

VOL IX

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023

VOL IX

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.^ª Dr.^ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.^ª Dr.^ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.^ª Dr.^ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.^ª Dr.^ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^ª Dr.^ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo IX / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-79-8

DOI 10.37572/EdArt_260223798

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume IX traz 16 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Eficiência e tecnologia na produção agrícola* e *Meio ambiente e produtividade agrícola*.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

EFICIÊNCIA E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CAPÍTULO 1..... 1

USO EFICIENTE DA ÁGUA DE REGA EM OLIVAIS DE ELEVADA DENSIDADE: UMA VISÃO GERAL

Alexandra Tomaz

Justino Sobreiro

Manuel Patanita

Maria Isabel Patanita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237981

CAPÍTULO 2..... 13

LOGICIELS POUR LA GESTION DE PLANTATIONS FORESTIÈRES

Edilson Batista de Oliveira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237982

CAPÍTULO 3..... 42

DEVELOPMENT AND TEST OF A LOW-COST TUNNEL SPRAYER FOR VINEYARDS

Antonio Odair Santos

Cláudio Alves Moreira

Antônio Carlos Loureiro Lino

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237983

CAPÍTULO 4..... 57

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE OAXACA, MÉXICO

Rafael Rodríguez Hernández

Pedro Cadena Iñiguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237984

CAPÍTULO 5..... 69

EFEECTO DEL AGROPLASMA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA KIWICHA, *AMARANTHUS CAUDATUS* VAR. OSCAR BLANCO

Roger Veneros-Terrones

Claudia Díaz-Fernández

Lisi Cerna-Rebaza

Luis Felipe Gonzales-Llontop

Vito Quilcat-León

Julio Chico- Ruiz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237985

CAPÍTULO 6..... 84

ESTUDIO DE INFECCIÓN DE *CALIGUS ROGERCRESSEYI* EN SALMÓNIDOS DE CULTIVO POR MEDIO DE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

Patricio R. de los Ríos-Escalante

Juan Barile

Eriko Carreño

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237986

CAPÍTULO 7 93

DESARROLLO DE UN LENGUAJE DE INTERCOMUNICACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN COLABORATIVA ENTRE DISPOSITIVOS HARDWARE HETEROGÉNEOS Y COMPONENTES SOFTWARE EN EL DOMINIO DE LA GANADERÍA DE PRECISIÓN EN MONOGÁSTRICOS

Vicente López Sacanell

Jesús Pomar Gomá

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237987

MEIO AMBIENTE E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

CAPÍTULO 8..... 101

DESARROLLO DE UN MÉTODO CROMATOGRÁFICO COMO ENSAYO DE IDENTIDAD PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE UN REMEDIO HERBOLARIO

Guadalupe Yáñez Ibarra

Gabriela Victoria Ruiz Castillo

Ana María Hanan Alipi

Roberto Hernández Villarreal

Gabriela Ávila Villarreal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237988

CAPÍTULO 9.....112

PRESENCIA DEL SUGARCANE YELLOW LEAF VIRUS EN *Saccharum* SPP. EN MÉXICO Y FILOGENIA DE UN AISLADO DE COLIMA

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

María Inés Barbosa Villa

Karina de la Paz García Mariscal

Claudia Yared Michel López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2602237989

CAPÍTULO 10..... 127

CHARACTERIZATION OF PHENOLOGICAL STAGES AND GRAPE QUALITY OF NINETEEN PORTUGUESE GRAPEVINE VARIETIES PRESENT IN THE DOURO REGION

Ivo Fartouce

Joana Amaral Pinto

Paula Cristina Oliveira

Elza Amaral

Rosa Matias

João Paulo Moura

Aureliano Malheiro

Ana Alexandra Oliveira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379810

CAPÍTULO 11..... 146

INFLUENCIA DE LAS BRISAS DE TIERRA Y MAR SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA

Gerardo Echeverría Grotiuz

Nicolás Demetriuk

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379811

CAPÍTULO 12 161

CAPTURA DE CARBONO EN EL SUELO CON PRÁCTICAS DE MANEJO AGRONÓMICO EN MAÍZ PARA GRANO DE TEMPORAL

Hugo Ernesto Flores-López

Gloria Vidrio-Llamas

Irma Julieta González-Acuña

Celia de la Mora-Orozco

Humberto Ramírez-Vega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379812

CAPÍTULO 13	169
RECURSOS GENÉTICOS DEL MAÍZ DESPOJO Y RESISTENCIA	
Yolanda Cristina Massieu Trigo	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379813	
CAPÍTULO 14	179
INSUMOS AGROECOLÓGICOS PARA MANEJO DEL AMARILLAMIENTO EN NARANJA VALENCIA TARDÍA (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
María de los Ángeles Hernández-Andrade	
Asunción Gálvez-Mendoza	
Luis Enrique Ortiz-Martínez	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379814	
CAPÍTULO 15	185
ANTIOXIDANTES <i>IN VITRO</i> : EFECTOS SOBRE VIABILIDAD ESPERMÁTICA EN TRUCHA ARCOÍRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792)	
Eliana Ibáñez-Arancibia	
Iván Valdebenito Isler	
Jorge G. Farías	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379815	
CAPÍTULO 16	196
USE OF A PCR-RFLP MOLECULAR TEST FOR THE DIFFERENTIATION OF <i>Babesia bovis</i> AND <i>Babesia bigemina</i> IN THE DIAGNOSIS OF BOVINE BABESIOSIS	
José Juan Lira Amaya	
Diego Jesús Polanco Martínez	
Rebeca Montserrat Santamaría Espinosa	
Grecia Martínez García	
Carmen Rojas Martínez	
Jesús Antonio Álvarez Martínez	
Julio Vicente Figueroa Millán	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_26022379816	
SOBRE O ORGANIZADOR	208
ÍNDICE REMISSIVO	209

CAPÍTULO 2

LOGICIELS POUR LA GESTION DE PLANTATIONS FORESTIÈRES

Data de submissão: 04/01/2023

Data de aceite: 03/02/2023

Edilson Batista de Oliveira

Embrapa Florestas - Colombo, PR
Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento – BRASIL
Sponsor pour l'édition en Français
Agência Brasileira de
Cooperação (ABC)
Ministério das Relações
Exteriores do Brasil
edilson.oliveira@embrapa.br
<http://lattes.cnpq.br/5631628199397955>

RÉSUMÉ: Logiciels développés par l'Embrapa Forêts dénommés Sis, suivi du nom populaire de l'espèce forestière ou du genre botanique (SisEucalypto, SisPinus, SisTeca, etc.), décrivent la façon dont la forêt se développe et produit, conformément aux régimes de gestion que l'utilisateur lui-même indique. L'objectif est de guider le producteur à l'aide de technologies pour la gestion et la planification forestière, en fournissant des informations qui permettent d'optimiser la production tout en augmentant les revenus. Les utilisateurs peuvent à travers les logiciels tester chaque condition de climat et de sol, ainsi que toutes les options de gestion de la forêt, rendre des pronostics de

productions actuelles et futures, effectuer des analyses économiques, puis ne choisir que la meilleure alternative afin de la mettre en œuvre sur le terrain.

MOTS CLÉS: Production forestière. Assortiment. Arbres. Éclaircie. Économie.

SOFTWARES PARA O MANEJO DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS

RESUMO: Softwares desenvolvidos pela Embrapa Florestas denominados Sis, seguido do nome popular da espécie florestal ou gênero botânico (SisEucalypto, SisPinus, SisTeca, etc.), descrevem como a plantação florestal cresce e produz, de acordo com os regimes de manejo que o próprio usuário indica. O objetivo é orientar o produtor utilizando tecnologias para o manejo e planejamento florestal, fornecendo informações que otimizem a produção e aumentem a renda. Os usuários podem, através dos softwares, testar para cada clima e condição de solo, todas as opções de manejo florestal, fazer previsões de produções atuais e futuras, realizar análises econômicas e, em seguida, escolher a melhor alternativa para implementar no campo.

PALAVRAS-CHAVE: Produção florestal. Sortimento. Árvores. Desbaste. Economia.

1 INTRODUCTION

Les logiciels présentés sont le résultat de près de trois décennies de recherche

scientifique et ont été conçus dans le but de répondre à une forte demande émanant des producteurs forestiers, conscients que les forêts administrées sans base scientifique mèneront très certainement à une grande perte de ressources économiques et environnementales.

Le travail a reçu le soutien précieux des entreprises forestières, qui étaient à la recherche d'une technologie afin de définir des régimes de gestion appropriés pour leurs plantations, et qui ont collaboré en fournissant les bases de données des inventaires de croissance et de production de leurs forêts.

Les logiciels dénommés **Sis**, suivi du nom populaire de l'espèce forestière ou du genre botanique (**SisAraucaria**, **SisPinus**, **SisTeca**, etc.), décrivent la façon dont la forêt se développe et produit, conformément aux régimes de gestion que l'utilisateur lui-même indique.

L'objectif est de guider le producteur à l'aide de technologies pour la gestion et la planification forestière, en fournissant des informations qui permettent d'optimiser la production tout en augmentant les revenus.

Les utilisateurs peuvent à travers les logiciels tester chaque condition de climat et de sol, ainsi que toutes les options de gestion de la forêt, rendre des pronostics de productions actuelles et futures, effectuer des analyses économiques, puis ne choisir que la meilleure alternative afin de la mettre en œuvre sur le terrain.

Les logiciels disposent d'un processus agile d'entrée et d'intégration de données. Ils peuvent simuler des éclaircies des forêts avec une prévision de la croissance du peuplement et de l'assortiment du bois par classe diamétrique pour des usages multiples des arbres provenant des éclaircies et de la coupe définitive.

En quantifiant le bois produit par type d'usage industriel, le producteur peut gérer ses forêts pour une production de bois orientée vers une utilisation plus rentable.

Logiciels	Espèces
SisAcacia	<i>Acacia meamsii</i>
SisAraucaria	<i>Araucaria angustifolia</i>
SisBracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>
SisCedro	<i>Toona ciliata</i>
SisEucalipto	<i>E. dunnii, E. grandis, E. saligna, E. urograndis</i>
SisMogno	<i>Khaya spp</i>
SisPinus	<i>P. caribaea, P. elliottii, P. taeda</i>
SisTeca	<i>Tectona grandis</i>
Planin	Analyse économique

Logiciels gratuits: <https://www.cnpf.embrapa.br/software/>

2 QUI UTILISE LES SYSTÈMES?

- Entreprises/Institutions exerçant de diverses activités, notamment dans la gestion et la planification stratégique de la forêt.
- Entreprise d'assistance technique rurale, les instituts environnementaux, les coopératives, les secrétariats municipaux, les syndicats et les associations ont utilisé les systèmes pour apporter une assistance technique et aider à la mise en œuvre d'actions pour encourager le reboisement.
- Universités et Centres Technologiques, dans des activités d'enseignement, recherche et vulgarisation.
- Professionnels indépendants.
- Producteurs ruraux, de façon indépendante ou par une assistance technique.

3 GESTION FORESTIÈRE

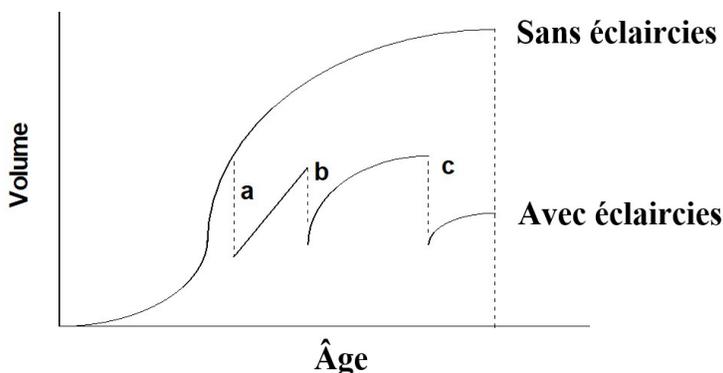
Les forêts, contrairement aux cultures agricoles, n'ont pas de systèmes de production fixes. Chaque peuplement a besoin d'une gestion spécifique, qui implique divers traitements tels que les éclaircies de différentes sortes, les intensités et périodes et les variations dans l'âge de la coupe définitive. Ces traitements peuvent varier selon des facteurs, tels que: l'objectif industriel de la production, la qualité du lieu (sol, climat), le matériel génétique, l'espacement et leur densité. Il suffit qu'un seul de ces facteurs soit modifié, pour que le régime idéal de gestion diffère lui aussi.

L'importance de ces facteurs est due à la raison suivante: au fur et à mesure que les arbres poussent dans un reboisement, la concurrence entre eux augmente concernant l'eau, la lumière et les nutriments. De ce fait, l'on procède à des éclaircies non seulement afin de réduire la concurrence excessive, mais aussi afin de prévoir un revenu anticipé au producteur. La méthode la plus répandue consiste à retirer les arbres de mauvaise qualité (e.g. les individus dominés, endommagés, blessés et/ou malades). Lorsque la compétition est plus intense, de nouvelles éclaircies doivent être réalisées, en supprimant certaines lignes et/ou des arbres, en conservant les meilleurs.

4 LES LOGICIELS

Pour opérationnaliser les simulateurs «**Sis**», l'utilisateur doit fournir les données d'inventaire de la forêt et les logiciels prévoient la croissance et la production, en indiquant la quantité de bois que la forêt produit, à n'importe quel âge. Ils sont capables de simuler des éclaircies et de tester n'importe quel régime de gestion forestière que l'on souhaite appliquer au niveau des peuplements .

Schéma de l'accroissement en volume en fonction de l'âge, d'une forêt avec éclaircies (a, b et c) et sans éclaircies.



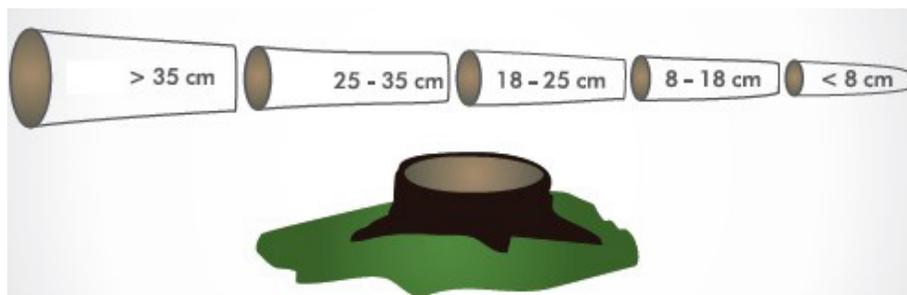
Le système aide à la prise de décision sur:

quand, combien et comment éclaircir,
et quand procéder à la coupe définitive.

Le système indique:

L'accroissement et la production de la forêt,
la production par classes diamétriques
et le volume de bois par type d'utilisation industrielle

Tronc avec assortiment en fonction des types de Billons.



Les logiciels permettent de calculer la biomasse et le carbone des compartiments des arbres, en fonction des équations que l'utilisateur introduit. Il est possible, par exemple, dans le cas de l'acacia noir d'estimer le poids de l'écorce.

Pour terminer, un logiciel nommé **Planin** a été conçu. Il incorpore des méthodes d'analyse économique permettant d'obtenir une vision commune des variables biologiques et économiques, ce qui permet une configuration rapide de scénarios pour la planification de la production forestière avec une optimisation de la production de bois en plus des rendements financiers.

Le **Planin** permet de calculer des paramètres de l'évaluation économique et financière ainsi que l'analyse de sensibilité de la rentabilité à différents taux d'attractivité. Il tient compte des divers segments des coûts opérationnels de mise en œuvre, d'entretien et d'exploitation forestière. Comme résultats, il fournit des flux de trésorerie, une analyse de sensibilité et des critères d'analyse économique-financière les plus utilisés. En outre, il permet à l'utilisateur de suivre ses coûts, en publiant des rapports avec des dépenses annuelles.

4.1 DONNÉES NÉCESSAIRES POUR LES SIMULATIONS

- **Configuration minimale:** Indice de station, nombre d'arbres par hectare et l'âge de la forêt.
- **Configuration complète:** Indice de station, nombre d'arbres par hectare, l'âge de la forêt et le diamètre moyen ou la surface terrière par hectare.

4.2 HAUTEUR DOMINANTE ET INDICE DE STATION

La croissance des arbres est directement affectée par les caractéristiques du LIEU ou de la STATION (sol et climat). Par conséquent, l'indice de station est une mesure de la productivité potentielle de la station, c'est-à-dire, la capacité d'un espace à pouvoir permettre la croissance d'une espèce particulière.

La qualité de la **station** peut être évaluée à l'aide de la croissance en hauteur des arbres dominants (Hauteur Dominante).

La définition la plus courante est celle qui prend en considération la hauteur moyenne arithmétique des 100 plus gros bois par hectare. Une autre définition prend en compte la hauteur moyenne des 100 bois les plus hauts du peuplement ou bien la Moyenne de la hauteur de 20% des arbres possédant les diamètres le plus importants ou les plus hauts du peuplement. Dans la pratique, il est assez commun de considérer comme Hauteur Dominante, la hauteur Moyenne des quatre arbres les plus hauts ou les plus gros dans une parcelle d'échantillonnage de 400 m².

En sciences forestières, l'indice de Station (S) a été la méthode la plus pratiquée et la plus répandue dans la détermination des classifications de qualité grâce à l'utilisation de la hauteur dominante dans un âge de référence (par exemple 15 ans). Ainsi, plus le « S » est élevé, plus la capacité de production du lieu est importante. Pour obtenir le «S» on utilise des graphiques tels que celui représenté dans la Figure 3 ou des Tableaux de Station comme dans le Tableau 1 pour le *Tectona grandis*, basé sur l'équation:

$$H = S * \exp(-4.6433 * (\text{Âge}^{-0.56} - 15^{-0.56}))$$

dans laquelle H représente la Hauteur Dominante et S l'Indice de Station.

Par exemple, au vu des informations de la croissance de *Pinus taeda*, si la Hauteur Dominante à 5 ans est de 9,0 mètres, l'Index de Station (15 ans) sera de 21,5 mètres. Si la Hauteur Dominante à 8 ans est de 12 mètres, l'IS (15 ans) sera de 18,5 m.

Tableau de classifications de station pour le *Pinus taeda*.

SISPINUS		<i>Pinus taeda</i>																									
		$S^{*exp}(-4,6433*(A^{\wedge}-0,56-15^{\wedge}-0,56))$																									
Âge	Indice de Station (m)																										
	$H_{dom}=IS^{*EXP}(-4,6433*(Age^{\wedge}-0,56-15^{\wedge}-0,56))$																										
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0				
2	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1				
3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,9				
4	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3	8,5				
5	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9				
6	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,4	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,9	13,1				
7	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,2	14,5	14,8	15,1				
8	9,8	10,1	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,3	16,6	16,9				
9	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,6				
10	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,9	19,3	19,7	20,1				
11	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,7	16,1	16,5	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	21,4				
12	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,0	17,5	17,9	18,3	18,8	19,2	19,6	20,1	20,5	21,0	21,4	21,8	22,3	22,7				
13	13,8	14,2	14,7	15,2	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	17,9	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,0	22,5	23,0	23,4	23,9				
14	14,4	14,9	15,4	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,3	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,5	25,0				
15	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0				
16	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,3	21,8	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	24,9	25,4	25,9	26,4	27,0				
17	16,1	16,6	17,1	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,4	22,0	22,5	23,0	23,6	24,1	24,6	25,2	25,7	26,2	26,8	27,3	27,9				
18	16,6	17,1	17,7	18,2	18,8	19,3	19,9	20,4	21,0	21,5	22,1	22,6	23,2	23,7	24,3	24,8	25,4	25,9	26,5	27,0	27,6	28,2	28,7				
19	17,0	17,6	18,2	18,7	19,3	19,9	20,4	21,0	21,6	22,1	22,7	23,3	23,8	24,4	25,0	25,5	26,1	26,7	27,2	27,8	28,4	28,9	29,5				
20	17,5	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,3	27,9	28,5	29,1	29,7	30,3				
21	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0				
22	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,7	24,3	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0	31,7				
23	18,6	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8	25,5	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3				
24	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,3	26,0	26,6	27,2	27,9	28,5	29,1	29,8	30,4	31,0	31,6	32,3	32,9				
25	19,3	20,0	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,8	24,5	25,1	25,8	26,4	27,1	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5				
26	19,7	20,3	21,0	21,6	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9	25,5	26,2	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1				
27	20,0	20,6	21,3	22,0	22,6	23,3	24,0	24,6	25,3	26,0	26,6	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6				
28	20,3	20,9	21,6	22,3	23,0	23,6	24,3	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1				
29	20,5	21,2	21,9	22,6	23,3	24,0	24,7	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,2	34,9	35,6				
30	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,1				

Les logiciels ont des Equations de Station remplaçables par l'utilisateur par d'autres qui sont disponibles dans la littérature ou qu'il peut lui même développer. Elles représentent les comportements moyens de la dynamique d'accroissement de chaque espèce dans les régions de plantation au Brésil. Cela ne signifie pas production moyenne car la même équation peut aussi bien décrire des petites valeurs de croissance que des valeurs élevées en fonction de l'Index de Station.

Les Tableaux de Classification de Station correspondants aux équations des logiciels sont présentés à la fin de manuel.

4.3 EQUATIONS DE VOLUME

Les équations les plus simples afin d'estimer le volume des arbres ou des plantations forestières sont basées sur le diamètre à 1,3 m du sol, ou DHP diamètre à

la hauteur de la poitrine (D), sur la hauteur de l'arbre (H) et sur le coefficient de forme (f), qui est obtenu à travers la division du volume réel de l'arbre par le volume d'un cylindre de diamètre D et de longueur H. Ainsi donc, le modèle d'une équation de volume (v) est: $V = 0,7854.f.D^2H$

Plus le tronc est cylindrique, plus proche de 1,0 se trouve le coefficient de forme. Sur un araucaria d'âge avancé, il peut excéder 0,80. Comme le coefficient de forme a tendance à augmenter avec l'âge, les logiciels permettent d'inclure cette variation. Dans le SisAraucaria l'expression consacrée est $V = 0,7854.(0,35 + 0,004.Âge).D^2H$. Dans ce cas, le coefficient de forme qui à 20 ans était de 0,43, pourra être de 0,51 à 40 ans.

4.4 EQUATIONS D'ASSORTIMENT

Les équations d'assortiment (ou équations de défilement du fût) décrivent de façon mathématique le profil longitudinal d'un tronc. Elles permettent de construire des tables de volume pour les différentes dimensions de billes imposées par le marché. Il est possible à l'aide de ces tables, de calculer séparément par des méthodes mathématiques d'intégration partielle, le volume pour la stratification, la scierie, la cellulose et l'énergie, selon les diamètres et longueurs que l'utilisateur spécifie pour les billes.

Le modèle suivant est largement utilisé pour le calcul du volume de billes de plantations forestières:

$$\frac{d_i}{D} = b_1 \left(\frac{h_i}{H} \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{H} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i}{H} \right)^3 + b_4 \left(\frac{h_i}{H} \right)^4$$

Dans lequel:

$\frac{d_i}{D}$ = diamètre relatif et $\frac{h_i}{H}$ = hauteur relative

D = DHP ou diamètre à hauteur de poitrine ($D_{1,3m}$) et H = hauteur totale de l'arbre

d_i = diamètre mesuré à la hauteur h_i du fût

b_1 à b_4 = coefficients.

Sur l'écran de l'Equation d'Assortiment est sollicitée l'intégrale de celle-ci élevée au carré. Pour obtenir cette intégrale, entrer l'élément "**Autres**" présenté sur la barre supérieure du logiciel, solliciter l'option "**Equation d'Assortiment**" et un tableau préconfiguré sera disponible pour ce calcul.

Dans la deuxième barre d'édition, appelée "**Expression**", l'équation devra être insérée et la lettre D (représentant le DHP) devra figurer en multipliant toute l'expression, comme dans l'écran précédent.

4.5 ECLAIRCIES

Les éclaircies permettent de réduire le nombre d'arbres par parcelle ou zone au fur et à mesure que le peuplement nécessite plus d'espacement entre les arbres. L'une des façons de pratiquer l'éclaircie consiste à maintenir les meilleurs arbres, tout en éliminant ceux ayant subi des dégâts, les arbres malades ou endommagés ainsi que ceux ayant subi des attaques intenses de ravageurs. Une éclaircie bien planifiée et exécutée peut augmenter la garantie d'obtenir un produit final de meilleure qualité, une augmentation de la rentabilité économique du peuplement ainsi que de prévoir un bénéfice économique pour le producteur.

Les éclaircies peuvent être:

- **Systématiques:** Lorsque l'on supprime les arbres d'un système fixe choisi, selon la disposition du peuplement. Par exemple, le retrait d'une rangée entière d'arbres, intercalée avec d'autres rangées qui elles demeurent intactes;
- **Sélectives:** consiste à retirer les arbres de petit diamètre du peuplement (éclaircie «par le bas»). Aussi bien le diamètre que la hauteur peuvent être utilisés comme variable lors du choix des arbres devant être retirés;
- **Mixtes:** l'on nomme de cette façon l'éclaircie durant laquelle on procède en premier lieu à une éclaircie systématique puis à une éclaircie sélective au niveau des rangées restantes.

Durant le processus de l'éclaircie, on doit promouvoir une bonne utilisation des espaces disponibles dans le peuplement, en évitant la formation de clairières. Dans ce cas, il faut maintenir les arbres les plus petits et qui présentent un potentiel de croissance. Lors de la décision à prendre quant à l'âge, au type d'intensité de l'éclaircie à appliquer, on doit prendre en compte plusieurs facteurs et, notamment, les objectifs de production et la maximisation de la rentabilité économique. Chaque peuplement peut requérir une gestion particulière y compris au niveau des éclaircies et des variations de l'âge de la coupe définitive. La gestion la plus appropriée, par le biais d'éclaircies, varie en fonction de facteurs, tels que : a) la qualité de la station (sol, climat); b) le matériel génétique planté; c) l'espacement initial du semis; d) la densité actuel; et e) l'objectif de la production. Lorsque l'un de ces facteurs est modifié, le régime idéal de gestion change également.

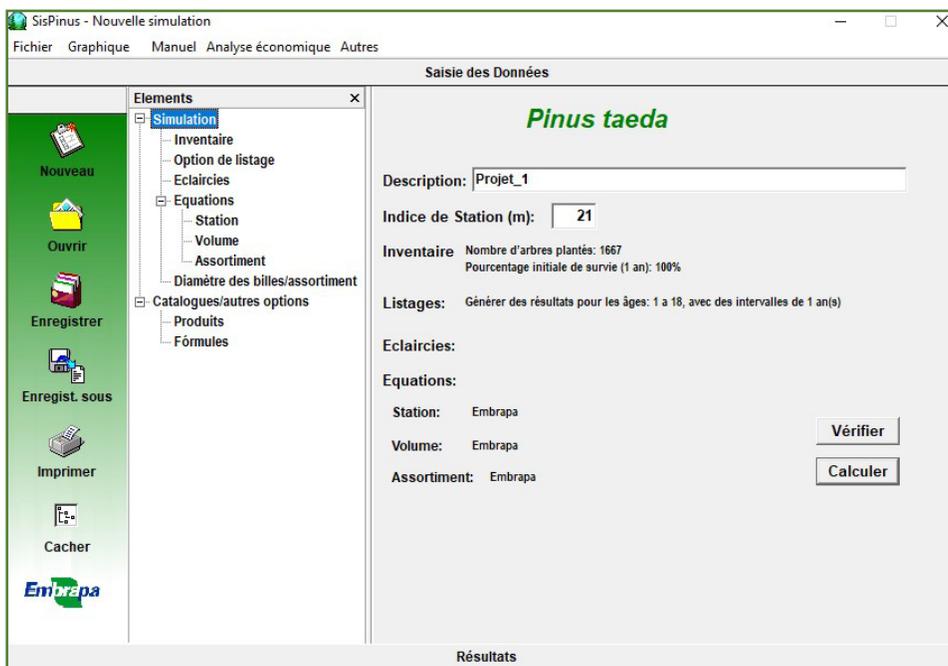
5 LES LOGICIELS: ÉTAPE PAR ÉTAPE

5.1 SIMULATION

En ouvrant le logiciel apparaît l'écran **Simulation** présentant un résumé des informations qui seront traitées. Il contient des éléments qui permettent d'accéder à tous les écrans de saisie de données.

Situé en haut et à gauche de l'écran, la barre d'outils possède pratiquement toutes les commandes de menu et simplifie la réalisation des tâches les plus fréquentes. Elle est sensible au contexte et en fonction de celui-ci, peut avoir certains de ses boutons cachés.

Les boutons positionnés horizontalement permettent un échange rapide entre les contextes **Saisie des Données** Saisissez **Résultat**. Un clic sur le bouton correspondant effectue le changement immédiatement.



La première étape pour la saisie des données consiste à informer **L'indice de Station** dans la zone de texte correspondante. Cet **indice** est la base de l'encadrement du logiciel par rapport au potentiel de production de la forêt, pour générer des résultats corrects, aussi bien au niveau des mauvaises stations que des bonnes.

Il est possible d'établir une brève description en vue de l'identification du travail. Le bouton **Vérifier**, à droite de l'écran, permet d'effectuer une vérification des données, en informant si elles sont correctes même avant qu'elles ne soient pas traitées. Le bouton **Calculer** procède à la vérification et aux calculs.

Dans la partie inférieure de l'écran, la barre **Résultats** génère les tableaux et graphiques issus des données introduites.

5.2 INVENTAIRE

L'élément **Inventaire** se trouve tout de suite en dessous de **Simulation**.

Informez les données du peuplement, à partir desquels l'on souhaite réaliser la simulation ainsi que le niveau d'homogénéité de celui-ci.

The screenshot shows the 'SisPinus - Nouvelle simulation' window. The 'Saisie des Données' (Data Entry) section is active, with the 'Inventaire' (Inventory) tab selected. The 'Inventaire' section contains three radio button options for tree count: 'Nombre d'arbres plantés par hectare', 'Nombre d'arbres par hectare à un âge déterminé', and 'Nombre d'arbres par hectare et surface ou diamètre quadratique moyen'. The third option is selected. Below these are input fields for 'Densité (arbres par hectare):' (1520), 'Âge de l'inventaire:' (5), and 'Diamètre quadratique moyen:' (15). There is also a 'Niveau d'homogénéité des arbres (1 à 10):' field set to 5, with three radio button options: 'Homogénéité faible = 1 à 4', 'Homogénéité moyenne = 5 à 9' (selected), and 'Homogénéité haute = 8 à 10'. The interface includes a menu bar (Fichier, Graphique, Manuel, Analyse économique, Autres), a file explorer on the left, and a 'Résultats' (Results) section at the bottom.

On doit choisir l'une des trois formes de l'inventaire disponible. L'Indice de Station est toujours essentiel.

- **Nombre d'arbres plantés par hectare» :**

Cette option suppose que les données fournies correspondent à une forêt nouvellement plantée, c'est-à-dire, qu'elle n'a pas encore subi de processus de croissance. Saisir le nombre d'arbres plantés par hectare et le pourcentage de survie durant la première année de vie. Ce dernier paramètre a un effet uniquement sur le nombre initial d'arbres et n'a aucune implication directe à d'autre moment de la vie de la forêt.

- **Nombre d'arbres par hectare à un âge déterminé» :**

Les données d'inventaire disponibles sont: nombre d'arbres par hectare et l'âge du peuplement. En utilisant cette option, l'option antérieure sera désactivée.

- **Nombre d'arbres par hectare et surface terrière ou diamètre quadratique moyen à un âge déterminé**

Les données d'inventaire disponibles sont : nombre d'arbres par hectare, âge du peuplement et la surface terrière ou diamètre quadratique moyen. Cette option est la plus complète donnant lieu à des pronostics d'une plus grande précision et d'exactitude.

- **Indice d'homogénéité du semis:**

Varie de 1 à 10. Il s'agit d'un paramètre qui permet la flexibilité dans la méthode à utiliser pour la description de l'homogénéité. Il peut reposer sur des mesures statistiques (par exemple, variance et coefficient de variation) ou toute mesure empirique, comme les notes de 1 à 10. Les semis clonaux n'ont pas toujours valeur 10 car l'index comporte en plus de la variabilité génotypique, la variabilité dans la station.

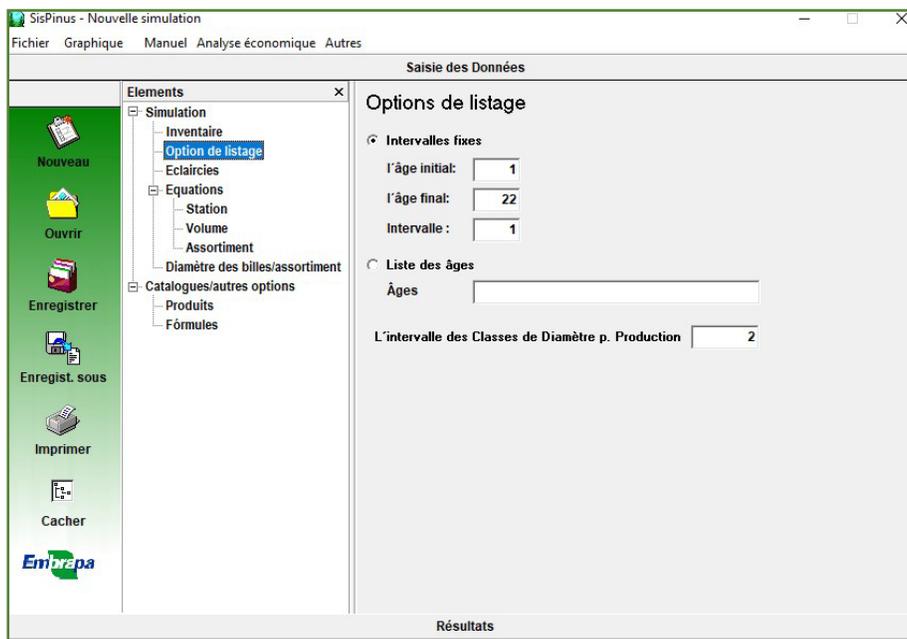
5.3 OPTIONS DE LISTAGE

Sur cet écran, il faut informer les âges pour lesquels vous souhaitez obtenir des résultats.

Deux options pour la génération du listage sont disponibles. Dans la première option, informez L' **Âge initial** (ou de l'inventaire) et l' **Âge Final**. (Récolte finale). Le début du listage sera toujours à partir de l'âge de l'inventaire ce qui veut dire que le logiciel ne montrera pas les âges précédents.

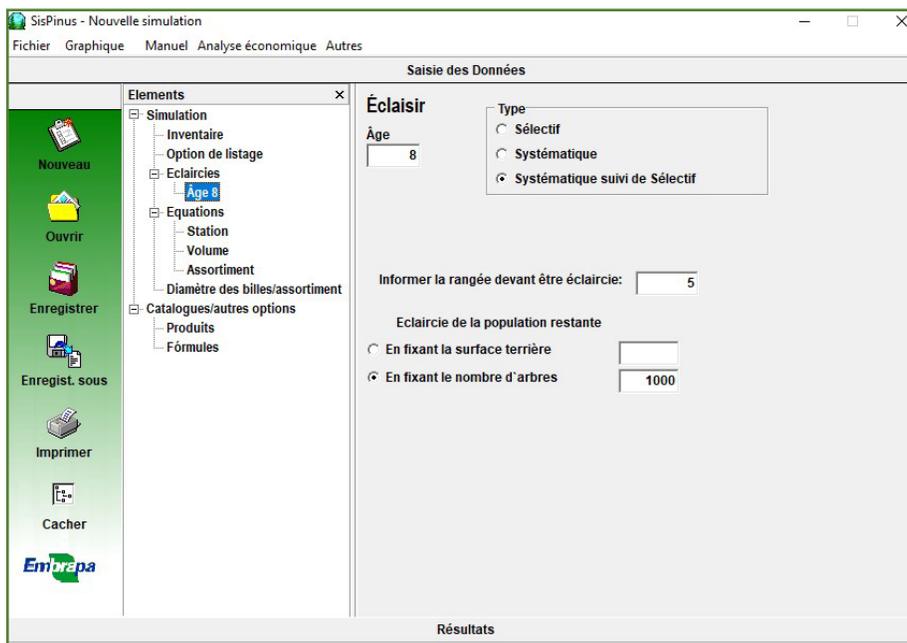
Dans l'écran qui apparaît dans la séquence, sont sollicités les Résultats qui vont du semis (Âge initial = 1) à la récolte finale (Âge Final = 22), d'année en année (**Intervalle =1**). Au cas où l'on souhaiterait obtenir des intervalles plus importants comme par exemple tous les trois ans, informer (Intervalle = 3) Pour obtenir des Résultats d'âges isolés, utiliser l'option "**Liste des âges**" et indiquer les âges en les séparant par des espace ou bien une virgule.

Sur le même Ecran, indiquer **L'intervalle des Classes de Diamètre pour la Production**. La valeur informée définira les classifications de DHP du Tableau d'Assortiment de la Production de l'élément "**Résultat**". La valeur "2" indique que des tableaux d'assortiment par classification de DPH seront générés tous les 2 cm.



5.4 ECLAIRCIES

Sur l'écran "**Eclaircies**" apparaissent pour la première fois les fonctions de navigations qui seront utilisées également sur d'autres écrans du logiciel en relation avec des formulaires ou des listes de registres.



Informar l'Âge, le Type et l'Intensité de l'éclaircie souhaitée.

L'indication de l'intensité de l'éclaircie peut être faite par **"Surface Terrière"**, ou **"Nombre d'Arbres par Hectare"**. Dans les deux cas, indiquer ce qui doit rester après l'éclaircie, c'est-à-dire, informer de ce qui devra rester et non pas ce qui devra être éclairci.

Si l'option du **"Type de l'éclaircie"** est **"Systématique suivi de sélectif"**, en premier lieu **"Informar la rangée devant être éclaircie"**. Puis informer ce qui devra rester après l'application de l'éclaircie sélective sur les rangées qui n'ont pas été retirées. Sur l'écran précédent, la valeur 5 indique l'éclaircie d'une rangée entière toutes les cinq rangées. La valeur 1000 représente le chiffre des arbres restants, soit ceux qui ne seront pas éclaircis.

Après la réalisation du traitement, si l'éclaircie est modifiée, un résumé des résultats de l'éclaircie précédente sera présenté sur le même écran.

Pour inclure les autres éclaircies, revenir sur l'écran précédent et cliquer à nouveau sur **"+"** et pour exclure sur **"-"**.

5.5 EQUATIONS

Dans cet élément, il faut spécifier les équations que vous souhaitez utiliser dans les calculs.

Les boutons à droite de chaque équation vous permettent d'accéder aux équations stockées dans le **"Catalogue des Formules"**

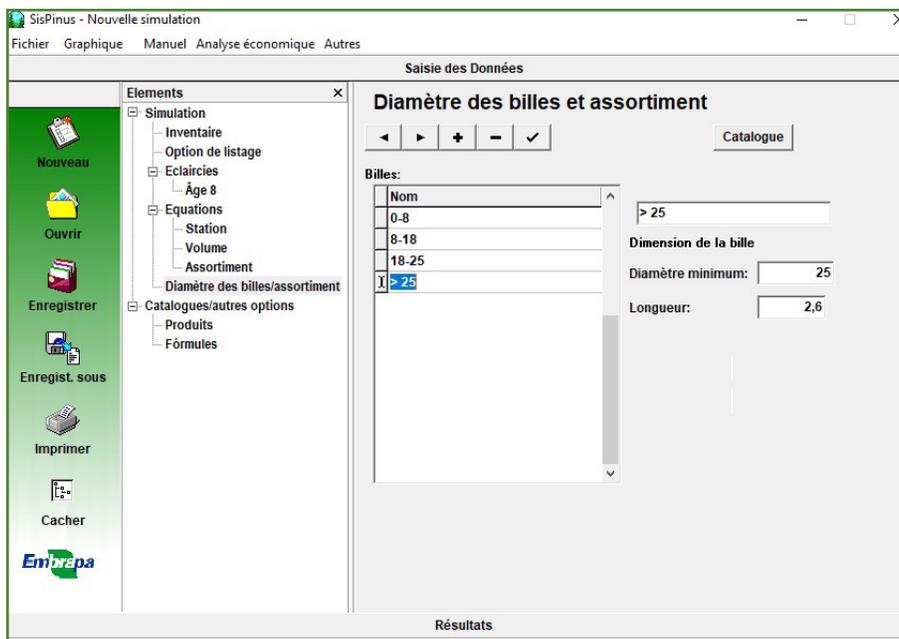
Pour vérifier ou modifier le modèle qui est utilisé, cliquer avec la souris sur le bouton à droite de chaque élément, et les écrans suivants seront affichés:

5.6 DIAMÈTRE DES BILLES DE BOIS ET L'ASSORTIMENT

Cet élément permet que la production des éclaircies et de la récolte finale soient classées à travers la segmentation des arbres en billes pour de différents produits, avec les dimensions indiquées par l'utilisateur.

Pour ajouter ou retirer les **"types de billes"**, utiliser le navigateur en cliquant sur **"+"** ou sur **"-"**, comme expliqué dans l'élément **"Eclaircies"**.

Indiquer les noms des produits que vous souhaitez (Ex: laminage, scierie, cellulose, énergie) et les dimensions de chacun des souhaits: **"Diamètre de l'Extrémité la plus petite (cm)"**, et **"Longueur de la bille (mètre)"**.



Si l'un des types de bille ne possède pas de contrainte dimensionnelle (habituellement Energie), mettre la valeur 0 (Zéro) dans les champs du **“Diamètre et Longueur de la Bille”**. Si ce n'est spécifié, le logiciel ne présentera pas la production de la « pointe » de l'arbre, mais cela sera toujours inclus dans la production totale présentée dans les tableaux d'éclaircies et de la récolte finale.

Le bouton **“Catalogue”**, dans le coin supérieur droit, offre des options pour importer **“Types de bille”**, d'un catalogue précédemment enregistré. En cliquant dessus, vous pouvez voir une liste avec les noms de tous les types disponibles. Pour importer un type, il suffit de sélectionner parmi la liste et cliquer sur «OK». Pour l'importation de tous en une seule opération, il suffit de cliquer **“Tous”**.

Pour toute modification à enregistrer, vous devez cliquer sur **“enregistrer”** ou **“enregistrer sous”**. Dans le cas contraire, elle sera supprimée lorsque le logiciel sera finalisé.

5.7 CATALOGUES

L'élément **“Catalogues”** permet d'insérer et de modifier **“Formules”** et **“Produits”** en maintenant les mêmes enregistrées afin qu'elle soient rapidement accessibles et utilisées dans les traitements. Cet enregistrement constitue une méthode organisée et souple pour travailler avec beaucoup de produits et d'équations. Un nombre illimité d'options peut être maintenu, pour satisfaire aux conditions spécifiques de chaque œuvre de simulation.

Les changements dans le catalogue ne sont pas utilisés dans la simulation actuelle. Pour qu'elles apparaissent dans la simulation, il est nécessaire de recourir au bouton **“Catalogue”**, mentionné dans les éléments précédents.

Les procédures pour insérer, exclure et modifier les produits et formules dans cet élément sont semblables à ceux de l'élément.

5.8 CARBONE

Les logiciels présentent la quantification du Carbone issue des équations publiées dans des travaux scientifiques et techniques (tableau ci-dessous). En outre, l'utilisateur peut appliquer les nouvelles équations, principalement parce que le tableau de la croissance présente des variables comme le DHP et la hauteur des arbres, qui font habituellement partie des modèles.

Logiciel et Espèce	Equations pour l'estimation de C (tC) Facteur de Conversion de C pour CO ₂ = 3,6667
SisAcacia <i>Acacia mearnsii</i> De Wild	(Vol+33%).(Biomasse sèche: 0,41).(C:0,4248) Basé sur Saidelles et al., 2009
SisAraucaria <i>Araucária angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	(Vol+53%).(Biomasse sèche 0,41).(C:0,43) Basé sur Watzlawick et al., 2003
SisBracatinga <i>Mimosa scabrella</i> Benth	(Vol+43%).(Biomasse sèche: 0,48).(C:0,44) Basé sur Machado et al., 2006
SisEucalipto <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	(Vol+25%)x(DB: 0,49)x(C: 0,42) Basé sur Silva, 1996
SisPinus <i>Pinus taeda</i> L.	(0,0001-0,0040.D+0,0193.D ² H+0,5728 I).(C:0,41) Corte et Sanquetta, 2007
SisTeca <i>Tectona grandis</i> L.F.	(Vol+30%) x (DB:0,53)x(C:0,41) Basé sur Rondon, 2006, Gouveia et Ângelo, 2002

Vol. = Volume du tronc avec écorce; C = Teneur en Carbone (tC); D = DHP (cm), H = Hauteur totale (m); I = Âge (années), DB: Densité Basale.

5.9 RÉSULTATS

Cliquer sur l'option **“Résultats”** présentée sur la partie inférieure de l'écran pour générer les simulations. Para revenir, cliquer sur **“Saisie des Données”** sur la partie supérieure de l'Ecran.

- **Exemple 1 – Pinus taeda**

Compte tenu de l'écran suivant, se référant au semis de 1667 arbres par hectare, l'Indice de Station de 22 mètres, pour une récolte à 22 ans.

Pour calculer la production résultante, on utilise une classe de diamètre de 2 cm, en distribuant le bois qui en résulte parmi les produits suivants:

Destinação do bois	Longueur (m)	Diamètre minimum (cm)
Scierie I	2,6	25
Scierie II	2,6	18
Cellulose	2,6	8
Energie	Sans restriction	Sans restriction

Les résultats montrent les variables qui décrivent la structure de la plantation forestière. Tous les résultats sont à un hectare. La Surface terrière se réfère à la somme des domaines transversaux de tous les arbres, compte tenu des DHP pour les calculs. L'À.A.M est l'accroissement annuel moyen, obtenu en divisant la production totale par L'âge. Cette production prend en compte la somme du volume de l'âge du calcul avec les volumes déjà éclaircis.

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

TABLEAU DE CROISSANCE ET PRODUCTION (Pinus taeda)

Description: Projet_2
 Indice de Station: 22,0
 Densité (arbres par hectare): 1667
 Pourcentage de survie (1^{er} an): 95 %

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	L.M.A.	ICO2
1	0,6	1584	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,6	1584	2,4	2,2	0,7	0,7	0,3	0,4
3	4,9	1584	5,8	4,2	4,2	7,6	2,5	5,0
4	7,1	1584	9,0	6,2	10,0	26,8	6,7	17,7
5	9,1	1584	11,6	8,0	16,8	58,1	11,6	38,3
6	10,9	1583	13,8	9,7	23,7	98,4	16,4	64,8
7	12,6	1582	15,6	11,1	30,2	144,5	20,6	95,2
8	14,1	1581	17,1	12,5	36,2	194,2	24,3	127,9
9	15,5	1578	18,3	13,7	41,7	245,6	27,3	161,8
10	16,8	1574	19,4	14,8	46,7	297,6	29,8	196,1
11	18,0	1568	20,4	15,9	51,2	349,2	31,7	230,0
12	19,1	1560	21,2	16,8	55,3	399,6	33,3	263,3
13	20,2	1550	22,0	17,7	58,9	448,3	34,5	295,4
14	21,2	1539	22,7	18,5	62,1	495,0	35,4	326,1
15	22,1	1526	23,3	19,3	65,0	539,3	36,0	355,3
16	23,0	1511	23,8	20,0	67,5	581,1	36,3	382,8
17	23,8	1496	24,4	20,7	69,7	620,2	36,5	408,6
18	24,6	1479	24,8	21,4	71,5	656,8	36,5	432,7
19	25,4	1461	25,2	22,0	73,1	690,7	36,4	455,0
20	26,1	1442	25,6	22,5	74,5	722,0	36,1	475,6
21	26,8	1422	26,0	23,1	75,6	750,8	35,8	494,6
22	27,4	1403	26,4	23,6	76,5	777,2	35,3	512,0

ASSORTIMENT DE ARBRES - RÉCOLTE FINALE (22 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	< 8 cm
14,0-16,0	2	17,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
16,0-18,0	15	18,6	2,8	0,0	0,0	2,5	0,3
18,0-20,0	56	19,9	13,6	0,0	0,0	12,8	0,8
20,0-22,0	127	21,0	39,5	0,0	11,2	25,0	3,2
22,0-24,0	209	22,1	81,5	0,0	39,4	39,1	3,0
24,0-26,0	269	23,0	129,3	0,0	82,3	40,6	6,4
26,0-28,0	279	23,9	162,5	41,2	81,6	36,4	3,2
28,0-30,0	231	24,8	160,3	70,5	65,1	20,2	4,5
30,0-32,0	144	25,8	117,7	69,0	28,6	19,0	1,2
32,0-34,0	59	26,7	56,4	32,1	18,3	5,0	0,9
34,0-36,0	12	27,7	12,9	8,8	2,5	1,3	0,3
Total		23,6	777,2	221,6	329,0	202,0	24,0

Salvar

Imprimir

Embrapa

- **Enregistrer**

Les résultats peuvent être sauvegardés dans un fichier texte, dans l'extension «rtf», compatible avec le logiciel d'édition de texte. Il suffit de cliquer simplement sur le bouton approprié dans la barre verte.

En vérifiant le tableau des résultats, compléter ou en partie, vous pouvez copier et coller dans les fichiers de l'édition ou les tableaux de calcul. Chaque valeur reste dans une cellule, permettant la réalisation de calculs supplémentaires.

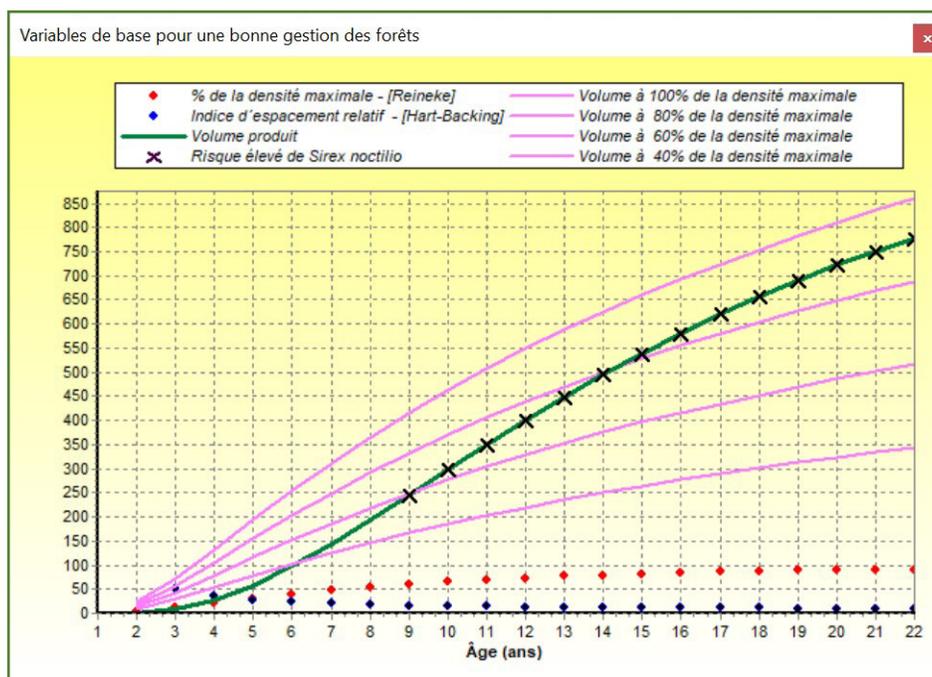
- **Imprimer**

Pour imprimer, il suffit de cliquer sur le bouton de l'imprimante dans la barre verte.

5.10 GRAPHIQUE

Un **“Graphique”** avec d'autres variables peut être obtenu en cliquant sur l'élément situé dans la partie supérieure de l'écran. Les lignes de croissances et les indices présentés ont pour fonction d'aider à la définition de la gestion optimale de la forêt. Pour l'imprimer, utiliser la touche «Print Screen» et coller dans le fichier du logiciel qui permet d'éditer le texte.

Le modèle de graphique généré par SisPinus, compte tenu de l'exemple, sans éclaircie et avec coupe définitive à 22 ans sera:



- **Lignes roses** = volumes potentiels à 40, 60, 80 et 100% de la densité maximale.
 - **Ligne verte** = Volume total produit.
 - **Points rouges** = Pourcentage de la densité maximale qui peut être atteinte par le peuplement - (Modèle de Reineke);
 - **Points bleus** = Indice d'espacement relatif (Indice de Hart-Becking);
 - Marquages sur X = indication du risque élevé de dommages causés par la guêpe perce-bois (Disponible sur SisPinus).
- **Indice de Hart-Becking ou Indice d'Espacement Relatif – (%)**

L'Indice de Hart-Becking ($S\%$) est le rapport entre l'espacement moyen entre les arbres (EM) et la hauteur dominante (H):

$$S(\%) = 100 \cdot \frac{EM}{H}$$

L'espacement moyen entre les arbres (EM) peut être calculé à l'aide de l'expression:

$$EM = \sqrt{\frac{10000}{N}}$$

dans lequel N représente le nombre d'arbres par hectare.

L'indice $S(\%)$ possède une grande application dans la détermination des poids dans les éclaircies, dans la gestion pour la prévention d'incendies de forêt et les ravageurs ainsi que dans la structuration de systèmes d'Intégration Agriculture-élevage-Forêt.

- **Pourcentage de la Densité Maximale du Peuplement – (Reineke)**

Le modèle de Reineke, ajusté pour les plantations surstockées dans les régions productrices du Brésil, génère une courbe qui représente la densité maximale que le peuplement aura dans une condition d'occupation complète ou stock complet. Le graphique généré par les logiciels décrits ci-après présente le pourcentage d'occupation du site du peuplement analysé. Une valeur de 100 % indique que le site est totalement stocké, c'est-à-dire avec la capacité de production maximum. Au niveau du graphique généré pour l'exemple, on observe qu'à 6 ans, le peuplement occupe 46 % du site et continue d'augmenter dans les âges suivants. À 9 ans, l'occupation a atteint 70 %, cependant, à partir de cet âge, le programme révèle l'existence d'un risque élevé d'attaque de guêpe perce-bois, ce qui amène à recommander la réalisation de d'éclaircies préventives. Le risque d'attaque de la guêpe perce-bois repose sur les caractéristiques de peuplement favorables à l'insecte, comme la concurrence excessive entre les arbres qui provoque un affaiblissement prononcé et la mortalité des dominés.

- **Diagramme de Gestion de la Densité de Peuplement - DGDP**

Le DGDP présente des interconnexions mathématiques entre les différentes variables du peuplement forestier, impliquant, en fait, le nombre d'arbres par hectare, la surface terrière et le diamètre moyen des arbres. Ils permettent le suivi de la densité de la population, en fonction de l'ampleur des variables de croissance. Ce suivi permet de définir des intensités et époques optimales d'éclaircie, l'adéquation des niveaux de compétition en fonction des objectifs de la production de bois, ce qui permet d'optimiser l'utilisation du site. Il y a des modèles qui comprennent, en outre, la hauteur dominante.

Un Diagramme de Gestion de la Densité est construit et fondé sur une courbe de densité maximale et à partir de celle-ci d'autres courbes par proportion, qui serviront de références pour l'occupation du site par les arbres.

Pour la définition de la courbe de densité maximale, et ce malgré toutes les avancées en biométrie, la méthode de Reineke (1933) reste une référence. Pour sa mise en œuvre, la courbe de densité maximale doit être calculée à partir des mensurations de peuplements avec densité pleine. Le modèle est :

$$N = \text{Exp} (a + \text{Ln}(Dg))$$

Dans lequel N est le nombre d'arbres par hectare et Dg représente le diamètre quadratique moyen.

La courbe de densité maximale permet d'initier la construction du diagramme, à partir des variations des diamètres quadratiques de référence.

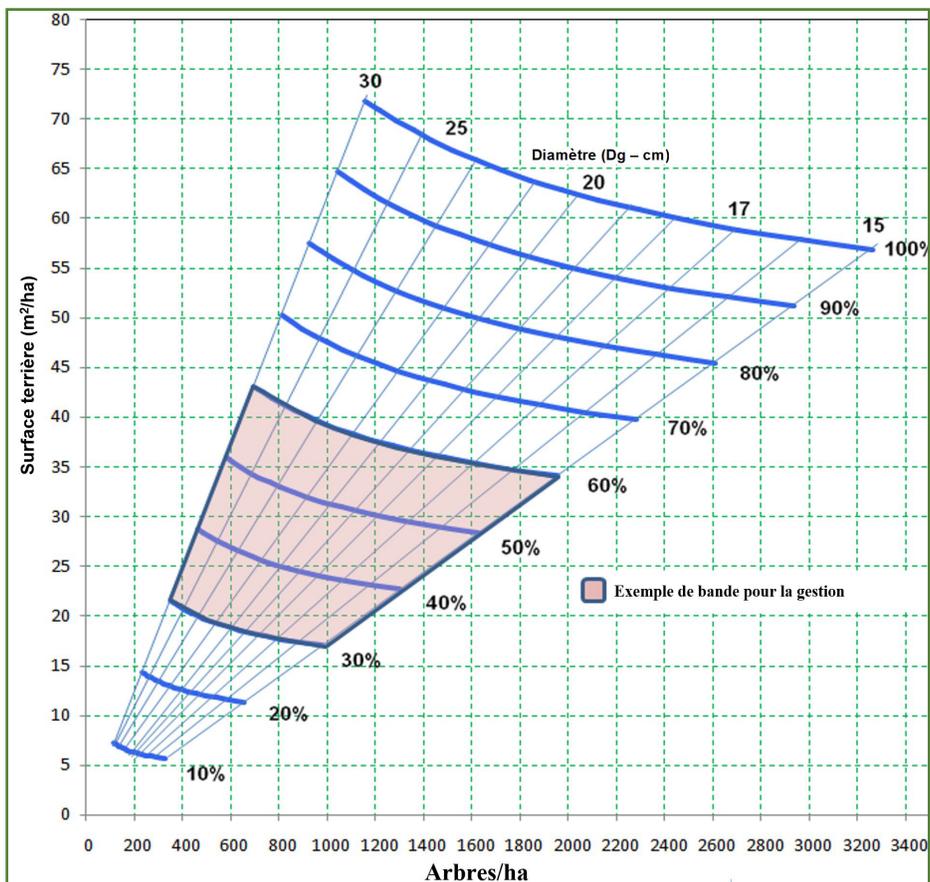
Dans SisPinus, pour le Pinus taeda, l'équation utilisée a été obtenue à partir de divers peuplements ayant donné lieu à la construction du logiciel sachant que:

$$N = \text{Exp} (12,1333 - 1,4933\text{Ln}(Dg))$$

Qui se traduit par le diagramme suivant. L'Indice de Densité de la Plantation (Indice de Reineke), qui est obtenu à travers l'utilisation du Dg de 25 cm, a été de 1520.

La bande de gestion recommandée par différents auteurs, pour la production de grumes, prédomine avec des valeurs proches de 60% du stock maximum allant jusqu'à une limite inférieure fixée à 30% du stock maximum. En maintenant le peuplement dans cette gamme de densité, les arbres posséderont des caractéristiques des dominants donc grands et avec un fût bien formé.

On considère qu'au-dessus de la bande, il y a une compétition excessive et qu'en dessous il reste de l'espace avec un gaspillage conséquent des ressources du site. Au sein de la bande, l'option pour éclaircir la ligne supérieure ou inférieure dépendra de l'objectif de la production. Si l'objectif est d'avoir une plus petite production de billes avec des rotations plus courtes, les éclaircies devront être maintenues plus proche de la ligne de 60 %.

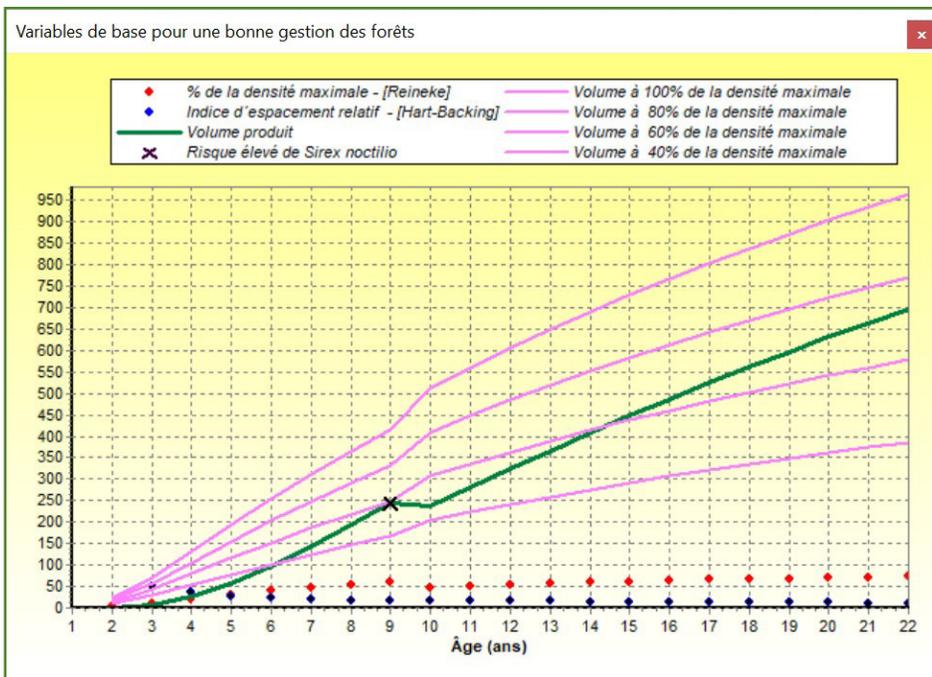


- **DGDP dans les Logiciels**

L'intégration du DGDP avec les simulateurs décrits dans ce manuel permet que les variables présentes dans le diagramme soient traitées conjointement avec d'autres variables de croissance et de production qui ont une grande influence sur la densité du peuplement, en particulier la Hauteur Dominante et la Hauteur Moyenne. Avec cela, la dynamique et les interactions des différentes variables peuvent être suivies pour chaque âge, accompagnant le pronostic de croissance et de production.

Le DGDP va donc prendre en compte la Hauteur dominante et la Hauteur moyenne, la Mortalité, le Diamètre moyen, la Surface terrière et le Volume. En outre, les logiciels fournissent tout déploiement de bois récolté par classes de diamètre et classes de hauteur, ainsi que l'assortiment à usage industriel.

En considérant, par exemple, une éclaircie sélective à 9 ans, laissant 1000 arbres, le graphique généré par le simulateur sera:



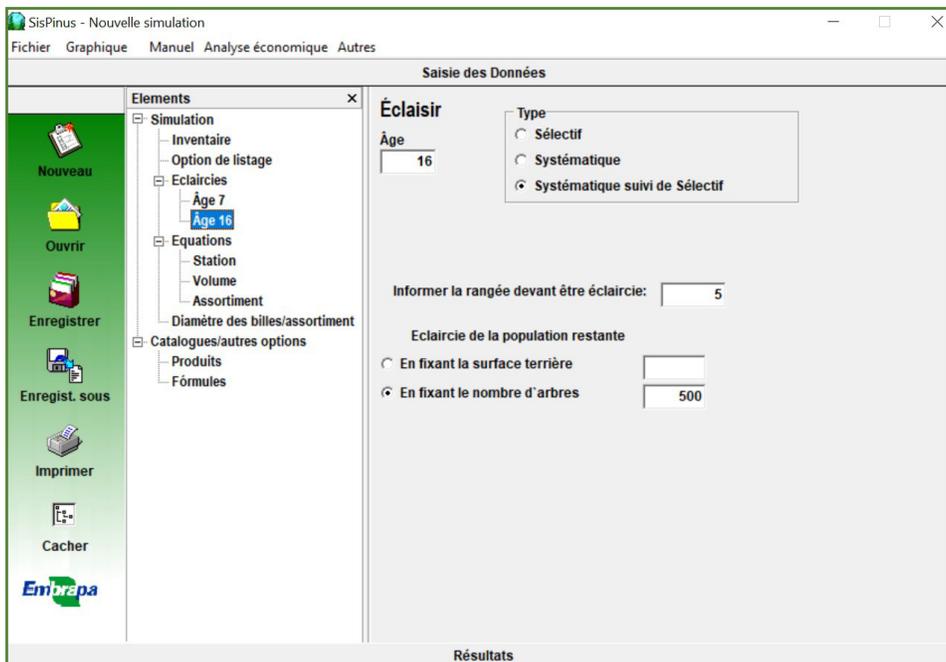
Avec l'éclaircie, l'Accroissement Annuel Moyen (AAM) sera réduit de 2,55% (35,3m² à 34,4m²). Cependant, les billes au-dessus de 25cm de diamètre auront une augmentation de 42,1% (221,6m³ à 314,8m³).

- **Exemple 2**

Cet exemple utilisera des données d'un inventaire au lieu de données de semis telles qu'utilisées dans l'exemple 1. L'espèce est le *Pinus taeda* avec 5 ans d'âge. La hauteur dominante est de 10,0 mètres ce qui selon le tableau de classification de station (page 45), donne lieu à un indice de station de 21,5m. Le nombre d'arbres par hectare est de 1500, le diamètre quadratique moyen est de 13cm et le niveau d'homogénéité du semis est de 5.

On souhaite effectuer une première éclaircie mixte à neuf ans d'âge, systématique soit une toute les cinq lignes suivi d'une éclaircie sélective jusqu'à ce qu'il ne reste que 1.000 arbres. Une seconde éclaircie sera sélective à 13 ans, laissant 400 arbres et la récolte finale à 22 ans.

Les deux figures ci-dessous montrent comment seront les données de l'inventaire et les éclaircies.



Les résultats sont présentés dans les figures à suivre.

Résultats

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
5	9,7	1500	13,0	8,7	19,9	74,0	14,8	48,8
6	11,7	1499	15,2	10,4	27,2	121,8	20,3	80,2
7	13,4	1498	17,0	12,0	34,0	175,6	25,1	115,7

Éclaircir 498 arbres.

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
8	15,5	999	20,0	14,1	31,5	190,9	28,7	125,8
9	17,0	998	21,5	15,4	36,2	239,8	30,9	158,0
10	18,4	997	22,8	16,6	40,5	289,3	32,8	190,6
11	19,7	995	23,9	17,7	44,5	338,9	34,3	223,3
12	20,9	992	24,8	18,8	48,1	388,0	35,6	255,6
13	22,0	989	25,7	19,7	51,4	436,2	36,5	287,4
14	23,1	985	26,5	20,7	54,4	483,2	37,3	318,3
15	24,1	981	27,2	21,5	57,1	528,7	37,8	348,3
16	25,1	976	27,9	22,3	59,6	572,7	38,2	377,3

Éclaircir une rangée d'arbres tous les 5 rangs. Puis,
Éclaircir 280 arbres.

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
17	25,9	500	30,0	24,4	35,2	369,1	37,5	243,2
18	26,8	499	30,9	25,1	37,3	403,4	37,4	265,8
19	27,7	499	31,7	25,9	39,3	436,8	37,1	287,7
20	28,5	498	32,4	26,6	41,0	469,2	36,9	309,1
21	29,3	498	33,1	27,3	42,7	501,0	36,7	330,1
22	30,0	497	33,7	28,0	44,3	532,1	36,4	350,6

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

ÉCLAIRCIES

Âge	Volume retiré	tCO2	Volume restant
7	38,7	25,5	136,9
16	230,1	151,6	342,6

ASSORTIMENT DE ARBRES - ÉCLAIRCIE (7 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	< 8 cm
5,0-10,0	3	9,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
10,0-15,0	320	10,9	21,8	0,0	0,0	17,5	4,3
15,0-20,0	174	12,1	16,7	0,0	0,0	15,6	1,1
20,0-25,0	1	12,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
Total		11,4	38,7	0,0	0,1	33,2	5,5

ASSORTIMENT DE ARBRES - ÉCLAIRCIE (16 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	< 8 cm
15,0-20,0	1	28,2	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0
20,0-25,0	214	20,5	79,7	0,0	40,8	33,1	5,7
25,0-30,0	209	22,3	108,4	29,2	56,5	18,4	4,4
30,0-35,0	50	23,9	39,7	24,5	9,5	4,8	0,8
35,0-40,0	2	26,3	2,1	1,7	0,2	0,2	0,0
Total		22,3	230,1	55,4	107,0	56,7	11,0

ASSORTIMENT DE ARBRES - RÉCOLTE FINALE (22 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	< 8 cm
25,0-30,0	40	25,7	30,7	7,3	18,1	4,1	1,1
30,0-35,0	315	28,0	311,0	171,3	100,9	31,2	7,6
35,0-40,0	134	29,0	175,6	135,5	26,8	11,6	1,8
40,0-45,0	9	30,1	14,8	12,4	1,7	0,6	0,1
Total		28,0	532,1	326,5	147,6	47,5	10,6

6 LA BASE STATISTIQUE DES LOGICIELS

Les systèmes ont été construits en se basant sur des distributions probabilistes. Ainsi, au lieu de modèles de régression classique, on a travaillé sur une projection d'année par année de la structure de chaque forêt, impliquant plusieurs paramètres simultanément.

Les distributions probabilistes utilisées ont été S_B et S_B bivariée (S_{BB}). La distribution S_B décrit la distribution marginale de la variable diamètre ou hauteur des arbres d'un peuplement à des différents âges et S_{BB} décrit la distribution conjointe de ces variables.

Les données du champ proviennent de parcelles d'inventaires continus grâce à des partenariats établis avec des producteurs forestiers, ce qui a permis d'obtenir des estimations des paramètres de la distribution pour chaque espèce, selon les différentes conditions du sol, l'âge et l'espacement entre les arbres.

La fonction de distribution S_B est exprimée par:

$$f(x) = \frac{\delta\lambda}{\sqrt{2\pi}(x-\xi)(\xi+\lambda-x)} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\gamma + \delta \ln\left(\frac{(x-\xi)}{(\xi+\lambda-x)}\right)\right]^2\right\},$$

La construction de la distribution S_{BB} est basée sur la distribution S_B , avec la distribution Normale bivariée.

Compte tenu D et H la DHP et la hauteur totale des arbres, respectivement, on obtient:

$$z_D = \gamma_D + \delta_D \ln\left(\frac{x_D - \xi_D}{\lambda_D + \xi_D - x_D}\right) \quad \text{et} \quad z_H = \gamma_H + \delta \ln\left(\frac{x_H - \xi_H}{\lambda_H + \xi_H - X_H}\right)$$

Dans laquelle z_D e z_H ont une Distribution Normale bivariée avec corrélation ρ .

$$f(z_D, z_H) = \left[2\pi(1 - \rho^2)^{1/2}\right]^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2}(1 - \rho^2)^{-1}(z_D^2 - 2\rho z_D z_H + z_H^2)\right],$$

Les paramètres ξ_D et ξ_H représentent, respectivement, les valeurs minimales de D et H dans la population; λ_D et λ_H représentent les amplitudes de D et H. Les paramètres $\gamma_D, \gamma_H, \delta_D$ et δ_H ne peuvent pas être liée à des caractéristiques individuelles du boisement, mais à travers des expressions:

$$\hat{\delta} = \frac{\lambda}{4\sigma_x} \quad \hat{\gamma} = \frac{2x_m - \xi - \lambda}{\lambda\delta} - \delta \ln\left(\frac{x_m - \xi}{\lambda + \xi - x_m}\right)$$

dans laquelle:

σ_x = écart type de x (x = H ou D) et x_m = mode de x.

La valeur de X_m est définie par la valeur de x qui satisfait l'expression:

$$\frac{2(x - \xi)}{\lambda} - 1 = \delta \left[\gamma + \delta \ln\left(\frac{x - \xi}{\lambda + \xi - x}\right) \right]$$

Pour l'élaboration du modèle de croissance et de production, les estimations des paramètres ont été associées par le biais de fonctions au nombre d'arbres par hectare (S) et à la hauteur dominante (H_D) ou l'âge du peuplement, à l'aide du modèle de Richards:

$$\text{Paramètre d'intérêt} = f_1(S) \{1 - \exp[H_D f_2(S)]\}^{f_3(S)}$$

Equations pour l'estimation des paramètres de la distribution S_{BB} .

1. $H_D = \exp\left\{a_1\left[(1/A)^{b_1} - (1/15)^{b_1}\right]\right\}IS$
2. $H_m = H_D(a_2 + b_2A)$
3. $H_1 = H_Da_3[1 - \exp(-b_3A)]$
4. $s_H = a_4[1 - \exp(-b_4A)]^{c_4}$
5. $D_D = a_5[1 - \exp(-b_5H_D)]^{c_5}$
6. $D_m = D_Da_6[1 - \exp(-b_6H_D)]$
7. $D_1 = D_Da_7[1 - \exp(-b_7H_D)]^{c_7}$
8. $s_D = a_8[1 - \exp(-b_8H_D)]^{c_8}$
9. $\rho(Z_D, Z_H) = a_9 + b_9 \cos(c_9H_D) + d_9H_D$

IS = Indice de station, A = Âge du peuplement

H_D = Hauteur dominante, D_D = Diamètre dominante

H_m e D_m = mode des hauteurs et des diamètres

H_1 e D_1 = hauteur minimum et diamètre minimum

s_H e s_D = écarts-types des hauteurs et des diamètres

a_i, b_i e c_i ($i = 1,2...9$) Il s'agit d'équations pour chaque paramètres qui ont comme variable dépendante, le nombre d'arbres par hectare (S).

Distribution S_D (Z_D et Z_H) et Distribution S_{bb} (Z_D, Z_H)

$$Z_D = \gamma_D + \delta_D \ln\left(\frac{X_D - \varepsilon_D}{\lambda_D + \varepsilon_D - X_D}\right) \dots\dots Z_H = \gamma_H + \delta_H \ln\left(\frac{X_H - \varepsilon_H}{\lambda_H + \varepsilon_H - X_H}\right)$$

Mode des Diamètres
Diamètre minimum
Mode des Hauteurs
Hauteur minimum

Écart-type des Diamètres
Amplitude des Diamètres
Écart-type des Hauteurs
Amplitude des Hauteurs

$$f(Z_D, Z_H) = \left[2\pi(1-\rho^2)^{1/2}\right]^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2}(1-\rho^2)^{-1}(Z_D^2 - 2\rho Z_D Z_H + Z_H^2)\right]$$

Corrélation (DH)

On trouvera la description détaillée de cette méthodologie dans les références Schreuder et Hafley (1977), Hafley et Schreuder (1977), Hafley et Buford (1985), Oliveira (1995).

7 ANALYSE ÉCONOMIQUE – PLANIN

Accéder au logiciel Planin, utilisé pour le calcul des paramètres de l'évaluation économique et financière et l'analyse de sensibilité de la rentabilité à des différents taux d'attractivité. Il prend en compte les divers segments des coûts opérationnels de l'implantation, la maintenance et la récolte. Avec ce programme, vous obtenez les flux de trésorerie, les analyses de sensibilité et les critères d'analyse économique les plus utilisés. En outre, il permet à l'utilisateur de suivre leurs coûts, en délivrant des rapports de dépenses annuelles.

Le manuel complet de Planin est accessible dans le logiciel. Ici, seuls certains écrans sont présentés montrant leur structure de base.

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Elements

- Projet
 - Productions
 - Éclairir à l'âge - 7 ans
 - Éclairir à l'âge de 16 ans
 - Récolte fin. à l'âge de 22 ans
 - Coûts
- Catálogos/Autres options
 - Produits
 - Coûts

Production

Âge

Origine

Produits

Produits	Volume	Prix
< 8 cm	10,6	R\$ 66,00
▶ 8 - 18 cm	47,5	R\$ 90,00
18 - 25 cm	147,6	R\$ 180,00
> 25 cm	326,5	R\$ 280,00

Résultat

Rapport de coûts

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Elements

- Projets
 - Productions
 - Éclaircir à l'âge - 7 ans
 - Éclaircir à l'âge de 16 ans
 - Récolte fin. à l'âge de 22 ans
 - Coûts
- Catálogos/Autres options
 - Produits
 - Coûts

Nouveau

Ouvrir

Enregistrer

Enregist. sous

Imprimer

Cacher

Embrapa

Coûts

Catálogo / Autres coûts

Nome	Unité	Type de Coût	Custo
Coût de l'ha	\$/ha	Unitaire	R\$ 0,00
Plantation	\$/ha	Unitaire	R\$ 15.000,00
Tr. annuels	\$/ha	Annuel	R\$ 0,00
Routes	\$/ha	Unitaire	R\$ 0,00
Replantation	\$/ha	Unitaire	R\$ 0,00
Entretien	\$/ha	Annuel	R\$ 0,00
CT.Ravageus	\$/ha	Annuel	R\$ 0,00

Deux clics pour changer | "\$/ha + Unitaire" est un coût Initial

Coûts annuels (\$/ha)

Idade	Custo
1	R\$ 420,00
2	R\$ 560,00
3	R\$ 1.130,00
4	R\$ 250,00
5	R\$ 250,00
6	R\$ 250,00
7	R\$ 250,00
8	R\$ 250,00
9	R\$ 250,00
10	R\$ 250,00
11	R\$ 250,00
12	R\$ 250,00
13	R\$ 250,00
14	R\$ 250,00
15	R\$ 250,00
16	R\$ 250,00
17	R\$ 250,00
Résultat	

Rapport de coûts

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

PLANIN © Embrapa

Flux de Recettes et Coûts pour la Récolte Finale à 22 ans

Année	Recette (\$)	Coûts (\$)	Recette Présente (\$)	Coût Présente (\$)
0	0,00	15.000,00	0,00	15.000,00
1	0,00	5.420,00	0,00	5.211,54
2	0,00	560,00	0,00	517,75
3	0,00	1.130,00	0,00	1.004,57
4	0,00	250,00	0,00	213,70
5	0,00	250,00	0,00	205,48
6	0,00	250,00	0,00	197,58
7	3.369,00	250,00	2.560,16	189,98
8	0,00	250,00	0,00	182,67
9	0,00	250,00	0,00	175,65
10	0,00	250,00	0,00	168,89
11	0,00	250,00	0,00	162,40
12	0,00	250,00	0,00	156,15
13	0,00	250,00	0,00	150,14
14	0,00	250,00	0,00	144,37
15	0,00	250,00	0,00	138,82
16	40.601,00	250,00	21.677,21	133,48
17	0,00	250,00	0,00	128,34
18	0,00	250,00	0,00	123,41
19	0,00	250,00	0,00	118,66
20	0,00	250,00	0,00	114,10
21	0,00	250,00	0,00	109,71
22	122.962,60	250,00	51.894,73	105,49

Salvar

Imprimir

Planin - Nouveau projet
Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

Paramètres qui NE TIENNENT PAS compte de la valeur du capital au fil du temps

Production Totale (m3/ha)	801,10
Production Annuelle Moyenne (m3/ha)	36,41
Recette Totale	166.932,60
Coût Total	26.860,00
Recette Totale Nette	140.072,60
Recette Totale Moyenne (\$/année)	7.587,85
Coût Total Moyenne (\$/année)	1.220,91
Recette Nette Moyenne (\$/année)	6.366,94
Rapport Recette/Coût	6,21
Rapport Recette moyenne/Coût	0,28
Prix Moyen de la Production (\$/m3)	208,38
Coût Moyen de la Production (\$/m3)	33,53
Recette Nette moyenne (\$/m3)	174,85

Paramètres qui TIENNENT compte de la valeur du capital au fil du temps

Taux d'actualisation	4,00%
Valeur Actuelle des Recettes	76.122,10
Valeur Actuelle des Coûts	24.652,86
Valeur Actuelle Nette	51.469,24
Valeur Actuelle Nette Annualisée	3.561,61
Rapport Bénéfice/Coût	3,09
Taux de Rentabilité Interne	10,73%
Valeur Future des Recettes	180.403,20
Valeur Future des Coûts	58.425,28
Valeur Future Nette	121.977,92
Val. Espérée du Fonds (F. Faustmann)	89.040,25
Prix Moyen de la Production (\$/m3)	201,97
Coût Moyen de la Production (\$/m3)	65,41
Rentabilité Nette	208,78%

Rapport de coûts

Planin - Nouveau projet
Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

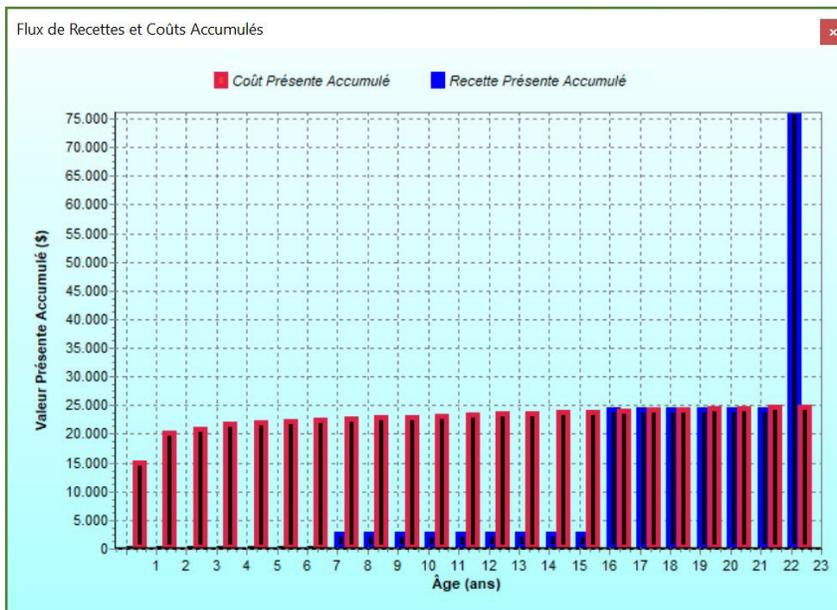
Analyse de sensibilité pour le taux d'actualisation (% a.a.)

Taux d'actualisation	V. Prés. Recettes	V. Prés. Coûts	V. Prés. Nette	V. P. N. Annualisée	Rap. Bénéfice/Coût
1,00	136.555,41	26.191,92	110.363,49	5.613,50	5,21
2,00	112.045,56	25.610,35	86.435,21	4.894,95	4,38
3,00	92.213,77	25.101,18	67.112,59	4.211,14	3,67
4,00	76.122,10	24.652,86	51.469,24	3.561,61	3,09
5,00	63.028,82	24.255,92	38.772,90	2.945,60	2,60
6,00	52.345,76	23.902,52	28.443,24	2.362,09	2,19
7,00	43.605,28	23.586,19	20.019,09	1.809,84	1,85
8,00	36.434,63	23.301,57	13.133,06	1.287,46	1,56
9,00	30.535,86	23.044,17	7.491,69	793,41	1,33
10,00	25.670,25	22.810,24	2.860,01	326,06	1,13
11,00	21.646,04	22.596,64	-950,60	-116,27	0,96
12,00	18.309,81	22.400,73	-4.091,92	-535,27	0,82
13,00	15.533,86	22.220,26	-6.686,40	-932,62	0,70
14,00	13.220,31	22.053,33	-8.833,03	-1.309,97	0,60
15,00	11.286,29	21.898,34	-10.612,04	-1.668,91	0,52

Analyse de sensibilité p. Coût de la Production (\$/ha) avec taux d'actualisation de 4,00% a.a.

Val. Prés. Coûts (\$/ha)	V. Prés. Nette	V. P. N. Annualisée	Rentabilité Nette (%)	Rap. Bénéfice/Coût
13.559,07	62.563,03	4.329,29	461,41	5,61
14.791,72	61.330,38	4.243,99	414,63	5,15
16.024,36	60.097,74	4.158,69	375,04	4,75
17.257,00	58.865,10	4.073,39	341,11	4,41
18.489,65	57.632,45	3.988,10	311,70	4,12
19.722,29	56.399,81	3.902,80	285,97	3,86
20.954,93	55.167,17	3.817,50	263,27	3,63
22.187,58	53.934,52	3.732,20	243,08	3,43
23.420,22	52.701,88	3.646,91	225,03	3,25
24.652,86	51.469,24	3.561,61	208,78	3,09
25.885,50	50.236,60	3.476,31	194,07	2,94
27.118,15	49.003,95	3.391,02	180,71	2,81
28.350,79	47.771,31	3.305,72	168,50	2,69
29.583,43	46.538,67	3.220,42	157,31	2,57
30.816,08	45.306,02	3.135,12	147,02	2,47

Rapport de coûts



RÉFÉRENCES

Corte, A.P.D, Sanquetta, C.R. (2007). Quantificação do estoque de carbono fixado em *Pinus* na área de domínio da floresta ombrófila mista no Paraná. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 32-39.

Gouveia, V.M., Ângelo. H. (2002). Análise econômica do serviço de fixação de e armazenamento de carbono por um povoamento de *Tectona grandis* L. f. *Brasil Florestal*, v. 21, n. 74.

Hafley, W.L.; Buford, M.A. (1985). A bivariate model for growth and yield prediction. **Forest Science**, v. 31, n. 1, p. 237-47.

Hafley, W.L.; Schreuder, H.T. (1977). Statistical distribution for fitting diameter and height data in even-aged stand. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 7, p. 481-487.

Oliveira, E.B. de, (1995). **Um sistema computadorizado de prognose de crescimento e produção de *Pinus taeda* L. com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba. Univ. Fed. do Paraná. 126p. Tese Doutorado.

Rondon, E. V. (2006). Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 337-341.

Saidelles, F.L.F.; Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.S.; Balbinot, R. (2009). Uso de equações para estimar o carbono orgânico em plantações de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**. Viçosa. v.33, n.5, p. 907-915.

Schreuder, H.T.; Hafley, W.L. (1977). A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. **Biometrics**. V. 33, P. 471-7.

Silva, H.D. (2006). **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex- maiden) em diferentes idades**. UFPR, Tese de Doutorado. 101p.

Watzlawick, L.F., Sanquetta, C.R., Arce, J., Balbinot, R. (2003). Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**. v.1, n.2, p. 63-68.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abono orgánico 69, 70
Acuicultura 85, 86
Agrohomeopatía 180, 182, 183
Agua de vidrio 180, 182, 183
Alimentación de precisión 93, 96, 99
Amaranthus caudatus 69, 70, 75, 78, 81, 82
Amenazas 169, 170, 173
Anión superóxido 186, 187, 188, 190, 191
Antioxidantes 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194
Arbres 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37
Arquitectura multiagente 93, 95
Assortiment 13, 14, 16, 19, 23, 25, 32

B

Babesia bigemina 196, 197, 198, 200, 203, 206, 207
Babesia bovis 196, 197, 198, 200, 202, 206
Bioclimatic indexes 127, 128, 129, 130, 132, 134
Bio insumos 180
Brisas de mar y tierra 146, 147, 148, 149, 151, 159

C

Caligus rogercresseyi 84, 85, 86, 91, 92
Catalasa 186, 187, 188, 193, 194
Cítricos 180, 181, 182, 183, 184
Control de calidad 101, 102, 104, 108
Costa del Rio de la Plata 146, 148, 149, 158
Cromatografía en capa fina 101, 102, 104, 106, 109

D

Disease control 42, 43
Diversidad genética 114, 115, 169, 170, 172, 174, 175

E

Éclaircie 13, 14, 15, 16, 20, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33

Économie 13

Eficiência no uso da água 1, 3

Estiércol 162, 163, 167, 168

F

Fertilización química 162

G

Growing Degree Days 127, 128, 129, 132, 135

I

Infusión 102, 103, 104, 105

Integración del hardware de proveedores 93

K

Kiwicha 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82

L

Labranza de conservación 162, 166

Lenguaje de comunicación entre agentes 93

M

Machine learning 84, 85, 86, 90, 92

Maíz 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Maturation 128, 129, 130, 132, 139, 140, 141, 142

Medicina tradicional 101, 102, 103

Microclima de canopia 146, 158

Milpa 57, 58, 63, 65, 68, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 177

Minor grapevine varieties 128, 130, 131, 142

N

Nueva enfermedad 180

O

Olivais de elevada densidade 1, 3, 5, 6, 7, 9

Olivais de regadio 1

P

PCR-RFLP 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207

Production forestière 13, 16

Productividad 58, 59, 63, 67, 84, 94, 172

R

Rega deficitária 1, 5, 6, 7, 9

Remedios herbolarios 102, 105, 110

RNA 112, 113, 115, 124, 196, 197, 199, 203, 206

RT-PCR 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 126

S

Saccharum spp 112, 113, 118, 119, 121

Salmonidos 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

SCYLV 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124

Spraying 42, 43, 44, 49, 56

Superóxido dismutasa 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194

T

Trucha arcoíris 85, 86, 87, 89, 90, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

U

Unidad de producción 58, 62, 66, 67, 68

V

Viñedo 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 159

Viticulture 42, 43, 130, 142, 145, 160