

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Crescimento de espécies florestais em convivência
com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf
cv. Marandu**

Thainá Alves dos Santos

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**Crescimento de espécies florestais em convivência com *Urochloa brizantha*
(Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu**

THAINÁ ALVES DOS SANTOS

Sob a Orientação do Professor
Guilherme Montandon Chaer

e Co-orientação do Pesquisador
Alexander Silva de Resende

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

S237 Santos, Thainá Alves dos, 1991-
Santoc Crescimento de espécies florestais em convivência
com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf
cv. Marandu / Thainá Alves dos Santos. - 2017.
78 f.: il.

Orientador: Guilherme Montandon Chaer.
Coorientador: Alexander Silva de Resende.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Ciências
Ambientais e Florestais, 2017.

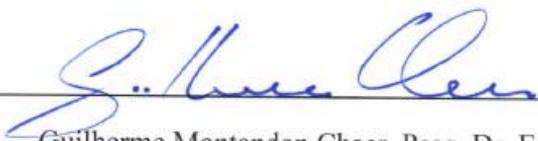
1. Plantas daninhas. 2. Reflorestamento. 3.
Matointerferência. I. Chaer, Guilherme Montandon,
1975-, orient. II. Resende, Alexander Silva de, 1974
, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Pós-Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

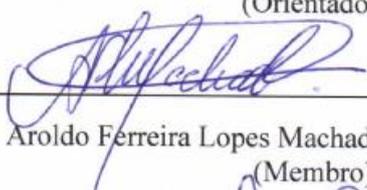
THAINÁ ALVES DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

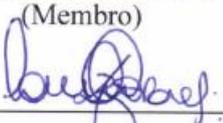
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/02/2017



Guilherme Montandon Chaer. Pesq. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)



Aroldo Ferreira Lopes Machado. Dr. DF/IA/UFRRJ
(Membro)



Luiz Fernando Duarte de Moraes. Pesq. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Membro)

DEDICATÓRIA

**“Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória pois, a ele eternamente.
Amém.”**

Romanos 11:36

AGRADECIMENTOS

A Deus, por trilhar meu caminho e proporcionar a realização dos meus sonhos.

Aos meus pais, Neusa Alves Honório e Adilson Ferreira dos Santos, por todo amor, confiança e investimento na minha formação.

Às minhas irmãs, Thaíza Alves dos Santos e Aline Alves dos Santos, por toda amizade e companheirismo.

Ao meu companheiro e amigo, Felipe Ferreira da Silva, por fazer meus dias melhores e ajudar em todas as etapas experimentais desta pesquisa.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por não somente possibilitar a minha formação em Ciências Biológicas, como o ingresso ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, no qual pude ampliar meus conhecimentos e crescer profissionalmente.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Unidade Agrobiologia, por toda infraestrutura que possibilitou a realização da pesquisa.

Ao orientador e pesquisador, Guilherme Montandon Chaer, por todo o conhecimento transferido e compreensão.

Ao co-orientador e pesquisador, Alexander Silva de Resende, pelo conhecimento transferido e por ser sempre solícito em ajudar.

Aos funcionários do Campo experimental Terraço e Casa de vegetação, por todas as ajudas prestadas, vivência e alto astral.

À equipe do Laboratório de Leguminosas Florestais da Embrapa Agrobiologia (estudantes, técnicos e pesquisadores) e à pesquisadora Janaína Rows, por toda assistência e convívio.

Aos professores Paulo Sérgio dos Santos Leles e Robert Macedo, à empresa Acácia Amarela e à Companhia Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE), pelo fornecimento de materiais essenciais para a realização dos experimentos.

À banca examinadora, pelo aceite na participação desta etapa e no enriquecimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos e todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

RESUMO GERAL

SANTOS, Thainá Alves dos. **Crescimento de espécies florestais em convivência com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu**. 2017. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A presença de gramíneas exóticas em áreas destinadas a reflorestamentos é um dos principais entraves para o crescimento e sobrevivência dos indivíduos plantados, seja pela competição por recursos e/ou alelopatia. O primeiro estudo dessa dissertação teve como objetivo avaliar o efeito da presença de *Urochloa brizantha* sobre o crescimento de espécies arbóreas do bioma Mata Atlântica, em Seropédica-RJ. O estudo abrangeu cinco experimentos em delineamento inteiramente casualizado, cada um contendo uma das seguintes espécies: *Cedrela fissilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Sapindus saponaria* e *Hymenaea courbaril*. Os tratamentos consistiram da presença ou ausência de *Urochloa brizantha* em convivência com a muda da espécie florestal. As unidades experimentais constavam de vasos contendo 16 kg de solo. Foram realizadas mensalmente avaliações de altura, diâmetro do coleto e mortalidade das mudas. Aos 180 dias pós-plantio mensurou-se a massa seca de parte aérea e radicular da espécie arbórea e da gramínea, separadamente. Os resultados evidenciaram forte interferência do capim-braquiarião sobre o crescimento das espécies florestais, sendo as massas seca de parte aérea e radicular as variáveis de crescimento mais afetadas. Dentre as espécies, *C. fissilis* apresentou alta mortalidade quando em convivência com *U. brizantha*, chegando a 83% de perdas a partir do quinto mês após o plantio. No segundo estudo foi avaliada a magnitude da competição por água, nutrientes e alelopatia imposta por *Urochloa brizantha* quando em convivência com *Schinus terebinthifolius*. Para isso, um estudo foi montado em casa de vegetação utilizando como princípio a exclusão seletiva da competição por água, nutrientes ou do efeito de alelopatia. As unidades experimentais consistiram de vasos de 18 kg com uma muda de *S. terebinthifolius*. O delineamento experimental constituiu de um fatorial completo inteiramente casualizado com 3 fatores: (1) convivência ou não com *U. brizantha*, plantada na densidade de 4 mudas por vaso; (2) fornecimento de nutrientes limitante (25% da dose recomendada) e não-limitante (200% da dose recomendada) e (3) o fornecimento de água limitante (umidade mantida entre ponto de murcha a 50% da capacidade de campo) e não-limitante (umidade mantida entre 60 a 80% da capacidade de campo). Foram realizadas mensalmente avaliações de altura e diâmetro do coleto das mudas. Aos 180 dias mensurou-se a massa seca da parte aérea e radicular da espécie arbórea e da gramínea. Os resultados evidenciaram forte competição da gramínea sobre a espécie arbórea. O convívio com a gramínea reduziu, em média, em 30,5 cm a altura, em 1,58 mm o diâmetro do coleto e em 22,7 g e 9,5 g as massas secas da parte aérea e das raízes de *S. terebinthifolius*, respectivamente. Os resultados indicaram que a competição por água é o principal fator responsável pela redução do crescimento de *S. terebinthifolius* quando em convivência com *U. brizantha*, seguido pela competição por nutrientes. O estudo não possibilitou avaliar a existência de alelopatia de *U. brizantha* sobre *S. terebinthifolius*, visto que não foi possível eliminar concomitantemente a competição por água e nutrientes no modelo experimental proposto. Os resultados dos dois estudos executados evidenciam a importância do controle de gramíneas exóticas em projetos de reflorestamento com espécies nativas, para maiores ganhos em crescimento e sobrevivência das mudas introduzidas.

Palavras-chave: plantas daninhas, reflorestamento, matointerferência.

GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Thainá Alves dos. **Growth of forest species in coexistence with *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu.** 2017. 78p. Dissertation (Master Science in Environment and Forest Science). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The presence of exotic grasses in areas for reforestation is one of the main obstacles to the growth and survival of planted individuals, whether through competition for resources and / or allelopathy. Thus, the first study of this dissertation aimed to evaluate the effect of the presence of *Urochloa brizantha* on growth of tree species of the Atlantic Forest biome, in Seropédica-RJ. The study included five experiments in a completely randomized design, each including one of the following species: *Cedrela fissilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Sapindus saponaria* and *Hymenaea courbaril*. The treatments consisted of the presence or absence of *U. brizantha* in coexistence with the tree species. The experimental units consisted of vases containing 16 kg of soil. Monthly assessments of height, root collar diameter and seedling mortality were carried out. At 180 days post-planting the shoot and root dry masses of the tree and grass species were measured separately. The results showed strong interference of the grass on the growth of the forest species, with the shoot and root dry masses being the most affected growth variables. Among the species, *C. fissilis* presented high mortality when living with *U. brizantha*, reaching 83% of losses from the fifth month after planting. In the second study, the magnitude of competition for water, nutrients and allelopathy imposed by *U. brizantha* when in coexistence with *Schinus terebinthifolius* was evaluated. For this, a study was set up in greenhouse using as a principle the selective exclusion of competition for water, nutrients or the effect of allelopathy. The experimental units consisted of 18 kg vases with one molt of *S. terebinthifolius*. The experimental design consisted of a completely randomized complete factorial with three factors: (1) cohabitation or not with *U. brizantha*, planted in the density of 4 plants per vase; (2) supply of limiting nutrients (25% of the recommended dose) and non-limiting (200% of the recommended dose) and (3) limiting water supply (moisture maintained between wilt point at 50% field capacity) and non-limiting (humidity maintained between 60 to 80% of the field capacity). Monthly evaluations of seedling height and diameter were carried out. At 180 days, the dry masses of the shoot and root of the tree and grass species were measured. The results showed strong competition of the grass over the tree species. The presence of the grass decreased 30.5 cm the height, 1.58 mm the root collar diameter and 22.7 g and 9.5 g the shoot and root dry masses of *S. terebinthifolius*, respectively. The results indicated that competition for water is the main factor responsible for the reduction of *S. terebinthifolius* growth when living with *U. brizantha*, followed by competition for nutrients. The study did not allow to evaluate the existence of *U. brizantha* allelopathy on *S. terebinthifolius*, since it was not possible to concomitantly eliminate competition for water and nutrients in the proposed experimental model. The results of the two studies show the importance of the control of exotic grasses in reforestation projects with native species, for greater gains in growth and survival of introduced seedlings.

Key words: weed, reforestation, weed interference.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área experimental situada em Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ. Fonte: Adaptado de SALAMENE, 2007; GOOGLE EARTH, 2016. 14
- Figura 2.** Precipitação e temperatura média mensal em Seropédica-RJ durante período de condução do experimento. As barras vermelhas indicam as precipitações mensais e os pontos da linha azul indicam as temperaturas médias mensais. 16
- Figura 3.** Curvas de crescimento em altura (coluna da esquerda) e diâmetro do coleto (coluna da direita) de plantas de *C. fissilis*, *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius*, *S. saponaria* e *H. courbaril* crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). A taxa de mortalidade das plantas, quando existente, é apresentada no eixo y à direita de cada gráfico. O asterisco indica diferença significativa entre os tratamentos aos seis meses após o plantio, pelo teste F a 5% de probabilidade. 19
- Figura 4.** Altura média (cm) das espécies florestais aos 180 dias após o plantio (120 dias para *Cedrela fissilis*) quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). 20
- Figura 5.** Diâmetro médio do coleto (mm) das espécies florestais aos 180 dias após o plantio (120 dias para *C. fissilis*) quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). 21
- Figura 6.** Massa seca de parte aérea das espécies florestais aos 180 dias após o plantio quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). 22
- Figura 7.** Massa seca de raízes das espécies florestais aos 180 dias após o plantio quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha*. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). 22
- Figura 8.** Massa seca de parte aérea e de raízes de *U. brizantha* em convivência com mudas de *C. fissilis*, *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius*, *S. saponaria* e *H. courbaril*. 23
- Figura 9.** Localização da área experimental situada em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ. Fonte: Google Earth, 2016. 32
- Figura 10.** Curvas de crescimento em altura e diâmetro do coleto de plantas de *S. terebinthifolius* ao longo de cinco meses após o plantio em vasos, crescendo na presença (“+”) ou ausência (“-”) de *U. brizantha* (“C”) e/ou de fornecimento não-limitante de água (“A”) e nutrientes (“N”). 38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características taxonômicas e grupo sucessional* das espécies empregadas nos experimentos de sensibilidade à espécie *Urochloa brizantha*, em Seropédica, RJ..... 15
- Tabela 2.** Características químicas* das amostras compostas provenientes dos solos utilizados como substrato das unidades experimentais, na profundidade de 20-40 cm..... 15
- Tabela 3.** Porcentagem de redução na altura, diâmetro do coleto (DC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de espécies florestais crescidas em convivência com *U. brizantha*, aos seis meses após o plantio. O asterisco indica que o valor percentual é significativamente diferente de zero ($p < 0,05$)..... 24
- Tabela 4.** Composição dos tratamentos para avaliar o(s) fator(es) da matointerferência determinante(s) no crescimento das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira). O sinal “+” indica a presença da gramínea e o fornecimento não-limitante de nutrientes e água. O sinal “-” indica a ausência da gramínea e o fornecimento limitante de nutrientes e água. 33
- Tabela 5.** Quantidades dos adubos utilizados na proporção de 25% (T3, T4, T7 e T8) e 200% (T1, T2, T5 e T6) em relação à dose de referência..... 33
- Tabela 6.** Interpretação adotada para os coeficientes de regressão linear múltipla em relação aos efeitos dos fatores competidor (presença de *U. brizantha*), nutriente e água sobre as variáveis de crescimento (altura, diâmetro e acúmulo de massa seca) de *S. terebinthifolius*. .36
- Tabela 7.** Coeficientes lineares da regressão linear múltipla para os efeitos da presença de *U. brizantha* (competidor, “C”), da suplementação de água (“A”) e da suplementação de nutrientes (“N”) sobre a altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de *S. terebinthifolius*..... 39
- Tabela 8.** Coeficientes lineares da regressão linear múltipla para os efeitos da suplementação de água (“A”) e da suplementação de nutrientes (“N”) sobre a massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de *U. brizantha* (capim-braquiaraõ). 40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Geral.....	2
2.2 Específicos	2
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 As plantas daninhas	3
3.2 Plantas daninhas situadas em áreas de reflorestamento	3
3.3 O Gênero <i>Urochloa</i>	5
3.4 Interferências ocasionadas por plantas daninhas em mudas de espécies arbóreas	5
3.4.1 Interferência por alelopatia.....	6
3.4.2 Interferência por competição de recursos	7
CAPÍTULO I - EFEITO DA MATOINTERFERÊNCIA IMPOSTA POR <i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu SOBRE O CRESCIMENTO DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA	10
4 INTRODUÇÃO	13
5 MATERIAL E MÉTODOS	14
5.1 Descrição da área experimental.....	14
5.2 Delineamento e condução do experimento	15
5.3 Avaliações	16
5.4 Análise dos Dados	17
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6.1. Efeito de <i>U. brizantha</i> sobre a taxa de sobrevivência das espécies florestais.....	18
6.2. Efeito de <i>U. brizantha</i> sobre o crescimento das espécies florestais	18
6.3. Efeito de <i>U. brizantha</i> sobre a produção de massa seca das espécies florestais	21
6.4. Sensibilidade de variáveis de crescimento à matocompetição imposta por <i>U. brizantha</i>	23
7 CONCLUSÕES.....	26
CAPÍTULO II - FATORES DA MATOINTERFERÊNCIA DETERMINANTES NO CRESCIMENTO DE ESPÉCIE ARBÓREA DA MATA ATLÂNTICA	27
8 INTRODUÇÃO	30
9 MATERIAL E MÉTODOS	32
9.1 Descrição da Área Experimental	32
9.2 Delineamento e Condução do Experimento.....	32

9.3 Avaliações	34
9.4 Análise dos Dados	34
10 RESULTADOS	37
11 DISCUSSÃO	41
12 CONCLUSÕES.....	44
12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

A redução da cobertura vegetal nativa aliada ao histórico de uso do solo pela agricultura e/ou pecuária intensivas ocasionam a formação de áreas degradadas, com serviços ecossistêmicos e ambientais reduzidos. Uma das alternativas mais empregadas para a recuperação destas áreas anteriormente florestais, que apresentam baixa expressão da regeneração natural, é o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas. O uso deste método tem como finalidade acelerar processos de sucessão ecológica pela promoção de um ambiente propício a regeneração natural, tendo em vista a melhoria das condições de sítio ocasionadas pela implantação do povoamento florestal.

Diversos fatores climáticos, edáficos e bióticos podem influenciar no sucesso do estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das mudas pós-plantio. Dentre as principais causas para o insucesso de programas de reflorestamento, destaca-se o controle inadequado de plantas indesejadas, sobretudo de gramíneas forrageiras exóticas.

Grande parte das áreas destinadas a reflorestamentos no Brasil é ocupada por pastagens com predomínio de plantas da família Poaceae, como espécies dos gêneros *Urochloa* e *Panicum*. Estas competem com as espécies florestais por recursos essenciais, como água, luz, nutrientes e espaço, bem como podem liberar substâncias alelopáticas, podendo interferir no crescimento e desenvolvimento das mudas plantadas (RIZZARDI et al., 2001; SOUZA FILHO; PEREIRA; BAYMA, 2005), fenômeno este designado como matocompetição. Sendo assim, o controle das plantas indesejadas é imprescindível durante os primeiros anos do reflorestamento. No entanto, não é incomum que a supressão da matocompetição seja negligenciada, seja por dificuldade de acesso as áreas ou pelos altos custos de mão de obra envolvidos (MONQUERO et al., 2011).

Na literatura são encontradas pesquisas acerca da interferência de plantas indesejadas no crescimento e produtividade de espécies arbóreas de interesse comercial dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Contudo, as pesquisas relacionadas à competição entre plantas indesejadas e espécies arbóreas nativas são escassas. Testes prévios realizados na Embrapa Agrobiologia (dados não publicados) mostraram grande variação na sensibilidade de espécies florestais em função da convivência com braquiária decumbens (*Urochloa decumbens*), com algumas espécies se mostrando muito sensíveis e outras não-sensíveis. Ademais, inexistem estudos que buscam avaliar quais aspectos da matocompetição (competição por água, luz, nutrientes e alelopatia) são mais ou menos determinantes na supressão do crescimento de espécies arbóreas nativas. Esses conhecimentos poderão auxiliar no desenvolvimento de tecnologias e métodos de controle da matocompetição mais eficientes e de menor custo em reflorestamentos, à medida que esse controle poderá ser direcionado às espécies plantadas mais sensíveis.

Mediante o exposto, estabeleceram-se as seguintes hipóteses: (1) espécies florestais nativas sofrem redução no crescimento devido à matocompetição causada por gramíneas exóticas de rápido crescimento; (2) o efeito da matocompetição sobre o crescimento de determinada espécie de interesse é determinado pela disponibilidade de nutrientes e de água no solo e pela sensibilidade da espécie à alelopatia.

O presente trabalho apresenta dois capítulos. O primeiro capítulo aborda como a convivência da espécie *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf afeta o crescimento de cinco espécies arbóreas comumente utilizadas em reflorestamentos. No segundo, avaliou-se o efeito da presença e da escassez de recursos (água e nutrientes), como da presença da *Urochloa brizantha* no crescimento de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Estudar a interferência de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu no crescimento de espécies florestais após o plantio e quantificar os fatores determinantes dessa interferência.

2.2 Específicos

- Avaliar o efeito da presença de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sobre o crescimento de *Cedrela fissilis* Vellozo; *Guazuma ulmifolia* Lamarck; *Schinus terebinthifolius* Raddi; *Sapindus saponaria* L. e *Hymenaea courbaril* L. após o plantio.
- Avaliar a magnitude da competição imposta pelo capim *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu quando em convivência com *Schinus terebinthifolius* Raddi a partir de ensaios com exclusão seletiva da competição por água, nutrientes, ou do efeito de alelopatia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 As plantas daninhas

A atividade agrícola e a pecuária intensiva alteram a cobertura vegetal nativa, convertendo florestas em áreas dominadas por pastagens formadas por espécies de gramíneas exóticas. Essas gramíneas possuem elevada agressividade (rápida capacidade de dispersão e produção de biomassa) consistindo em um grande entrave quando essas áreas são destinadas à restauração florestal (CORNISH; BURGIN, 2005; PORCILE et al., 1995). Nesse contexto, a gramínea, outrora desejável como planta forrageira, passa a ser considerada uma “planta indesejável” ou “planta daninha”, pois pode afetar sobremaneira o desenvolvimento das espécies florestais introduzidas.

Existem diferentes conceitos sobre plantas daninhas na literatura. De acordo com Lorenzi (2000), os termos “plantas invasoras”, “ervas más”, “plantas daninhas”, “ervas daninhas”, “plantas silvestres”, “plantas ruderais”, “inços”, “mato-juquira” têm sido indiferentemente empregados nas literaturas agrícola e botânica, gerando confusões e controvérsias a respeito de seus conceitos.

Shaw (1982) afirma que planta daninha é qualquer planta que ocorra onde não é desejada. Com uma definição mais restritiva, Blanco (1972) as define como toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira prejudicialmente nas atividades agropecuárias do homem. Silva et al. (2009a) acrescentam que uma planta pode ser daninha em determinado momento, se estiver interferindo negativamente nos objetivos do homem, porém podendo ser útil em outra situação. Já Pitelli (2015) sugere a utilização do termo planta daninha separado com a ligação de um hífen (planta-daninha) para melhor entendimento do código utilizado para a transmissão da mensagem. Sendo assim, o autor designa plantas-daninhas como plantas que ocorrem em situação em que não são desejadas pelo entendimento do homem, em razão de interferências em atividades humanas, na qualidade de vida e na proteção ambiental.

3.2 Plantas daninhas situadas em áreas de reflorestamento

Plantios de restauração florestal com espécies nativas podem ser fortemente afetados pela presença de gramíneas exóticas da família Poaceae, especialmente durante a fase de estabelecimento de mudas recém-plantadas (KOGAN, 1992). Essas gramíneas, em geral, são melhores competidoras por apresentarem adaptação a solos de baixa fertilidade, alta taxa de crescimento, grande produção de sementes pequenas e de fácil dispersão, maturação precoce das plantas, floração e frutificação prolongadas e alto potencial reprodutivo por brotação (PITELLI, 1987; PARKER et al., 1999; GENOVESI, 2005; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Portanto, o controle de gramíneas exóticas invasoras é um dos principais desafios da restauração florestal uma vez que as mesmas podem aumentar a competição, alterar as condições abióticas e prejudicar o desenvolvimento das mudas ou sementes de espécies nativas instaladas natural ou artificialmente na área (NALON et al., 2008).

As gramíneas também apresentam vantagem fotossintética por possuírem metabolismo C4, o qual beneficia a planta em ambientes com alta intensidade luminosa, alta temperatura e relativamente secos. Este mecanismo promove um aumento dez vezes maior na concentração de CO₂ na célula da bainha em relação a do mesófilo e possibilita a redução de perda de água pelos estômatos em comparação com outras plantas (RICKLEFS, 2003; KERBAUY, 2004). Por esses motivos, em relação às plantas de metabolismo C3, as plantas C4 apresentam altas

taxas de fotossíntese e produzem muito mais biomassa por unidade de tempo e área (MARENCO; LOPES, 2005).

Devido às características citadas, se não adequadamente controladas, as espécies de gramíneas forrageiras podem competir intensivamente por água, luz e nutrientes com as espécies florestais recém-introduzidas em reflorestamentos, além de aumentarem o risco de incêndios na área (PITELLI, 1987; TOLEDO et al., 2000 a).

Ademais, essas plantas podem impedir a regeneração florestal natural em ecossistemas tropicais (HOLL et al., 2000), podendo atuar como filtros ecológicos à restauração de áreas degradadas, restringindo a entrada de novos propágulos oriundos da chuva de sementes (AIDE et al., 1995) e limitando a germinação do banco de sementes (HOFFMANN; HARIDASAN, 2008; ORTEGA-PIECK et al., 2011). Assim, mesmo quando alguns indivíduos nativos alóctones chegam a se desenvolver na presença das gramíneas, estas não permitem uma densidade e diversidade de espécies que sustente um ambiente florestal, levando ao insucesso da restauração em longo prazo (FLORY; CLAY, 2010; CORNISH; BURGIN, 2005; NAVE et al., 2009).

Em função dos fatores citados, é comum o insucesso de plantios de restauração, pois normalmente se negligencia o controle das gramíneas no período pós-plantio, devido aos altos custos de mão de obra necessários nas recorrentes operações de limpeza e manutenção dos plantios (IPEF, 1976; TOLEDO et al., 2003). Segundo Leles et al. (2015), em um projeto de reflorestamento no qual adotou-se espaçamento de 2 x 2 m, as atividades de controle de plantas daninhas com predomínio de capim-colonião representaram 60% do custo para a formação do povoamento florestal.

O manejo de plantas daninhas consiste em suprimir o crescimento e/ ou reduzir o seu número por área, até níveis aceitáveis para convivência com a cultura de interesse (GAZZIERO et al., 2004), podendo ser realizado pela aplicação dos métodos preventivo, biológico, cultural, físico e químico; sendo a integração entre diferentes métodos a forma mais comum e eficaz de controle das plantas daninhas (SILVA et al., 2009b; BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Diversos trabalhos sobre matocompetição, como os de Azzi (1970), Blanco (1972) e Johans e Contiero (2006) abordam acerca dos prejuízos decorrentes da convivência das culturas agrícolas com as plantas indesejadas, avaliando principalmente a produtividade da cultura em diferentes intervalos de tempo de convivência com as plantas daninhas e identificando o período crítico de competição. De acordo com Carvalho, Rezende e Souza (1990), o melhor método de limitar o número de capinas ao necessário é identificando o período crítico da cultura frente à competição com as plantas indesejadas.

Segundo Krejci e Lourenço (1986) apud Christofolletti et al. (1998), ao se pensar em um programa de controle das plantas daninhas em reflorestamento, é importante saber em que época elas representam o maior grau de competição com a cultura e determinar o método mais apropriado para a execução do controle. O controle tardio, após a competição já estabelecida, implica no aumento da porcentagem de falhas e de árvores dominadas, o que afeta também os custos envolvidos.

Pitelli e Durigan (1984) propuseram uma terminologia para designar os diferentes períodos da matocompetição. Estes foram denominados como Período Anterior à Interferência (PAI) e Período Crítico da Prevenção à Interferência (PCPI). Segundo os autores, o PAI é o período subsequente ao plantio, no qual há competição das plantas indesejadas com a cultura, ocasionando em pequenos danos à produtividade, não se justificando a aplicação de medidas de controle devido ao custo requerido. Já o PCPI é o período no qual a competição é mais intensa, podendo retardar o crescimento. Logo, medidas de controle da comunidade infestante são necessárias, para evitar perdas de produtividade.

Apesar dos efeitos deletérios decorrentes do controle inadequado de gramíneas em áreas de reflorestamento, é importante mencionar que o controle adequado das gramíneas pode promover vários benefícios, tais como: proteção do solo contra a erosão; redução do aquecimento da superfície pela radiação solar auxiliando na retenção de umidade; fornecimento de matéria orgânica; redução da perda de nutrientes por lixiviação e geração de microambientes favoráveis a alguns organismos no solo (PITELLI, 1987).

3.3 O Gênero *Urochloa*

As gramíneas de origem africana: capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.), o gênero das braquiárias (*Urochloa* spp.), o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) estão largamente disseminadas no território brasileiro. Estas foram introduzidas acidentalmente ou para fins comerciais e se espalharam por grandes extensões de ecossistemas antropizados, deslocando espécies nativas graças à sua agressividade e ao seu grande poder competitivo (PIVELLO et al., 1999; MATOS; PIVELLO, 2009).

Um dos gêneros de plantas daninhas mais prejudiciais em áreas de reflorestamento é o *Urochloa*, já que as plantas deste gênero foram largamente introduzidas como forrageiras (GHISI, 1991; MACHADO et al., 2011). Segundo Ferraz (2003), no Brasil há aproximadamente 95 milhões de hectares cultivados com espécies desse gênero. As braquiárias são o capim mais plantado em todo o país servindo para as fases de cria, recria e engorda de gado. Adaptam-se às mais diferentes condições de solo e clima, proporcionando ótimas produções de forragem em solos com baixa fertilidade (SOARES FILHO, 1994).

O gênero é formado por plantas herbáceas, perenes ou anuais, eretas ou decumbentes (BRITO; RODELLA, 2002). Inclui cerca de 100 espécies que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais dos hemisférios norte e sul (VALLE et al., 2008).

Dentre as espécies presentes no gênero, destaca-se o capim-braquiarião (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.)), que é uma espécie muito utilizada no Brasil para a formação de pastagens (DIAS FILHO, 2002). É uma gramínea que apresenta adequado valor forrageiro e alta produção de massa seca. Além disso, apresenta como vantagens a sua resistência à cigarrinha-das-pastagens (SOARES FILHO; RODRIGUES; PERRI, 2002), boa capacidade de rebrota e tolerância ao frio, seca e ao fogo (ALCÂNTARA; BUFARAH, 1999). No entanto, tem baixo desempenho em solos mal drenados e com excesso de água (ANDRADE et al., 2004), como também a necessidade de moderada fertilidade para seu desenvolvimento (SKERMAN; RIVEROS, 1990).

Urochloa brizantha pode atingir de 1,5 a 2,5 m de altura em condições de livre crescimento. Possui perfis predominantemente eretos e folhas com bainha inteiramente pilosa, lâmina foliar glabra na face abaxial e com pêlos curtos e esparsos na face adaxial, conferindo aspereza (NUNES et al., 1984).

3.4 Interferências ocasionadas por plantas daninhas em mudas de espécies arbóreas

O termo interferência se refere ao conjunto de efeitos diretos e indiretos que as plantas recebem em decorrência da presença da comunidade infestante (PITELLI, 1987). Segundo o autor, as interferências causadas por espécies daninhas às plantas de interesse podem ser classificadas como diretas e indiretas.

Dentre as interferências diretas faz-se presente a competição por recursos essenciais e a alelopatia. A intensidade das interferências normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção e do crescimento afetado da planta. Esta interferência também pode

ocorrer de modo indireto, quando as plantas daninhas atuam como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides (VELINI, 1992).

O grau de interferência depende de fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (espécie ou clone, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão do período de convivência. Além disso, pode ser alterado pelas condições edáficas, climáticas e de tratos culturais (PITELLI, 1985).

3.4.1 Interferência por alelopatia

Muitos dos relatos de efeitos de plantas daninhas sobre as culturas têm sido classificados como competição, podendo ser confundida com o fenômeno de alelopatia (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001). Alelopatia pode ser definida como uma interferência de uma planta sobre outra causada pela adição de um composto químico ao meio (SOUZA, VELINI; MAIOMONI-RODELLA, 2003).

As plantas superiores têm a capacidade de sintetizar, acumular e secretar uma série de metabólitos secundários, que quando liberados no ambiente podem interferir sobre outra planta, sobre a própria planta ou sobre microrganismos. Estas substâncias alelopáticas podem ser liberadas para o ambiente de diversas formas, como por volatilização, exsudação radicular ou por lixiviação e decomposição dos resíduos da planta (PEREIRA et al., 2014).

Substâncias alelopáticas podem ser produzidas em qualquer parte da planta e a quantidade de compostos produzidos e sua composição são dependentes da espécie, da idade da planta e das condições ambientais (PITELLI, 1987), como a temperatura, a intensidade luminosa, a disponibilidade de nutrientes, a atividade microbiana da rizosfera e tipo de solo (EINHELLIG, 1995).

É importante lembrar que os efeitos benéficos de uma planta sobre outra não devem ser desvinculados do conceito de alelopatia, uma vez que um dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração do mesmo no meio ambiente (RICE, 1979). Por exemplo, Rodrigues et al. (2012) testaram o efeito alelopático de extratos do capim-braquiário na germinação de sementes de três espécies de estilosantes e constataram efeito alelopático positivo na germinação de *Stylosanthes macrocephala* e efeito alelopático negativo em *Stylosanthes guianensis*.

O efeito alelopático de determinado metabólito secundário depende do seu tipo, grupo funcional, propriedade química e concentração no meio que está atuando (BARBOSA et al., 2005; GOLDFARB; PIMENTEL; PIMENTEL, 2009). Além disso, os efeitos destes compostos podem depender das condições climáticas e do tipo de solo onde se encontram, podendo se transformar em outros compostos. Ainda, alguns metabólitos só atuam em presença de outros, pois não atingem a concentração mínima necessária para exercer o efeito alelopático (ALMEIDA, 1988).

Os metabólitos secundários, ao interferir no crescimento e estabelecimento de outras plantas na sua proximidade, podem afetar diversos processos ecológicos, como a defesa das plantas a ataques de diversas pragas, a quelação de nutrientes e a biota do solo, de modo que podem afetar a decomposição da matéria orgânica, provocando alterações na fertilidade do solo (INDERJIT et al., 2011).

Dentre os efeitos alelopáticos mais comuns constatados na literatura corrente, é destacada a interferência dos aleloquímicos na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e reduzindo o conteúdo de clorofila na planta (REZENDE et al., 2003; REIGOSA; PEDROL; GONZÁLES, 2006). Já na rizosfera, os aleloquímicos podem

desencadear mudanças na relação água-planta, promovendo distúrbios nas membranas das células das raízes, resultando em diminuição significativa da biomassa vegetal e área foliar (REIGOSA; PEDROL; GONZÁLES, 2006).

Gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* possuem potencial atividade alelopática em suas sementes e partes aéreas, e inibem, muitas vezes, a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas de diferentes espécies (SOUZA FILHO; RODRIGUES; RODRIGUES, 1997; MACIEL et al., 2003; SOUZA FILHO et al., 2005). Pesquisas utilizando extratos aquosos evidenciaram a ocorrência de potencial alelopático de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre a germinação e o desenvolvimento de leguminosas forrageiras (STANIZIO; LEITE; VILELA, 1991; ALMEIDA, 1993; CARVALHO, 1993) e de plantas daninhas de pastagem, como *Desmodium adscendens*, *Sida rhombifolia* e *Vernonia polyanthes* (SOUZA FILHO; RODRIGUES; RODRIGUES, 1997).

Em estudo realizado por Martins, Martins e Costa (2006) objetivou-se avaliar o possível efeito alelopático de soluções de solo cultivado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre a germinação, a dormência de sementes e o crescimento da própria *Urochloa brizantha* cv. Marandu e de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Sida rhombifolia* e *Peschiera fuchsiaeifolia*. Os resultados evidenciaram a não ocorrência de efeitos autoalelopáticos, efeitos alelopáticos negativos sobre a porcentagem e velocidade de germinação de *P. maximum* e sobre o crescimento radicular de *S. rhombifolia*.

Com o intuito de verificar os possíveis efeitos alelopáticos de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*, Souza, Velini e Maiomoni-Rodella (2003) incorporaram separadamente a massa seca da parte aérea de 18 espécies de gramíneas em solo contendo as mudas de eucalipto. Os resultados evidenciaram que todas as plantas daninhas inibiram o crescimento das mudas e que as espécies *Ageratum conyzoides* (mentrasto) e *Urochloa decumbens* (braquiária) reduziram de modo mais acentuado a altura, o teor de clorofila, a área foliar e as massas secas de folhas, caule e raiz das plantas de eucalipto. Souza Filho, Pereira e Bayma (2005) corroboram com a informação, relatando que gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* possuem atividade potencial alelopática, de modo a inibir a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas de diferentes espécies.

Contudo, deve-se atentar para a questão da imobilização dos nutrientes para não ser confundido com o processo de alelopatia. Materiais com maior relação C/N permanecem por mais tempo no solo. Porém, no início da decomposição, há tendência de maior imobilização de nutrientes, já que a quantidade destes, principalmente de N, disponíveis na palha, não é adequada para a microbiota decompositora, o que implica imobilização e diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes (TEIXEIRA et al., 2009).

3.4.2 Interferência por competição de recursos

Quando a disponibilidade dos recursos presentes no solo é escassa para atender as necessidades fisiológicas das plantas, o processo de competição se estabelece (MARCHI et al., 1995). De acordo com Souza, Velini e Maiomoni-Rodella (2003), a competição entre plantas refere-se ao processo que se reduz ou remove do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas as plantas, tais como luz, água e nutrientes.

Parcela significativa da competição entre plantas ocorre abaixo da superfície do solo (ZANINE; SANTOS, 2004) e a ocupação dos espaços do solo pelas raízes tem importância primária neste processo. A habilidade de ocupação espacial depende de várias características das raízes, incluindo taxa de crescimento relativo, biomassa, densidade de pêlos radiculares e área superficial total (CASPER; JACKSON, 1997).

Há duas condições para que a competição em nível de raiz possa acontecer: (1) deve haver sobreposição de zonas de captação de nutrientes entre as raízes de plantas vizinhas, e

(2) deve haver limitação de um ou mais nutrientes disponíveis no solo para suportar o crescimento irrestrito de todas as plantas (MORRIS; MYERSCOUGH, 1991).

Segundo Park, Benjamin e Watkinson (2001), existem dois fatores que influenciam o resultado da competição: I) exibição da plasticidade fenotípica que pode ser usada por uma planta em ambiente competitivo; II) potencial de habilidade competitiva (inclui tamanho da semente, tamanho da muda, tempo de aparecimento e tamanho da planta). Todas estas características influenciam ou refletem a habilidade de uma planta individual para captar recursos. Por exemplo, plantas portadoras de elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes (GUSTAFSON; GIBSON; NICKRENT, 2004).

Árvores que crescem convivendo com as plantas daninhas podem apresentar deficiências de alguns nutrientes (MARCHI et al., 1995). A redução dos teores nutricionais pode acarretar em reduções no crescimento e conseqüentemente, menor acúmulo de massa seca das plantas (PITELLI; MARCHI, 1991). Em casos de competição mais graves, pode ocorrer a morte ou deficiência vegetativa dos indivíduos (CAÑELLAS; BACHILLER; MONTERO, 1999; FOELKEL, 2008).

De acordo com estudo realizado por Toledo et al. (2000b), clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em desenvolvimento inicial na presença de *Urochloa decumbens*, após aproximadamente 1 ano, apresentaram redução de 70% no diâmetro do caule e de 68% na altura em relação a plantas de eucalipto que cresceram livres de competição.

Em trabalho intencionando avaliar o efeito da densidade de plantas de *Urochloa decumbens* sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*, Toledo et al. (2001) verificaram que a partir de 4 plantas do capim-braquiária por m² começa a ocorrer interferência no crescimento inicial das mudas de eucalipto nos primeiros noventa dias após transplântio, sendo os pesos da massa seca de ramos e folhas as variáveis respostas mais sensíveis a essa interferência. Esse trabalho corrobora com Bezutte et al. (1995), no qual foi observado que o capim-braquiária interfere significativamente no crescimento inicial das mudas de eucalipto a partir de 4 plantas por m², reduzindo em média 28% do diâmetro e 18% da altura das plantas.

Em outro experimento, almejando avaliar os efeitos da interferência de densidades crescentes de *Urochloa decumbens* sobre o crescimento inicial de plantas de *Corymbia citriodora* em vasos plásticos de 60 litros de capacidade, Pereira et al. (2011) constataram que a planta daninha influenciou negativamente no desenvolvimento das plantas de eucalipto, reduzindo o diâmetro, a altura e a massa seca das plantas a partir de 20 plantas de braquiária por m².

Maciel et al. (2011) estudaram o efeito do controle de plantas daninhas na forma de diferentes diâmetros de coroamento das mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e ingá (*Inga fagifolia* Willd). A redução percentual de altura e diâmetro de caule de aroeira pimenteira entre a testemunha sem capina e o coroamento com capina em diâmetro de 2,0 m aos 420 dias após o plantio foi da ordem de 37,8 % e 45,5 %, respectivamente. Já para o ingá observou-se que o tratamento sem capina resultou em redução média na altura e diâmetro do caule de 35,2% e 28,2%, respectivamente, quando comparado ao coroamento de 2,0 m de diâmetro. Esses resultados evidenciam a sensibilidade dessas espécies nativas em relação às plantas daninhas e a necessidade de medidas de controle adequadas.

Monquero et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes densidades de *Urochloa decumbens* (0, 2, 4, 6 e 8 plantas daninhas por vaso de 15 litros) no crescimento de *Ceiba speciosa* (paineira), *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-macaco) e *Luehea divaricata* (açaita-cavalo). Após 110 dias de convivência da planta daninha com as mudas, verificou-se

que as maiores densidades de *B. decumbens* afetaram a altura, diâmetro e principalmente a massa seca de *L. divaricata*. Para *C. speciosa*, não houve diferença estatística significativa com relação a altura e diâmetro de caule, entretanto, 6 e 8 plantas de *B. decumbens* reduziram a massa seca dessa espécie. No caso de *E. contortisiliquum*, a presença da planta daninha reduziu a altura (5,17%), o diâmetro do caule (33,33%) e a massa seca (30,41%) a partir de 4 plantas por vaso.

Segundo Davies (1987), as plantas daninhas não só diminuem a disponibilidade de água no solo por incremento na evapotranspiração, como também interceptam parte da chuva, retendo-a acima da superfície do solo, fazendo com que a água penetre no mesófilo foliar destas plantas ou evapore.

A competição das plantas daninhas com a cultura pela água no solo pode também afetar a absorção e a distribuição dos nutrientes, principalmente em situações com menor disponibilidade de água (SILVA et al., 2000). Um experimento em condições de casa de vegetação foi conduzido por Silva et al. (2000) visando identificar os efeitos da interferência de *Urochloa brizantha* sobre a absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto, em resposta a diferentes teores de água no solo. Os autores constataram que as mudas de eucalipto que cresceram em convivência com a gramínea apresentaram menor massa seca que as mudas que foram cultivadas sem a gramínea, para os três teores de água (20, 23 e 26%). A maior redução da concentração de NH_4^+ e de K nas duas espécies de eucalipto foi observado em condições próximas à capacidade de campo, ao invés da condição sob estresse hídrico.

Carter et al. (1984), examinando os efeitos da competição gerada por espécies não arbóreas (com predomínio de gramíneas) em um plantio de *Pinus taeda*, constataram que a eliminação das plantas infestantes em um raio de 1,5 m ao redor do caule das plantas reduziu significativamente o estresse hídrico quando contrastado com o tratamento sem a eliminação.

Diversos processos metabólicos nas plantas podem ser afetados pela baixa disponibilidade de água no solo. Com a disponibilidade reduzida de água no solo, as plantas fecham seus estômatos reduzindo as perdas de água durante o período de déficit hídrico ou alta demanda evaporativa. No entanto, esse fechamento também provoca limitação na absorção de dióxido de carbono e, em consequência, decréscimo na concentração intracelular de CO_2 (BJORKMAN, 1989).

Mediante aos problemas ocasionados por plantas daninhas em plantios florestais e a escassa fonte de informação bibliográfica acerca do tema, é imprescindível a realização de novas pesquisas que apontem a magnitude de interferência no crescimento de diferentes espécies florestais quando sofrem processo de matocompetição. A aplicabilidade dos conhecimentos gerados é importante para a obtenção do sucesso do estabelecimento das mudas em plantios de restauração florestal.

CAPÍTULO I - EFEITO DA MATOINTERFERÊNCIA IMPOSTA POR *UROCHLOA BRIZANTHA* (HOCHST. EX A. RICH.) STAPF CV. MARANDU SOBRE O CRESCIMENTO DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA

RESUMO

O objetivo deste capítulo foi avaliar o efeito da presença de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu (capim-braquiarião) sobre o crescimento de cinco espécies arbóreas do bioma Mata Atlântica, em Seropédica-RJ. O estudo abrangeu cinco experimentos em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Em cada experimento foi testado o efeito da gramínea sobre o crescimento de uma das seguintes espécies: *Cedrela fissilis* (cedro-rosa), *Guazuma ulmifolia* (mutambo), *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira), *Sapindus saponaria* (sabão-de-soldado) e *Hymenaea courbaril* (jatobá). As unidades experimentais consistiram de vasos com capacidade de 18 kg e diâmetro superior de 27,4 cm, contendo 16 kg de solo. Os efeitos de tratamento foram avaliados pelo monitoramento da altura, diâmetro do coleto e mortalidade das mudas. Aos 180 dias após o plantio mensurou-se a massa seca de parte aérea e radicular da espécie arbórea e da gramínea, separadamente. Os resultados evidenciaram forte interferência do capim-braquiarião sobre o crescimento das cinco espécies florestais estudadas. A redução do crescimento em altura e diâmetro do coleto chegou, respectivamente, a 32% e 29% em *S. saponaria* e a 26% e 44% em *G. ulmifolia*. O efeito de *U. brizantha* foi ainda maior sobre o acúmulo de biomassa, levando a uma redução, na parte aérea, que variou de 48% em *H. courbaril* a até 90% em *G. ulmifolia* e em *S. terebinthifolius*. As raízes seguiram padrão similar perdendo de 28% a 84% de massa em relação ao controle sem competição com a gramínea. Dentre as espécies estudadas, *C. fissilis* apresentou a mais alta mortalidade quando em convivência com *U. brizantha*, chegando a 83% de perdas a partir do quinto mês após o plantio. As demais espécies, à exceção de *S. saponaria*, também apresentaram mortalidade, quando sob competição, a partir do quarto mês em taxas que variaram de 15% a 30%. Esse estudo é um dos primeiros a quantificar a magnitude do efeito da competição de *U. brizantha* sobre espécies florestais nativas e reforça a importância do controle de gramíneas exóticas em projetos de reflorestamento para maiores ganhos em crescimento e sobrevivência das plantas introduzidas.

Palavras-chave: matocompetição, plantas daninhas, reflorestamento.

ABSTRACT

The objective of this chapter was to evaluate the effect of the presence of *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu (Brachiaria grass) on growth of five tree species of the Atlantic Forest biome in Seropédica-RJ. The study included five experiments in a completely randomized design with six replicates. In each experiment was tested the effect of the grass species over the growth of one of the following species: *Cedrela fissilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Sapindus saponaria* and *Hymenaea courbaril*. The experimental units consisted of vases with 18 kg capacity, containing 16 kg of soil and a top diameter of 27,4 cm. Effects of treatments were assessed by monitoring the height, root collar diameter and mortality of the trees. At 180 days post-planting, shoot and root dry masses of the trees and grass species were measured separately. The results showed strong interference of the Brachiaria grass on the growth of the five forest species studied. The reduction of growth in height and root collar diameter reached, respectively, 32% and 29% in *S. saponaria* and 26% and 44% in *G. ulmifolia*. The effect of *U. brizantha* was even greater on the accumulation of biomass, leading to a reduction in the shoot dry mass from 48% in *H. courbaril* to 90% in *G. ulmifolia* and *S. terebinthifolius*. The roots followed a similar pattern, losing from 28% to 84% of mass in relation to the control without competition with the grass. Among the species studied, *C. fissilis* presented the highest mortality when growing with *U. brizantha*, reaching 83% of losses from the fourth month after planting. The other species, with the exception of *S. saponaria*, also presented mortality, when under competition, from the fifth month at rates varying from 15% to 30%. This study is one of the first to quantify the size of the competition effect of *U. brizantha* over native forest species, and reinforces the need to control exotic grasses for greater gains in growth and survival of forest plants introduced in reforestation projects with native species.

Keywords: weed competition, weed, reforestation.

4 INTRODUÇÃO

O processo de reflorestamento busca promover condições para que a população de espécies nativas introduzidas possa se perpetuar no local, permanecendo na comunidade vegetal por tempo indeterminado (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). No entanto, o êxito do estabelecimento dessas plantas no campo depende tanto de condições intrínsecas de sítio favoráveis, quanto do manejo adequado do sítio nos primeiros anos subsequentes ao plantio.

Muitas das áreas destinadas a reflorestamentos no Brasil possuem em seu histórico a exploração agropecuária, cuja herança se materializa pela presença de gramíneas forrageiras de rápido crescimento. Entre essas, os capins-braquiária (gênero *Urochloa*) e colônio (gênero *Panicum*) ocupam lugar de destaque, ora pela agressividade de colonização de ambientes perturbados e/ou degradados, ora pela elevada produção de fitomassa, mesmo em condições baixas de fertilidade do solo. Estas espécies forrageiras, se não devidamente controladas, reduzem o crescimento das espécies florestais implantadas (SILVA, 2014). Árvores que crescem convivendo com as plantas daninhas podem apresentar deficiências de nutrientes (MARCHI et al., 1995) acarretando em reduções no crescimento e, conseqüentemente, menor acúmulo de massa seca das plantas (PITELLI; MARCHI, 1991). Em casos de competição mais graves, pode ocorrer a morte dos indivíduos (CAÑELLAS et al., 1999; FOELKEL, 2008).

Vários estudos investigaram a interferência de plantas indesejadas no crescimento e produtividade de espécies arbóreas de interesse comercial dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (Carter et al., 1984; Bezutte et al., 1995; Silva et al., 2000; Toledo et al., 2001; Souza; Velini e Maiomoni Rodella, 2003; Pereira et al., 2011). Contudo, estudos sobre a competição entre plantas indesejadas e espécies arbóreas nativas são escassos (Monquero et al., 2010; Maciel et al., 2011). Maciel et al. (2011) avaliaram o efeito do diâmetro do coroamento sobre o crescimento de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e ingá (*Inga fagifolia* Willd). Aos 420 dias, para a espécie aroeira-pimenteira verificou-se que o tratamento sem capina ocasionou em redução média na altura e diâmetro do caule de 37,8% e 45,5%, respectivamente, frente ao coroamento de 2,0 m de diâmetro. Já para o ingá observou-se que o tratamento sem capina resultou em redução média na altura e diâmetro do caule de 35,2% e 28,2%, respectivamente, quando comparado ao coroamento de 2,0 m de diâmetro.

Diferentes espécies florestais podem também responder de forma diferenciada à presença de gramíneas exóticas. Monquero et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes densidades de *Urochloa decumbens* (0, 2, 4, 6 e 8 plantas daninhas por vaso de 15 litros) no crescimento de *Ceiba speciosa* (paineira), *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-macaco) e *Luehea divaricata* (açoita-cavalo). Após 110 dias de convivência da planta daninha com as mudas, verificou-se que as maiores densidades de *B. decumbens* afetaram a altura, diâmetro e principalmente a massa seca de *L. divaricata* e *E. contortisiliquum*. No entanto, o crescimento em altura e diâmetro de *C. speciosa* não foi afetado, sendo a massa reduzida apenas na presença de 6 ou 8 plantas de *B. decumbens*.

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da presença de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sobre o crescimento pós-plantio de cinco espécies arbóreas nativas do bioma Mata Atlântica, a saber: *Cedrela fissilis* Vellozo, *Guazuma ulmifolia* Lamarck, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Sapindus saponaria* L. e *Hymenaea courbaril* L. Os resultados deste estudo poderão prover informações práticas para a seleção de espécies para reflorestamento menos sensíveis à competição e que gerem menor custo de manutenção das áreas plantadas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição da área experimental

O estudo foi implantado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro ($22^{\circ}45'18.48''S$, $43^{\circ}40'4.50''O$).

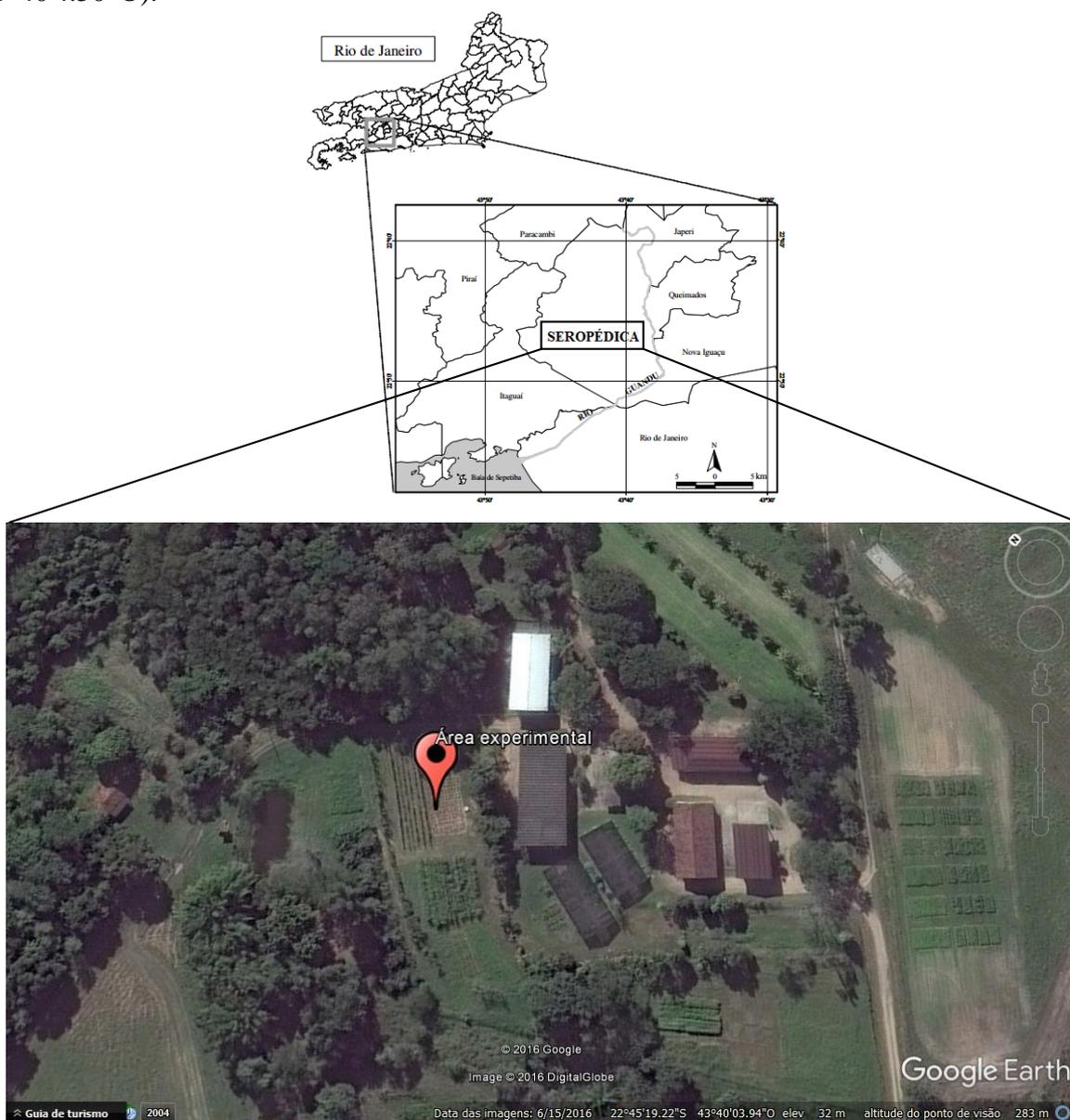


Figura 1. Localização da área experimental situada em Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ. Fonte: Adaptado de SALAMENE, 2007; GOOGLE EARTH, 2016.

O clima da região é do tipo Aw (tropical com invernos secos e verões chuvosos), segundo a classificação de Köppen (1948). Os dados da Estação Meteorológica Automática Ecologia Agrícola entre janeiro de 2011 a dezembro de 2016 indicam média pluviométrica

anual de 1038 mm, com temperaturas médias mensais variando de 19,24 °C a 28,66 °C e média anual de 23,84 °C (INMET, 2017).

5.2 Delineamento e condução do experimento

Em abril de 2016 foram instalados cinco experimentos em delineamento inteiramente casualizado com esquema simples, onde em cada um utilizou-se uma das cinco espécies arbóreas comumente empregadas em reflorestamentos: *Cedrela fissilis* Vellozo, *Guazuma ulmifolia* Lamarck, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Sapindus saponaria* L. e *Hymenaea courbaril* L. (Tabela 1). Os tratamentos consistiam da presença ou ausência de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf em convivência com a muda da espécie florestal. Cada tratamento possuiu seis repetições, totalizando 12 unidades experimentais por experimento.

Tabela 1. Características taxonômicas e grupo sucessional* das espécies empregadas nos experimentos de sensibilidade à espécie *Urochloa brizantha*, em Seropédica, RJ.

Espécie	Nome popular	Família	Grupo sucessional**
<i>Cedrela fissilis</i> Vellozo	Cedro-rosa	Meliaceae	NP
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamarck	Mutambo	Malvaceae	P
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	Anacardiaceae	P
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sabão-de-soldado	Sapindaceae	NP
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Fabaceae	NP

*Fonte: LORENZI, 2008; RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009; MARTINS, 2011.

**P = Pioneira; NP = Não pioneira.

As unidades experimentais consistiram de vasos com capacidade de 18 kg, apresentando altura de 33,5 cm, diâmetro inferior de 22,50 cm e superior de 27,4 cm. Cada vaso recebeu uma mistura de 8 kg de um Argissolo Vermelho-Amarelo e 8 kg de um Planossolo Háptico para a melhoria da textura do substrato, ambos coletados na profundidade de 20-40 cm do solo, em áreas adjacentes à área experimental.

Os solos utilizados foram submetidos à análise química no Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia estando os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas* das amostras compostas provenientes dos solos utilizados como substrato das unidades experimentais, na profundidade de 20-40 cm.

Solo	pH (H ₂ O)	P -----mg/L-----	K	Ca ²⁺ -----cmol _c /dm ³ -----	Mg ²⁺	Al ³⁺	N %
Argissolo	5,13	0,66	36,98	1,13	0,72	0,06	0,10
Planossolo	5,70	4,43	12	0,37	0,16	0,03	0,02

*pH (potenciometria), P (colorimetria), K (fotometria de chama), Ca e Mg (absorção atômica), Al (titulação) e N (Kjeldahl) (EMBRAPA, 2005).

Ao volume de terra de cada vaso foram adicionados 50 g de superfosfato simples e 10 g de coquetel de micronutrientes (FTE-BR12) que foram misturados ao substrato com auxílio de uma betoneira.

As unidades experimentais foram alocadas em uma área de 10 m x 6 m em um espaçamento de 1 x 1 m. Cada vaso foi alocado sobre um bloco de concreto para evitar o contato direto com o solo e facilitar as operações de manejo do experimento.

Cada vaso recebeu apenas uma muda arbórea, produzida em tubete com volume de 280 cm³, que foi plantada no centro do mesmo. Logo após o plantio das mudas, realizou-se a semeadura de *U. brizantha* em metade dos vasos de cada espécie arbórea. Após a emergência das plântulas, foi realizado um desbaste mantendo quatro indivíduos da gramínea por vaso, isto é, 68 plantas por m².

Ao término do plantio, os vasos foram irrigados com 1,5 L de água. Durante os dois primeiros meses após o plantio, os vasos foram irrigados sempre que necessário, visando o estabelecimento das plantas. Entre 61 e 180 dias após o plantio, os vasos estiveram sujeitos ao provimento de água das chuvas, sendo irrigados apenas em períodos de estiagem. A Figura 2 evidencia as condições climáticas do município de Seropédica no período de estudo, de acordo com dados obtidos pelo INMET (2017).

Aos 60 e 120 dias após o plantio foram realizadas adubações de cobertura em cada vaso com 10 g de ureia e 6 g de cloreto de potássio (KCl).

A parte aérea da gramínea foi podada a 6 cm de altura aos 90 dias, pois apresentava-se com o tamanho próximo ao da muda. Este procedimento foi realizado com a finalidade de evitar a competição por luz. Plantas espontâneas que eventualmente germinavam nos vasos durante esse período foram retiradas manualmente.

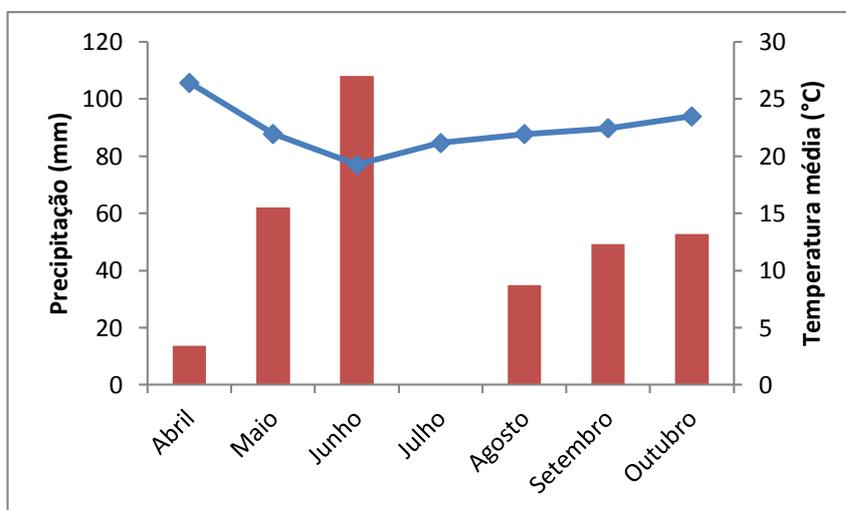


Figura 2. Precipitação e temperatura média mensal em Seropédica-RJ durante período de condução do experimento. As barras vermelhas indicam as precipitações mensais e os pontos da linha azul indicam as temperaturas médias mensais.

5.3 Avaliações

O monitoramento do crescimento da parte aérea de cada espécie arbórea foi realizado mensalmente medindo-se o diâmetro do coleto e a altura total de cada indivíduo, com auxílio de paquímetro digital graduado em milímetros e vara graduada em centímetros, respectivamente.

Aos 180 dias após o plantio foi realizada a coleta e separação da parte aérea e radicular das espécies arbóreas e da gramínea nos tratamentos correspondentes. As raízes foram lavadas em água corrente sob peneira para remoção das partículas de solo, sendo as raízes da gramínea e da arbórea separadas com base em aspectos morfológicos observados a olho nu. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel previamente identificados por

tratamento, espécie e descrição da parte vegetal. Em seguida, determinou-se a massa seca de parte aérea (MSPA) e radicular (MSR) da espécie arbórea e da gramínea, separadamente.

5.4 Análise dos Dados

A análise exploratória dos dados utilizando diagramas em caixa (Boxplots) foi empregada para revelar tendências centrais, a dispersão dos dados e a presença de valores extremos (outliers) nos tratamentos para cada variável resposta.

As unidades experimentais onde as mudas da espécie arbórea haviam quebrado drasticamente foram consideradas outliers, sendo estes removidos para a realização dos demais procedimentos estatísticos. Sendo assim, para a espécie *G. ulmifolia*, foi retirada uma repetição do tratamento em convivência com *U. brizantha* e uma repetição do tratamento controle, assim como duas repetições de *S. terebinthifolius* e duas de *H. courbaril* convivendo com a planta competidora.

Em seguida, procedeu-se a verificação da premissa de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilks e a premissa de homocedasticidade, pelo teste de Bartlett para todas as variáveis analisadas, ambos os testes ao nível de 5% de probabilidade. Quando essas premissas não foram atendidas, foram realizadas transformações logarítmicas para que os dados pudessem apresentar uma distribuição aproximadamente normal. Deste modo, os dados das variáveis massa seca de parte aérea e de raízes das espécies *G. ulmifolia* e *S. saponaria* sofreram tal transformação, bem como os dados da massa seca de raízes da espécie *S. terebinthifolius*.

Após atenderem os preceitos estatísticos de homocedasticidade e normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, para averiguar se os tratamentos possuíam efeitos semelhantes. Devido a elevada taxa de mortalidade da espécie *C. fissilis* em convivência com *U. brizantha*, a análise de variância para as variáveis altura e diâmetro do coleto foram realizadas com os dados coletados aos 120 dias após o plantio, antecedente à morte dos indivíduos. Para as demais variáveis de crescimento da espécie (massa seca de parte aérea e massa seca de raízes) não foi possível executar a análise de variância para *C. fissilis*. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R versão 3.0.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Efeito de *U. brizantha* sobre a taxa de sobrevivência das espécies florestais

A convivência com *U. brizantha* esteve associada a uma maior taxa de mortalidade das espécies florestais até aos 6 meses após o plantio. *C. fissilis* foi a espécie mais sensível, apresentando taxa de mortalidade acima de 80% das plantas a partir do quinto mês após o plantio (Figura 3). Ao contrário, apenas uma planta dessa espécie (16%) no tratamento controle morreu nesse período. Embora em menor proporção, a presença da gramínea também esteve associada à mortalidade de plantas de *G. ulmifolia* (16%), *S. terebinthifolius* (33%) e *H. courbaril* (33%), preponderantemente a partir do quarto mês após o plantio (Figura 3). Para essas espécies, quando crescidas na ausência de *U. brizantha*, nenhuma planta apresentou mortalidade. Esses resultados mostram forte evidência de que a presença da braquiária e a consequente competição imposta por ela contribuiu para a mortalidade das plantas arbóreas florestais.

De acordo com Medeiros et al. (2016), o menor investimento em ramos e folhas, em decorrência do estresse imposto pela competição, pode comprometer a sobrevivência das mudas no campo ou gerar perdas substanciais em produtividade, por reduzir o aparato fotossintético das plantas. No presente estudo, a convivência entre as raízes das espécies arbóreas com *U. brizantha* pode ter promovido competição por água e nutrientes. O pior status nutricional das plantas refletiu-se na seca da gema apical, com posterior queda de folhas das espécies florestais.

Na literatura ainda são escassos trabalhos acerca das taxas de mortalidade em plantios florestais, decorrentes da competição de plantas daninhas por recursos ambientais. Torna-se necessária a realização de mais estudos sobre o tema, visto que os custos do reflorestamento podem ser minimizados quando garantido o controle adequado das plantas indesejadas e quando ofertada uma quantidade suficiente de recursos para reduzir a competição.

6.2. Efeito de *U. brizantha* sobre o crescimento das espécies florestais

O efeito negativo da convivência das espécies arbóreas com *U. brizantha* também foi evidenciado nas variáveis de crescimento mensuradas. À exceção de *H. courbaril*, todas as espécies apresentaram menor ritmo de crescimento, evidenciado pelas curvas de crescimento em altura e/ou diâmetro do coleto (Figura 3). As espécies mais prejudicadas no crescimento em altura pela presença de *U. brizantha* foram *G. ulmifolia* e *S. saponaria* e, em diâmetro do coleto, foram *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius* e *S. saponaria* (Figura 3).

Nota-se ao longo do período avaliado que em alguns meses houve redução da altura média de algumas espécies, como *C. fissilis*, *G. ulmifolia* e *H. courbaril* (Figura 3). Esse fato foi devido à eventuais secas da gema apical e posterior queda de folhas, ou devido a quebras de ramos causadas por injúrias pelo vento ou insetos.

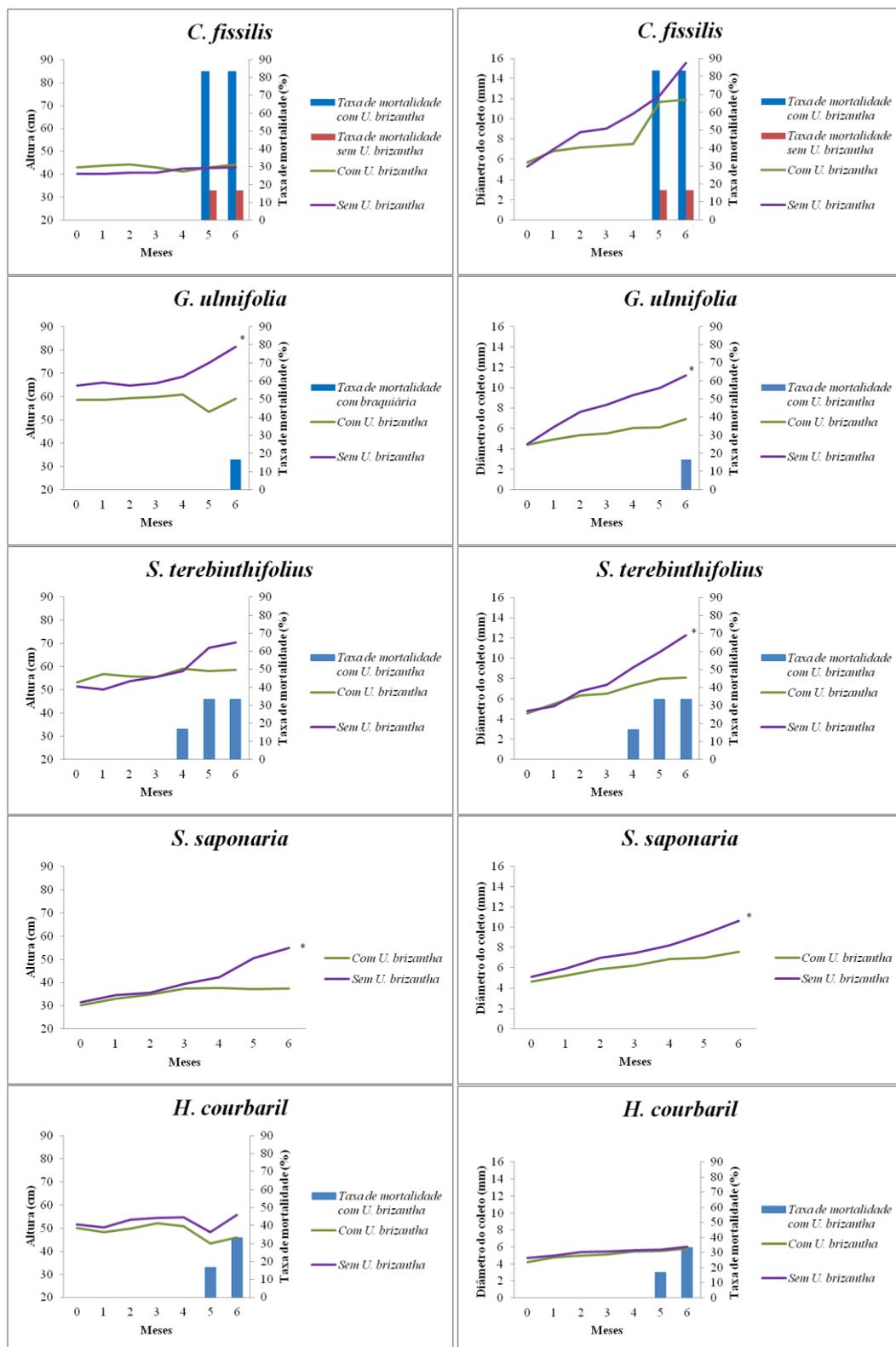


Figura 3. Curvas de crescimento em altura (coluna da esquerda) e diâmetro do coleto (coluna da direita) de plantas de *C. fissilis*, *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius*, *S. saponaria* e *H. courbaril* crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). A taxa de mortalidade das plantas, quando existente, é apresentada no eixo y à direita de cada gráfico. O asterisco indica diferença significativa entre os tratamentos aos seis meses após o plantio, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Ao final dos 180 dias de crescimento, plantas de *G. ulmifolia* e *S. saponaria* apresentaram menor altura quando em presença da braquiária (teste F; $p < 0,05$) (Figura 4). Para as demais espécies não houve diferença significativa para a variável altura entre os dois tratamentos empregados (Figura 4).

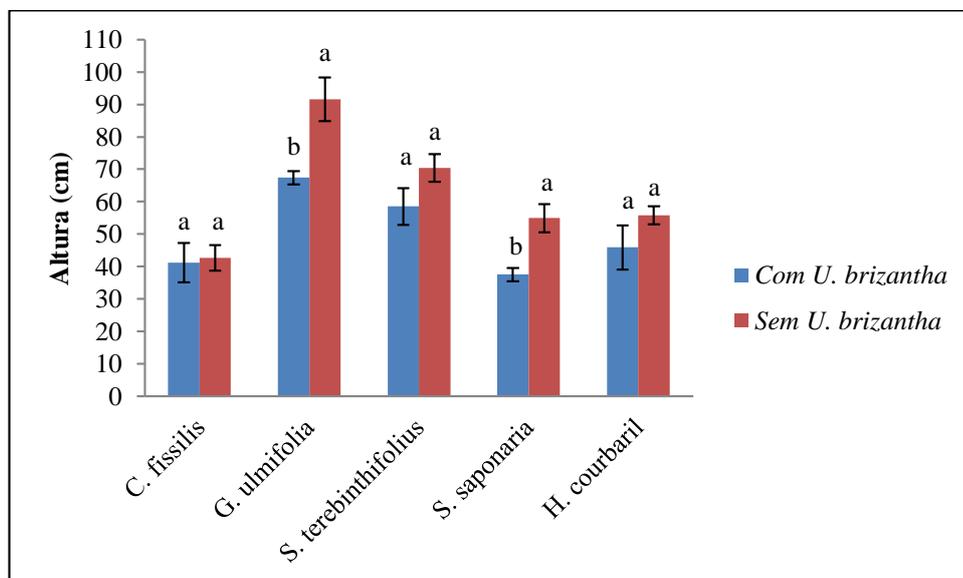


Figura 4. Altura média (cm) das espécies florestais aos 180 dias após o plantio (120 dias para *Cedrela fissilis*) quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Similar à altura, aos 180 dias após o plantio, o diâmetro médio do coleto também foi significativamente inferior para *G. ulmifolia* e *S. saponaria* no tratamento com a presença de *U. brizantha*, incluindo também nesse grupo *S. terebinthifolius* (teste F; $p < 0,05$). Entretanto, para as espécies *C. fissilis* e *H. courbaril*, os tratamentos apresentaram efeitos semelhantes sobre o diâmetro médio do coleto (Figura 5).

Maciel et al. (2011) observaram que *S. terebinthifolius* conviveu com infestação de braquiária (*Urochloa decumbens*) sem sofrer interferência em altura e diâmetro do coleto até os 240 e 150 dias após o plantio, respectivamente. No presente estudo, aos 180 dias após o plantio, a altura da espécie *S. terebinthifolius* também não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento controle (teste F; $p < 0,05$). Contudo, a presença de *U. brizantha* reduziu significativamente o diâmetro de coleto, fato que sugere que as mudas desta espécie quando na presença da planta indesejada, concentraram suas atividades no crescimento em altura, em detrimento da redução da atividade cambial.

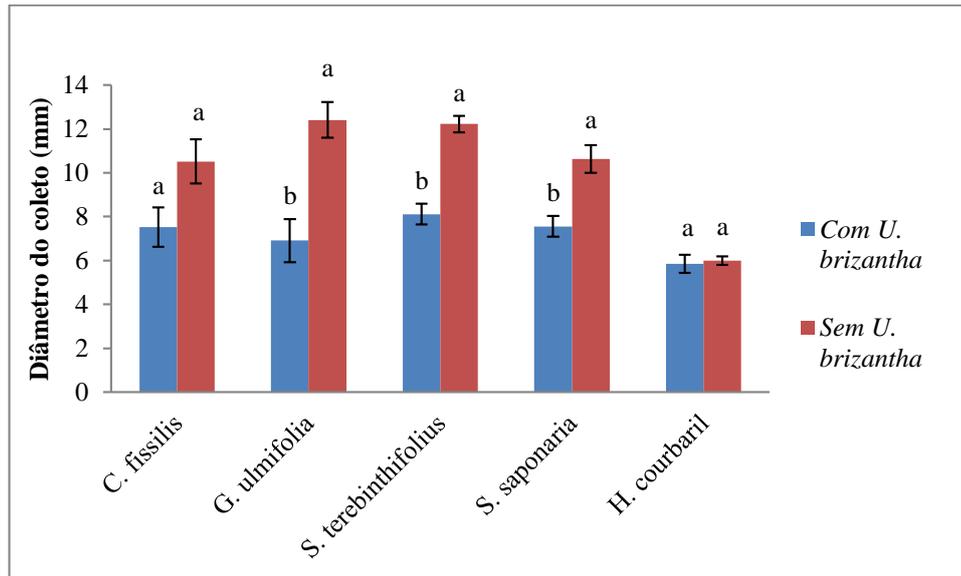


Figura 5. Diâmetro médio do coleto (mm) das espécies florestais aos 180 dias após o plantio (120 dias para *C. fissilis*) quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

De acordo com Pitelli e Marchi (1991), plantas de eucalipto que estão sob intensa infestação de plantas indesejadas tendem a perder ramos e folhas da base da copa, apresentando então uma pequena quantidade de folhas no ápice, provocando o estiolamento. Os autores relatam que o estiolamento é muito prejudicial para a fase adulta da planta, mesmo que as plantas indesejadas sejam controladas. A pequena área foliar localizada no topo de um caule longo e fino não promove um fluxo de água substancial para facilitar a absorção de nutrientes. Além disso, a produção de fotossintatos não é suficiente para serem translocados em quantidades para promover um vigoroso crescimento radicular e fornecer energia aos processos de absorção ativa de nutrientes do solo.

6.3. Efeito de *U. brizantha* sobre a produção de massa seca das espécies florestais

A presença de *U. brizantha* teve forte efeito sobre a produção de massa seca de parte aérea de todas as espécies florestais avaliadas. Os efeitos mais proeminentes ocorreram para *S. terebinthifolius*, *G. ulmifolia* e *S. saponaria* (Figura 6). Devido à alta taxa de mortalidade de *C. fissilis*, não foi possível a execução da análise estatística. Contudo, a média do tratamento controle foi numericamente bem superior ao valor de massa seca da planta remanescente do tratamento com *U. brizantha*.

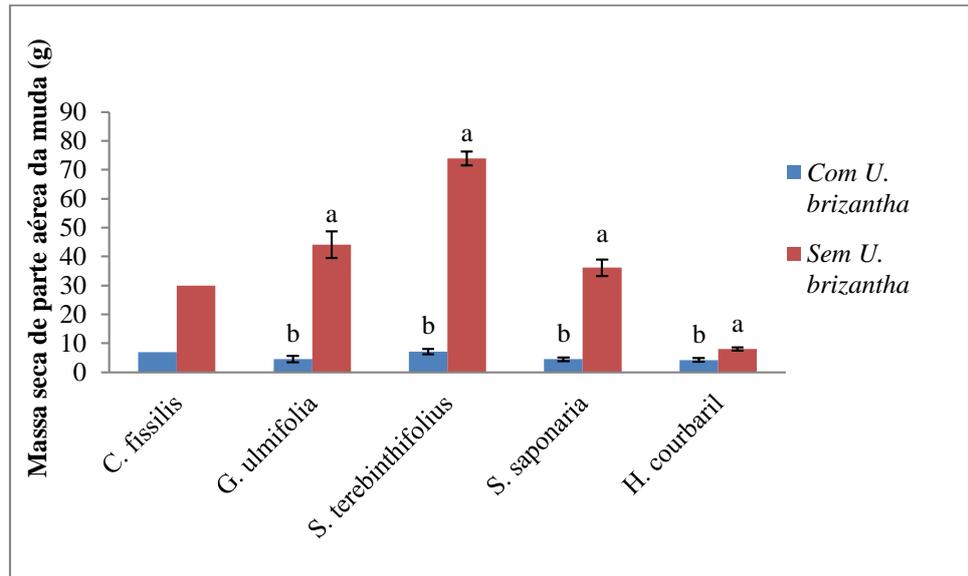


Figura 6. Massa seca de parte aérea das espécies florestais aos 180 dias após o plantio quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha* (braquiária). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Assim como a massa seca da parte aérea das mudas, a massa seca de raízes também sofreu forte redução em resposta à interferência imposta pela gramínea, em maior proporção também nas espécies *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius* e *S. saponaria* (Figura 7).

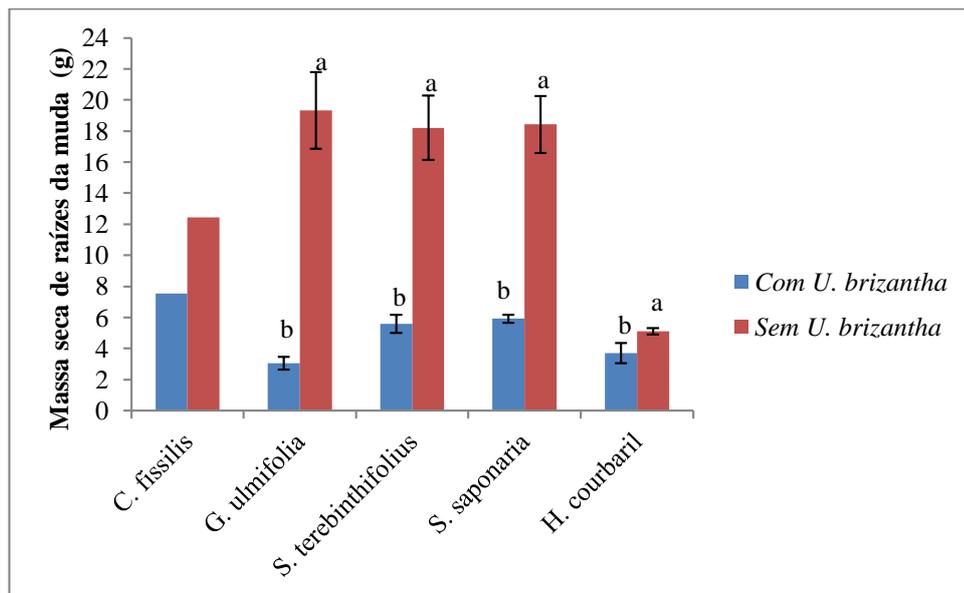


Figura 7. Massa seca de raízes das espécies florestais aos 180 dias após o plantio quando crescidas em convivência ou não com *U. brizantha*. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$). Barras de desvio representam o erro padrão da média. Para cada espécie, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

A Figura 8 apresenta a massa seca acumulada da parte aérea e de raízes de *U. brizantha* após 180 dias de crescimento em convivência com as diferentes espécies arbóreas. Nota-se que, em relação às espécies arbóreas, a produção de massa da gramínea foi bastante superior, resultante da alta capacidade competitiva e de crescimento dessa espécie.

Em todos os cinco experimentos, as raízes dos quatro indivíduos de *U. brizantha* apresentaram elevada massa em relação àquela produzida pelas espécies arbóreas (Figura 7), dominando o volume de substrato presente no vaso e envolvendo as raízes das espécies arbóreas.

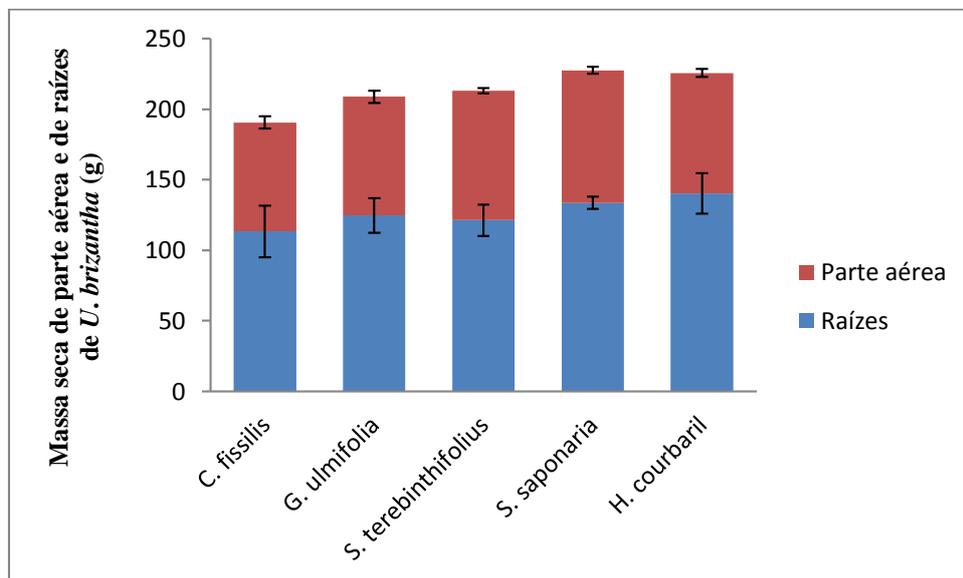


Figura 8. Massa seca de parte aérea e de raízes de *U. brizantha* em convivência com mudas de *C. fissilis*, *G. ulmifolia*, *S. terebinthifolius*, *S. saponaria* e *H. courbaril*.

6.4. Sensibilidade de variáveis de crescimento à matocompetição imposta por *U. brizantha*

O percentual de redução na altura, diâmetro do coleto, massa seca de parte aérea e massa seca de raízes de espécies florestais crescidas em convivência com *U. brizantha*, aos seis meses após o plantio, é apresentada na Tabela 3. Os valores demonstram diferenças tanto na sensibilidade das diferentes espécies à competição imposta pela gramínea quanto na sensibilidade das variáveis de crescimento em mostrar esse grau de interferência competitiva. Os resultados deixam evidente que as variáveis de medida de massa seca (parte aérea e raízes) foram mais sensíveis em detectar o efeito da competição do que as variáveis altura e diâmetro de coleto. Dentre essas duas últimas, a altura foi a menos sensível, apresentando baixa capacidade de expressar o efeito da competição em comparação à produção de massa das plantas.

Atualmente, muitos estudos ainda focam basicamente nas variáveis de crescimento altura e diâmetro do coleto. Contudo, dependendo do modo de crescimento da espécie arbórea, onde a espécie pode investir mais no crescimento dos ramos, aumentando assim sua área de copa, a altura e o diâmetro não sofrem muita influência quando na presença da planta competidora.

Tabela 3. Porcentagem de redução na altura, diâmetro do coleto (DC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de espécies florestais crescidas em convivência com *U. brizantha*, aos seis meses após o plantio. O asterisco indica que o valor percentual é significativamente diferente de zero ($p < 0,05$).

Espécies	Altura (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)
<i>Cedrela fissilis</i>	3%	28%	77% [!]	39% [!]
<i>Guazuma ulmifolia</i>	26%*	44%*	90%*	84%*
<i>Schinus terebinthifolius</i>	17%	34%*	90%*	69%*
<i>Sapindus saponaria</i>	32%*	29%*	88%*	68%*
<i>Hymenaea courbaril</i>	18%	3%	48%*	28%*

[!]Teste F não realizado devido à falta de repetições no tratamento com presença de *U. brizantha* (apenas 1 planta permaneceu viva ao final dos 180 dias de crescimento).

Do mesmo modo, os trabalhos de Pitelli et al. (1988), Toledo et al. (2001) e Ferreira et al. (2016) mostraram que a medida da altura de plantas de eucalipto foi a característica que apresentou menor sensibilidade à competição de plantas daninhas do gênero *Urochloa*.

Dinardo et al. (2003) constataram que a convivência de 4 plantas de *Panicum maximum*/m² com plantas de *Eucalyptus grandis* gerou maiores perdas na matéria seca de ramos (61,3%) e folhas (44,6%) aos 180 dias após o transplante das espécies para caixas de amianto com capacidade de 50 L. Os resultados apresentaram a altura como a variável com menor redução de crescimento (25,1%) quando *P. maximum* se fazia presente. O trabalho realizado por Pitelli (1988) constatou que a presença de plantas daninhas promoveu severas reduções na massa seca de parte aérea das plantas de *Eucalyptus urophylla*, já reduções em altura não foram consideradas significativas. Semelhantemente, Toledo et al. (2001) verificaram que a densidade de 4 plantas/m² de *U. decumbens* foi o suficiente para reduzir a massa seca do caule (55,22%), dos ramos (77,29%) e das folhas (55,30%), assim como a área foliar (63,26%) e o número de folhas (70,56%) de *Eucalyptus grandis*, sendo estas as variáveis-resposta mais sensíveis à matointerferência ocasionada por *U. decumbens*. Já a altura (18,27%) e o diâmetro do coleto (27,78%) foram as características de crescimento menos sensíveis, demonstrando não ser boas indicadoras dos efeitos ocasionados pelas plantas indesejadas.

Contudo, neste estudo havia uma densidade de 68 plantas de *U. brizantha*/m² por vaso, sendo esta uma condição extrema de competição. Isto é, em maior quantidade de plantas daninhas competindo com as espécies florestais nativas, os efeitos da competição gerada pelo capim-braquiarião nas variáveis de crescimento foram tão prejudiciais quanto os efeitos negativos nas plantas de eucalipto no trabalho de Toledo et al. (2001). As reduções nas variáveis de crescimento das espécies florestais nativas possivelmente aumentariam ao passo que se elevasse a densidade de plantas indesejadas. Segundo Pitelli e Karam (1988), quanto maior for a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos do meio e, portanto, mais intensa será a competição sofrida pela cultura.

Os trabalhos citados pelos diferentes autores corroboram com o resultado do presente estudo, evidenciando o alto grau de interferência proporcionado por gramíneas no crescimento de espécies florestais. Mais estudos contendo uma gama de diferentes espécies arbóreas em convivência com gramíneas são necessários para averiguar a ocorrência de

espécies mais tolerantes à matointerferência. Com essas respostas, a escolha das espécies arbóreas mais competitivas e tolerantes ao convívio com gramíneas agressivas nas áreas de reflorestamento, aliada a um controle adequado destas plantas indesejadas nas fases iniciais proporcionará menores custos com replantio e controle de plantas daninhas.

7 CONCLUSÕES

As espécies florestais *Cedrela fissilis* Vellozo; *Guazuma ulmifolia* Lamarck; *Schinus terebinthifolius* Raddi; *Sapindus saponaria* L. e *Hymenaea courbaril* L. sofrem forte redução no crescimento e aumento de mortalidade quando em convivência com *Urochloa brizantha*.

Nenhuma das espécies avaliadas se mostrou tolerante à competição com a gramínea. Estudos similares devem ser conduzidos com outras espécies florestais arbóreas para confirmar esse padrão ou identificar aquelas mais tolerantes a essa competição.

**CAPÍTULO II - FATORES DA MATOINTERFERÊNCIA DETERMINANTES NO
CRESCIMENTO DE ESPÉCIE ARBÓREA DA MATA ATLÂNTICA**

RESUMO

O objetivo deste capítulo foi avaliar a magnitude da competição por água, nutrientes e alelopatia imposta pelo capim *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu quando em convivência com *Schinus terebinthifolius* Raddi, uma espécie arbórea nativa utilizada em reflorestamentos. Para isso, um estudo foi montado em casa de vegetação utilizando como princípio a exclusão seletiva da competição por água, nutrientes ou do efeito de alelopatia. As unidades experimentais consistiram de vasos de 18 L plantados com uma muda de *S. terebinthifolius*. O delineamento experimental constituiu de um fatorial completo inteiramente casualizado com 3 fatores e os seguintes níveis: (1) convivência com *U. brizantha*, plantada na densidade de 0 ou 4 mudas por vaso; (2) fornecimento de nutrientes em dose limitante (25% da dose recomendada) ou não-limitante (200% da dose recomendada) e (3) o fornecimento de água sob regime limitante (umidade mantida entre ponto de murcha a 50% da capacidade de campo) ou não-limitante (umidade mantida entre 60 a 80% da capacidade de campo). Foram realizadas mensalmente avaliações de altura e diâmetro do coleto das mudas. Aos 150 dias pós-plantio mensurou-se a massa seca da parte aérea e radicular da espécie arbórea e da gramínea. Os resultados evidenciaram forte competição da gramínea sobre a espécie arbórea. O convívio com a gramínea reduziu em 30,5 cm a altura, em 1,58 mm o diâmetro do coleto e em 22,7 g e 9,5 g as massas secas da parte aérea e das raízes de *S. terebinthifolius*, respectivamente. O maior fornecimento de água nos vasos proporcionou um crescimento em altura 18,9 cm maior do que quando o capim estava presente com fornecimento limitado de água, evidenciando a competição por esse recurso. Houve também evidência de competição por nutrientes, principalmente quando houve a maior adição de nutrientes. Nessa condição, a competição imposta por *U. brizantha* causou um decréscimo adicional no diâmetro do coleto e na massa seca da parte aérea da espécie arbórea, enquanto que a gramínea foi favorecida com aumentos nas massas secas de parte aérea e radicular. O estudo não possibilitou avaliar a existência de alelopatia de *U. brizantha* sobre *S. terebinthifolius*, visto que não foi possível eliminar concomitantemente a competição por água e nutrientes no modelo experimental proposto. Os resultados desse estudo sugerem que plantas recém introduzidas em reflorestamentos sofrem menor competição com *U. brizantha* em épocas chuvosas do que naquelas com maior restrição hídrica no solo, período em que o controle da matocompetição deve ser priorizado. Ainda, uma boa adubação de plantio em reflorestamentos pode resultar em menor crescimento das plantas, se um controle adequado da matocompetição não for realizado. Por fim, a metodologia usada permitiu estudar separadamente os fatores de competição que podem influenciar no crescimento da espécie arbórea, podendo servir como um modelo a estudar esses mecanismos em outras espécies.

Palavras-chave: plantas daninhas, competição, alelopatia, capim-braquiarião.

ABSTRACT

The objective of this chapter was to evaluate the magnitude of competition for water, nutrients and allelopathy imposed by *Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu when growing with *Schinus terebinthifolius* Raddi, a native tree species used in reforestation. For this, a study was set up under greenhouse conditions using as principle the selective exclusion of competition for water, nutrients or the effect of allelopathy. The experimental units consisted of 18 L vases planted with a *S. Terebinthifolius* seedling. The experiment consisted of a completely randomized complete factorial with three factors and the following levels: (1) cohabitation with *U. brizantha*, planted in densities of 0 or 4 plants per vase; (2) supply of nutrients in limiting (25% of the recommended dose) or non-limiting (200% of the recommended dose) doses and (3) supply of water under limiting (moisture maintained between wilt point at 50% field capacity) or non-limiting (moisture maintained between 60 to 80% of the field capacity) regimes. Monthly evaluations of seedling height and diameter were carried out. At 150 days of growing, the dry masses of the shoot and root of the tree and grass species were measured. The results showed strong grass competition over the tree species. The presence of the grass decreased in 30.5 cm the height, in 1.58 mm the root collar diameter and in 22.7 g and 9.5 g the shoot and root dry masses of *S. terebinthifolius*, respectively. The non-limiting water supply in the vases increased the height of the tree species in 18.9 cm in comparison to the treatment with limiting water supply, evidencing competition for this resource. There was also evidence of competition for nutrients, especially when there was greater nutrient addition. Under this condition, the competition imposed by *U. brizantha* caused an additional decrease in root collar diameter and in the shoot dry mass of the tree species, while the grass was favored with increases in the shoot and root dry masses. The study did not allow to evaluate the existence of *U. brizantha* allelopathy on *S. terebinthifolius*, since it was not possible to concomitantly eliminate competition for water and nutrients in the proposed experimental model. The results of this study suggest that newly introduced trees in reforestation areas suffer less competition with *U. brizantha* in rainy season than in those with greater soil water restriction, periods in which matocompetition control should be prioritized. Also, a plentiful fertilization in reforestation can result in lower plant growth, if an adequate control of weeds is not achieved. The methodology used allowed to study separately the factors of competition that can influence in the growth of the tree species, and can serve as a model to study these mechanisms in other species.

Keywords: weed, competition, allelopathy, braquiarião grass.

8 INTRODUÇÃO

O controle de espécies de gramíneas exóticas de rápido crescimento é um dos principais tratos culturais necessários nos estágios iniciais de reflorestamentos, uma vez que estas podem inibir o crescimento das árvores e a regeneração florestal. Essas interferências negativas estão associadas à competição por recursos essenciais (água, luz, nutrientes e espaço) e, eventualmente, à produção de compostos alelopáticos pela gramínea (SOUZA-FILHO; RODRIGUES; RODRIGUES, 1997; BARBOSA; PIVELLO, MEIRELLES, 2008). Essas interações podem provocar desde reduções no crescimento dos indivíduos introduzidos até sua mortalidade.

Apesar da relevância do tema, estudos acerca dos efeitos motivados pela matointerferência no crescimento de espécies arbóreas nativas em projetos de reflorestamento ainda são escassos e praticamente inexistentes quando se trata de avaliar os fatores preponderantes para a redução do crescimento destas.

Na prática, não é fácil distinguir se o efeito nocivo de uma planta sobre a outra cabe à alelopatia ou à competição (FUERST; PUTNAN, 1983). Souza, Velini e Maiomoni-Rodella (2003) buscaram mensurar os possíveis efeitos de interferência por alelopatia de 18 plantas daninhas no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. Na metodologia utilizada foram incorporadas separadamente as massas secas de parte aérea das plantas daninhas em substratos presentes em vasos contendo a espécie arbórea. Com 35 dias após o transplante dos indivíduos para os vasos, a massa seca de folhas, caules e raízes foram mensuradas. Como resposta, todas as plantas daninhas reduziram o crescimento das mudas, tendo *U. decumbens* ocasionado efeito mais drástico no crescimento do eucalipto. Os resultados não foram influenciados por imobilização dos nutrientes decorrente da decomposição da matéria seca uma vez que, em um segundo ensaio subsequente, testou-se alguns tratamentos com adição de *Sphagnum* sp, um material inerte, como fonte de carbono e os autores verificaram a não influência da alteração na relação C/N do substrato.

Silva et al. (2000) realizaram um estudo com o objetivo de identificar os efeitos da interferência de *Urochloa brizantha* sobre a absorção de nutrientes por mudas de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis* em resposta a diferentes teores de água no solo. Os autores constataram que as mudas de eucalipto que cresceram em convivência com a gramínea apresentaram menor massa seca do que as mudas que foram cultivadas sem a gramínea, em qualquer um dos três teores de água (20, 23 e 26%), calculados a partir de uma curva de retenção de água do solo utilizado. O maior decréscimo da concentração de NH_4^+ e de K nas duas espécies de eucalipto foi obtido em condições próximas à capacidade de campo, ao invés da condição sob estresse hídrico, sugerindo que sob condições ótimas de umidade a gramínea é ainda mais eficiente em absorver esses nutrientes.

A maioria dos estudos sobre alelopatia é feita avaliando a germinação de sementes de espécies de interesse em meio contendo extratos aquosos com parte do material vegetal da espécie doadora. Entretanto, tais estudos não simulam a situação real que pode ocorrer em condições de campo, com indivíduos recém-plantados e plantas daninhas tentando usufruir dos recursos do meio. Os custos associados ao controle da matocompetição após a implantação de um povoamento florestal são elevados, sendo que o conhecimento do grau de interferência da competição por recursos e da alelopatia no crescimento das mudas florestais é de fundamental importância, visando uma forma de manejo mais adequada de plantas indesejadas.

No estudo do capítulo 1 foi observado forte interferência no crescimento da espécie florestal *Schinus terebinthifolius* Raddi quando em convivência com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu. Nesse capítulo 2, objetivou-se avaliar os fatores

determinantes da redução do crescimento de *S. terebinthifolius* quando em convivência com *U. brizantha* a partir de um ensaio com exclusão seletiva da competição por água, nutrientes ou do efeito de alelopatia.

9 MATERIAL E MÉTODOS

9.1 Descrição da Área Experimental

O estudo foi conduzido de julho a dezembro de 2016 sob condições de casa de vegetação na Embrapa Agrobiologia, localizada no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro (22°45'31.94"S, 43°40'50.99"O) (Figura 9).

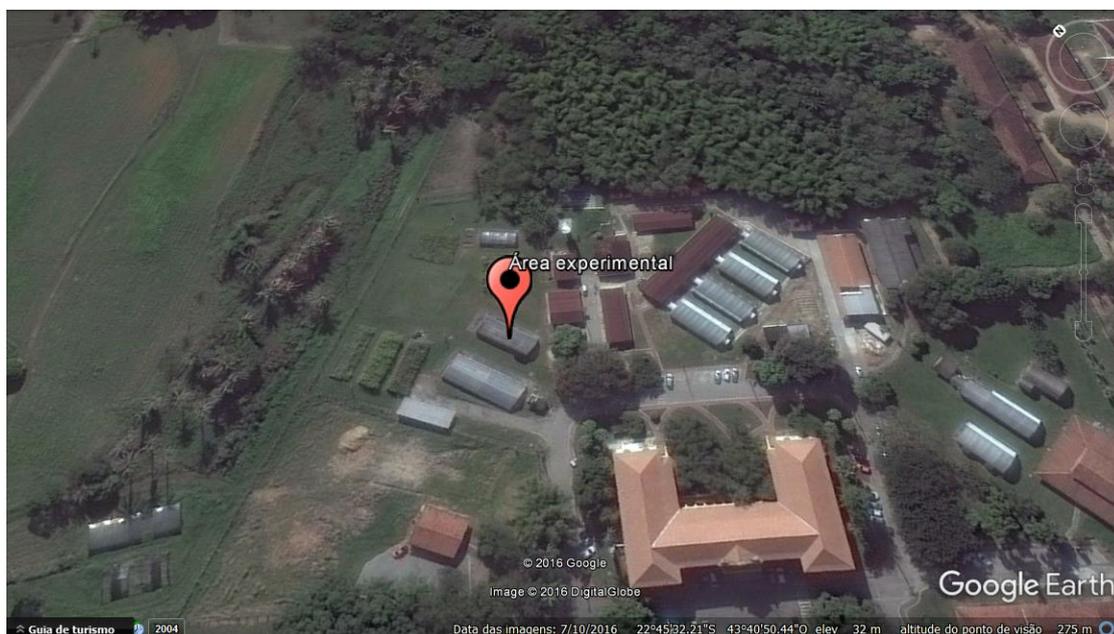


Figura 9. Localização da área experimental situada em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ. Fonte: Google Earth, 2016.

9.2 Delineamento e Condução do Experimento

Foi montado um experimento a fim de averiguar o(s) fator(es) da matointerferência causada por *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu determinante(s) no crescimento da espécie arbórea *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira). Os fatores estudados foram 1) competição por água; 2) competição por nutrientes e 3) alelopatia.

O delineamento experimental constituiu de um fatorial completo inteiramente casualizado com 3 fatores, que resultaram em 8 tratamentos com 8 repetições cada (Tabela 4). Os fatores consistiram na presença ou ausência da gramínea e na presença ou ausência de limitação no fornecimento de água e de nutrientes (Tabela 4).

As unidades experimentais consistiram de vasos com capacidade de 18 kg, apresentando altura de 33,5 cm, diâmetro inferior de 22,50 cm e superior de 27,4 cm. A cada vaso foram adicionados 18 kg de terra de um Planossolo Háplico coletadas na profundidade de 20-40 cm em área próxima ao local de estudo.

Tabela 4. Composição dos tratamentos para avaliar o(s) fator(es) da matointerferência determinante(s) no crescimento das mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira). O sinal “+” indica a presença da gramínea e o fornecimento não-limitante de nutrientes e água. O sinal “-” indica a ausência da gramínea e o fornecimento limitante de nutrientes e água.

Tratamento	Presença gramínea	Nutrientes	Água
T1	+	+	+
T2	+	+	-
T3	+	-	+
T4	+	-	-
T5	-	+	+
T6	-	+	-
T7	-	-	+
T8	-	-	-

A adubação foi calculada tendo como referência a recomendação descrita no “Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro” (PORTZ et al., 2013). Entretanto, a dose de nitrogênio foi calculada a partir de recomendação do IPEF para mudas nativas (GONÇALVES, 1995). Essas publicações indicam a seguinte recomendação: 50 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅, 60 kg/ha de K₂O, 1000 kg/ha de calcário e 50 kg/ha de FTE. Deste modo, considerando a profundidade efetiva do solo de 0,20 m, isto é, 2000 m³ em 1 ha e a quantidade de solo utilizada por vaso (0,018 m³), calculou-se a quantidade recomendada (dose de 100%) para os vasos com 18 kg de solo (Tabela 5).

Os vasos dos tratamentos T3, T4, T7 e T8 foram adubados com 25% da dose recomendada e os demais (T1, T2, T5 e T6) receberam 200% da dose recomendada (Tabela 5). A dose de 25% objetivou limitar a quantidade de nutrientes no vaso de modo a promover a competição por nutrientes entre as espécies (gramínea e arbórea), enquanto que a dose de 200% objetivou limitar essa competição. Na adubação de plantio, adicionou-se superfosfato simples como fonte de fósforo e enxofre, calcário dolomítico como fonte de cálcio e magnésio e FTE como fonte de micronutrientes. Os nutrientes foram incorporados ao solo com auxílio de betoneira. A adubação de cobertura ocorreu parceladamente, aos dois e quatro meses após o plantio, na superfície do solo e consistiu da aplicação de sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) e cloreto de potássio (KCl) (Tabela 5).

Tabela 5. Quantidades dos adubos utilizados na proporção de 25% (T3, T4, T7 e T8) e 200% (T1, T2, T5 e T6) em relação à dose de referência.

Adubos	Dose de 25%	Dose de referência (100%)	Dose de 200%
Calcário dolomítico	2,25 g	9,0 g	18 g
Superfosfato simples	0,45 g	1,80 g	3,6 g
Sulfato de amônio	0,56 g	2,24 g	4,48 g
Cloreto de potássio	0,22g	0,9 g	1,8 g
FTE	0,11 g	0,44 g	0,88 g

Após a adubação de base, cada vaso recebeu uma muda de *S. terebinthifolius*, que foi plantada em uma pequena cova no centro dos mesmos. As mudas foram produzidas em sacos

plásticos de 14 cm x 20 cm (volume de 1.248 cm³) e possuíam altura média de 45 cm no momento do plantio. Em seguida, realizou-se a semeadura de *U. brizantha* nos vasos dos tratamentos T1, T2, T3 e T4. Após a emergência das plântulas, foram deixados quatro indivíduos da gramínea por vaso. Plantas espontâneas que eventualmente germinaram nos vasos foram retiradas manualmente.

Nos primeiros 30 dias após o plantio, os vasos foram irrigados com 1 L de água sempre que necessário. Após esse período, foi realizado o monitoramento da umidade do solo dos vasos pela pesagem periódica dos mesmos, sendo a quantidade de água adicionada por irrigação aos vasos diferenciada entre os tratamentos com e sem limitação no fornecimento de água. Para os tratamentos T1, T3, T5 e T7, a irrigação foi realizada sempre que o conteúdo de água do solo atingiu valor próximo a 60% da capacidade de campo. Nesses casos, o conteúdo de água adicionado foi o necessário para retornar a umidade de cada unidade experimental desses tratamentos ao nível de 80% da capacidade de campo do solo. Para os tratamentos T2, T4, T6 e T8, a reposição de água foi realizada apenas quando as plantas apresentavam sintomas iniciais de murcha, sendo a umidade repostada para atingir 50% da capacidade de campo do solo.

A capacidade de campo do solo utilizado foi determinada pelo método gravimétrico direto, utilizando-se como tara vasos contendo os 18 kg de solo úmido, anteriormente secos em estufa até peso constante. Nestes vasos, adicionou-se água até os mesmos ficarem saturados e, após um período de 24 horas para o escoamento do excesso de água, pesou-se novamente os vasos. O valor diferença de peso entre os vasos (água retida por capilaridade) foi de 1,5 kg de água /18 kg de solo e considerada o peso de água para atingir 100% da capacidade de campo. O cálculo da quantidade de água a ser adicionada a cada vasos ao longo da condução do experimento foi então calculado por meio da fórmula abaixo:

$$QH_2O\alpha = (80\%CC \times PSS) + PSS - PD_i$$

$$QH_2O\beta = (50\%CC \times PSS) + PSS - PD_i$$

Onde, $QH_2O\alpha$ = quantidade de água a ser adicionada nos vasos dos tratamentos sem limitação de água (T1, T3, T5 e T7); $QH_2O\beta$ = água a ser adicionada nos vasos dos tratamentos com limitação de água (T2, T4, T6 e T8); CC = capacidade de campo; PSS = peso do solo seco e PD = valor do peso total do vaso no i-ésimo dia. O ganho de peso dos vasos devido ao ganho de massa das plantas foi ignorado no cálculo.

9.3 Avaliações

A avaliação do crescimento da parte aérea da espécie arbórea foi feita pela mensuração mensal do diâmetro do coleto e da altura total, com auxílio de paquímetro digital graduado em milímetros e vara graduada em centímetros, respectivamente. As medições foram realizadas desde a data de plantio até aos cinco meses de idade.

Aos 150 dias após o plantio foram realizadas a coleta e separação da parte aérea e radicular de ambas as espécies. As raízes foram lavadas em água corrente sob peneira para remoção das partículas de solo, sendo as raízes da gramínea e da arbórea separadas com base em aspectos morfológicos observados a olho nu. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel previamente identificados por tratamento, espécie e descrição da parte vegetal. Em seguida, determinou-se a massa aérea e de raízes da espécie arbórea e da gramínea, separadamente.

9.4 Análise dos Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, após atenderem os preceitos estatísticos de homocedasticidade e normalidade.

Por conseguinte, inferências sobre questões específicas relacionadas aos efeitos dos tratamentos foram avaliadas ajustando-se regressões múltiplas com variáveis indicadoras (RAMSEY; SCHAFER, 2002). Foram geradas variáveis indicadoras para a presença e ausência de *U. brizantha* (competidor), provimento de água e provimento de nutrientes. Essa análise possibilitou obter separadamente os efeitos dos fatores “competidor”, “água” e “nutriente” sobre as variáveis de crescimento e produção de massa seca de *S. terebinthifolius*, assim como das interações entre os mesmos. A tabela 6 apresenta como os coeficientes de regressão linear múltipla foram interpretados para avaliar o efeito dos fatores competidor (presença de *U. brizantha*), nutrientes e água sobre as variáveis de crescimento (altura, diâmetro e acúmulo de massa seca) de *S. terebinthifolius*.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software S-PLUS versão 8 (Insightful Corp.).

Tabela 6. Interpretação adotada para os coeficientes de regressão linear múltipla em relação aos efeitos dos fatores competidor (presença de *U. brizantha*), nutriente e água sobre as variáveis de crescimento (altura, diâmetro e acúmulo de massa seca) de *S. terebinthifolius*.

Fator	Coef. de regressão	Interpretação do efeito sobre <i>S. terebinthifolius</i>
Competidor (C)	ns ¹	Presença de <i>U. brizantha</i> não afeta o crescimento.
	+	Presença de <i>U. brizantha</i> aumenta o crescimento.
	-	Presença de <i>U. brizantha</i> reduz o crescimento (competição).
Nutriente (N)	ns	Redução da limitação de nutrientes não afeta o crescimento.
	+	Redução da limitação de nutrientes aumenta o crescimento.
	-	Redução da limitação de nutrientes reduz o crescimento.
Água (A)	ns	Redução da limitação de água não afeta o crescimento.
	+	Redução da limitação de água aumenta o crescimento.
	-	Redução da limitação de água reduz o crescimento.
C x N	ns	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> não é alterado pela redução da limitação de nutrientes. Se há competição (coef. "C" negativo), a causa não está associada à competição por nutrientes.
	+	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é afetado positivamente pela redução da limitação de nutrientes. Se há competição (coef. "C" negativo), ela é amenizada e a causa está associada à competição por nutrientes.
	-	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é afetado negativamente pela redução da limitação de nutrientes. Se há competição (coef. "C" negativo), ela é intensificada e a causa está associada à competição por nutrientes.
C x A	ns	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> não é alterado pela redução da limitação de água. Se há competição (coef. "C" negativo), a causa não está associada à competição por água.
	+	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é afetado positivamente pela redução da limitação de água. Se há competição (coef. "C" negativo), ela é amenizada e a causa está associada à competição por água.
	-	Efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é afetado negativamente pela redução da limitação de água. Se há competição (coef. "C" negativo), ela é intensificada e a causa está associada à competição por água.
C x N x A	ns	Após considerados os efeitos da redução da limitação de água e nutrientes, o efeito da presença de <i>U. brizantha</i> não é alterado. Se há competição (coef. "C" negativo), a causa está associada apenas à competição por água e/ou nutrientes. Não há evidência de alelopatia.
	+	Após considerados os efeitos da redução da limitação de água e nutrientes, o efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é alterado positivamente. Logo, há evidência de efeito alelopático positivo.
	-	Após considerados os efeitos da redução da limitação de água e nutrientes, o efeito da presença de <i>U. brizantha</i> é alterado negativamente. Se há competição (coef. "C" negativo), a causa está associada a outros fatores além da competição por água e/ou nutrientes. Logo, há evidência de efeito alelopático negativo.

¹ns – não significativo.

Nota: A interação N x A também foi testada, embora não tenha sido apresentada nessa tabela.

10 RESULTADOS

O crescimento de *S. terebinthifolius* foi significativamente afetado pelos tratamentos, especialmente a partir de 2 meses após o plantio (Figura 10). As maiores taxas de crescimento em altura ocorreram nos tratamentos sem a presença de *U. brizantha*, especialmente quando as plantas cresceram nos maiores níveis de suplementação de água e nutrientes. Ao contrário, as menores taxas de crescimento ocorreram quando *S. terebinthifolius* cresceu em convivência com a gramínea, principalmente sob o menor nível de suplementação de água (Figura 10). Sob a condição de competição e de déficit hídrico, a espécie arbórea apresentou redução na altura entre o segundo e o terceiro mês de crescimento em razão de seca e posterior quebra do ápice das plantas.

O crescimento do diâmetro do coleto de *S. terebinthifolius* foi influenciado de forma similar à altura. As mudas apresentaram valores superiores em diâmetro do coleto quando na ausência da gramínea, principalmente quando fornecido maiores quantidades de água e/ou nutrientes. De maneira oposta, quando *S. terebinthifolius* cresceu na presença da gramínea esta apresentou menor diâmetro do coleto, especialmente sob o menor regime de fornecimento de água combinado com o de maior fornecimento de nutrientes (Figura 10).

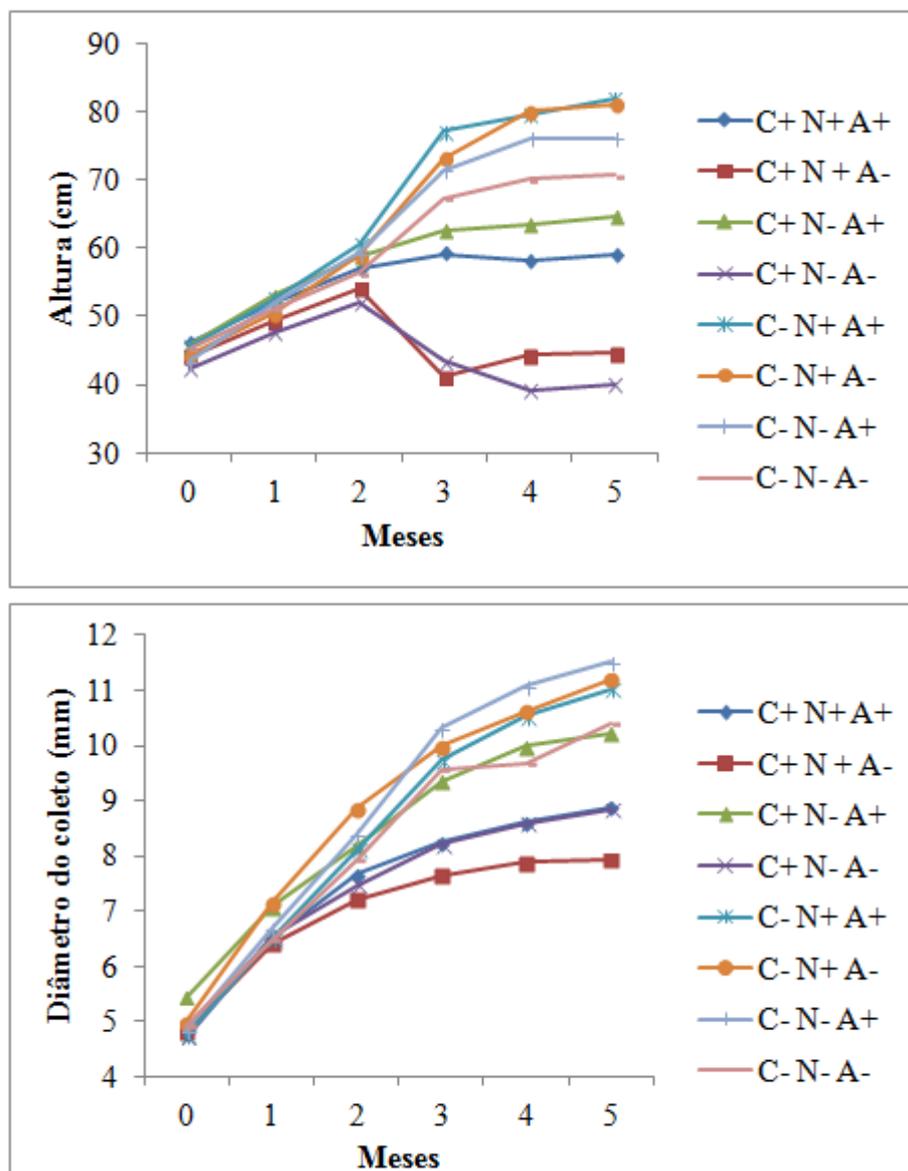


Figura 10. Curvas de crescimento em altura e diâmetro do coleto de plantas de *S. terebinthifolius* ao longo de cinco meses após o plantio em vasos, crescendo na presença (“+”) ou ausência (“-”) de *U. brizantha* (“C”) e/ou de fornecimento não-limitante de água (“A”) e nutrientes (“N”).

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de regressão linear para os efeitos da presença de *U. brizantha* e da suplementação de água e/ou nutrientes sobre a altura (H), o diâmetro do coleto (DC) e a massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de *S. terebinthifolius*. A partir desses coeficientes foi possível avaliar o efeito individual de cada fator estudado (competidor, água e nutrientes) e das interações entre eles.

Tabela 7. Coeficientes lineares da regressão linear múltipla para os efeitos da presença de *U. brizantha* (competidor, “C”), da suplementação de água (“A”) e da suplementação de nutrientes (“N”) sobre a altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de *S. terebinthifolius*.

Parâmetro	Coeficientes			
	H (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)
Intercepto	70,64 ***	10,41 ***	50,36 ***	36,94 ***
Competidor (C)	-30,53 ***	-1,58 *	-22,74 ***	-9,50 ***
Nutrientes (N)	10,38 (0,09)	0,80 (0,15)	7,68 (0,07)	-2,91 ns
Água (A)	5,51 ns	1,11 *	9,55 *	4,96 *
C x N	-10,37 ns	-1,70 *	-12,13 *	-3,58 ns
C x A	18,94 *	0,27 ns	7,95 (0,19)	3,16 ns
N x A	-4,64 ns	-1,29 (0,10)	-5,36 ns	-2,83 ns
C x N x A	-0,83 ns	0,86 ns	-1,97 ns	-0,67 ns

*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns, não-significativo. Valores de p entre 0,05 e 0,20 são mostrados em parênteses.

O efeito da competição de *U. brizantha* sobre *S. terebinthifolius* foi expresso em todas as variáveis de crescimento avaliadas. Sob convivência com a gramínea a espécie arbórea cresceu cerca de 30,5 cm a menos em altura, 1,6 mm a menos em diâmetro do coleto e acumulou cerca de 22,7 g e 9,5 g a menos de massa seca da parte aérea e de raízes, respectivamente (Tabela 7).

A maior suplementação de nutrientes nos vasos (200% da dose recomendada) tendeu a proporcionar um maior crescimento de *S. terebinthifolius* ($0,05 > p < 0,20$) com incrementos de 10,4 cm em altura, de 0,8 mm no diâmetro do coleto e de 7,68 g na massa seca da parte aérea (Tabela 7). Quando a maior dose de nutrientes foi combinada com a presença de *U. brizantha* (interação C x N; Tabela 7), ao contrário do esperado (redução na competição por nutrientes), houve uma maior competição em desfavor da espécie arbórea. Assim, a adição da maior dose de nutrientes levou o diâmetro do coleto a ser reduzido em 0,90 mm (-1,7 mm + 0,80 mm; Tabela 7) e na massa seca da parte aérea em 4,45 g (-12,13 g + 7,68 g; Tabela 7) em relação ao tratamento com a gramínea na menor dose de nutrientes.

Sob o regime de maior suplementação de água (umidade mantida próxima a 80% da capacidade de campo), *S. terebinthifolius* obteve acréscimo de 1,11 mm no diâmetro do coleto, 9,55 g em massa seca de parte aérea e 4,96 g em massa seca de raízes (Tabela 7). Quando o maior aporte de água foi combinado com a presença da *U. brizantha* (interação C x A; Tabela 7), a competição imposta pela gramínea foi minimizada. Sob essa condição, *S. terebinthifolius* cresceu 24,5 cm a mais em altura (18,94 cm + 5,51 cm; Tabela 7) e houve uma tendência de um ganho de 17,5 g na massa seca da parte aérea (7,95 g + 9,55 g; Tabela 7), ambos em relação ao tratamento contendo a gramínea sob restrição hídrica.

A Tabela 8 apresenta os coeficientes de regressão linear do efeito da adição de água e/ou nutrientes sobre a massa seca de parte aérea e radicular da *U. brizantha*. Os resultados demonstram que a dose mais alta de nutrientes (200% da dose recomendada) levou à maior produção de massas secas de parte aérea e radicular de *U. brizantha* em relação à menor dose (25% da dose recomendada; $p < 0,001$). Desta forma, a gramínea obteve a mais 14,66 g de massa seca de parte aérea e 19,71 g de massa seca de raízes. Não foram encontrados efeitos semelhantes em *U. brizantha* em decorrência do maior aporte de água nos vasos.

Tabela 8. Coeficientes lineares da regressão linear múltipla para os efeitos da suplementação de água (“A”) e da suplementação de nutrientes (“N”) sobre a massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) de *U. brizantha* (capim-braquiarião).

Parâmetro	Coeficientes	
	MSPA (g)	MSR (g)
Intercepto	31,84 ***	41,86 ***
Nutrientes (N)	14,66 ***	19,71 *
Água (A)	-2,93 ns	-6,06 ns
N x A	4,34 ns	16,46 ns

*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns, não significativo.

11 DISCUSSÃO

O menor crescimento de *Schinus terebinthifolius* sob a condição de maior limitação de água pode ser decorrente do fechamento dos estômatos para evitar a perda de água por transpiração foliar. Por conseguinte, a captação de CO₂ é minimizada, refletindo em menor atividade fotossintética e menor produção de massa.

Ademais, a disponibilidade hídrica pode afetar a absorção de nutrientes, já que grande parte do transporte de nutrientes no solo se dá por fluxo de massa. Este processo é consequência da diferença de potencial de pressão, causada pela tensão na superfície foliar devido à transpiração. Assim, a água é movimentada da solução do solo para a planta, carreando consigo os nutrientes móveis. Com uma menor transpiração devido ao fechamento dos estômatos, a absorção dos nutrientes pelas raízes também se torna prejudicada, influenciando negativamente na produção de biomassa vegetal. Contudo, os resultados a princípio sugerem não haver uma interação entre os fatores água e nutrientes (interação N x A não significativa; Tabela 7).

A forte redução de crescimento de *S. terebinthifolius* sob o convívio com *Urochloa brizantha* torna evidente o quão prejudicial pode ser a competição imposta por esta gramínea nos primeiros meses após o plantio de espécies arbóreas. Vários trabalhos também evidenciaram que a presença de plantas do gênero *Urochloa* pode influenciar negativamente no crescimento de espécies arbóreas recém-plantadas (Silva et al., 2000; Toledo et al., 2001; Monquero et al., 2010; Maciel et al., 2011; Ferreira et al., 2016). Em estudo realizado por Toledo et al. (2000b), clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em desenvolvimento inicial na presença de *Urochloa decumbens*, após aproximadamente 1 ano, apresentaram redução de 70% no diâmetro do caule e de 68% na altura em relação a plantas de eucalipto que cresceram livres de competição. A redução no crescimento de um clone de *E. grandis* x *E. urophylla* na presença de *U. brizantha* e *U. decumbens* também foi verificada por Ferreira et al. (2016). A coexistência das espécies proporcionou redução de aproximadamente 40% no diâmetro do coleto, 60% na massa seca total e 76% na área foliar, em apenas 107 dias após o transplante das mudas.

O acréscimo de nutrientes nos vasos aumentou a produção de massa da gramínea e reduziu a de *S. terebinthifolius*. Esses dados indicam que o aumento da disponibilidade de nutrientes favoreceu apenas a gramínea, sugerindo que esta mostrou maior capacidade competitiva na absorção de nutrientes o qual foi revertido em maior produção de massa. Estudos prévios com eucalipto também mostraram que a adubação pode alterar o comportamento das plantas daninhas, as quais podem apresentar um crescimento mais intenso tornando-se mais competitivas sobre a cultura (Pitelli, 1987; Abraham; Corbin, D'Antonio, 2009; Sharma et al., 2010).

Os resultados do presente estudo também corroboram com os de Pereira et al. (2012), que investigaram possíveis efeitos de interação entre a adubação de cobertura e o manejo das plantas daninhas em povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. A maior dosagem de nutrientes na adubação de cobertura foi capaz de promover os maiores valores de massa seca de folhas e caule do eucalipto apenas na ausência das plantas daninhas. Quando em convivência com as gramíneas, a fertilização favoreceu o crescimento das plantas daninhas.

Diante dos estudos citados, é notória a importância da adubação correta de base e de cobertura, entretanto, sem que se negligencie o controle adequado das gramíneas indesejadas através de coroamento ou aplicação de herbicidas.

A competição por água imposta por *U. brizantha* foi reduzida quando maior quantidade de água foi adicionada ao substrato, quando a espécie arbórea apresentou maior

ganho em altura, em relação ao tratamento contendo a gramínea e com restrição de água. Esse fato evidencia que pelo menos parte da competição imposta pela gramínea foi devida à competição por água. Diferentemente, Silva et al. (1997 e 2004) observaram que duas espécies de eucalipto sofreram reduções em altura, diâmetro do coleto e massa seca do que as plantas livres das gramíneas, independentemente dos três teores de água aplicados (1-estresse hídrico, 2- quantidade moderada e 3- próximo a capacidade de campo). Entretanto, as maiores reduções de crescimento dos eucaliptos ocorreram quando, na presença da gramínea, o solo estava próximo a capacidade de campo. Isto pode ser explicado pelo maior crescimento da gramínea sob essa condição, a qual intensificou a capacidade desta de competir por recursos.

Contudo, o acréscimo de água nos vasos não aumentou a produção de massa da gramínea. Este fato pode ser explicado pela maior eficiência no uso da água e no menor coeficiente transpiratório da gramínea estudada, que é uma planta C4. Silva et al. (2004) comparando a eficiência do uso da água entre *U. brizantha* e duas espécies de eucalipto, verificaram que independente do teor de umidade do solo, a gramínea apresentou maior eficiência no uso da água em relação às demais plantas, isto é, obteve menor coeficiente transpiratório.

O presente estudo objetivou que os fatores de competição (água e nutrientes) e a alelopatia fossem avaliados para detectar as principais causas relacionadas à competição e/ou alelopatia sofrida pela espécie *S. terebinthifolius* em convívio com a *U. brizantha*. No caso da alelopatia, procurou-se avaliá-la de forma indireta, observando-se a significância dos coeficientes da interação tripla entre competidor, água e nutrientes. Entende-se que esses coeficientes expressam o efeito do competidor (gramínea) sobre a outra espécie (arbórea), após considerados os efeitos da redução (ou eliminação) da competição por água e nutrientes. Entretanto, o pressuposto para essa premissa ser verdadeira não foi alcançado, ou seja, não foi possível a eliminação concomitante da competição por água e da competição por nutrientes no meio de crescimento das duas espécies. Especificamente, os resultados demonstraram que o maior nível de adubação utilizado não foi suficiente para evitar ou minimizar a competição por nutrientes, impedindo avaliar a existência de alelopatia de *U. brizantha* sobre *S. terebinthifolius*.

Informações presentes na literatura evidenciam que *U. brizantha* possui potencial atividade alelopática, podendo influenciar a germinação de sementes e o crescimento de diferentes espécies vegetais (Stanizio et al., 1991; Carvalho, 1993; Souza Filho, Alves e Dutra, 2002; Rodrigues et al., 2012). Nestes estudos, o potencial alelopático da espécie variou de acordo com a espécie receptora, devido ao grau de sensibilidade aos fitoquímicos. Estas pesquisas foram feitas utilizando extratos aquosos com parte do material vegetal da espécie competidora, método que se distancia da situação real que pode ocorrer em condições de campo e que pode sofrer influência de fatores de difícil controle, como o efeito dos extratos vegetais sobre a comunidade microbiana e sobre a mobilização de nutrientes no solo. A metodologia proposta nesse estudo parece ser mais adequada para estudar o efeito alelopático entre plantas em coexistência desde que se consiga atingir doses de água e nutrientes que reduzam significativamente a competição entre as plantas por esses fatores. Uma sugestão de aperfeiçoamento da metodologia é construção de curvas de resposta a nutrientes das espécies alvo anteriormente ao ensaio de competição, visando determinar as dosagens críticas de nutrientes, onde deixaria de haver a competição. Por outro lado, o teor de água utilizado nesse estudo (umidade mantida entre 60 e 80% da capacidade de campo), destinado a não causar competição, parece ter sido adequado.

A espécie arbórea utilizada, *S. terebinthifolius*, apresenta ampla distribuição geográfica, uma vez que possui extrema plasticidade ecológica. Por essa razão, é facilmente vista em toda faixa litorânea do país, próxima a rios, córregos e várzeas úmidas de formações secundárias. Também cresce em dunas, em terrenos secos, pobres e pedregosos. Ademais,

sobrevive até seis meses sob deficiência hídrica moderada no solo (LENZI; ORTH, 2004). Sendo assim, provavelmente o efeito da competição ocasionada por *U. brizantha* seja mais intenso em outras espécies menos rústicas, o que deve ser confirmado por mais estudos similares.

Os resultados desse estudo indicam que a competição imposta por *U. brizantha* pode ser atenuada se as condições de umidade do solo forem adequadas. A fase mais crítica de susceptibilidade de plantas introduzidas em reflorestamentos é nos primeiros meses após o plantio. Logo, o plantio realizado em épocas chuvosas, ou utilizando outros mecanismos que garantam o provimento adequado de água às plantas (ex., irrigação, hidrogel, etc.), propiciaria menor competição da gramínea com as espécies arbóreas, caso o controle da matocompetição não seja realizado de forma sistemática. Essa hipótese deve ser confirmada em estudos de campo e suportada por estudos similares a este, utilizando outras espécies.

Ademais, este estudo demonstrou que uma adubação que não atenda à demanda de ambas as espécies (gramínea e arbórea) irá favorecer apenas a espécie mais eficiente em obter os nutrientes do solo, no caso a gramínea. Logo, uma adubação abaixo do nível crítico para atender a demanda de ambas as espécies irá favorecer apenas a gramínea, a qual produzindo mais massa aumenta ainda mais o seu poder de competir com a espécie arbórea. Obviamente, esse cenário ocorrerá se um controle adequado da matocompetição não for realizado, o que não é uma exceção em muitos projetos de reflorestamento realizados no Brasil.

12 CONCLUSÕES

Urochloa brizantha apresenta forte capacidade de competir com *Schinus terebinthifolius*, espécie modelo utilizada nesse estudo. Desse modo, a redução no crescimento de *S. terebinthifolius* é causada principalmente pela competição por água e competição por nutrientes quando em convivência com *U. brizantha*. Não há evidência de que a espécie arbórea tenha interferido no crescimento da gramínea.

A redução da limitação de água no substrato, mantendo o nível de umidade próximo a 80% da capacidade de campo, pode reduzir significativamente o grau de competição imposto pela gramínea. Assim, sugere-se que plantas recém introduzidas em reflorestamentos sofram menor competição com *U. brizantha* em épocas chuvosas do que naquelas com maior restrição hídrica no solo, período em que o controle da matocompetição deve ser priorizado.

A adição de uma alta dose de nutrientes não reduz a interferência de *U. brizantha* sobre o crescimento de *S. terebinthifolius*. Ao contrário, a maior fertilidade do solo favorece fortemente a produção de massa da gramínea, aumentando, pois, o seu poder de competir por nutrientes. Desse modo, sugere-se que uma boa adubação de plantio em reflorestamentos pode resultar, ao contrário do esperado, em menor crescimento das plantas, se um controle adequado da matocompetição não for realizado.

Não foi possível avaliar o efeito de alelopatia de *U. brizantha* sobre *S. terebinthifolius*, uma vez que não foi possível eliminar a competição por nutrientes. Para isso recomenda-se gerar curvas de respostas a nutrientes da espécie arbórea em convivência com a gramínea ou na ausência desta.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, J.K.; CORBIN, J.D.; D'ANTONIO, C.M. California native and exotic perennial grasses differ in their response to soil nitrogen exotic annual grass density and order of emergence. **Plant Ecology**, v. 201, p.445–456, 2009.
- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo: Nobel, 1999. 162p.
- ALMEIDA, A. R. P. **Efeitos alelopáticos de espécies de Brachiaria Griseb sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais**. 1993. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1993.
- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (Circular, 53).
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- AZZI, G.M. Competição entre ervas daninhas e a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v. 76, n. 4, p. 30-32, 1970.
- AIDE, T.M.; ZIMMERMAN, J.K.; HERRERA, L.; ROSARIO, M.; SERRANO, M. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 77, p. 77–88, 1995.
- BARBOSA, L.C.A.; MALTHA, C.R.A.; DEMUNER, A.J.; GANEM, F.R. Síntese de novas fitotoxinas derivadas do 8-oxabicyclo[3.2.1]oct-6-en-3-ona. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 444-450, 2005.
- BARBOSA, E.G.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the brazilian Cerrados. **Braz. Arch. Biol. Technol**, v. 51, n. 4, p. 825-831, 2008.
- BEZUTTE, A.J.; TOLEDO, R.E.B; PITELLI, R.A; ALVES, P.L.C.A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995. Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: 1995. p.272-273.
- BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, São Paulo, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.
- BJORKMAN, O. Some viewpoints on photosynthetic response and adaptation to environmental stress. In: BRIGGS, W.R. (Ed.). **Photosynthesis**. New York: Alan Liss, 1989. p. 45-58.

BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, M.F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A. Caracterização morfo-anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Revista Brasil. Bot.**, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2002.

CAÑELLAS, I.; BACHILLER, A.; MONTERO, G. Comportamiento de planta de *Pinus pinea* en vivero y campo: ensayos de técnicas de cultivo de planta, fertilización y aplicación de herbicidas. **Revista Investigación Agrária**, Santiago, v. 8, n. 2, p.335-360, 1999.

CARTER, G.A.; MILLER, J.H.; DAVIES, D.E.; PATTERSON, A.M. Effect of negative competition on the moisture and nutrient status of loblolly pine. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 1984.

CARVALHO, J.E.B.; REZENDE, G.O.; SOUZA, J.S. Estudo econômico de métodos integrados de controle de plantas daninhas na cultura da mandioca em fileiras simples e duplas. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1/2, p. 51-59, 1990.

CARVALHO, S. J. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. marandu, no estabelecimento das plantas de *Stilosanthes guianensis* var. vulgaris e cv. bandeirantes**. 1993. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CASPER, B.B.; JACKSON, B.R. Plant competition underground. **Annual reviews Ecology Systemic**, Palo Alto, v. 28, p. 545-570, 1997.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; BRANCO, E.F.; COELHO, J.V.G; BRITVA, M.; GIMENES FILHO, B. **Controle de plantas daninhas em *Pinus taeda* através do herbicida imazapyr**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1998. 11 p. (Circular Técnica, 187).

CORNISH, P.S.; BURGIN, S. Residual effects of glifosato herbicide in ecological restoration, **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, n. 4, p. 695-702, 2005.

DAVIES, R.J. **Tree and weeds**: Weed control for successful tree establishment. London: HMSO, 1987. 36 p.

DIAS-FILHO, M.B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B humidicola* under shade. **Sci Agric**, v. 59, p. 65-68, 2002.

DINARDO, W.; TOLEDO, R.E.B.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq, sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W,Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba/SP, n.64, p.59-68, 2003.

EINHELLIG, F.A. Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. p. 59-74.

FERRAZ, F. M. Pastagens garantem o futuro da agropecuária brasileira. In: NAKAMAE, I. J. (Ed.). **Anualpec – Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2003. p. 55-56.

FERREIRA, G.L.; SARAIVA, D.T.; QUEIROZ, G.P. SILVA, D.V.; PEREIRA, G.A.M.; FERREIRA, L.R.; OLIVERIA NETO, S.N.; MATTIELO, E.M. Eucalypt growth submitted to management of *Urochloa* spp. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 99 – 107, 2016.

FLORY, S.L.; CLAY, K. Non-native grass invasion suppresses forest succession. **Oecologia**, Berlin, n. 164, p. 1029-1038, 2010.

FOELKEL, C. Combate à Matocompetição em Povoamentos de Pinus. **Pinus Latter**, v. 4, 2008. Disponível em: < <http://www.celsofoelkel.com.br/pinus_04.html#dois>. Acesso em 27 out. 2015.

FUERST, E. P.; PUTNAN, A. R. Separating the competitive and allelopathic components of interference: theoretical principles. **J. Chem. Ecol.**, v. 9, p. 937-944, 1983.

GAZZIERO, D. L. P.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 595-636.

GENOVESI, P. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. **Biological Invasions**, v. 7, p. 27-133, 2005.

GHISI, O. M. A. A. *Brachiaria* na pecuária brasileira: importância e perspectivas. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 2., 1991, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1991. 356p.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

GONÇALVES, G.L.M. **Recomendação de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba, 1995. 25 p. (Documentos Florestais).

GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**, v. 18, p. 451-457, 2004.

HOFFMANN, W.A.; HARIDASAN, M. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. **Austral Ecology**, Carlton, v. 33, p. 29–36, 2008.

HOLL, K.D.; LOIK, M.E.; LIN, E.H.V.; SAMUELS, I.A. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, Malden, v. 8, n. 4, p. 339–349, 2000.

INDERJIT; WARDLE, D. A.; KARBAN, R.; CALLAWAY, R. M. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 26, n. 12, p. 655-662, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). **Tratos culturais: controle de ervas daninhas**, Piracicaba: 1976. 7p. (Circular Técnica, 17).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados climáticos da Estação Automática de Seropédica, km 47-RJ**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em 01 jan. 2017.

JOHANNES, O.; CONTIERO, R.L. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 326-331, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 431 p.

KOGAN, M.A. Interferencia de las malezas en plantaciones forestales y estrategias de control. In: KOGAN, M.A. (Ed.). **Avances em Manejo de Malezas en Produccion Agricola y Forestal**. Santiago: UCC, 1992. p. 119 - 124.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra**. Ciudad del Méjico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Influências do espaçamento de plantio na restauração florestal. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Eds.) **Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 107-140.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed., v.1. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A. Interferências de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Orgs.) **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 1-15.

MACIEL, C.D.G.; CORRÊA, M.R.; ALVES, E.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F. Influência do manejo da palhada e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max*) e amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*). **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.365-373, 2003.

MACIEL, C.D.G.; POLETINE, J. P; ALVES, I. M.; RAIMONDI, M.A.; RODRIGUES, M.; BUENO, R.R.; COSTA, R. S. Coroamento no controle de plantas daninhas e

desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 119-128, 2011.

MARCHI, S. R.; PITELLI, R. A.; BEZUTTE, A. J.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S. F. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus grandis*. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1995. p. 122-133.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 486 p.

MARTINS, D; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

MATOS, D.M.S.; PIVELLO, V.R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 61, n. 1, 2009.

MEDEIROS, W.N.; MELO, C.A.D.; TIBURCIO, R.A.S.; SILVA, G.S.; MACHADO, A.F.L.; SANTOS, L.D.T.; FERREIRA, F.A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p.147-157, 2016.

MONQUERO, P.A.; TABLAS, D.; VINICIUS, P.V.; ORZARI, I; PENHA, A.S. Interferência da densidade de plantas daninhas sobre o crescimento de três espécies de árvores utilizadas em áreas de restauração de florestas degradadas no sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2010. p. 301-305.

MONQUERO, P.A.; PENHA, A.S.; ORZARI, I; HIRATA, A.C.S. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas – *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

MORRIS E.C.; MYERSCOUGH P.J. Selfthinning and competition intensity over a gradient of nutrient availability. **Journal of Ecology** v. 79, p. 903-923, 1991.

NALON, C.F.; ATTANASIO, C.M.; BOURLEGAT, J.M.G.; SANTOS, M.; GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação de monitoramento de áreas ciliares em recuperação. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Mogi-Guaçu, 2008. **Anais...** Mogi-Guaçu: IB/SMA, 2008, p. 42-53.

NAVE, A.G.; BRANCALION, P.H.S.; COUTINHO E.; CÉSAR R.G. Descrição das ações operacionais de restauração In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, p. 176 – 217, 2009.

NUNES, S. G.; BOOCK, A; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. **Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA, CNPQC, 1984. 31 p. (EMBRAPA. CNPQC. Documento, 21).

ORTEGA-PIECK, A.O.; LÓPEZ-BARRERA, F.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; GARCIAFRANCO, J.G. Early seedling establishment of two tropical montane cloud forest tree species: the role of native and exotic grasses. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, p. 1336–1343, 2011.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; HOLLE, B. V.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1999.

PARK, S.A.; BENJAMIN, R.L.; WATKINSON, A.R. The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. **Ecology**. v. 82, n. 9, p. 2525-2535, 2001.

PEREIRA, F. C. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. C. A. Interação entre manejo de plantas daninhas e adubação de cobertura no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 941-949, 2012.

PEREIRA, F.C.M.; BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; ALVES, P.L.C.A. Interferência de plantas daninhas: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. especial, p. 236-255, 2014.

PEREIRA, M.R.R.; SOUZA, G.S.F.; SILVA, J.I.C.; MATINS, D. Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, suplemento 1, p. 1803-1812, 2011.

PIÑA-RODRIGUES, F.C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 130-136, 2001.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 29, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **IPEF**, v. 4, n. 12, p. 25-35, 1987.

PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, 2015.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHDE, 1984. p. 37.

PITELLI, R.A.; KARAM, D. Ecologia de plantas daninhas e a sua interferência em culturas florestais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., Rio de Janeiro, 1988. **Anais...** Rio de Janeiro, 1988. p.44-64.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE

HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1, 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1991. p. 110-123.

PITELLI, R.A.; RODRIGUES, J.J.V.; KARAM, D.; ZANUNCIO, C.C.; ZANUNCIO, I. Efeitos de períodos de convivência e de controle de plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1, 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1988. p.110- 123.

PIVELLO, V. R.; CARVALHO, V. M. C.; LOPES P. F.; PECCININI, A. A.; ROSSO, S. Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica**, Washington, v. 31, p, 71-82, 1999.

PORCILE, J.F.; DIAZ, E.D.; TAMOSIUNAS, M.; AMARO, C. Importância de las malezas em produccion florestal. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MALEZAS, 12, 1995, Montevideo. **Resumos...** Montevideo: INIA, 1995. p. 470-478.

PORTZ, A.; RESENDE, A.S.; TEIXEIRA, A.J.; ABBOUD, A.C.S.; MARTINS, C.A.C.; CARVALHO, C.A.B.; LIMA, E.; ZONTA, E.; PEREIRA, J.B.A.; BALIEIRO, F.C.; ALMEIDA, J.C.C.; SOUZA, J.F.; GUERRA, J.G.M.; MACEDO, J.R.; SOUZA, J.N.; FREIRE, L.R.; VASCONCELOS, M.A.S.; LEAL, M.A.A.; FERREIRA, M.B.C.; MANHÃES, M.; GOUVEA, R.F.; BUSQUET, R.N.B.; BHERING, S.B. Recomendações de adubos, corretivos e de manejos da matéria orgânica para as principais culturas do Estado do Rio de Janeiro. In: FREIRE, L.R.; BALIEIRO, F.C.; ZONTA, E.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; LIMA, E.; GUERRA, J.G.M.; FERREIRA, M.B.C.; LEAL, M.A.A.; CAMPOS, D.V.B.; POLIDORO, J.C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013. p. 257-413.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2010. Retrieved from: <<http://www.R-project.org>>.

RAMSEY, F.L.; SCHAFER, D.W. **The Statistical Sleuth: A Course in Methods of Data Analysis**. 2. ed. Belmont, CA: Duxbury Press, 2002. 742 p.

REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; GONZÁLEZ, L. **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Holanda: Springer, 2006, p. 127-139.

REZENDE, C de P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. A. **Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras**. Lavras: UFLA, 2003. 18 p. (Boletim Agropecuário).

RICE, E. L. **Allelopathy: an update**. The Botanical Review, Nova Iorque, v. 45, 1979. p. 15-109.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503 p.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JR, A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001.

RODRIGUES, A.P.D.C.; LAURA, V.A.; PEREIRA, S.R.; DEISS, C. Alelopatia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilosantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1758-1763, 2012.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. 264p.

SALAMENE, S. **Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do rio Guandu, RJ**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SHARMA, G.P., MUHL, S.A., ESLER, K.J., MILTON, S.J. Competitive interactions between the alien invasive annual grass *Avena fatua* and indigenous herbaceous plants in South African Renosterveld: the role of nitrogen enrichment. **Biological Invasions**, v. 12, p. 3371–3378, 2010.

SHAW, W. C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed science**, Las Vegas, v. 30, n. 1, p. 2-12, 1982.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2009 a, p. 1-61.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2009 b, p. 63-81.

SILVA, A. P. **Fitotoxidez e crescimento de espécies florestais nativas submetidas à aplicação de herbicidas**. 2014. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARDOSO, A.A. Índice de consumo e eficiência do uso da água em eucalipto, submetido a diferentes teores de água em convivência com braquiária. **Floresta**, v. 34, p. 325-335, 2004.

SILVA, W.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, L.H.L. Altura e diâmetro de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, submetidos a diferentes teores de água em convivência com *Brachiaria brizantha*. **Floresta**, v. 27 (1/2), p. 3-16, 1997.

SILVA, W.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, R. S. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 147-159, 2000.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. *Brachiaria*. In: FAO. **Tropical grasses**. Rome: 1990. p. 234-262.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MAIOMONI-RODELLA, R.C.S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; DUTRA, S. Estádio de desenvolvimento e estresse hídrico e as potencialidades alelopáticas do capim-marandu. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 25-31, 2002.

SOUZA FILHO, A.P.S.; PEREIRA, A.A.G.; BAYMA, J.C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2005.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Potencial alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 53-60, 1997.

STANIZIO, R. M.; LEITE, G. G.; VILELA, L. Efeito alelopático de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o crescimento de plantas de quatro leguminosas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 95.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A.; CADINI, M.T.D. Efeitos da faixa de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 383-393, 2000 a.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; LOPES, M.A.F. Efeitos de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p.395-404, 2000 b.

TOLEDO, R. E. B.; DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 109-117, 2001.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P.L. da C.; PITELLI, R.A.; LOPES, M.A.F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v.64, p.78-92, 2003.

VALLE, C. B.; SIMIONE, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008.

VELINI, E.D. Interferências entre plantas infestantes e cultivadas. In: Marcelo Kogan. (Org.). **Avances en Manejo de Malezas en la Produccion Agrícola y Florestal**. 1 ed. Santiago do Chile: PUC/ALAM, v. 1, p. 41-58, 1992.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

ANEXO I

Altura e diâmetro do coleto de plantas de *C. fissilis* (1), *G. ulmifolia* (2), *S. terebinthifolius* (3), *S. saponaria* (4) e *H. courbaril* (5) aos 180 dias, crescidas em convivência (A) ou não (B) com *U. brizantha*.











5A



5B

Massa seca de parte aérea de plantas de *C. fissilis* (1), *G. ulmifolia* (2), *S. terebinthifolius* (3), *S. saponaria* (4) e *H. courbaril* (5) aos 180 dias, crescidas em convivência ou não com *U. brizantha*. À esquerda de cada imagem é apresentada a massa seca de parte aérea de um indivíduo da espécie florestal quando na presença de *U. brizantha*; ao centro, a massa seca de parte aérea de um indivíduo da espécie florestal quando na ausência de *U. brizantha*; à direita, a massa seca de parte aérea de *U. brizantha*.





Massa seca de raízes de plantas de *C. fissilis* (1), *G. ulmifolia* (2), *S. terebinthifolius* (3), *S. saponaria* (4) e *H. courbaril* (5) aos 180 dias, crescidas em convivência ou não com *U. brizantha*. À esquerda de cada imagem é apresentada a massa seca de raízes de um indivíduo da espécie florestal quando na presença de *U. brizantha*; ao centro, a massa seca de raízes de um indivíduo da espécie florestal quando na ausência de *U. brizantha*; à direita, a massa seca de raízes de *U. brizantha*.





ANEXO II

Altura e diâmetro do coleto de plantas de *S. terebinthifolius* aos 150 dias após o plantio em vasos, crescendo na presença (“+”) ou ausência (“-“) de *U. brizantha* (“C”) e/ou de fornecimento não-limitante de água (“A”) e nutrientes (“N”).



C+N+A+



C+N+A-



C+N-A+



C+N-A-



C-N+A+



C-N+A-



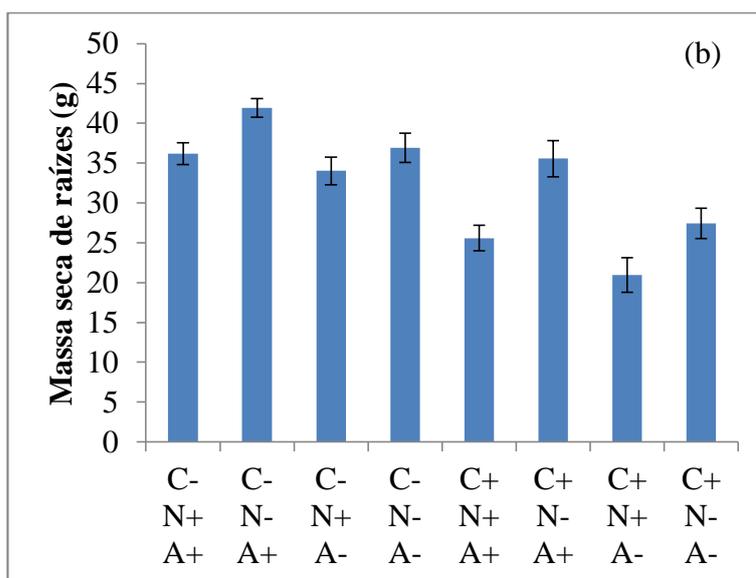
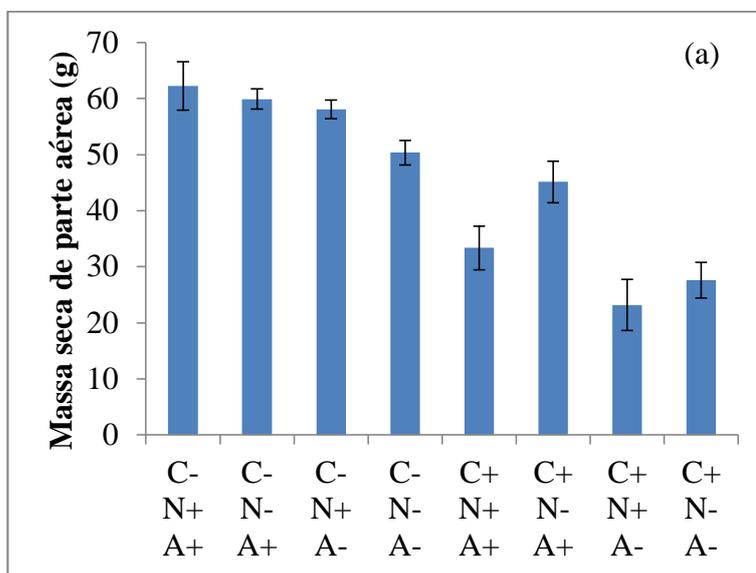
C-N-A+



C-N-A-

ANEXO III

Massa seca de parte aérea (a) e raízes (b) de indivíduos de *Schinus terebenthifolius* aos 150 dias após o plantio, quando crescidos em convivência ou não com *U. brizantha*, na presença ou ausência de água e/ou nutrientes. Onde: competidor (C), quantidade de nutrientes (N) e quantidade de água (A). O sinal “+” indica presença, já o sinal “-”, ausência do competidor ou redução de água e/ou nutrientes.



ANEXO IV

Massa seca da parte aérea (a) e de raízes (b) de *U. brizantha* em convivência com mudas de *S. terebinthifolius*, com diferentes quantidades de água e nutrientes ao substrato. O sinal “+” indica o fornecimento não-limitante de nutrientes e água e o sinal “-”, a limitação dos mesmos.

