

Plantios de bracatinga na Estação Experimental da Embrapa em Caçador, SC



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 328

**Plantios de bracatinga na
Estação Experimental da Embrapa em Caçador, SC**

*Maria Izabel Radomski (in memoriam)
André Eduardo Biscaia de Lacerda*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da
Embrapa Florestas

Presidente
Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente
José Elidney Pinto Júnior

Secretário-Executivo
Neide Makiko Furukawa

Membros
*Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego,
Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis
Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski,
Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderés Aparecida
de Sousa*

Supervisão editorial
José Elidney Pinto Júnior

Revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Foto capa
André Eduardo Biscaia de Lacerda

1ª edição
Versão digital (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Radomski, Maria Izabel.

Plantios de bracatinga na Estação Experimental da Embrapa
em Caçador, SC. [recurso eletrônico] / Maria Izabel Radomski, André
Eduardo Biscaia de Lacerda. - Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa
Florestas, 2019.

(Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 328)

Disponível em:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. *Mimosa scabrella*. 2. Manejo florestal. 3. Solo florestal. 4. Plantio.
5. Desbaste. 6. Agricultura familiar. 7. Conservação da natureza. I.
André Eduardo Biscaia de Lacerda. II. Título. III. Série.

CDD (21. ed.) 634.973748

Autores

Maria Izabel Radomski (in memoriam)

Engenheira-agrônoma, doutora em Horticultura, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

André Eduardo Biscaia de Lacerda

Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia e Gestão Ambiental, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

A busca de soluções que respondam aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e o fortalecimento da segurança alimentar têm levado à busca de sistemas de produção que otimizem os recursos naturais disponíveis em uma região, de forma a criar formatos produtivos inovadores, práticos e rentáveis. Os sistemas agroflorestais estão entre as alternativas promissoras para enfrentar tais desafios.

A Embrapa Florestas vem desenvolvendo sistemas agroflorestais que sejam rentáveis e de fácil adoção pelo produtor rural, combinando para tanto a incorporação de conhecimentos ecológicos tradicionais e o uso de espécies florestais nativas de alta produtividade que são de amplo conhecimento pelos agricultores. Neste contexto, a bracatinga é uma das espécies de maior potencial, tanto pelo seu extraordinário crescimento, como por sua ocorrência comum nas propriedades rurais no Sul do Brasil.

Apesar de sua abundância e visibilidade, o desempenho da bracatinga em plantios é em grande parte desconhecido, assim como não foram definidas as práticas silviculturais adequadas para sua produção em sistemas agroflorestais. Este documento tem como objetivo relatar as experiências com a espécie conduzidas na Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, SC, onde inúmeros experimentos com sistemas agroflorestais têm sido desenvolvidos desde 2011 e assim, disponibilizar as primeiras indicações sobre a condução de plantio de bracatinga.

Sérgio Gaiad

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Introdução | 9 |
| 2 | Metodologia | 10 |
| 2.1 | Área de estudo | 10 |
| 2.2 | O plantio de bracatinga..... | 11 |
| 2.3 | Coleta e análise de dados..... | 16 |
| 3 | Tratamentos silviculturais aplicados à bracatinga | 16 |
| 4 | Dinâmica dos solos em plantios de bracatinga | 27 |
| 5 | Desenvolvimento da bracatinga | 28 |
| 6 | Enriquecimento e diversificação de plantios com bracatinga | 31 |
| 7 | Considerações finais | 35 |
| 8 | Agradecimentos | 36 |
| | Referências | 36 |

1 Introdução

O desenvolvimento do tema da restauração ambiental e agroflorestal baseado em alternativas para adaptação às mudanças climáticas e o fortalecimento da segurança alimentar (FAO, 2015; United Nations Division for Sustainable Development, 2015; The State..., 2018) têm levado à busca de novos sistemas de produção, incluindo a revisitação de diversas espécies nativas. Este fato tem proporcionado o redescobrimto de espécies subutilizadas que podem compor sistemas produtivos baseados em conhecimento acumulado, tanto acadêmico como o tradicional, com alternativas econômicas e ambientais para o meio rural. O caso da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é emblemático neste sentido. Embora o manejo de florestas naturais monoespecíficas de bracatinga seja conhecido e estudado, seu uso em sistemas produtivos mais complexos é basicamente inexplorado. Portanto, a partir da avaliação do crescimento e de tratos silviculturais em plantios, este trabalho propõe o resgate da bracatinga como espécie cujo potencial econômico e ecológico é inigualável e, assim, indicá-la para compor modelos simples e de rápida implantação como alternativa produtiva em propriedades rurais no sul do Brasil.

A bracatinga é uma espécie da família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, nativa e endêmica da Floresta Ombrófila Mista (FOM). Pertence ao grupo ecológico das espécies pioneiras, ocorrendo principalmente em formações secundárias de clareiras naturais ou antrópicas da FOM, onde substitui gradativamente as espécies herbáceas e arbustivas dos estádios iniciais da sucessão vegetal, formando uma população dominante por cerca de 20 a 25 anos. Seu uso está voltado principalmente para fins energéticos, por meio do manejo de populações naturais, na região metropolitana de Curitiba, PR (Souza et al., 2013) e região noroeste do Planalto Catarinense (Steenbock et al., 2011).

Atualmente, a demanda por madeira dessa espécie está voltada para atender parte das necessidades de energia e, em menor escala, para serraria, laminação, movelaria, placas e painéis (OFICINA..., 2006), além de escoras para a construção civil. Nesse sentido, esforços vêm sendo realizados nos últimos anos em prol do desenvolvimento de técnicas de manejo da espécie na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) e com a publicação de uma classificação de sítios definitiva para essa região (Machado et al., 2011), tendo em vista que o conhecimento do comportamento das variáveis dendrométricas por sítio se faz necessário, buscando subsidiar o aprimoramento das técnicas de manejo já empregadas para a espécie.

Estudos mais recentes sobre manejo da bracatinga, entretanto, têm sido feitos na sua maioria com populações naturais (Steenbock et al., 2011; Machado et al., 2015; Silva et al., 2016), sendo encontradas poucas referências na literatura sobre manejo de áreas plantadas no Brasil (Carvalho, 1981; Eloy et al., 2014). Por outro lado, no exterior, as experiências com a bracatinga têm-se limitado ao uso para alimentação animal (Niang et al., 1996; Roothaert; Paterson, 1997).

Além do potencial de produção, a bracatinga apresenta grande valor como espécie recuperadora de solos, sendo recomendada para restauração de áreas degradadas, particularmente em função da sua capacidade de fixação de carbono, ciclagem de nutrientes (Guedes et al., 2003; Souza et al., 2013; Ferreira et al., 2016) e fixação de nitrogênio (Sprent; Sprent, 1990; Franco; Faria, 1997).

Outro objetivo desta publicação foi apresentar, discutir e difundir os resultados do comportamento silvicultural da bracatinga em plantios experimentais desenvolvidos na Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, SC. Também objetivou reforçar a importância de realizar pesquisas que valorizem o uso de espécies nativas em sistemas de produção visando à diversificação de atividades, ao incremento de renda, e à conservação ambiental, particularmente na pequena e média propriedade rural.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

Este trabalho vem sendo desenvolvido na Estação Experimental da Embrapa em Caçador (EEEC), Estado de Santa Catarina (26°50'32.69" e 26°52'36.73"S; 50°54'51.69" e 51°58'40.36"O; Figura 1). A EEEC está localizada na área de ocorrência natural da Floresta Ombrófila Mista, de clima subtropical de altitude (Cfb) com precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.690 mm. A cobertura e uso da terra na EEEC, em seus 1.157 hectares de área, é composta por florestas tanto jovens até associações florestais mais complexas, as quais refletem os diferentes níveis de intervenção antrópica histórica ocorrida no local. Nas áreas não cobertas por florestas naturais são encontrados diversos plantios que compõem experimentos de sistemas agroflorestais e de restauração ambiental (Rosot et al., 2007).



Figura 1. Localização da Estação Experimental da Embrapa em Caçador (EEEC).

Os plantios experimentais ocupam uma área de aproximadamente 12 hectares, cujo histórico de uso remete à agricultura convencional, por mais de 30 anos, com cultivo de milho em alternância com soja no verão, e cultivo de azevém e ervilhaca no inverno, como cobertura verde. Após a interrupção da atividade agrícola, em 2010, no ano seguinte foram iniciadas as atividades de preparação (roçada e descompactação do solo) para a instalação dos modelos de restauração envolvendo espécies florestais nativas madeiráveis e não madeiráveis da Floresta Ombrófila Mista, dentre elas a bracatinga (objeto deste trabalho) e, posteriormente, a araucária e a erva-mate.

As áreas de plantio caracterizam-se pela ocorrência de NITOSSOLO BRUNO Distroférico típico, textura argilosa, relevo suave ondulado a ondulado e de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado a ondulado. Uma área de aproximadamente de 1,75 ha, denominada área testemunha, foi deixada sem qualquer tipo de manejo, isto é, regenerando naturalmente e, assim, servindo como base para comparação com os diversos sistemas implantados na área. A área contendo a testemunha está sobre CAMBISSOLO HÚMICO Tb Distroférico típico, textura argilosa, relevo plano a suave ondulado.

2.2 O plantio de bracatinga

As mudas de bracatinga foram produzidas a partir de sementes coletadas na EEEEC e arredores, e preparadas em sacos plásticos de 30 cm de altura, usando-se substrato a base de solo e composto de resíduos vegetais. O uso de tubetes também é uma alternativa viável, que reduz o esforço na produção da muda em viveiro, mas, quando acondicionadas em tubetes pequenos, devem ser plantadas rapidamente, isto é, poucos meses após sua germinação, de modo a não ter seu sistema radicular comprometido, causando mortalidade acentuada.

Levando em consideração o longo uso da área para a agricultura mecanizada convencional, procedeu-se inicialmente à roçada mecânica da vegetação herbáceo-arbustiva que havia se desenvolvido desde o abandono da área em 2010. Como esperado, o solo encontrava-se acentuadamente compactado superficialmente, o que gerou a necessidade de descompactá-lo pelo uso de um subsolador.

A abertura de covas se deu por meio de perfurador mecanizado, abrindo uma cova de aproximadamente 60 cm de profundidade e 50 cm de largura. Escolheu-se o referido método de abertura de covas devido à extensa área de plantio, mas alternativas de uso tais como o moto-coveador, a pá cortadeira ou a cavadeira articulada também são recomendáveis, a depender da mão de obra e recursos financeiros envolvidos. Dependendo do solo, especialmente aqueles muito argilosos, é importante cuidar para a não formação de “espelhamento” nas bordas da cova que pode ocorrer com o uso tanto de equipamentos mecanizados como manuais.

As mudas foram plantadas com altura entre 15 cm e 25 cm. No momento do plantio, foi adicionado hidrogel e adubo químico (100 g/cova de NPK 4-14-8). A aplicação de hidrogel objetivou manter a umidade junto às raízes, protegendo a muda em período de seca (até duas semanas). O adubo foi misturado ao solo e colocado no fundo da cova junto com uma quantidade de solo; observar que o coveamento mecanizado pode perfurar o solo a profundidades maiores do que o tamanho da base da muda, necessitando a recolocação de solo, o que neste caso foi conveniente para a mistura com o adubo. Posteriormente, com o desenvolvimento das árvores e a necessidade de podas e desbastes, utilizou-se como procedimento padrão acumular os resíduos de menores tamanhos (galhos finos e folhas) junto aos troncos das árvores, o que diminui a necessidade de roçadas, assim como tende a incorporar lentamente a matéria orgânica ao solo, servindo como adubo orgânico.

O plantio, iniciado em novembro de 2011, ocorreu principalmente no primeiro trimestre de 2012, época não ideal para este procedimento. Dentre os problemas do plantio nessa época, percebeu-se a alta susceptibilidade das mudas a períodos de sol muito intenso sem chuvas, bem como a atividade mais intensa de formigas cortadeiras. De modo geral, recomenda-se o plantio no começo da primavera/final do inverno (agosto a outubro), época com menor risco de danos por geadas e aumento das chuvas após período de inverno comumente mais seco.

Os plantios, conforme suas áreas (Figura 2), são descritos a seguir:



Figura 2. Área dos plantios com bracatinga (1, 2 e 3) e área Testemunha (T), aos cinco anos de idade.

Fonte: Google Earth.

• **Área 1 - Bracatinga em plantios de 6 m x 1,5 m**

Neste modelo o espaçamento utilizado para o plantio da bracatinga foi 6 m x 1,5 m, resultando em uma densidade de 1.111 árvores por hectare (Figura 3). Desta forma, considerando-se uma área total aproximada de 3,3 hectares, este sistema contou com o plantio total de 3.484 mudas de bracatinga. O plantio seguiu o direcionamento aproximado de orientação noroeste-sudeste. Tal espaçamento permite a inclusão posterior de outras espécies em sistemas agroflorestais, conversão para florestas mais diversas a partir do manejo da regeneração natural ou manutenção de plantios puros. No presente caso, houve plantio de erva-mate ao final do terceiro ano, que, pelas pequenas dimensões das plantas e reduzidos tratos culturais, não interferiu no desenvolvimento da bracatinga, no período avaliado. A área também contou com cobertura de inverno de azevém (*Lolium multiflorum*) oriundo do banco de sementes do solo.



Figura 3. Vista do interior do plantio de bracatinga no espaçamento 6 m x 1,5 m (A – novembro de 2013, B – janeiro de 2015, C – setembro de 2015, D – junho de 2016).

• **Área 2 - Bracatinga em plantios de 6 m x 1,5 m**

Na área 2, o plantio também foi feito no espaçamento 6 m x 1,5 m para a bracatinga (Figura 4), com densidade de 1.111 árvores por hectare, em uma área total aproximada de 1 ha (total de 1.162 mudas plantadas). O plantio seguiu o direcionamento aproximado de orientação norte-sul. Como na área 1, este espaçamento permite a inclusão posterior de outras espécies em sistemas agroflorestais, conversão para florestas mais diversas a partir do manejo da regeneração natural ou manutenção de plantios puros. No presente caso, houve plantio de araucária (6 m x 3 m) com densidade de 555 árvores por hectare, as quais também foram plantadas ao final do terceiro ano e, pelas pequenas dimensões das plantas e reduzidos tratos culturais, considerou-se que não interferiram no desenvolvimento da bracatinga, durante o período avaliado. Essa área também contou com cobertura de inverno de azevém (*Lolium multiflorum*) oriundo do banco de sementes do solo.



A



B



C



D

Figura 4. Vista do interior do plantio de bracatinga da área 2, no espaçamento 6 m x 1,5 m (A – julho de 2012, B – novembro de 2013, C – agosto de 2015, D – outubro de 2016).

• Área 3 - Bracatinga em plantios de 16 m x 1,5 m

Foram estabelecidos 16 renques com mudas de bracatinga no espaçamento de 16 m x 1,5 m (Figura 5), seguindo direcionamento aproximado de orientação nordeste-sudoeste. No total foram plantadas 578 mudas de bracatinga em uma área aproximada de 3,25 ha. Este espaçamento permite a condução de cultivo mecanizado agrícola com espécies anuais. No presente caso, houve plantio de araucária (16 m x 3 m e densidade de 208 árvores por hectare) intercalado com a bracatinga e que ocorreu ao final do terceiro ano; pelas pequenas dimensões das plantas de araucária e reduzidos tratos culturais, considerou-se que estas não interferiram no desenvolvimento da bracatinga, durante o período de avaliação. A área também contou com cobertura de inverno de azevém (*Lolium multiflorum*) oriundo do banco de sementes do solo.



Figura 5. Vista geral do plantio de bracatinga no espaçamento de 16 m x 1,5 m (A – julho de 2012, B – novembro de 2013, C – julho de 2014, D – agosto de 2016).

2.3 Coleta e análise de dados

A coleta de dados para avaliação censitária do crescimento foi conduzida em 2013, 2014 e 2016, quando se fez a medição da altura total e do diâmetro à altura do peito (DAP) de todos os indivíduos plantados (no ano de 2015, efetuou-se a amostragem apenas na área 1). Ainda na área 1, foi avaliada, em 2017, a regeneração natural presente nas 35 linhas de plantio da bracatinga.

Para efeito de comparação, utilizou-se uma área que, após abandono, não sofreu qualquer intervenção desde 2010, sendo denominada de testemunha. Esta área tem sido monitorada para a observação das alterações que ocorreram no solo após o abandono da área, bem como para a avaliação da regeneração natural ao longo do tempo. A regeneração natural foi avaliada pelo método de caminhamento (transecto) em 2016, no qual todos os regenerantes foram medidos em parcelas de 1 m² (1 m x 1 m) marcadas a cada 10 m; foram identificados e medidos todos os indivíduos arbustivos e arbóreos com altura maior que 30 cm e respectivos DAP.

A regeneração natural também foi avaliada na área 1, em todas as linhas de plantio da bracatinga, identificando-se apenas os indivíduos arbóreos com altura superior a 30 cm.

Coletas de solo, à profundidade de 0-10 cm, foram efetuadas em 2014, em 18 amostras compostas analisadas, representando a área total de plantio, e em 2017 nos solos sob plantios com bracatinga e na área testemunha, para avaliação de alterações nas características químicas ao longo do tempo, em função do tipo de cobertura utilizada.

3 Tratamentos silviculturais aplicados à bracatinga

• Poda

Devido ao rápido crescimento inerente à espécie, a atividade de poda (ou desrama) pode ser necessária já no final do segundo ano de crescimento, onde os indivíduos já alcançam quase 3 m de altura (Tabela 3). A condução de poda já neste período depende do objetivo do sistema produtivo, sendo comum a condução de plantas para o desenvolvimento rápido de uma cobertura arbórea, formando um dossel que permita o sombreamento de outras plantas. Entretanto, deve-se observar que, caso não seja feita a desrama nesta idade, os indivíduos ao alcançarem alturas superiores a 3 m tendem a bifurcarem (Figura 6), criando uma copa ampla e de formato arredondado (Figura 7).

Tabela 3. Valores de altura (média, mínima e máxima) para indivíduos de bracatinga nas diferentes áreas de plantio, de 2013 a 2016.

| Área de plantio | Altura (m) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|
| | 2013 | | | 2014 | | | 2015 | | | 2016 | | |
| | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. |
| Área 1 (6 m x 1,5 m) | 2,8 | 0,2 | 6,5 | 6,8 | 1,8 | 9,4 | 9,5 | 7,5 | 12,0 | 10,0 | 3,0 | 13,5 |
| Área 2 (6 m x 1,5 m) | 2,9 | 0,3 | 6,1 | 7,3 | 2,8 | 9,4 | - | - | - | 9,9 | 4,0 | 14,0 |
| Área 3 (16 m x 1,5 m) | 2,8 | 0,3 | 5,0 | 6,4 | 1,7 | 8,5 | - | - | - | 9,9 | 5,0 | 13,5 |
| Média geral | 2,8 _{ns} | 0,3 | 5,9 | 6,8 _{ns} | 2,1 | 9,1 | - | - | - | 9,9 _{ns} | 4,0 | 13,7 |

ns = diferenças não significativas para $\alpha = 0,05$.



Fotos: Arnaldo Soares

Figura 6. Bracatingas aos dois e quatro anos (esquerda e direita, respectivamente) não submetidas à desrama. Observar a múltipla bifurcação tornando a copa arredondada e comprometendo o tronco para desdobro (madeira serrada).



Foto: André Eduardo Biscaia de Lacerda

Figura 7. Vista geral de plantio de bracatinga submetido à poda (esquerda) e sem poda (direita) e seus efeitos sobre a forma da copa.

Após a primeira desrama (segundo ano) é frequente um crescimento significativo em altura das plantas (Tabela 3), o que requer nova poda ao final do terceiro ano. Podas posteriores são ainda recomendáveis no quarto e, por vezes, no quinto ano. A poda deve ser conduzida de forma a manter no mínimo 1/3 da copa (Figuras 7 e 8), sendo que valores superiores a uma redução à metade da copada tende a retardar a retomada do crescimento no período primaveril. Ao reduzir-se em demasiado a galhada, as plantas jovens de bracatinga tendem a desenvolver com vigor seus galhos superiores laterais que, com frequência, acabam superando a brotação central, tendendo à bifurcação da árvore.



Figura 8. Vista geral de árvores de bracatinga podadas. Esquerda: comparação entre aspecto de árvores podadas e não podadas. Direita: árvores submetidas à terceira poda (cicatrices maiores), sendo que as cicatrizes menores se referem à segunda desrama (primeira poda não possui cicatriz).

Embora possa ser benéfica, a poda exige cuidados em sua execução. A bracatinga, espécie de rápido crescimento, não responde de forma adequada à uma poda tardia, isto é, a retirada de galhos mais desenvolvidos em geral resulta em um nó sem cicatrização que, por consequência, permite a entrada de água, patógenos e fungos que comumente geram o apodrecimento do lenho e a mortalidade precoce da planta (Figura 9). Assim, a desrama deve ser vista como uma atividade necessária e que, embora relativamente frequente e demandante de mão de obra (anual entre o final do segundo ano até, ao menos, o quarto ou quinto ano), é em geral realizada com rapidez.

Ainda, referente à poda, é importante que o corte do galho seja feito de forma mais rente possível ao tronco. Embora esta recomendação seja genérica para qualquer espécie, a bracatinga possui cicatrização limitada, como já mencionado. Assim, se for deixado um “toco” na poda, este tenderá a ficar preso ao tronco, permitindo a entrada de água e patógenos que causarão o comprometimento do lenho.

Os aspectos mencionados anteriormente quanto aos cuidados na poda são ainda mais importantes para o aproveitamento da madeira da bracatinga em tora, mas secundários se o uso for apenas para o sombreamento ou lenha.



Figura 9. Árvore de bracatinga bifurcada cuja desrama tardia não cicatriza por completo (esquerda), possibilitando o ataque de patógenos e entrada de água, comumente causando a quebra e mortalidade da árvore (direita).

Um exemplo prático dos efeitos da desrama tardia em árvores de bracatinga pode ser observado nos diferentes plantios aqui descritos (Figura 8). Realizou-se a poda nas árvores de bracatinga em 2013, portanto dois anos após o plantio. Tal procedimento possibilitou a condução de forma relativamente adequada das árvores, cujos troncos em suas porções inferiores, já desprovidos de galhos, tiveram uma cicatrização rápida, enquanto, ao mesmo tempo, pode-se manter ao menos 50% das copas.

Entre as dificuldades observadas que afetaram o desenvolvimento das plantas destacam-se o ataque de formigas cortadeiras, seca prolongada e ataque de besouro-serrador (*Oncideres impluviata*). Enquanto a seca afetou a sobrevivência das mudas, causando alta mortalidade, as formigas cortadeiras, além da mortalidade (até 3%), por vezes causaram o desenvolvimento de galhos laterais após seu ataque (Tabela 2). O besouro-serrador ocorre em plantas mais desenvolvidas e com frequência ataca o galho central, e também promovendo a bifurcação da copa. Independentemente da causa da bifurcação das plantas, a manutenção de mais de um galho central tende a agravar o problema de cicatrização por ocasião da poda (Figura 9).

Tabela 2. Número total de árvores de bracatinga (N) e número de indivíduos mortos com sua respectiva taxa de mortalidade (%), no período entre 2012 e 2016.

| Área de plantio | 2012 | | 2013 | | 2015 | |
|-----------------------|-------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | N | Mortalidade (%) | N (após replantio) | Mortalidade (%) | N ¹ | Mortalidade (%) |
| Área 1 (6 m x 1,5 m) | 3.484 | 1.335 (38,3) | 3.484 | 841 (24,1) | 2.643/1.629 | 46 (2,8) |
| Área 2 (6 m x 1,5 m) | 1.162 | 109 (9,4) | 1.162 | 120 (1,1) | 1.042/591 | 10 (1,7) |
| Área 3 (16 m x 1,5 m) | 578 | 111 (19,2) | 578 | 50 (10,7) | 528/283 | 5 (1,8) |

¹ Primeiro número se refere ao valor total de plantas sobreviventes, segundo número se refere ao número final de plantas após o desbaste realizado em 2016.

Desta forma, quanto mais desenvolvido estiver o galho, menores as chances de cicatrização, ao mesmo tempo em que se aumenta a possibilidade de quebra por apodrecimento.

• Desbaste

O desbaste tem como objetivo reduzir a densidade (número de árvores) quando estas estão competindo de forma intensa, a ponto de haver espaço reduzido para a continuidade do crescimento lateral das árvores. Assim, ao se reduzir sua densidade, há o aumento da área disponível para o crescimento da copa que, com maior incidência de luz, também possibilita o crescimento em DAP das árvores (Figura 10).



Figura 10. Desbaste aumenta o espaço para o desenvolvimento das copas, com benefício para o crescimento geral da árvores. Esquerda – antes do desbaste o plantio se encontrava muito denso; direita – plantio após o desbaste, com espaço lateral para o crescimento das árvores.

O desbaste da bracatinga foi efetuado em 2015, quando as árvores se encontravam com três anos de idade. Nesta ocasião o dossel se encontrava bastante fechado, com significativa competição entre as copas de bracatinga (Figura 11).



Figura 11. Linha da bracatinga antes (esquerda) e depois do desbaste (direita).

O desbaste planejado reduziu o número de árvores em 50%, sendo que, ao final, foram cortadas apenas 38,7% das árvores (1.583 plantas cortadas de um total de 2.584). A flexibilidade do sistema possibilitou priorizar as melhores plantas em detrimento de um sistema rígido (desbaste sistemático) que tenderia a manter árvores, por vezes, de qualidade inferior.

Pela análise dos DAP (discussão mais detalhada no item 5) entre os indivíduos retirados e remanescentes, pode-se observar um aumento significativo do diâmetro médio das árvores remanescentes após desbaste, passando de 9,7 cm para 11 cm (Figura 12). Desta forma, pode-se confirmar a eficiência do método de desbaste aplicado, garantindo-se um plantio com árvores mais saudáveis e uma otimização da produção de madeira.

O desbaste é necessário quando não houver espaço para o crescimento lateral das copas, isto é, quando as copas estiverem se tocando no espaço das entrelinhas.

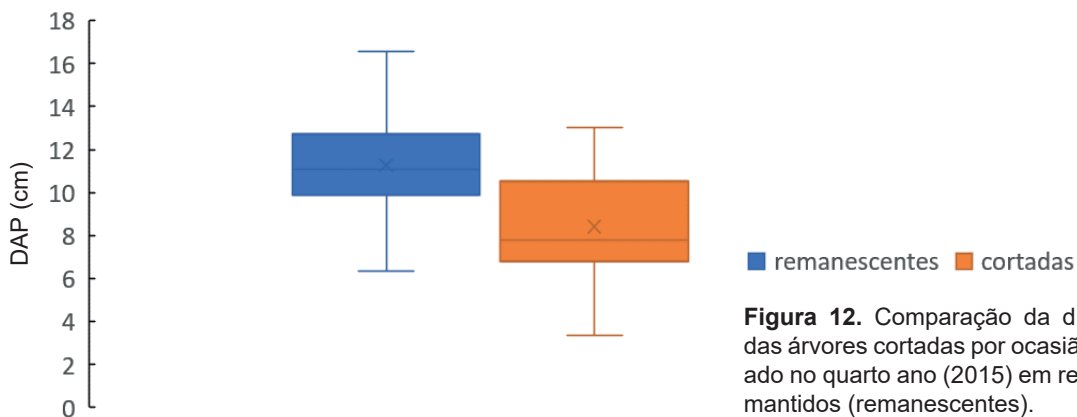


Figura 12. Comparação da distribuição dos DAP das árvores cortadas por ocasião do desbaste efetuado no quarto ano (2015) em relação aos indivíduos mantidos (remanescentes).

O desbaste gerou um total de 61 metros estéreo ou 43 m³ (Figura 13), o que representa um volume médio de 0,03 m³ por indivíduo alcançados após quatro anos do plantio. Salienta-se que, neste desbaste, um volume considerável de madeira ainda está concentrado em galhos finos e copa, sendo esperado um aumento considerável de volume de madeira a partir do crescimento em DAP esperado nos próximos anos.



Figura 13. Visão geral do volume de madeira resultante do primeiro desbaste ocorrido em 2016.

• Danos causados por insetos e fungos

As formigas cortadeiras podem causar danos em geral pouco significativos em plantios de bracinga e mais restritos a áreas agrícolas recém-abandonadas; observa-se claramente que há preferência das formigas por outras espécies arbóreas, em especial o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*). Os ataques podem eventualmente ser mais severos, havendo a necessidade do controle, seja por uso de iscas (como no presente estudo), inseticidas (a ser recomendado por técnico especializado), ou mesmo o uso de lã de carneiro em volta do tronco (impedindo o movimento das formigas). Em 2013, em levantamento de danos causados por formigas cortadeiras, observou-se que, na área 3, 12 árvores foram atacadas (2,6%) enquanto que 13 árvores (1,3%) tiveram danos detectados na área 2.

Por outro lado, o ataque de formigas cortadeiras na área 1 foi a principal causa da incomum taxa de mortalidade observada (> 40%) nesta área; devido à alta incidência de ataques, não foi feita a contagem de plantas com danos causados por formigas, mas apenas uma estimativa visual.

O monitoramento do ataque de formigas cortadeiras deve ser feito com frequência semanal até, ao menos, o segundo ano após o plantio.

Com o posterior desenvolvimento das plantas de bracinga, o besouro-serrador com frequência ataca o galho central, causando a sua morte (normalmente o galho central é o de maior DAP nos primeiros anos quando os laterais ainda são relativamente finos (Figura 14). A partir deste momento, a bracinga tende a privilegiar o desenvolvimento de vários galhos laterais que assumem o crescimento em altura da



Figura 14. Bracinga bifurcada após ataque do besouro-serrador a seu tronco. Em detalhe, efeito do ataque do serrador em tronco, que causa sua quebra.

árvore, a qual cresce a partir de então com uma copa com múltiplos galhos. Nestes casos, a forma da árvore fica comprometida, em especial se o foco é o crescimento de um tronco reto e livre de deformidades e nós.

Embora a ocorrência do besouro-serrador seja esperada em populações de bracatinga, a incidência pode variar entre locais e entre anos de crescimento. Apesar da dificuldade na predição de ataques mais severos, caso tenha sido observado nas proximidades dos plantios ataque significativo, é recomendável a coleta e posterior queima dos ramos cortados. Pode-se adicionalmente efetuar o controle por via da redução da população do besouro a partir do uso de armadilhas, industriais ou caseiras, tal como o uso de atrativos a base de suco de uva (Janaína Pereira dos Santos, Epagri Caçador, comunicação pessoal).

Observou-se, também, infestação de plantas de bracatinga por cochonilha (ordem Homóptera, superfamília Coccoidea). Em geral, a ocorrência de cochonilhas é relativamente restrita, sendo mais perceptível quando ocasiona o escurecimento dos troncos e subsequente formação da fumagina. Nos plantios a fumagina tem-se limitado aos galhos laterais, ao contrário do comumente observado que é a sua ocorrência sobre o tronco principal das plantas. Não se sabe ao certo o efeito sobre o desenvolvimento das árvores, embora seja possível imaginar um impacto negativo, tendo em vista a característica fitófaga de tais insetos, isto é, alimentam-se da seiva de plantas. Por outro lado, a fumagina formada sobre os troncos é a matéria-prima para a produção do mel de melato, tipo de mel de origem não floral e importante para a economia local.

Dependendo do nível de ocorrência de cochonilhas, há ampla formação da fumagina que acaba se acumulando sobre as folhas da vegetação. Em sistemas de produção, em particular nos descritos neste trabalho, a fumagina tem-se mostrado bastante danosa às plantas de erva-mate sombreadas pela bracatinga (Figura 15). Neste caso, observa-se a formação de uma camada enegrecida por sobre as folhas da vegetação inferior ao dossel da bracatinga, que impede a fotossíntese das plantas, diminuindo notavelmente o desenvolvimento ou mesmo causando a mortalidade em especial de mudas de erva-mate, ou mesmo outras culturas associadas à bracatinga.

No período 2017-2018, ao contrário dos casos mais comuns de infestação com a fumagina de tronco da bracatinga, observou-se a formação de grande infestação de cochonilhas (Figura 16). Embora inicialmente de ocorrência limitada, sua dispersão crescente nos plantios de bracatinga, em especial na área 1, tem causado problemas sérios aos plantios de bracatinga.

A infestação se agravou durante os meses de verão, causando uma rápida perda de vitalidade das árvores de bracatinga que passaram a apresentar copas com inúmeros galhos secos e poucas folhas (Figura 17), o que tem causado a mortalidade gradual das árvores.

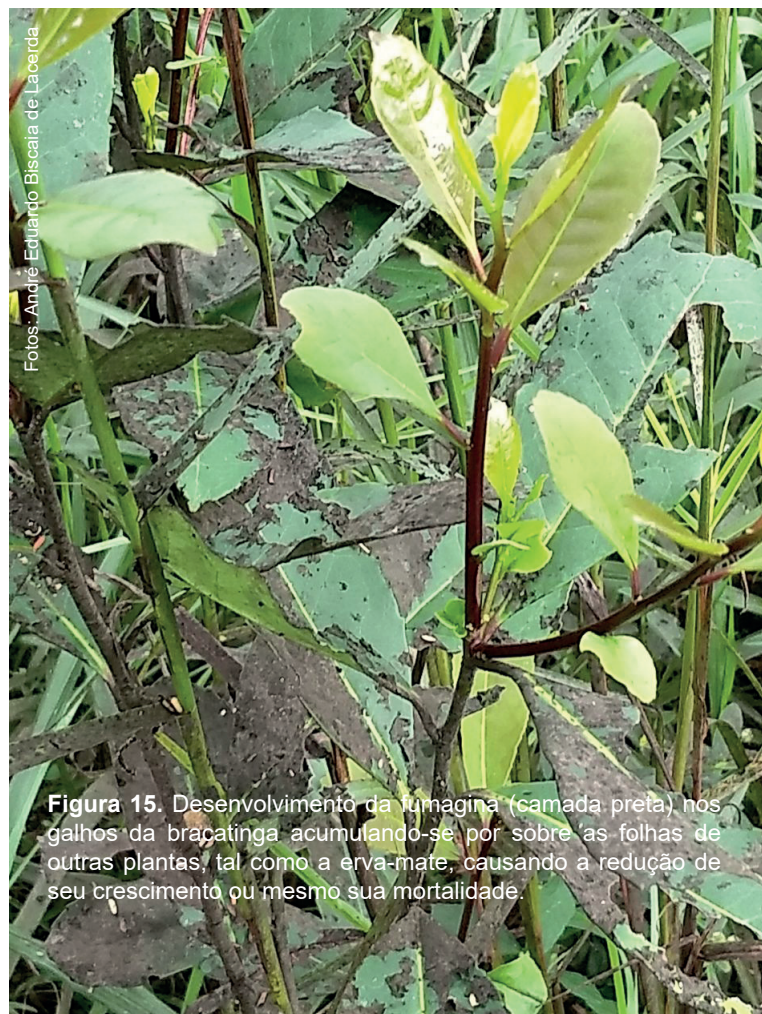


Figura 15. Desenvolvimento da fumagina (camada preta) nos galhos da bracatinga acumulando-se por sobre as folhas de outras plantas, tal como a erva-mate, causando a redução de seu crescimento ou mesmo sua mortalidade.



Figura 16. Visão geral e detalhe de infestação por cochonilhas que podem causar grave perda da vitalidade das árvores.



Figura 17. Visão geral da área 1 antes e depois de grave infestação da bracatinga por cochonilhas

A aplicação de inseticidas naturais ou químicos pode ser necessária (com a devida orientação técnica), embora haja dificuldade inerente ao controle, tendo em vista que os galhos infestados estão em alturas de difícil acesso (superior a 6 m). Casos de infestação como o mencionado parecem ser pouco comuns, mas merecem um estudo de causas e controle aprofundado já que se iniciaram nas áreas de plantio. O entendimento inicial da infestação por cochonilha, na forma grave mencionada anteriormente, parece estar relacionado a um conjunto de eventos atípicos que ocorreram no período. O verão 2017-2018 esteve sob a influência do fenômeno climático La Niña, o qual tende a gerar taxas de precipitação pluviométrica abaixo da normalidade, causando estiagem pronunciada. A seca severa que atingiu a região causou um estresse hídrico que atingiu a vegetação de forma geral, ao mesmo tempo em que parece ter favorecido o desenvolvimento daqueles insetos. Portanto, à disponibilidade insuficiente de água no solo para o desenvolvimento normal da bracatinga.

ga somou-se à infestação, em grande escala, de cochonilhas que exacerbou os efeitos do estresse hídrico, causando efeitos negativos permanentes (mortalidade) e passageiros (redução temporária do crescimento) das árvores na área 1.

• Coroamento e controle de vegetação espontânea

O controle da vegetação espontânea nos plantios tem sido realizado de forma cíclica. Após o plantio fez-se um coroamento com roçadeira costal, de forma a evitar a competição das plantas espontâneas de verão e, assim, não permitindo o sufocamento das mudas. A partir do segundo ano (2013), o coroamento foi realizado de forma mais seletiva, tendo em vista que o azevém, desenvolvido a partir de banco de sementes, cobriu o solo e conteve a vegetação espontânea até aproximadamente dezembro. A partir da maturação desta espécie de cobertura de inverno, a volta das espécies de verão exigiu o corte mecanizado entre-linhas e com roçadeira costal ao redor das plantas.

A partir do segundo ano, com o desenvolvimento em altura da bracatinga, o coroamento tornou-se desnecessário, mantendo-se apenas uma roçada mecanizada nas entrelinhas (Figura 18), procedimento ainda utilizado. Tal limpeza se mantém para dar acesso às plantas no plantio, para possibilitar o manejo da regeneração natural entre plantas de bracatinga, assim como para controle de cipós que frequentemente dominam tal regeneração.



Foto: André Eduardo Biscaia de Lacerda

Figura 18. Roçada mecanizada para controle da vegetação espontânea nas entrelinhas do plantio de bracatinga.

Dependendo do sistema de plantio ao qual a bracatinga esteja associada, e em especial no caso de consórcios que requeiram roçadas mais frequentes, como no caso da erva-mate, é importante observar os possíveis danos nos troncos da bracatinga. De fato, ao realizar o controle de vegetação espontânea em plantios consorciados, é comum o resvalo da roçadeira manual na base de árvores de bracatinga (Figura 19), os quais abrem cortes de difícil cicatrização.

Além de a cicatrização limitada ser inerente à espécie, os cortes acontecem geralmente rente ao solo e, devido à permanência do tronco coberto pela vegetação por longos períodos, acaba-se por criar um ambiente mais úmido e, portanto, mais suscetível ao desenvolvimento de fungos que atacam a madeira da própria bracatinga. Quando aparentemente cicatrizado, o tronco desenvolve uma base mais larga que, por vezes, esconde um tronco apodrecido. Os danos causados na roçada mecanizada também podem vir a ser importantes quando do resvalo do trator ou roçadeira no tronco da bracatinga.

Foto: André Eduardo Biscaia de Lacerda



Figura 19. Detalhe da base do tronco de uma árvore de bracatinga com base alargada, em resposta à cicatrização por resvalo com roçadeira costal.

Ainda merece destaque a cobertura de inverno proporcionado pelo crescimento do azevém (*Lolium multiflorum*) oriundo do banco de sementes remanescente. Esta espécie de forrageira de inverno é remanescente de plantio agrícola anterior e que, ainda viável no banco de sementes, encontrou condições adequadas de crescimento neste tipo de plantio. Em especial, mostrou-se ser benéfico o consórcio com o azevém já que este recobre o terreno durante o período invernal, diminuindo a necessidade de roçadas periódicas para controle da vegetação espontânea.

A presença de forrageira de inverno, além de formar camada abundante de serapilheira, cria um ambiente de transição solo/raiz mais úmido e que induz à proliferação de uma microfauna mais diversa e sistema radicular sadio. Finalmente, o uso deste tipo de cobertura de inverno também tem-se mostrado bastante benéfico quando da integração com outras culturas, especialmente com a erva-mate (Figura 20). Neste sistema, a erva-mate se beneficia de um microambiente mais úmido no qual a cobertura do solo por azevém reduz a mato competição, ao mesmo tempo em que não impõe competição direta por luz.



Foto: André Eduardo Biscaia de Lacerda

Figura 20. Vista geral do interior da área 1 com cobertura de solo durante o inverno, com azevém. Ao centro, plantas de erva-mate e copa quebrada de bracatinga em função de podridão de tronco causada pela não cicatrização de galho podado.

4 Dinâmica dos solos em plantios de bracinga

Não houve mudanças significativas no solo cinco anos após a implantação dos sistemas com bracinga (Tabela 1). O solo inicialmente mostrava-se com elevada saturação de bases (V%) em função da realização de calagens sistemáticas e uso de adubos solúveis para a realização dos cultivos anuais.

Tabela 1. Caracterização química do solo para os diversos plantios experimentais.

| Local/parâmetros | pH | Al ⁺³ | H + Al ⁺³ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | T | P | NT | CT | V | m |
|--|-------------------|------------------------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|------|---------------------|-----|-----|----|------|
| | CaCl ₂ | cmol _c dm ⁻³ | | | | | | mg dm ⁻³ | % | | | |
| Ano do plantio: 2012 | 5,81 | 0,07 | 5,37 | 12,60 | 1,30 | 0,44 | 19,7 | 3,6 | 0,2 | 4,2 | 72 | 0,58 |
| Área Testemunha* | 5,13 | 3,18 | 5,36 | 6,72 | 4,91 | 1,02 | 15,6 | 8,9 | 1,3 | 2,8 | 31 | 41,0 |
| Bracinga em plantios de 6,0 m x 1,5 m (área 1)* | 5,00 | 0,09 | 5,97 | 9,49 | 1,19 | 0,29 | 16,9 | 2,8 | 0,4 | 4,7 | 64 | 1,0 |
| Bracinga em plantios de 6,0 m x 1,5 m (área 2)* | 5,37 | 0,03 | 4,53 | 10,74 | 2,22 | 0,22 | 17,7 | 2,2 | 0,4 | 4,8 | 74 | 0,0 |
| Bracinga em plantios de 16,0 m x 1,5 m (renques) (área 3)* | 5,07 | 0,09 | 7,33 | 7,97 | 2,69 | 0,37 | 18,4 | 2,6 | 0,4 | 5,0 | 60 | 1,0 |
| Bracinga em plantios de 16,0 m x 1,5 m (entre renques) (área 3)* | 5,26 | 0,00 | 6,22 | 8,28 | 3,01 | 0,47 | 17,9 | 3,9 | 0,4 | 4,6 | 66 | 0,0 |

* Análises efetuadas em 2017.

Chamam a atenção os teores de K, Mg, P e N na área testemunha, coberta predominantemente por espécies herbáceas e arbustivas do gênero *Baccharis*, *Senecio* e *Plantago*. Cabe mencionar que a testemunha se localiza em uma área de deposição, com acúmulo de sedimentos vindos das porções superiores do terreno, o que contribui para o incremento dos nutrientes mencionados.

As alterações observadas entre as áreas de plantio da bracinga estão relacionadas ao relevo e ao tipo de solo, mas também por influência da serapilheira depositada sobre o solo, ao longo dos anos, em função dos diferentes tipos de cobertura. Pode-se observar uma pequena diferença no plantio de 16 m x 1,5 m onde a área entre renques apresenta uma tendência de incremento da saturação em bases, em relação ao renque de plantio. De acordo com Reissmann e Wisnewski (2005), a serapilheira armazena grande quantidade de nutrientes, sendo que parte deles pode permanecer imobilizada se a decomposição da biomassa for muito lenta. Por outro lado, a mineralização de nutrientes permite sua reabsorção pelas raízes finas que se introduzem na serapilheira acumulada. Quanto maior o número de raízes maior a absorção de nutrientes. Baggio e Carpanezzi (1997) observaram que, na serapilheira de bracingais nativos, ocorrem maiores conteúdos de N, K, Ca, Mg e P, em relação à porção lenha e galhos. Boa parte da serapilheira é constituída por folhas, frutos, flores e ramos finos, e sua deposição contínua contribui para cobertura e incorporação gradativa de nutrientes ao solo. Em relação às três áreas de bracinga, a área 2 foi a que apresentou uma tendência de maior acúmulo do elemento Ca, influenciando no aumento da saturação de bases em relação às demais áreas.

5 Desenvolvimento da bracatinga

• Mortalidade

Os diferentes plantios tiveram comportamentos distintos em relação à mortalidade, sendo a menor taxa obtida na área 2 com um nível inicial (2012) abaixo de 10% e a maior na área 1 com aproximadamente 38% (Tabela 2). Enquanto as taxas de mortalidade nas áreas 2 e 3 (9,4% e 19%) estão próximas dos valores encontrados por Carvalho (1981), onde se encontrou mortalidade entre 1% e 15% para plantios, Carpanezzi e Laurent (1988) descrevem mortalidades na área de ocorrência natural da bracatinga variando entre 6% e 30%.

Quanto à alta mortalidade encontrada na área 1, pode-se atribuí-la a um conjunto de fatores os quais, em parte, explicam as taxas observadas, como a ocorrência mais intensa de ataque de formigas cortadeiras, porção do plantio em área de solo com hidromorfia parcial e danos causados por besouro-serrador.

Apesar da maior mortalidade na área 1, os demais plantios mostraram taxas que confirmam a alta sobrevivência de mudas de bracatinga, tanto em espaçamentos adensados como em densidades amplas. Ressalta-se, portanto, que os tratos silviculturais são essenciais nos primeiros dois anos, desde o plantio para o alcance de altas taxas de sobrevivência, em especial em anos de seca prolongada e no caso de ataque intenso de formigas cortadeiras.

• Crescimento em altura

Os indivíduos alcançaram alturas médias de aproximadamente 2,8 m no primeiro ano após o plantio, sendo que a variação entre as três áreas foi não significativa ($F_{(2,4050)} = 2,2279$; $P = 0,1079$), variando entre 2,8 m e 2,9 m (Tabela 3; Figura 2B, Figura 3B e Figura 4B). Deve-se observar que, ao alcançar tais alturas, os indivíduos já requerem uma primeira desrama (Figura 2B; mais detalhes no item 3).

Carvalho (1981), para três municípios do Paraná, encontrou valores entre 1,41 m e 2,76 m de altura para plantios entre sete e oito meses de idade, o que pode indicar certa convergência de valores com os obtidos neste estudo; entretanto há de se observar a dificuldade nesta comparação devido à diferença de idade das plantas, superior neste estudo.

O crescimento a partir de 2014 sofreu uma importante aceleração no qual os indivíduos mais que dobraram suas alturas, aumentando em média 3,9 m em altura, alcançando na média geral 6,8 m. Dentre os diferentes plantios, a área 2 alcançou altura média de 7,3 m, representando um aumento de 4,3 m entre 2013 e 2014 (aumento de 148%, Figura 2C). Embora os demais sistemas tenham apresentado resultados menores, estes ainda assim podem ser considerados altos, sendo que na área 1 as plantas alcançaram altura média de 6,7 m (139% de aumento, Figura 3C), enquanto na área 3 as alturas médias chegaram a 6,4 m (128%, Figura 4C). Tais resultados implicam em um aumento na altura de 3,9 m para a área 1 e 3,6 m para a área 3 em apenas um ano. Apesar das diferenças entre as áreas, as diferenças continuaram não significativas ($F_{(2,724)} = 0,3402$; $P = 0,0712$).

Note-se que os crescimentos apresentados pelos plantios são similares a experimento conduzido por Carvalho (1981), no qual o autor encontrou altura média de 6,8 m, aos 21 meses, para indivíduos plantados em Campo Mourão, PR. O mesmo autor encontrou resultados visivelmente inferiores para plantios em outras três regiões do Paraná (sudoeste, noroeste e litoral), onde as alturas médias foram de apenas 2,46 m.

O crescimento no terceiro ano (2015) foi obtido apenas para a área 1. Neste sistema as alturas tiveram um incremento médio de 2,8 m (42%), com altura média de 9,5 m, e variação entre as alturas mínimas e máximas de 7,5 m e 12 m, respectivamente. Considerando os valores relativamente similares entre os plantios no ano de 2014 e sua convergência em 2016, é razoável que o aumento em 2015 tenha sido próximo ao obtido para a área 1, talvez com um aumento percentual menor para a área 2 e pouco maior para a 3.

Nas avaliações de 2014 e 2016, as taxas de crescimento foram inferiores àquelas ocorridas em 2013 (Tabela 1), tendo sido observado crescimento médio anual entre os diferentes plantios de 1,6 m, o que representa um aumento médio por volta de 23% ao ano (total de 47% em dois anos). Contrariamente ao período anterior (2013-2014), na área 2 observou-se o menor crescimento (37,5%), enquanto a área 1 teve aumento de 49% e a área 3 alcançou 54%. Apesar das diferenças em termos de crescimento entre os plantios, as alturas médias chegaram em 2016 com valores muito próximos (diferenças não significativas; $F_{(2,847)} = 0,1566$; $P = 0,692$), convergindo para uma altura média geral de aproximadamente de 9,9 m. Já na comparação com bracatingais manejados na região metropolitana de Curitiba, Carpanezzi e Laurent (1988) encontraram um valor de 9,4 m para altura dominante, no quarto ano, indicando um crescimento acelerado em plantios da espécie, em relação a bracatingais oriundos de regeneração natural.

• Crescimento em DAP

De forma similar ao crescimento em altura, o DAP dos indivíduos de bracatinga chegou ao final do primeiro ano (2013) com valores significativamente similares ($F_{(2,3440)} = 0,9588$; $P = 0,3834$) e cuja média geral alcançou 2,2 cm (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de DAP (médio, mínimo e máximo) para indivíduos de bracatinga nos diferentes plantios de bracatinga, de 2013 a 2016.

| Área de plantio | DAP (cm) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| | 2013 | | | 2014 | | | 2015 | | | 2016 | | |
| | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. | méd. | mín. | máx. |
| Área 1 (6 m x 1,5 m) | 2,2 | 0,4 | 7,3 | 7,4 | 0,9 | 15,9 | 11,0 | 6,4 | 17,0 | 12,2 | 2,1 | 23,1 |
| Área 2 (6 m x 1,5 m) | 2,1 | 0,3 | 8,2 | 7,4 | 1,1 | 11,8 | - | - | - | 11,5 | 2,9 | 20,4 |
| Área 3 (16 m x 1,5 m) | 2,2 | 0,3 | 6,3 | 8,0 | 0,9 | 15,9 | - | - | - | 16,2 | 4,9 | 28,5 |
| Média geral | 2,2 _{ns} | 0,3 | 7,3 | 7,6 _{ns} | 1,0 | 14,5 | - | - | - | 13,3* | 3,3 | 24,0 |

ns = diferenças não significativas para $\alpha = 0,05$; * = diferenças significativas para $\alpha = 0,05$.

Já no segundo ano (2014), o crescimento em DAP mostrou aumentos importantes e cujo valor médio geral atingiu 7,6 cm. Ao contrário do crescimento em altura, a área 3 apresentou o maior aumento em DAP, alcançando média diamétrica de 8 cm (263% de aumento). Já a área 2 alcançou o segundo maior crescimento em DAP, com aumento de 252%, chegando a uma média de 7,4 cm. Finalmente, a área 1 obteve valor médio igual à área 2, embora este tenha tido um aumento relativo inferior relativo, mas ainda expressivo, alcançando 236%. As variações encontradas, entretanto, não foram significativas ($F_{(2,724)} = 1,3708$; $P = 0,2545$).

Em comparação com outros estudos, os resultados para o crescimento em DAP neste estudo foram muito próximos ao observado por Carvalho (1981), para plantio em Campo Mourão, PR, onde o autor encontrou 7,5 cm de DAP, aos 21 meses de crescimento. Por outro lado, o crescimento no terceiro ano do presente estudo foi muito distinto para os 5,2 cm de DAP (aos três anos de idade)

encontrado por Shimizu (1987), perfazendo uma diferença de mais de 100% a favor do crescimento obtido na área 1. É interessante que o estudo mencionado foi utilizado como base para a escolha de procedências para melhoramento genético da espécie que, ao final, descartou Caçador como uma procedência preferencial. Pelo observado aqui, o crescimento em plantios de bracatinga em Caçador merece reavaliação para fins de melhoramento e produção de forma geral, tendo em vista o excepcional crescimento, já que foram encontrados valores superiores inclusive à melhor procedência listada no supramencionado estudo (41% a mais).

Em 2015 foram coletados dados apenas para a área 1. Nesse sistema, o DAP médio alcançou 11 cm com variação relativamente alta, cujo valor mínimo observado foi 6,4 cm e o máximo foi 17 cm. O aumento de crescimento relativo ao ano anterior foi 49%, consideravelmente inferior ao observado no ano de 2014 (236%), mas ainda alto, tendo em vista que as árvores cresceram em média 3,6 cm em DAP, em um ano. Embora não se tenha valores para os demais plantios, baseado naqueles obtidos em 2015 para a área 1, e os valores de 2014 e 2016 para todos os plantios, é possível estimar um aumento relativamente menor na área 2 em relação aos 49% de aumento do DAP da área 1, entre 2014 e 2015 e por consequência, um valor comparativamente muito superior à área 3.

Finalmente, ao final do quarto ano (2016), a taxa de crescimento em DAP continuou a ser superior na área 3 (102%) quando alcançou média de 16,2 cm; o ritmo foi menor do que no período anterior, mas, ainda assim destacando-se em relação ao crescimento dos outros plantios. A área 1 chegou a uma taxa de crescimento de 65% com um DAP médio de 12,2 cm, enquanto a área 2 obteve a menor taxa (52%), atingindo 11,5 cm.

Interessante observar que o resultado encontrado diferiu de forma evidente em relação ao DAP dos bracatingais manejados nas proximidades de Curitiba, onde o valor médio para árvores de 4,5 anos de idade foi 7,3 cm (Carpanezzi; Laurent, 1988), ou 34% menor ao encontrado em Caçador, aos quatro anos de idade. O referido estudo indica a medição realizada em outros municípios, sendo que o crescimento aqui observado ao quarto ano apenas se equipara em valores a bracatingais com mais de 9,5 anos, evidenciando o excelente crescimento dos plantios.

As diferenças no crescimento em altura dos plantios, ao final do terceiro ano, refletiram as variações quanto à forma de plantio das árvores de bracatinga, em especial quanto ao espaçamento entre linhas. Assim, o sistema com maior espaçamento entre as linhas (16 m; área 3) resultou em um menor crescimento em altura, mas com uma resposta maior em DAP. Ao haver menor competição lateral, as árvores reduzem seu crescimento em altura e investem no crescimento em DAP. Esta tendência se consolidou ao final do quarto ano (2016), no qual o DAP da área 3 foi significativamente superior às demais áreas ($F_{(2,847)} = 516,547$; $P < 0,0001$).

Adicionalmente às diferenças de crescimento em altura e DAP relacionado ao espaçamento de plantio, é relevante a forma das árvores. Não somente as árvores submetidas a uma menor competição lateral possuem maior crescimento diamétrico, mas também tendem a assumir um formato de copa mais arredondado e, principalmente, tendem a criar múltiplos galhos laterais a alturas mais baixas, formando uma copa de maior DAP. Caso não seja feita a desrama sistemática, por desenvolverem uma copa mais larga, as árvores tenderão a diminuir o espaço disponível às outras espécies no caso de consórcios, assim como há perda de valor comercial, especialmente para aproveitamento de produtos com maior valor agregado (serraria). Ao final do quarto ano, os três plantios tiveram indivíduos alcançando valores superiores ao mínimo considerado ideal para o uso em serraria (15 cm DAP; Weber, 2007), sendo que a média das alturas superou tal valor, enquanto nas demais áreas os valores médios ainda se encontram aquém de tal limite.

• Incremento médio anual em volume de madeira (IMA)

Na observação do IMA para volume de madeira verificou-se o aumento proporcional para os anos de 2013 e 2014, para todos os plantios, porém para 2016 houve um destaque para a área 3, com praticamente o dobro do valor em relação aos demais plantios (Tabela 5). Este maior IMA refletiu diretamente o crescimento alcançado em DAP obtido por este plantio, o que pode ainda ter sido reflexo do maior espaçamento entre linhas (16 m), o que proporcionou uma menor competição entre as árvores de bracatinga na linha de plantio, nos primeiros anos após o plantio, associado ao desbaste efetuado em 2015 que diminuiu à metade a densidade de plantas. Por outro lado, o desbaste por si só não explicou o resultado superior na área 3, tendo em vista que o mesmo tratamento foi aplicado nos demais plantios, os quais também tiveram corte de 50% das árvores de bracatinga.

Tabela 5. Incremento médio anual de volume de madeira (IMA), em m³, para a bracatinga nas diferentes áreas de plantio, de 2013 a 2016.

| Área de plantio | IMA 2013 | IMA 2014 | IMA 2016 |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| Área 1 (6 m x 1,5 m) | 0,001064 | 0,014615 | 0,02921 |
| Área 2 (6 m x 1,5 m) | 0,001004 | 0,015690 | 0,02569 |
| Área 3 (16 m x 1,5 m) | 0,001064 | 0,016077 | 0,05099 |
| Média geral | 0,001044 | 0,015461 | 0,03530 |

6 Enriquecimento e diversificação de plantios com bracatinga

Os diferentes tipos de plantios experimentais apresentados utilizam como principal componente arbóreo a bracatinga. A escolha desta espécie se deu por variados motivos, dentre os quais a facilidade de coleta de sementes e produção de mudas, crescimento extraordinário, incorporação de nutrientes via sistema radicular (fixação de nitrogênio) e formação de camada orgânica. Tais características são ideais para a rápida restauração de ambientes degradados, os quais podem apresentar, em breve período, crescente diversificação de espécies por meio da regeneração natural. Esta diversificação pode ser manejada de forma a otimizar o crescimento de espécies de interesse, com consequente aumento da diversidade de espécies do sistema de produção, assim como do potencial produtivo local.

Neste contexto, avaliou-se a regeneração de espécies arbóreas que se regeneram sob o dossel formado nos plantios de bracatinga, bem como da área testemunha contígua aos plantios aqui descritos, a qual não sofreu qualquer tipo de manejo desde seu abandono ocorrido em 2010.

A avaliação da regeneração natural mostrou importantes diferenças entre as duas áreas de estudo. Apesar dos diferentes métodos utilizados para a avaliação, é possível se ter uma ideia dos efeitos de uma maior cobertura arbórea sobre os processos de regeneração natural. As árvores são poleiros naturais que fornecem abrigo e alimento para diversas espécies de aves que atuam como dispersores de diferentes espécies da flora.

Observou-se que, nos primeiros dois anos, a bracatinga ainda não haviam formado uma copa bem desenvolvida, com atração limitada à avifauna e com sombreamento de copa ainda reduzido (Figuras 3, 4 e 5). A partir do terceiro ano, com alturas médias de 9,5 m, as árvores de bracatinga já formavam um ambiente florestal com considerável sombreamento em seu interior, com copas amplas e mais atrativas à avifauna. Ainda neste período, as árvores de bracatinga atingiram sua fase

de maturidade e começaram a produzir flores e sementes, atraindo fauna polinizadora e dispersora de sementes. Assim, já ao final do terceiro ano de crescimento (2015), observou-se o aparecimento de variadas espécies arbustivas e arbóreas sob as copas da bracatinga.

Devido ao sistema de manejo do interior dos plantios, em especial ao controle de vegetação espontânea, a regeneração natural possui espaço para desenvolvimento entre os indivíduos de bracatinga por volta de 3 m (após o primeiro desbaste) e entre 50 cm e 80 cm, além dos troncos nas entre linhas, perfazendo uma área aproximada de 2 m². Este espaço coincide com parte considerável da projeção da copa da bracatinga, o que, por sua vez, cria a oportunidade de desenvolvimento de espécies arbóreas cuja dispersão de sementes se dá também por aves.

No ano de 2016 procedeu-se a primeira avaliação da regeneração natural nos plantios, tendo como foco principal a área 1. Nesta ocasião, foram identificadas 38 espécies arbóreas, sendo que, em relação ao número total de regenerantes (1.030 indivíduos com altura superior a 30 cm), a espécie *Ocotea puberula* foi a mais abundante com participação de 60,4% dos indivíduos, seguida por *Schinus terebinthifolius* com 9% de abundância (Tabela 6).

As espécies mais abundantes são pioneiras ou secundárias iniciais, destacando-se a canela-guaicá (*Ocotea puberula*) tanto por sua frequência, como pelo desenvolvimento em altura de vários indivíduos, em relação aos demais regenerantes. A diversidade observada indica uma clara diversificação no qual espécies comumente formadoras de florestas jovens (fase inicial de sucessão ecológica), tais como a aroeira (*Schinus terebinthifolius*), vacum (*Allophylus edulis* e *A. sericeus*), capororoca (*Myrsine ferruginea*), dentre outras estão presentes (Figura 21).

Além da grande diversificação da regeneração natural, é relevante o elevado número de regenerantes, tendo-se encontrado um total de 1.030 regenerantes sob uma floresta com 1.629 árvores de bracatinga. Aliado à abundância da regeneração, é relevante o rápido desenvolvimento dos regenerantes, onde é comum indivíduos acima de 2 m de altura, sendo a altura máxima encontrada de 5,8 m. Este resultado demonstra que, ao criar um ambiente florestal rapidamente, o plantio de bracatinga proporcionou tanto fonte direta à alimentação da fauna, como também maior complexidade ambiental em função da diversificação de espécies.

Outro aspecto de grande relevância na presença de abundante e diversa regeneração é a ampliação de oportunidades para o manejo dos plantios. Tendo em vista que o manejo da bracatinga retira percentagem da cobertura florestal, aliada ao ciclo curto da espécie, a ocorrência desta regeneração natural possibilita a incorporação de outras espécies ao sistema, aumentando a diversidade e, ao mesmo tempo, ampliando o potencial comercial madeireiro e não madeireiro na área dos plantios.

No presente caso, já se iniciaram as atividades de manejo da regeneração natural de modo a diminuir a competição, principalmente pela retirada de cipós sobre os regenerantes, bem como a sua desrama.

Um aspecto adicional e de grande relevância para a diversificação dos plantios com bracatinga foi a observação de sua primeira floração no ano de 2014, portanto, aproximadamente 30 meses após seu plantio. Esta floração tem ocorrido consistentemente em agosto e setembro, enquanto a maturação e dispersão de sementes têm sido observadas entre os meses de janeiro e março, consistente com a descrição da espécie para o estado de Santa Catarina (Carvalho, 2002). A observação do início rápido da produção de sementes da bracatinga é de grande interesse para a atração de fauna que auxilia no aumento da diversidade de espécies via regeneração natural.

Tabela 6. Família, nome científico, abundância relativa (percentagem do número de plantas de uma espécie em relação ao número total de plantas) e dispersão das espécies encontradas na área 1.

| Família | Nome científico | Nome comum | Abundância relativa (%) | Síndrome de dispersão |
|----------------|---------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| Anacardiaceae | <i>Schinus terebinthifolius</i> | aroeira | 9,0 | zoocórica |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex brevicuspis</i> | caúna | 0,2 | zoocórica |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex paraguariensis</i> | erva-mate | 0,1 | zoocórica |
| Bignoneaceae | <i>Jacaranda puberula</i> | caroba | 0,2 | anemocórica; zoocórica |
| Euphorbiaceae | <i>Sapium glandulatum</i> | leiteiro | 1,8 | zoocórica |
| Fabaceae | <i>Machaerium</i> sp. | machaerium | 0,9 | anemocórica; zoocórica |
| Fabaceae | <i>Dalbergia frutascens</i> | cipó-de-estribo | 0,4 | anemocórica; zoocórica |
| Fabaceae | <i>Mimosa scabrella</i> | bracatinga | 0,1 | anemocórica; zoocórica |
| Fabaceae | <i>Inga</i> sp. | ingá-feijão | 0,1 | zoocórica |
| Flacourtiaceae | <i>Casearia decandra</i> | guaçatunga-miúda | 0,5 | zoocórica |
| Flacourtiaceae | <i>Casearia</i> sp. | casearia | 0,1 | zoocórica |
| Indeterminada1 | Indeterminada1 | indeterminada1 | 0,1 | |
| Indeterminada2 | Indeterminada2 | indeterminada2 | 0,1 | |
| Indeterminada3 | Indeterminada3 | indeterminada3 | 0,2 | |
| Lauraceae | <i>Ocotea puberula</i> | canela-guaicá | 60,4 | zoocórica |
| Lauraceae | <i>Nectandra grandiflora</i> | canela | 0,2 | zoocórica |
| Meliaceae | <i>Cedrela fissilis</i> | cedro | 1,8 | anemocórica; zoocórica |
| Myrsinaceae | <i>Myrsine ferruginea</i> | capororoca | 4,5 | zoocórica |
| Myrsinaceae | <i>Myrsine coriacea</i> | capororoquinha | 0,6 | zoocórica |
| Myrtaceae | Myrtaceae1 | myrtaceae1 | 0,4 | |
| Myrtaceae | <i>Campomanesia</i> sp. | guabioba | 0,1 | zoocórica |
| Myrtaceae | Myrtaceae2 | myrtaceae2 | 0,1 | |
| Myrtaceae | Myrtaceae3 | myrtaceae3 | 0,1 | |
| Rhamnaceae | <i>Rhamnus sphaerosperma</i> | fruto-de-pombo | 0,5 | zoocórica |
| Rosaceae | <i>Prunus brasiliensis</i> | pessegueiro | 1,1 | zoocórica |
| Rubiaceae | <i>Coussarea contracta</i> | peloteira | 0,4 | zoocórica |
| Rutaceae | <i>Zanthoxylum kleinii</i> | juvevê | 2,6 | zoocórica |
| Rutaceae | <i>Matayba elaeagnoides</i> | miguel-pintado | 0,5 | zoocórica |
| Rutaceae | <i>Cupania vernalis</i> | camboata | 0,4 | zoocórica |
| Sapindaceae | <i>Allophylus edulis</i> | vacum | 4,6 | zoocórica |
| Sapindaceae | <i>Allophylus guaraniticus</i> | vacunzinho | 0,2 | zoocórica |
| Sapindaceae | <i>Allophylus sericeus</i> | vacum-peludo | 3,3 | zoocórica |
| Solanaceae | <i>Solanum erianthum</i> | fumeiro | 1,0 | zoocórica |
| Solanaceae | <i>Solanum inaequale</i> | cuivira | 0,1 | zoocórica |
| Solanaceae | <i>Solanum</i> sp. | solanum | 0,5 | zoocórica |
| Solanaceae | <i>Solanum variabile</i> | juveva | 0,5 | zoocórica |
| Solanaceae | <i>Solanum inaequale</i> | cuivira | 0,1 | zoocórica |
| Symplocaceae | <i>Symplocos uniflora</i> | maria-mole | 0,1 | zoocórica |
| Verbenaceae | <i>Aegiphila sellowiana</i> | pau-de-gaiola | 2,1 | zoocórica |



Figura 21. Vista geral do interior da área 1 com intensa regeneração natural de espécies arbóreas (esquerda), aos quatro anos de idade, e detalhe de indivíduo regenerante de aroeira (direita).

Finalmente, a comparação do desenvolvimento dos plantios em relação à área abandonada e não manejada (testemunha) possibilitou observar comparativamente as vantagens do uso da bracatinga para a restauração de ambientes degradados (Figura 22). A área testemunha, após seis anos de abandono (2010-2016), era formada prioritariamente por espécies arbustivas de até 3,5 m sob a qual a vegetação herbácea se desenvolvia (*Baccharis* spp., *Senecio* spp., *Plantago* spp, *Paspalum* spp.), com poucos regenerantes arbóreos.

Na amostragem por meio de parcelas de 1 m² estabelecidas em 2 transectos seguindo as direções cardeais principais, observou-se que, em 29 amostras, foram encontradas 31 regenerantes de quatro espécies (bracatinga, aroeira, capororoca e canela-guaicá). Destes regenerantes, 24 estavam a menos de 30 m de borda com floresta, sendo que apenas os demais indivíduos (seis aroeiras e uma canela-guaicá) foram observados no interior da área testemunha, ou seja, sob uma menor influência da vegetação adjacente. Ademais, o maior desenvolvimento dos regenerantes nas bordas é notável, sendo que junto à borda, na beira de uma cerca, já há formação de um estrato arbóreo com alturas acima de 2,5 m, enquanto que no interior apenas um indivíduo possuía altura maior que 0,5 m.

Em uma análise comparativa, a partir da introdução de um sistema simples baseado em plantios de bracatinga, em apenas quatro anos, observou-se a ocorrência de 40 espécies arbóreas (38 via regeneração, mais erva-mate e bracatinga plantadas) contra uma pouco diversificada e localizada regeneração em área de restauração por abandono.

Fotos: André Eduardo Biscaia de Lacerda



Figura 22. Visão geral da área 1 com plantio de bracatinga aos 4 anos de idade (esquerda) e área abandonada após 6 anos (direita).

7 Considerações finais

Os resultados aqui apresentados demonstram o rápido desenvolvimento da bracatinga por meio de plantios, especialmente em diâmetro, o qual rapidamente atinge as dimensões mínimas para o seu aproveitamento como produtos madeiros de maior valor agregado, tal como para o setor moveleiro e de pisos. Ainda, vislumbra-se o potencial de melhoramento genético da espécie, a fim de se obter materiais responsivos a esta variável, otimizando seu potencial e tornando-a ainda mais atrativa para uso em plantios florestais. Neste contexto, o presente trabalho também contribui para o avanço no conhecimento silvicultural da espécie, elucidando variados passos a serem seguidos na condução dos indivíduos, a fim de se obter plantas com características desejáveis, tais como troncos livre de nós, retos e não bifurcados.

Outro aspecto relevante é a observação da excepcional capacidade de agregação de benefícios ambientais aos sistemas de produção. Destaca-se o rápido desenvolvimento de um ambiente florestal que, por sua vez, pode propiciar condições ambientais favoráveis à diversificação de nichos ecológicos e, por consequência, de espécies da fauna e flora, e da atividade microbiana do solo. Ainda, há a participação da bracatinga na melhoria da fertilidade do solo, não só pela incorporação de matéria vegetal e respectiva formação de serapilheira, mas também pela adição de nitrogênio via relações simbióticas.

O rápido desenvolvimento da bracatinga, formando um ambiente florestal em menos de três anos, e a abundante ocorrência de regeneração natural de outras espécies arbóreas indicam o grande potencial do uso da espécie para fins econômicos e de restauração ambiental.

Os resultados até agora obtidos para os plantios de bracatinga na EEEC demonstram o potencial de desenvolvimento de sistemas flexíveis, onde o rápido crescimento da espécie prevê produtos madeireiros já a partir do quarto ano, ao mesmo tempo em que cria as condições ambientais necessárias para a introdução de outras espécies, formando sistemas de produção com maior diversidade de espécies, oportunidades para diversificação de produtos e maximização dos serviços ambientais.

8 Agradecimentos

Aos colegas Arnaldo de Oliveira Soares e Carlos Úrio pelo apoio essencial nas atividades de campo.

Referências

- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracatingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 34, p. 17-29, 1997.
- CARPANEZZI, A. A.; LAURENT, J.-M. E. (Coord.). **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 70 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20). Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA.
- CARVALHO, P. E. R. **Bracatinga**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 12 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 59).
- CARVALHO, P. E. R. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em plantios experimentais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., 1981, Curitiba. **Bracatinga uma alternativa para reflorestamento**: anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p. 53-65. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 5).
- ELOY, E.; SILVA, D. A.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; BEHLING, A.; ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C. Caracterização da biomassa da madeira e da casca de *Mimosa scabrella* Benth cultivada em dois diferentes espaçamentos. **Ciência da Madeira**, v. 6, n. 1, p. 38-46, 2015.
- FAO. **The state of the world's forests 2015**: forest pathways to sustainable development. Rome, 2015.
- FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; STÉDILLE, L. I. B.; NICOLETTI, M. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Estrutura populacional, padrão espacial e estoque de carbono em bracatingais no planalto sul catarinense. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 227-234, 2016. DOI: 10.5380/ufv.v46i2.41584.
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. de. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology Biochemistry**, v. 29, n. 5-6, p. 897-903, 1997. DOI: 10.1016/S0038-0717(96)00229-5.
- GUEDES, F. A. G.; DEDECEK, R. A.; WISNIEWSKI, C.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J. Avaliação da biomassa e carbono do sistema agroflorestal da bracatinga. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 2., 2003, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 024R.

- MACHADO, S. A.; SOUZA, R. F.; APARECIDO, L. M. T.; RIBEIRO, A.; CZELUSNIAK, B. H. Evolução das variáveis dendrométricas da bracatinga por classe de sítio. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 199-207, 2015. DOI: 10.1590/01047760201521021222.
- MACHADO, S. A.; SOUZA, R. F.; JASKIU, E.; CAVALHEIRO, R. Construction of site curves for native *Mimosa scabrella* stands in the metropolitan region of Curitiba. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 489-497, 2011. DOI: 10.1590/S0104-77602011000400007.
- NIANG, A. J.; STYGER, U. E.; GAHAMANYI, A. Forage potential of eight woody species: intake and growth rates of local young goats in the highland region of Rwanda. **Agroforestry Systems**, v. 34, n. 2, p. 171-178, 1996. DOI: 10.1007/BF00148160.
- OFICINA SOBRE BRACATINGA NO VALE DO RIBEIRA, 2004, Curitiba. **Memórias**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. (Embrapa Florestas. Documentos, 134).
- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 135-165.
- ROOTHAERT, R. L.; PATERSON, R. T. Recent work on the production and utilization of tree fodder in East Africa. **Animal Feed Science and Technology**, v. 69, p. 39-51, 1997. DOI: 10.1016/S0377-8401(97)81621-5.
- ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MATTOS, P. P. de; GARRASTAZU, M. C.; SHIMIZU, J. Y. **Monitoramento na Reserva Florestal da Embrapa/Epagri (RFEE) em Caçador, SC**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (Embrapa Florestas. Documentos, 158).
- SHIMIZU, J. Y. Escolha de fontes de semente de bracatinga para reflorestamentos na região de Colombo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 15, p. 49-53, 1987.
- SILVA, L. C. R.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F.; FIGUEIREDO FILHO, A. Evolução estrutural de bracatingais da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 171-179, 2016.
- SOUZA, R. F.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; KOEHLER, H. S. Modelagem do carbono orgânico total e da lenha por unidade de área para bracatingais nativos. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 117-127, 2013.
- SPRENT, J. I.; SPRENT, P. **Nitrogen fixing organisms: pure and applied aspects**. New York: Chapman and Hall, 1990. 256 p.
- STEENBOCK, W.; SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C.; REIS, M. S. Ocorrência da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em bracatingais manejados e em florestas secundárias na região do planalto catarinense. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 845-857, 2011.
- THE STATE OF FOOD SECURITY AND NUTRITION IN THE WORLD: building climate resilience for food security and nutrition available. Rome: FAO, 2018.
- UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1, 2015. [New York], 2015.
- WEBER, K. S. **Manejo da Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Embrapa

Florestas

