experimental con ocho repeticiones de cuatro plántulas cada una, y dos tratamientos ambientales de apertura de dosel. Se realizaron evaluaciones mensuales durante un año. Se midieron la altura y diámetro, para calcular las tasas de crecimiento, y se registraron incidencias de mortalidad y rebrote de las plántulas. Los porcentajes de apertura de dosel se estimaron utilizando un densiómetro esférico. El 47% del total de las plántulas sobrevivieron en el transcurso de 12 meses de monitoreo. El promedio de supervivencia de plántulas de *B. excelsa* en claros (75 ± 26.7 %) fue significativamente superior a las de sotobosque (15.6 ± 22.9 %). El 64% de la mortalidad fue causada por la fauna local, predación de la semilla. El incremento anual en altura de las plántulas también fue significativamente superior en los claros (40.2 ± 29 cm) que en sotobosque (3.3 ± 2.4 cm). El análisis de regresión escalonado, sugiere que la apertura de dosel es el factor determinante en el incremento en altura y diámetro. Mediante un análisis de regresión lineal simple se encontró una relación directa y significativa entre la apertura de dosel y el incremento diamétrico ($r^2 = 0.61$), y la apertura de dosel con el incremento en altura ($r^2 = 0.27$). Por lo tanto, concluimos que la apertura de dosel influye significativamente en el incremento en diámetro, altura y supervivencia de plántulas de *B. excelsa*. Por estas razones se recomendaría el uso de esta especie para el enriquecimiento de los bosques en Madre de Dios utilizando claros grandes (>25% apertura de dosel) que generen

maiores condiciones de luz.

PALABRAS CLAVE: Análisis de crecimiento, mortalidad de plántulas, apertura de dosel.

GROWTH AND MORTALITY OF BRAZIL-NUT SEEDLINGS (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) IN TREE-FALL GAPS AND UNDERSTORY IN THE PERUVIAN AMAZON

ABSTRACT: This study was to evaluate the effect of opening canopy on the growth and seedling mortality of *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Sixty-four seedlings were planted within the experimental design, with eight repetitions each with four replications and two environmental treatments of canopy openness. The height and diameter were measured, to calculate the growth rates, incidences of mortality and regrowth of seedlings were recorded (for a period of 1 year with monthly evaluations). The percentages of canopy openness were estimated using a spherical densitometer. 47% of the seedlings survived during the 12 months of monitoring. The average survival of seedlings of *B. excelsa* in the gap treatment ($75 \pm 26.7\%$) was significantly higher than the understory treatment ($15.6 \pm 22.9\%$). 64% mortality was caused by local wildlife (seed predation). The annual increase in seedling height was also significantly higher in the gaps (40.2 ± 29 cm) than in the understory (3.3 ± 2.4 cm). Stepwise regression analysis suggests that canopy openness is the determining factor in the increase in height and diameter. A Regression analysis showed a direct and highly significant relationship between canopy openness and diameter increment ($r^2 = 0.61$) and canopy openness with increasing height ($r^2 = 0.27$). Therefore, we concluded that canopy openness significantly influences the increase in diameter, height and seedling survival of *B. excelsa*. For these reasons we recommend the use of Brazil nut seedlings in reforestation for the enrichment of forests in Madre de Dios, using large gaps (> 25% canopy opening) that generate higher light conditions and guarantee high rates of diameter and height growth.

KEYWORDS: Growth analysis, seedling mortality, Canopy openness.

1 | INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos representan la mayor parte de los bosques tropicales del mundo, representando el 40% (3900000 km²) (INPE, 2002; PERÉA, 2005). Es una de las regiones con mayor diversidad y en la actualidad muchos fórums vienen discutiendo su conservación y lo poco que se conoce sobre la ecología de la mayoría de las especies y sobre su estrategia de conservación. Considerando que esta información es especialmente importante cuando se trata de especies con algún interés económico (ASSAD, 2000; PERÉA, 2005).

A pesar de que algunas especies son de utilidad económica desde los inicios de ocupación de la Amazonía, como el caso de la extracción del látex de la shiringa, castaña y productos forestales maderables; poco se conoce sobre los efectos de la explotación de estos recursos para la sostenibilidad en el tiempo de estas especies. Se tiene conocimiento de varios ejemplos de especies que fueron explotadas sin ningún criterio ecológico y que

tiempo más tarde entraron a la lista de las especies amenazadas de extinción (PERÉA, 2005), algunos ejemplos clásicos para Perú como la shiringa, castaña, Cedro, Caoba, etc.

La castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) está actualmente clasificada como especie vulnerable a extinción (PAIVA, GUEDESA e FUNIA, 2011), esta clasificación está atribuida a la frecuente e intensa cosecha de los frutos. La cual compromete seriamente a la regeneración debido a la sobre-explotación de las poblaciones naturales y la deforestación, que reduce el rango geográfico de la distribución de la especie. La presión de cosecha de los frutos de castaña resulta en una vulnerabilidad controversial, en quienes sustentan la teoría de que es posible la sostenibilidad ecológica de la extracción del recurso (ZUIDEMA e BOOT, 2002; WADT, KAINER e STAUDHAMMER, 2008; PAIVA, GUEDESA e FUNIA, 2011) mediante un manejo adecuado y sin afectar gravemente la regeneración natural de la especie (PERES, BAIDER, *et al.*, 2003; PAIVA, GUEDESA e FUNIA, 2011).

La castaña es una de las especies emergentes y más importantes de la economía extractivista de la Amazonia (CLAY, 1997; COTTA, KAINER, *et al.*, 2007). Las semillas, comúnmente denominadas nueces, son utilizadas para la producción de una variedad de productos crudos o secos, aceites, harinas, medicinas y productos personales (COTTA, KAINER, *et al.*, 2007), haciendo de la castaña un producto forestal no maderable versátil y valioso. Varios estudios recientes sobre la regeneración reportan impactos de los niveles de cosecha de la nuez de castaña en la estructura poblacional de castaña, disminuyendo la tasa de reclutamiento de la regeneración en sus poblaciones (ZUIDEMA, 2003; ZUIDEMA e BOOT, 2002; COTTA, KAINER, *et al.*, 2007).

La extracción de la nuez de la castaña fue siempre vista como un ejemplo de explotación sustentable en los bosques amazónicos. Esta visión fue profundamente discutida por PERES *et al.* (2003), mostrando que no existe suficiente regeneración en los castañales. Reflejando un proceso de reclutamiento de plantas nuevas que no va acorde a la velocidad de envejecimiento, lo cual podría significar a largo plazo un colapso debido a extracción intensa del recurso (PERES, BAIDER, *et al.*, 2003). Por lo tanto, la supervivencia de las plántulas es esencial para traducir el valor de los niveles de densidad de plántulas en la determinación de los niveles reales de regeneración natural. Las diferencias en los claros y los sitios del sotobosque pueden dar lugar a densidades de plántulas más altas, pero si ninguna de las plántulas sobrevive después de un año, estos resultados no son relevantes (MOLL-ROCEK, 2012).

El objetivo del presente estudio fue determinar la tasa de crecimiento y mortalidad de plántulas de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) en claros y sotobosque en un bosque de Madre de Dios (Perú).

2 | MÉTODOS

Área de Estudio

El Centro de Referencia e Interpretación de la Biodiversidad en Bosques Amazónicos de Terrazas altas en Madre de Dios (CRIBATAMAD), perteneciente a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), geográficamente se ubica en la Región sur-Oriental de la Amazonia Peruana, se ubica en la margen derecha de la Carretera Puerto Maldonado – Iberia (km 16). El clima es Húmedo y Cálido, se caracteriza debido a un exceso grande agua en verano y déficit pequeño de agua (SENAMHI; ANA, 2010). Presenta como características más resaltantes su regular pluviosidad (2280 mm en promedio) y temperaturas tropicales del orden de los 25.4 °C promedio.

Métodos de campo

Se utilizó 2 tratamientos (en función a la cobertura de dosel), en claros y sotobosque con 08 repeticiones cada uno, y cada repetición con 4 plántulas de castaña (64 en total). Se ubicó las áreas donde se establecerán las plántulas (claros y sotobosque). Seguidamente se retiró la cobertura vegetal en un radio de 50 cm, alrededor del sitio de donde se ubicó la plántula (Figura 1).

Del Monitoreo

La primera medición se realizó 2 semanas después del establecimiento en campo, las evaluaciones siguientes fueron mensuales, durante un año (12 meses). Las variables consideradas durante cada medición en campo fueron la altura, diámetro a la altura del suelo, largo y ancho de las hojas. Para determinar el porcentaje de cobertura de dosel, se utilizó un densiómetro esférico (LEMMON, 1956), se realizaron 04 mediciones por cada plántula en diferentes direcciones (N, S, E y O).

Análisis Estadístico

Se utilizó el paquete estadístico PAST versión 3.02 (Hammer, 2014) y SigmaPlot versión 12.5 (SYSTAT, 2013) para obtener el análisis descriptivo de todas las variables obtenidas en el campo, asimismo el análisis exploratorio para verificar las condiciones para aplicar análisis comparativos y de regresión paramétricos o no paramétricos.

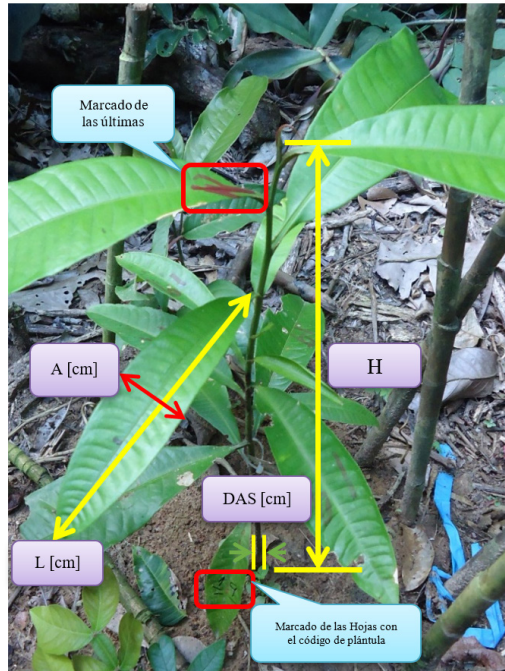


Figura 1: Representación esquemática de metodología de evaluación mensual de las plántulas.

Se utilizó análisis de regresión lineal múltiple y regresión escalonado (método backward), para determinar que variable influyen significativamente en el incremento en diámetro y altura. Además, Se realizaron análisis comparativos para la tasa de crecimiento y mortalidad entre las plántulas ubicadas en claros y sotobosque. Se utilizaron los paquetes estadísticos PAST versión 3.14 (HAMMER e HARPER, 2006), Systat 13 y R en el entorno de R-Studio (R CORE TEAM, 2016). Las figuras se elaboraron utilizando paquete estadístico SigmaPlot versión 12.5 (SYSTAT, 2013).

Para analizar la significancia de las correlaciones y elaborar el ajuste de curvas entre el incremento en altura (H), diámetro a la altura del suelo (DAS) y la densidad de cobertura de dosel, se utilizó el paquete estadístico SigmaPlot versión 12.5. Para analizar la probabilidad de supervivencia según claro y sotobosque se utilizó un modelo lineal generalizado (regresión logística). considerando el porcentaje de supervivencia mensual, utilizando el software R en el entorno de R-studio (R CORE TEAM, 2016).

3 | RESULTADOS Y DISCUSIONES

De la supervivencia

De las 64 plántulas establecidas en campo, sólo 30 (47%) sobrevivieron en

el transcurso de 12 meses de monitoreo. La mortalidad fue superior en las plántulas establecidas en sotobosque (84%) en comparación con las establecidas en claros, 25% (SCOLES, GRIBEL e KLEIN, 2011; PEÑA-CLAROS, BOOT, *et al.*, 2002). Asimismo, la mortalidad fue superior a los reportado por un estudio previo en Madre de Dios (13% anual) (CORNEJO, 2003).

El promedio de supervivencia de plántulas en claros ($\bar{X} \pm$ desviacion estandar = 75 ± 26.7 %) fue superior al del sotobosque (15.6 ± 22.9 %) (Figura 2). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($t = -4.7$ y $p < 0.001$).

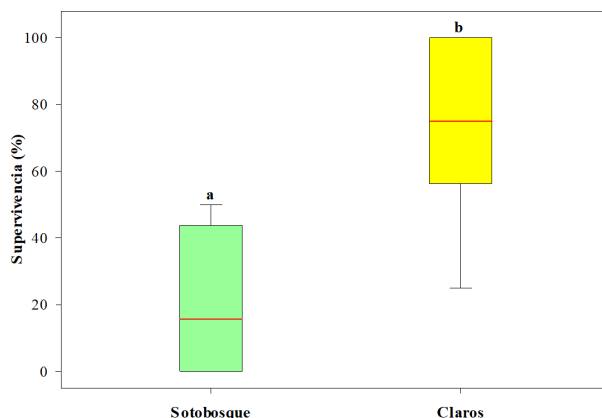


Figura 2: Boxplot de la comparación del porcentaje de supervivencia de las plántulas en sotobosque y claros. Letras diferentes muestran una diferencia significativa (test de *t*-student) a un 5% de probabilidad de error (p -value<0.05). Las líneas rojas representan el promedio.

Considerando sólo muertes naturales el porcentaje de sobrevivencia fue mayor en los claros que en sotobosque, con 92% y 38% respectivamente. Similares resultados a los encontrados por SCOLES *et al.* (2011) en claros (96%), pero inferior en el sotobosque (89%) luego de 2 años de monitoreo.

En 22 plántulas de *B. excelsa* (64% de la mortalidad) la causa de mortalidad fue debido a la predación de la semilla por fauna local, roedores u otros (CORNEJO, 2003). En estos casos las plántulas fueron extraídas de raíz y muchas veces solo quedaron los tallos quebrados debido al intento de extracción. Similares observaciones encontradas en castañales de la amazonia brasileña (Acre) (PERÉA, 2005). De estas, un 72% (16 plántulas) sucedieron en el sotobosque y sólo un 23% (6 plántulas) en los claros. Es decir, la mayor mortalidad debido a la predación de las semillas ocurrió en los sitios con menor apertura de dosel, similares resultados a los encontrados para *B. excelsa* en Bolivia (PEÑA-CLAROS, BOOT, *et al.*, 2002).

La mayor mortalidad de plántulas ocurrió durante el inicio de la estación lluviosa y el

inicio de la caída de frutos de *B. excelsa*, coincidiendo con el experimento de remoción de semillas en *B. excelsa* de PERES et al. (1997). Esta diferencia estacional en la mortalidad debido a predadores parece estar relacionado con la fenología, la caída de frutos de *B. excelsa* y una mayor actividad de sus dispersores naturales cuando los frutos frescos permanecen en el suelo (PERES, BAIDER, et al., 2003). Debido a que, aun después de germinar la semilla puede ser comida por animales, pues tarda más de un año en ser absorbida en su totalidad por la plántula (CORNEJO, 2003).

Se ajustó al modelo logístico con la supervivencia de las plántulas, considerando como variables explicativas los tratamientos (claros y sotobosque), tiempo y la interacción tratamiento-tiempo. La interacción entre los tratamientos y el tiempo fue significativa. Por lo que se utilizó un modelo binomial simplificado, eliminando la interacción para ver si realmente existe una diferencia en la supervivencia de plántulas entre claro y sotobosque.

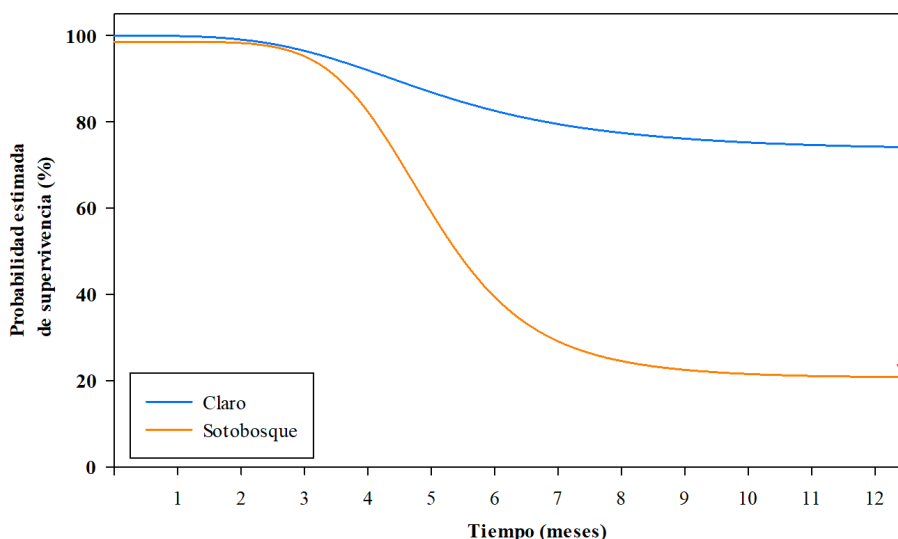


Figura 3: Análisis de regresión logística binomial utilizando un GLM (modelo lineal generalizado) para estimar la probabilidad de supervivencia de las plántulas de *B. excelsa* en función de la cobertura de dosel y el tiempo de evaluación. La flecha roja indica la diferencia en la probabilidad de supervivencia de plántulas entre claros y sotobosque al finalizar la evaluación.

Las variables independientes utilizadas resultaron altamente significativas ($p\text{-value} < 0.05$), lo que manifiesta una diferencia significativa en la probabilidad de supervivencia de plántulas de *B. excelsa* entre claros y sotobosque (Figura 3). Considerando que la proporción de varianza explicada por el Modelo Lineal Generalizado (devianza - D^2) es de 92%.

La tasa de supervivencia comparada con experimentos similares en claros de plántulas de *B. excelsa* en la amazonia, fue inferior a los reportados por SCOLES et al.

(2011) en Brasil (95% luego de 2 años), PEÑA-CLAROS et al. (2002) en un experimento de enriquecimiento en la amazonia boliviana (97% anual), en condiciones naturales en Brasil (90%) (NEVES, 2010).

En la comparación del crecimiento en altura, entre las plántulas de claros y sotobosque, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA). Considerando al DAS_i de las plántulas como covariable debido a su buena relación con el crecimiento en altura; esto permitió analizar la diferencia significativa en el crecimiento entre los claros y sotobosque, eliminando la influencia generada por el DAS_i (Tabla 1).

	(A) Primeros 4 meses				(B) 12 meses			
	Sum Sq	Mean Sq	F value	p-value	Sum Sq	Mean Sq	F value	p-value
Tratamiento	47.4	47.4	65.2	0.0000***	39.2	39.2	56.8	0.0000***
DAS_i	4.0	4.0	5.5	0.0229*	2.2	2.2	3.1	0.0895
Tratamiento* DAS_i	1.1	1.1	1.5	0.2335	0.1	0.1	0.1	0.7881
Residuales	39.3	0.7			15.9	0.7		

^a Datos transformados "ln (incremento en altura)"

Tabla 1: Resultados del ANCOVA sobre el incremento en altura^a de plántulas de *B. excelsa*, (a) a los 4 meses del establecimiento y (b) 12 meses. Los tratamientos (claros y sotobosque) como factor y el diámetro inicial de las plántulas como covariable. DAS_i = Diámetro de las plántulas al inicio del experimento.

El crecimiento en altura de las plántulas durante los 4 primeros meses fue estadísticamente superior ($F = 65.2$ y $p < 0.001$) en los claros que en el sotobosque (Tabla 9 y Figura 10). La interacción Tratamiento- DAS_i no fue significativa ($p\text{-value} > 0.05$); sin embargo, un mayor crecimiento en altura en los primeros 4 meses está influenciado significativamente por el DAS_i ($p\text{-value} < 0.05$). Asimismo, el incremento anual en diámetro fue significativamente superior en los claros ($F = 58.6$ y $p\text{-value} < 0.001$) y el diámetro inicial no influyó de manera significativa en el crecimiento anual en altura ($F = 3.1$ y $p\text{-value} > 0.05$), ver Tabla 9. Resultados similares a los reportados por (ZUIDEMA, DIJKMAN e RIJSOORT, 1999), que encontraron diferencias significativas en el crecimiento según categorías de tamaño de las plántulas al inicio del experimento (Figura 11).

Incremento en altura vs cobertura de dosel

El incremento anual fue superior en los claros (40.2 ± 29 cm) que en el sotobosque (3.3 ± 2.4) y esta diferencia fue significativa (U Mann-Whitney = 2, $p\text{-value} < 0.001$, Figura 11).

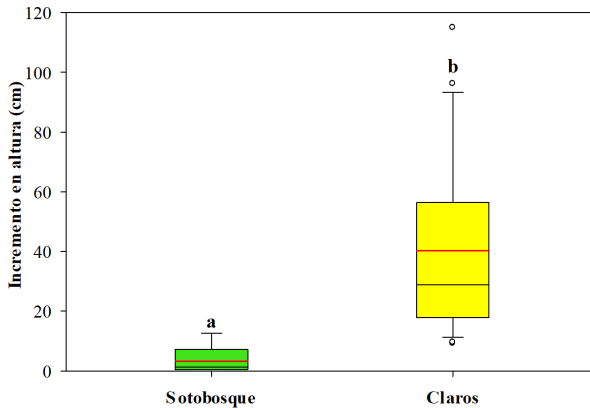


Figura 4: Boxplot de la comparación del crecimiento anual en altura de plántulas de *B. excelsa* establecidas en claros y sotobosque. Las líneas rojas representan el promedio del incremento en altura.

El crecimiento promedio anual en altura de 40 cm es similar al reportado por CORNEJO (2003) en claros naturales de Madre de Dios, aunque sugiere que una protección contra los herbívoros y el aclareo de dosel aumentaría significativamente el crecimiento (CORNEJO, 2003). Por otro lado, se encontró una relación significativa entre el porcentaje de apertura de dosel y el incremento en altura en las plántulas de claros (Figura 5), durante los 4 primeros meses ($r^2 = 0.27$, $p < 0.01$) y también para el incremento anual ($r^2 = 0.34$, $p < 0.01$, Figura 5).

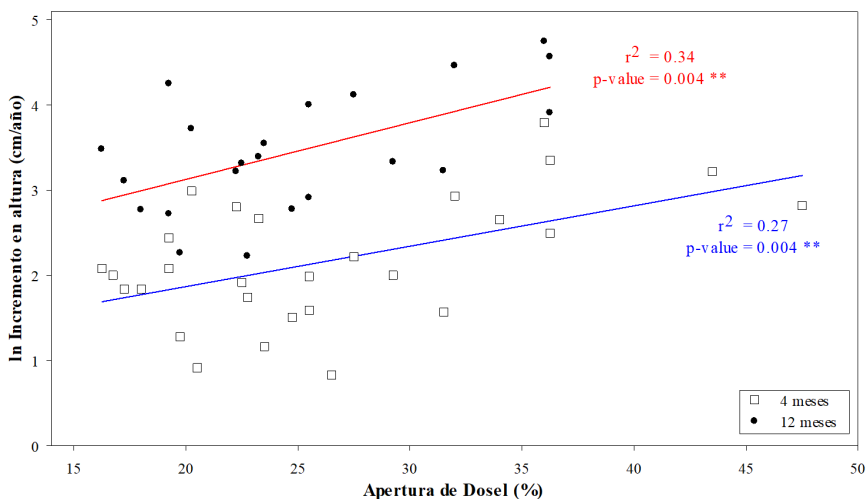


Figura 5: Regresión lineal entre el porcentaje Apertura de Dosel e incremento en diámetro anual (mm) de plántulas de *B. excelsa* en claros. Los asteriscos indican significancia a un nivel * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.001$.

El rápido crecimiento en altura garantizaría su establecimiento y que estas sean menos susceptibles a predación (Neves, 2010). Esta sería una estrategia para alcanzar el dosel más rápido y tener mayor luz disponible, luego el crecimiento en diámetro será más importante para garantizar su establecimiento (Baider, 2000; Neves, 2010).

Los resultados encontrados en el presente estudio concuerdan con los obtenidos por MYERS et al. (2000) y TONINI y WOLKMER (2011), que consideran a la regeneración de *B. excelsa* como oportunista y muy dependiente de una apertura en el dosel “gap-dependent” (MYERS, NEWTON e MELGAREJO, 2000). Aunque las semillas puedan germinar y sobrevivir en el sotobosque, necesitan un dosel abierto (claro) para un mejor desarrollo (SCOLES, GRIBEL e KLEIN, 2011); lo cual sugiere que un disturbio en el dosel puede ser un factor importante en el crecimiento y supervivencia de plántulas de *B. excelsa* (MYERS, NEWTON e MELGAREJO, 2000). En la presente investigación, el crecimiento de las plántulas en *B. excelsa* fue significativamente mayor en los claros que en el sotobosque. Asimismo, el crecimiento se incrementa significativamente con una mayor apertura de dosel, es decir una mayor luz disponible (SCOLES, GRIBEL e KLEIN, 2011; NEVES, 2010; PEÑA-CLAROS, BOOT, et al., 2002).

Mientras que en el sotobosque las plántulas de *B. excelsa* mantuvieron sus hojas, y estas fueron más gruesas que las de los claros y presentaban el borde dentado (Figura 13), debido a las condiciones poca luz del sotobosque se espera que las plántulas de *B. excelsa* inviertan más recursos disponibles y biomasa en sus hojas para captar una mayor cantidad de luz (POORTER, 1999) (ZUIDEMA, DIJKMAN e RIJSOORT, 1999). HAYASHIDA-OLIVER et al. (2001), encontró una mayor proporción de peso en hojas (peso en hojas/peso total) en plántulas de *B. excelsa* y *Swietenia macrophylla* en sotobosque (3% luz) que en claros. El incremento en el área foliar en los claros representaría una estrategia adoptada por las plántulas de *B. excelsa* con la finalidad de maximizar la interceptación de luz solar y fijación de CO₂ (SANTOS, CARVALHO e FELDPAUSCH, 2006; FERREIRA, CARVALHO e SILVA, 2012).

4 | CONCLUSIONES

El incremento anual en diámetro de las plántulas de *B. excelsa* fue significativamente superior en los claros (3.7 ± 2.1 cm) en comparación con las de sotobosque (1.5 ± 0.9 cm). El incremento anual en altura de las plántulas fue significativamente superior en los claros (40.2 ± 29 cm) que en sotobosque (3.3 ± 2.4 cm). La mortalidad total fue superior en las plántulas establecidas en sotobosque (84%) en comparación con las establecidas en claros (25%). Asimismo, el promedio de supervivencia de las plántulas fue significativamente mayor en los claros. Es decir, que la supervivencia de plántulas de *B. excelsa* es dependiente de las condiciones de la cobertura de dosel. La apertura de dosel fue la variable que influencia significativamente el incremento en diámetro y altura de las plántulas de *B. excelsa*.

REFERENCIAS

ASSAD, A. **Biodiversidade**: Institucionalização e programas governamentais no Brasil. Campinas: Tesis Doctorado. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociencias , 2000.

CLAY, J. Brazil Nuts: The Use of a Keystone Species for Conservation and Development; The Impact of Palm Heart Harvesting in the Amazon Estuary. In: FREESE, C. **Harvesting Wild Species**: Implications for Biodiversity Conservation. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997. p. 246-282.

CORNEJO, F. **Historia Natural de la Castaña (Bertholletia excelsa Humb & Bonpl.) y Propuestas para su Manejo**. Puerto Maldonado: ACCA, Asociación para la conservación de la Cuenca Amazónica, 2003. 54 p.

COTTA, J. et al. Shifting Cultivation Effects on Brasil Nut (*Bertholletia excelsa*) Regeneration. **Forest Ecology and Management**, Florida, USA, v. 256, n. 2, p. 28-35, 2007.

FERREIRA, M.; CARVALHO, F.; SILVA, J. Crescimento e Eficiência do uso da Água de plantas jovens de Castanheira-da-Amazônia em Área degradada e submetidas à Adubacao. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. **Paleontological Data Analysis**. First. ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

HAYASHIDA-OLIVER, Y.; BOOT, R.; POORTER, L. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. **Ecologia en Bolivia**, v. 35, p. 51-60, 2001.

INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônia por Satélite**: 2001-2002. São Paulo: Ministério de Ciências e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002.

LEMMON, R. A spherical densiometer for estimating forest overstory density. **Forestry Science**, n. 2, p. 314 - 320, 1956.

MOLL-ROCEK, J. **The effects of selective logging on Bertholletia excelsa natural regeneration**: An investigation of compatibility for multiple-use forest management in Madre de Dios, Peru. Cambridge, Massachusetts: Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University, 2012.

MYERS, G.; NEWTON, A.; MELGAREJO, O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. **Forest ecology and management**, v. 127, n. 1-3, p. 119-128, 2000.

NEVES, E. **Regeneracao Natural e Interaccion do Crescimento Inicial Da Castanheira Da Amazonia (Bertholletia excelsa Bonpl.) Com Atributos de Solo e Luz**. Macapá, Brasil: Tesis de Grado: Universidade do Estado do Amapá, 2010.

PAIVA, P.; GUEDESA, M.; FUNIA, C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 508–514, 2011.

PEÑA-CLAROS, M. et al. Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: Effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. **Forest Ecology and Management**, v. 161, p. 159-168, 2002.

PERÉA, R. **Regeneração e Estrutura Populacional de *Bertholletia excelsa* H. B. K. Em Áreas com Diferentes Históricos de Ocupação, No Vale do Rio Acre (Brasil)**. Rio Branco – AC: Universidade Federal Do Acrem Programa de pós Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, 2005. 59 p.

PERES, C. et al. Demographic Threats to the Sustainability of Brazil Nut Exploitation. **Science**, v. VOL 302, p. 2112-2114, 2003.

PERES, C.; SCHIESARI, L.; DIAS-LEME, C. Vertebrate Predation of Brazil-Nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an Agouti-Dispersed Amazonian Seed Crop: A Test of the Escape Hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 1, p. 69-79, 1997.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, v. 13, p. 396-400, 1999.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

SANTOS, U.; CARVALHO, F.; FELDPAUSCH, T. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 299-309, 2006.

SCOLES, R.; GRIBEL, R.; KLEIN, G. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 6, n. 3, p. 273-293, 2011.

SENAMHI; ANA. **Estudio Diagnóstico Hidrológico de la Cuenca Madre de Dios**. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura, 2010.

SYSTAT. **Using SigmaStat Statistics in SigmaPlot**. United States of America: Systat Software, 2013.

WADT, L.; KAINER, K.; STAUDHAMMER, C. Forest use in Brazilian extractive reserves: natural regeneration of brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation**, v. 141, p. 332-346, 2008.

ZUIDEMA, P. **Ecología y manejo del árbol de la castaña (*Bertholletia excelsa*)**. 95 p. ed. Riberalta, Beni, Bolivia: PROMAB, 2003.

ZUIDEMA, P.; BOOT, R. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 1-31, 2002.

ZUIDEMA, P.; DIJKMAN, W.; RIJSOORT, J. Crecimiento de plantines de *Bertholletia excelsa* H.B.K. en función de su tamaño y la disponibilidad de luz. **Ecología en Bolivia**, v. 33, p. 23-35, 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amostragem 84, 120, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 132, 134, 136, 137, 138, 139

Araucária 120, 132, 133, 140

B

Bactéria 51, 54, 59

Biodiversidade 76, 104, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 161, 171, 182, 191, 192

Biomassa 8, 9, 12, 13, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141

Biometria 20, 25

Bosque natural 106

C

Caatinga 2, 6, 9, 24, 25, 75, 76, 77, 78, 89, 90, 91, 92, 93, 133

Clone 8, 9, 12, 13, 154

Crescimento 1, 3, 4, 6, 9, 11, 13, 15, 26, 46, 52, 54, 55, 56, 57, 104, 105, 134, 139, 162, 163

D

Densidade 1, 4, 7, 9, 26, 31, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 76, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 132, 134, 149, 150, 151, 152, 154, 161

E

Ecologia da paisagem 182, 191, 192

Ecossistema 130, 133, 134, 143

Espaçamento 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 31

Estrutura horizontal 76, 79, 82

Estrutura vertical 80, 85

F

Fisiologia 14, 20, 21

Fitossociologia 76, 92

Floresta 1, 6, 7, 9, 13, 24, 76, 89, 91, 92, 93, 104, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 161, 182, 192

Floresta amazônica 142, 143, 148

Floresta ombrófila mista 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133,

134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

G

Geadas 31, 64

Genética 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 62, 64

Germinação 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 89, 90, 134, 154

Gestão territorial 182

H

Hidrologia florestal 162

M

Madeira 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 21, 34, 46, 52, 55, 78, 89, 132, 134, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161

Manejo de bacias hidrográficas 162

Mata atlântica 93, 121, 133, 182

Meio ambiente 6, 12, 13, 75, 76, 92, 93, 142, 145, 146, 166, 170, 192

Melhoramento genético 6, 27, 28, 47, 64

Método botanal 120, 122, 123, 124, 125, 127, 131, 132, 135, 141

Mortalidade 28

Mudas 20, 21, 51, 52, 53, 57, 169

P

Plantio 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 53

Plântulas 16, 18, 23

Polimorfismo 64

Política florestal 142

Proteção florestal 52

R

Recursos hídricos 6, 12, 92, 93, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Regeneração 21, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

S

Sementes 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 89, 90, 154

Sensoriamento remoto 75, 182

Serapilheira 6, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 134

Silvicultura 6

T

Tecnologia da madeira 151

Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021