



# Fitossociologia herbácea comparada em sistemas agroflorestais e monocultivo de guanandi em terraço fluvial

Antonio Carlos Pries Devidé<sup>1</sup>

Cristina Maria de Castro<sup>2</sup>

Raul de Lucena Duarte Ribeiro<sup>3</sup>

Marcos Gervasio Pereira<sup>4</sup>

## Resumo

Gramíneas forrageiras invasivas, principalmente do gênero *Urochloa*, impactam os reflorestamentos no mundo todo. O objetivo deste estudo foi avaliar alterações na fitossociologia do estrato herbáceo, definido como a camada de ervas, subarbustos, arbustos e trepadeiras, em função do manejo de dois sistemas agroflorestais (SAF Simples e SAF Biodiverso) na conversão de reflorestamento de guanandi (*Calophyllum brasiliense*), comparado ao monocultivo (testemunha). O experimento foi conduzido entre os anos de 2011-2014 em delineamento em blocos ao acaso com oito repetições e parcelas de 144,0 m<sup>2</sup>. Nos sistemas agroflorestais foram cultivadas culturas alimentares de mandioca (*Manihot esculenta*) e rotação com araruta (*Maranta arundinacea*) nas entrelinhas do guanandi, acrescidas de guandu (*Cajanus cajan*), bananeira (*Musa* sp.), palmeira juçara (*Euterpe edulis*) e 14 espécies arbóreas nativas no SAF Biodiverso. Ao todo foram identificadas 41 espécies no estrato herbáceo, 38 gêneros e 24 famílias botânicas, sendo Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae as mais abundantes. A similaridade entre as áreas divergiu após três anos de manejo, com o predomínio de *Commelina benghalensis* e *M. arundinacea* nos SAF e *Urochloa decumbens* no monocultivo, principalmente, em função do gradiente de sombra estabelecido entre os três sistemas.

**Palavras-chave:** Reflorestamento ecológico; Biodiversidade; Plantas espontâneas.

## Introdução

Os sistemas agrícolas podem contribuir para a degradação dos solos, resultando na redução da produtividade e em outros problemas ambientais. No Vale do Paraíba do Sul, a degradação dos solos teve início no ciclo do café e se agravou com a expansão da pecuária extensiva (DEVIDE et al., 2014; SANTOS et al., 2016). De 1962 a 2011, a cobertura florestal aumentou entre as sub-regiões do vale paulista, em 133,0% no Vale Médio (região mais industrializada) e em 77,0% no Alto Vale, sub-região rural com forte êxodo acompanhada da diminuição do rebanho bovino (SILVA et al., 2017). Os impactos na paisagem resultaram em 82,0% da cobertura de floresta natural remanescente dispersa em fragmentos com até 20 hectares até o ano de 2005 (KRONKA et al., 2005), considerados muito pequenos para a proteção da biodiversidade e altamente vulneráveis às gramíneas invasivas. Atualmente, os fatores mais determinantes para regeneração natural da floresta são o

1 Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, pesquisador. [antoniodedevid@apta.sp.gov.br](mailto:antoniodedevid@apta.sp.gov.br). Av. Dr. Antônio Pinheiro Junior, 4009, Caixa postal 32, 12400-970 Pindamonhangaba (SP), Brasil.

2 Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, pesquisadora. [cristinacastro@apta.sp.gov.br](mailto:cristinacastro@apta.sp.gov.br).

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, professor do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. [lucena@ufrj.br](mailto:lucena@ufrj.br).

4 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, professor do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo. [gervasio@gmail.com](mailto:gervasio@gmail.com).

pequeno tamanho e a grande distância entre esses remanescentes florestais; são 213 mil hectares de áreas ocupadas por pastagens de alto potencial de autorrecuperação ecológica e 113 mil ha de médio potencial (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2018).

As gramíneas pertencem à família Poaceae, que compreende aproximadamente 790 gêneros e 10.000 espécies. No Brasil, aproximadamente 200 gêneros e mais de 1.350 espécies de Poaceae foram descritas (LONDE; SILVA, 2014). A infestação de gramíneas forrageiras não nativas, principalmente do gênero *Urochloa* é uma das mais importantes barreiras biológicas para restauração das florestas tropicais (GARCÍA-ORTH; MARTÍNEZ-RAMOS, 2011; MANTOANI; TOREZAN, 2016). *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster é uma gramínea exótica que se adaptou ao ambiente tropical em toda a América Latina por ser bastante tolerante aos altos níveis de alumínio predominantes nos solos ácidos (SEIFFERT, 1980). As gramíneas forrageiras podem aumentar a intensidade do fogo e suprimir espécies nativas (CABIN et al., 2002; FLORY et al., 2015).

Nos reflorestamentos comerciais e regenerativos, o controle de gramíneas é normalmente realizado com herbicidas, para garantir condições satisfatórias para o desenvolvimento das árvores (CORDELL et al., 2004; PYWELL et al., 2010; MOORE et al., 2011). O uso em larga escala de produtos químicos em relevo montanhoso e em solos permeáveis pode contaminar os corpos d'água, atingir os aquíferos subterrâneos (BRITO et al., 2001; AGRAWAL et al., 2010; SOARES et al., 2012; MOREIRA et al., 2012; SOARES et al., 2013) e reduzir a riqueza de espécies espontâneas (CÉSAR et al., 2013). Em reflorestamentos com espécies nativas de lento crescimento, como é o caso do guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), o controle químico pode se tornar oneroso e elevar o impacto ao meio ambiente e ao trabalhador rural. O guanandi é uma espécie florestal tardia (BRENES; MONTAGNINI, 2006; PETIT; MONTAGNINI, 2006), produtora de madeira nobre e com ampla utilização na restauração ambiental de áreas inundáveis (DURIGAN, 1990; CARVALHO, 2003; BRENES; MONTAGNINI, 2006).

A diversificação de plantios florestais mediante a consorciação de cultivos em sistemas agroflorestais (SAF) ajuda a restaurar paisagens degradadas (DARONCO et al., 2012; MEDEIROS et al., 2015; CÂNDIDO et al., 2016). No SAF, o componente arbóreo aporta resíduo orgânico e sombreia o solo sob a copa das árvores, o que melhora a eficiência no controle de gramíneas não nativas (CORDELL et al., 2004), reduzindo, desta maneira, a necessidade do manejo químico (MOORE et al., 2011). Nos SAFs são produzidas variedades de alimentos, forragens e produtos florestais, que geram renda e aliviam a pobreza no meio rural (LUEDELING et al., 2014; ALTIERI; NICHOLLS, 2017; FAO, 2017). Entre os modelos de SAFs, existem o SAF Simples, em que o sistema é adequado para agricultores interessados em obter o máximo rendimento de cultivos anuais em associação com a espécie florestal e o SAF Biodiverso, adequado para agricultores que almejam diversificar a produção agrícola e restaurar o ambiente por meio do consórcio de diversidade de espécies florestais e agrícolas de ciclo curto, médio e longo, ocupando os diversos estratos da sucessão vegetal no espaço e no tempo (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2018). Esses sistemas podem atuar de maneira contrastante sobre a comunidade de plantas espontâneas, conforme a intensidade de manejo e o sombreamento.

Este estudo foi realizado para avaliar as mudanças que ocorrem na fitossociologia do estrato herbáceo em função do manejo agroecológico em dois sistemas agroflorestais (SAF Simples e SAF Biodiverso), comparados ao reflorestamento puro de guanandi (testemunha). A hipótese é de que ao menos um SAF apresente atributos favoráveis ao manejo agroecológico da vegetação espontânea, principalmente no quesito de controle de gramíneas não nativas.

## Material e métodos

A área do estudo (22°53'S; 45°23'O) está localizada em Pindamonhangaba (SP), em altitude média de 544 m, em uma topossequência em terraço fluvial com solos classificados, segundo Santos et al. (2013), como Cambissolo Flúvico tb Distrófico típico no terço superior e médio, e Planossolo Háplico tb Distrófico, na porção inferior do terraço. Eles apresentam características químicas similares: pH (H<sub>2</sub>O)=5,6; H+Al=3,3 mg dm<sup>-3</sup>; P=60,3 mg dm<sup>-3</sup>; K=18 mg dm<sup>-3</sup>; Ca=1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg=0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica=22,8 dag kg<sup>-1</sup>. Esses solos apresentam aspecto uniforme com características hidrológicas semelhantes ao longo da série.

A precipitação anual é intensa e concentrada no verão (MATTOS et al., 1998). O clima classificado como subtropical úmido (Cwa) segundo Köppen apresenta inverno seco, temperaturas inferiores a 18,0°C e verão quente que supera 22,0°C. A área experimental contornada pelo Ribeirão Capituba foi inundada pela alta precipitação pluvial na primavera-verão dos anos de 2011 (1307 mm) e de 2012 (1497 mm), e o curso d'água interrompeu o fluxo nos eventos de seca extrema (TARGA; BATISTA, 2015) que aconteceram em 2013 (1158 mm) e em 2014 (619 mm) (APTA, 2015).

O guanandi foi plantado no espaçamento 3,0 m x 2,0 m no ano de 2008. No ano de 2011, foi instalado o experimento de conversão agroflorestal no delineamento em blocos ao acaso, com oito repetições e parcelas de 144,0 m<sup>2</sup>, com quatro linhas de seis árvores de guanandi em cada linha. Os tratamentos foram: (T1) monocultivo de guanandi (testemunha), (T2) SAF Simples e (T3) SAF Biodiverso. Nos sistemas agroflorestais, inicialmente foram cultivadas nas entrelinhas do guanandi duas fileiras de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e, nos ciclos 2012-2013 e 2013-2014, realizou-se o plantio de araruta (*Maranta arundinacea* L.). O SAF Biodiverso foi acrescido nas entrelinhas da mandioca em 2012 com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) para adubação verde, mudas de bananeiras e 15 espécies florestais nativas espaçadas em um metro entre si, sendo: nove da classe sucessional pioneira (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Bixa orellana* L., *Citharexylum myrianthum* Cham., *Croton floribundus* Spreng., *Erythrina verna* Vell., *Inga vera* Willd., *Joannesia princeps* Vell., *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), e seis não pioneiras (*Euterpe edulis* Mart., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos, *Magnolia ovata* (A.St.-Hil.) Spreng., *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A.Robyns e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.), indicadas para recuperação de matas ciliares (TORRES et al., 1992; LORENZI, 1992; LORENZI, 1998). As culturas receberam adubação orgânica e mineral nos sistemas agroflorestais e o monocultivo, calcário em cobertura.

A monocultura de guanandi contém áreas cobertas por gramíneas em que os componentes bióticos do ecossistema são menos resilientes e apresentam tendências de degradação inercial, conforme Cortines e Valcarcel (2009). Os sistemas agroflorestais são tratamentos em que as espécies cultivadas podem influenciar positivamente os componentes bióticos e físicos, modificando os níveis de equilíbrio homeostático e definindo tendências para degradação ou restauração (FIGURA 1).

**Figura 1** – Perfil dos sistemas de cultivo de guanandi: A – Monocultivo com gramíneas na entrelinha; B – SAF Simples com araruta; C – SAF Biodiverso com araruta, bananeira e diversidade arbórea.



**Fonte:** Antonio Deivid (2013).

O manejo da vegetação espontânea no monocultivo consistiu em roçadas anuais e capinas seletivas com enxada no entorno das árvores, para o controle de lianas; os sistemas agroflorestais receberam capinas manuais no manejo das culturas consortes. Previamente ao manejo, realizou-se o levantamento fitossociológico do estrato herbáceo em 19 de setembro de 2011, 24 de setembro de 2012, 28 de setembro de 2013 e 09 de outubro de 2014. Ao caminhar nas entrelinhas do guanandi, foi lançado ao acaso o quadrado inventário (0,25 m x 0,25 m) de Braun-Blanquet oito vezes em cada parcela (BRAUN-BLANQUET, 1979; BOLDRINI et al., 2008). Foram identificadas em bibliografia especializada (LORENZI; MATOS, 2008; LORENZI, 2000) todas as plântulas e plantas herbáceas coletadas enraizadas na área interior da moldura. Foram considerados indivíduos todas as emissões aéreas com propagações vegetativas subterrâneas ativas individualizadas, sendo originárias por propagação de sementes ou por meio de ramificações de estrutura enterrada no solo, como exemplo, as touceiras de capins. A classificação das espécies e a nomenclatura foram atualizadas conforme APG IV em consulta nas bases de dados on-line Flora do Brasil 2020 (em construção) e do Re flora – Herbário Virtual<sup>5</sup>.

Determinou-se a frequência absoluta (FA%) e relativa (FR%), a densidade relativa (DR%) e o índice de similaridade (IS%).

### Frequência Absoluta:

$$FA (\%) = \frac{NAe}{NAT} * 100 \quad (1)$$

em que: *NAe*: número de amostras em que ocorreu a espécie; *Nat*: número total de amostragens;

<sup>5</sup> Disponível em: [www.reflora.jbrj.gov.br](http://www.reflora.jbrj.gov.br)

Frequência Relativa:

$$FR (\%) = FAe / Fat * 100 \quad (2)$$

em que: FAe: frequência absoluta de determinada espécie; e Fat: frequência absoluta de todas as espécies;

Densidade Relativa:

$$DR (\%) = Ne / Nt * 100 \quad (3)$$

em que: Ne: número de indivíduos de determinada espécie nas amostras; Nt: número total de indivíduos amostrados;

Índice de Similaridade de Jaccard:

$$JSJ = (c / (a + b + c)) * 100 \quad (4)$$

em que: a: número de espécies exclusivas da primeira comunidade; b: número de espécies exclusivas da segunda comunidade; c: número de espécies comuns às duas comunidades (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

## Resultados e discussão

Neste estudo, foram identificadas 41 espécies, 38 gêneros, 24 famílias botânicas, sendo as mais abundantes: Asteraceae (nove espécies), Fabaceae (cinco espécies), Poaceae (quatro espécies) e Cyperaceae (três espécies) (TABELA 1). Na Tabela 1, são relacionadas todas as espécies encontradas nas áreas, identificadas com nomes científico e vulgar, conforme APG IV. A maior riqueza de espécies de plantas herbáceas foi verificada no SAF Simples (35 espécies) e SAF Biodiverso (34 espécies), superiores ao monocultivo (25 espécies); no geral, predominou-se a classe eudicotiledôneas.

**Tabela 1** – Famílias botânicas, nome científico, popular e riqueza de espécies do estrato herbáceo em plantios de guanandi em terraço fluvial, Pindamonhangaba (SP)

Família	Nome científico	Nome popular	Classe <sup>1</sup>	Mono cultivo	SAF Simples	SAF Biodiverso
ACANTHACEAE	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	cipó-africano	E	x	-	x
APIACEAE	<i>Bidens pilosa</i> L.	picão	E	x	x	x
ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	erva-de-são-joão	E	x	x	x
ASTERACEAE	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	buva	E	x	x	x
ASTERACEAE	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	serralinha	E	x	x	x
ASTERACEAE	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill	funcho	E	-	x	-
ASTERACEAE	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	botão de ouro	E	-	x	-
ASTERACEAE	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	arnica brasileira	E	-	x	-
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	serralha	E	-	x	x
ASTERACEAE	<i>Synedrellopsis grisebachii</i> Hieron. & Kuntze	agriãozinho	E	x	x	-
ASTERACEAE	<i>Taraxacum officinale</i> Web	dente-de-leão	E	-	x	x



Família	Nome científico	Nome popular	Classe <sup>1</sup>	Mono cultivo	SAF Simples	SAF Biodiverso
BRASSICACEAE	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	mastruz	E	x	-	x
CALOPHYLLACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	guanandi	E	-	x	x
COMMELINACEAE	<i>Commelina benghalensis</i> L.	trapoeraba	E	x	x	x
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomea purpurea</i> L.	corda-de-viola	E	x	x	x
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i> L.	melão-de-são-caetano	E	x	x	x
CYPERACEAE	<i>Cyperus rotundus</i> L.	tiririca	M	x	x	x
CYPERACEAE	<i>Eleocharis</i> R.Br.	capim fino	M	x	x	x
CYPERACEAE	<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	cebolinha	M	x	x	x
FABACEAE	<i>Arachis pintoi</i> Krapov. & W.C.Greg.	amendoim forrageiro	E	-	x	x
FABACEAE	<i>Centrosema plumieri</i> (Turpin ex Pers.) Benth.	cipó bravo	E	x	x	x
FABACEAE	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	feijão bravo	E	x	x	x
FABACEAE	<i>Mimosa pudica</i> L.	dormideira	E	-	x	x
FABACEAE	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso	E	x	-	x
HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	tiririca-de-flor-amarela	M	-	x	-
LYTHRACEAE	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	sete sangria	E	-	x	-
MALVACEAE	<i>Malvastrum coromandelianum</i> Garcke	guanxuma	E	x	x	x
MARANTACEAE	<i>Maranta arundinacea</i> L.	araruta	M	x	x	x
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara.	cruz-de-malta	E	x	x	x
ORCHIDACEAE	<i>Oceoclades maculata</i> (Lindley) Lindley	orquídea	M	x	x	x
OXALIDACEAE	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	trevo	E	-	x	x
PHYLLANTHACEA	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	quebra-pedra	E	x	x	x
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	capim carrapicho	M	-	x	x
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	grama seda	M	x	x	x
POACEAE	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	capim-pé-de-galinha	M	x	x	x
POACEAE	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	brachiaria	M	x	x	x
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i> L.	beldroega	E	-	-	x
SOLANACEAE	<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha	E	x	x	x

Família	Nome científico	Nome popular	Classe <sup>1</sup>	Mono cultivo	SAF Simples	SAF Biodiverso
SOLANACEAE	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	joá-mata-cavalo	E	x	-	x
TALINACEAE	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	major-gomes	E	-	x	x
Total				26	35	34

<sup>1</sup>E – eudicotiledôneas; M – monocotiledôneas

Fonte: Elaboração dos autores (2014).

A Tabela 2 apresenta as espécies mais abundantes e com maior número de indivíduos após três anos de manejo. No monocultivo, predominam *U. decumbens*, *C. rotundus* e *C. benghalensis*; no SAF Simples, *C. benghalensis*, *B. pilosa*, *M. arundinacea* e no SAF Biodiverso, *C. brasiliense*, *M. arundinacea* e *C. benghalensis*.

**Tabela 2** – Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR) e densidade relativa (DR) de 15 espécies do estrato herbáceo abundantes em terraço fluvial, em monocultivo (T1), SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3).

Espécies	FA			FR			DR		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<i>U. decumbens</i>	25	2	0	62	4	0	64	2	0
<i>C. rotundus</i>	5	4	0	13	7	0	14	5	0
<i>C. benghalensis</i>	3	15	3	8	25	19	6	36	22
<i>P. tenellus</i>	3	5	1	6	8	3	6	8	2
<i>R. alba</i>	2	2	0	4	3	0	3	2	0
<i>C. virginianum</i>	1	1	0	3	1	0	2	1	0
<i>O. latifolia</i>	1	2	0	1	4	0	2	2	0
<i>Amaranthus sp.</i>	1	2	0	1	3	0	1	2	0
<i>C. bonariensis</i>	1	5	0	1	8	0	2	14	0
<i>B. pilosa</i>	0	7	0	0	12	0	0	12	0
<i>S. oleraceae</i>	0	2	0	0	3	0	0	2	0
<i>T. alata</i>	0	2	0	0	4	0	0	2	0
<i>T. paniculatum</i>	0	2	0	0	4	0	0	3	0
<i>M. arundinacea</i>	0	6	5	0	10	31	0	7	26
<i>C. brasiliense</i>	0	1	6	0	2	37	0	1	41

Fonte: Elaboração dos autores (2014).

Após três anos de manejo, a similaridade fitossociológica divergiu entre a comunidade de plantas herbáceas do SAF Biodiverso e os demais sistemas de cultivo (TABELA 3).

**Tabela 3** – Índice de Similaridade de Jaccard (IS%) de plantas espontâneas em monocultivo de guanandi (T1), SAF Simples (T2) e SAF Biodiverso (T3) em terraço fluvial

Tratamentos	2011	2012	2013	2014
T1/T2	54	58	60	50
T1/T3	80	60	69	14
T2/T3	52	71	67	18
Média	62	63	65	27

Fonte: Elaboração dos autores (2014).

## Discussão

Na presente pesquisa, as gramíneas forrageiras foram as espécies mais abundantes no monocultivo, em que a roçada e a capina-seletiva no entorno das árvores de guanandi não foram eficientes para o controle da *Urochloa*. Esta espécie constitui um dos maiores problemas para a regeneração natural da floresta por competir por nutrientes e água, impedindo o estabelecimento de espécies nativas (VIEIRA et al., 1994; NEPSTAD et al., 1996; SOUZA; BATISTA, 2004; CORTINES; VALCARCEL, 2009). Em outro estudo, na instalação de um sistema silvipastoril com o pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.), as gramíneas *Panicum* L. e *Urochloa* P.Beauv. apresentaram maior desenvolvimento e produtividade de matéria seca, causando a supressão do estilósante (*Stylosanthes capitata* Vogel e *Stylosanthes macrocephala* M.B.Ferreira & Sousa Costa) no consórcio (FAVARE et al., 2018). As gramíneas são plantas C4 adaptadas a pleno sol que ocupam áreas abertas, podendo reduzir a diversidade de espécies herbáceas (RIBEIRO et al., 2005) e lenhosas da regeneração natural, além de tornar essas áreas mais suscetíveis ao fogo (CABIN et al., 2002; CORTINES; VALCARCEL, 2009; MOORE et al., 2011; FLORY et al., 2015; MANTOANI; TOREZAN, 2016). Áreas infestadas de gramíneas apresentam componentes bióticos do ecossistema menos resilientes e tendências de degradação inercial, com espécies herbáceas ruderais, com ciclos intensos de crescimento vegetal e senescência, produzindo uma biomassa seca altamente inflamável em períodos quentes e secos, que inibe o crescimento de espécies lenhosas, ao passo que no ambiente de floresta há uma tendência natural para a restauração (CORDELL et al., 2004; CORTINES; VALCARCEL, 2009; MOORE et al., 2011). A infestação de gramíneas não nativas pode causar prejuízos às lavouras e espécies florestais, com decréscimos acentuados da produtividade, quer pela competição direta pelos fatores de produção, quer pelos compostos alelopáticos liberados (SOUSA et al., 2003).

Entretanto, muitas gramíneas são cultivadas em faixas em SAF com objetivo de fornecer fitomassa e acelerar a restauração dos solos degradados (MICCOLIS et al., 2016). O manejo é realizado mediante o corte frequente, segundo César et al. (2013). A depender da intensidade de manejo e da localização da fitomassa no entorno ou nas linhas de cultivo das espécies comerciais, as gramíneas formam um manto de matéria orgânica que recicla nutrientes e mantém a umidade do solo (MICCOLIS et al., 2016).

Na presente pesquisa, nas áreas de manejo agroflorestal, o número de plantas dicotiledôneas aumentou e o de monocotiledôneas diminuiu. Isto ocorre em função do sombreamento. O SAF Biodiverso com maior densidade de plantio de diversidade de espécies apresentou maior sombreamento, o que resultou no controle eficiente de gramíneas, em comparação ao SAF Simples. Isto corrobora os resultados de outros autores que relatam que o sombreamento é o principal mecanismo de controle



de gramíneas não nativas invasoras (CORTINES; VALCARCEL, 2009), conforme verificado na restauração ecológica de florestas ripárias (MOORE et al., 2011), de florestas secas (CODELL et al., 2004) e em SAF na supressão do capim-guiné (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) com a cobertura de copa da vegetação arbórea nativa (MANTOANI; TOREZAN, 2016).

Tanto nos reflorestamentos comerciais (PYWELL et al., 2010) quanto nos regenerativos (MOORE et al., 2011) e SAF, o componente arbóreo melhora a eficiência no controle de gramíneas não nativas por meio do sombreamento. O aporte de matéria orgânica do componente arbóreo melhora a fertilidade dos solos, controla a erosão, reduz a lixiviação de nutrientes (WEZEL et al., 2014), aumenta a disponibilidade de água no solo e a resiliência às condições de seca extrema (BASCHE; EDELSON, 2017), que tem ocorrido com maior frequência nas regiões tropicais (TARGA; BATISTA, 2015).

Nos grossistemas tropicais, as comunidades de plantas invasoras dominantes são formadas por espécies nativas e cosmopolitas e as práticas agrícolas, os sistemas de manejo do solo e das culturas exercem influência acentuada na composição florística e no tamanho das comunidades de plantas invasoras (SOUSA et al., 2003) além dos atributos do solo (MENEZES et al., 2008).

O índice de similaridade de Jaccard, aplicado entre as espécies de todos os tratamentos pode indicar tendências para a regeneração espontânea (MAGURRAN, 1988; CORTINES; VALCARCEL, 2009) e demonstra a sustentabilidade dos tratamentos de restauração. Enquanto a densidade de *Urochloa* manteve-se alta no monocultivo, nos SAF, os espaços nas entrelinhas do guanandi foram ocupados com consórcios de culturas. As áreas de monocultivo e de SAF Simples foram mais semelhantes na composição de espécies, variando de 54,0% a 60,0% ao longo dos anos (TABELA 3). Cortines e Valcarcel (2009) encontraram a orquídea terrícola *O. maculata* em áreas de florestas. No presente estudo, a ocorrência dessa espécie no SAF Biodiverso caracteriza um atributo de regeneração espontânea de floresta madura (CORTINES; VALCARCEL, 2009) com condições favoráveis ao recrutamento de outras espécies do estágio avançado da regeneração natural. Com similaridade de espécies entre 14,0% e 18,0%, o SAF Biodiverso foi o sistema que diferiu dos demais. Ao interceptar a energia luminosa nos diferentes estratos e adicionar matéria orgânica ao solo, o SAF Biodiverso proporcionou as maiores modificações no ambiente, favoráveis ao recrutamento de espécies tolerantes à sombra, tais como *C. benghalensis* e *M. arundinacea*.

A introdução de *M. arundinacea* como planta cultivada tornou essa espécie bioindicadora da resiliência ambiental nos SAFs. Por sua rusticidade e ocorrência natural nas matas do Rio de Janeiro, *M. arundinacea* tolera o sombreamento (MONTEIRO; PERESSIN, 2002; FELTRAN; PERESSIN, 2014), produz rizomas e abundante quantidade de fitomassa aérea (ODEKU, 2013; SWADIJA et al. 2013; SHINTU et al., 2015; ROHANDI et al., 2017), capaz de se tornar perene sob condições favoráveis. Bianchi et al. (2016) consideram as plantas geófitas, que usam carboidratos armazenados em rizomas para se regenerar, como as mais adaptadas ao estresse hídrico. Cultivada no sub-bosque do reflorestamento de guanandi, *M. arundinacea* se torna uma importante espécie nativa chave para o trabalho de restauração ecológica, principalmente nas áreas ciliares suscetíveis à inundação. Por apresentar capacidade de se regenerar de partes de rizomas enterrados no solo, mesmo com a severa restrição hídrica, *M. arundinacea* passou a ocupar os sítios antes colonizados por *Urochloa* no ambiente sombreado do SAF Biodiverso. Como planta espontânea nativa com alta atividade micorrízica, *M. arundinacea* pode beneficiar o guanandi, além de produzir rizomas em um modelo de exploração de baixo impacto ambiental ao dispensar a necessidade do revolvimento do solo para o replantio nos SAFs.

A origem das plântulas de guanandi no SAF Biodiverso também indica que não há barreira à colonização arbórea, devido à presença de serapilheira inerente ao manejo agroflorestal e à presença

de poleiros naturais para morcegos dispersores, que se posicionaram na face abaxial das folhas das bananeiras. Ademais, as gramíneas formam uma cobertura vegetal densa que impede que as sementes atinjam o solo (WHELAN et al., 1991; AIDE et al., 1995) ou prejudiquem sua viabilidade pelo alto poder competitivo (CORTINES; VALCARCEL, 2009), que são justificativas para baixa resiliência natural nas áreas de monocultivo e SAF Simples.

Entre os efeitos benéficos dos SAF, além do sombreamento, merece destaque a melhoria na fertilidade do solo, principalmente pelo expressivo acúmulo de resíduos orgânicos aportados pela bananeira, que pode atingir 55,0 t ha<sup>-1</sup> (DEVIDE et al., 2019). A melhoria da fertilidade do solo torna as plantas de interesse mais competitivas e capazes de manter o crescimento e se sobreporem à vegetação espontânea, mesmo em condições restritas de seca. De maneira similar, Sousa et al. (2003) atribuíram a redução do número de monocotiledôneas em SAF com cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.), bananeira (*Musa* sp), pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) e ingazeiro (*Inga edulis* Mart.) em diferentes sistemas de manejo do solo à adição de adubos e matéria orgânica.

No presente estudo, o manejo agroecológico da vegetação espontânea nos SAFs fortalece a conservação do solo e dos recursos hídricos. O controle químico de gramíneas não é desejável nesse ambiente devido à declividade da topossequência, à permeabilidade dos solos e à proximidade do curso d'água. O cultivo nas entrelinhas do reflorestamento é uma técnica eficiente para o controle de gramíneas invasoras não nativas e pode gerar renda com a produção de alimentos (CÉSAR et al., 2013; CÂNDIDO et al., 2016). Promover uma silvicultura com fins múltiplos é alternativa sustentável para gerar renda, reforçar a produção de alimentos, conservar o solo, a água e a biodiversidade nas propriedades rurais (MONTAGNINI, 2012; ARÉVALO-GARDINI et al., 2015; DEVIDE et al., 2014). Neste contexto, o cultivo agroflorestal de espécies alimentícias com árvores nativas pode auxiliar no controle de plantas espontâneas indesejáveis (OLIVEIRA et al., 2016; CÉSAR et al., 2013) e favorecer a restauração ambiental.

## Conclusões

O SAF Biodiverso reduz a densidade de plantas espontâneas, devido ao sombreamento das espécies que ocupam os diferentes estratos nas entrelinhas do guanandi.

A similaridade da vegetação espontânea divergiu após três anos de manejo agroflorestal, com a seleção de espécies eudicotiledôneas nas áreas de SAF e predomínio de *Urochloa* no monocultivo.

## Agradecimentos

Ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e à Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG), pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa no âmbito do doutoramento do primeiro autor.

## Comparative herbaceous phytosociology in agroforestry and *Calophyllum brasiliense* monoculture on a river terrace

### Abstract

Invasive forage grasses, especially the *Urochloa* genus, impact reforestation worldwide. The aim of this study was to evaluate management influence on phytosociology of the herbaceous layer, defined as the layer of herbs, sub-shrubs, shrubs and vines, in two agroforestry systems (AFS) (Simple and Biodiverse) in succession to a reforestation of guanandi (*Calophyllum brasiliense*), compared to monoculture of this specie taken as control. The experiment was conducted in Pindamonhangá (SP), Brazil, from 2011 to 2014, in a randomized block design with eight replications and 144.0 m<sup>2</sup> plots. In Simple SAF area, food crops were grown alongside *C. brasiliense* rows: sweet cassava (*Manihot esculenta*) in rotation with arrowroot (*Maranta arundinacea*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), banana shrub (*Musa* sp.), and juçara palm (*Euterpe edulis*). In Biodiverse AFS, fourteen native tree species were also planted alongside the food crops. Altogether 41 herbaceous layer species, 38 genera and 24 botanical families were identified; the most abundant families were: Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae. The similarity between the areas diverged after three years of management, with the predominance of *Commelina benghalensis* and *M. arundinacea* in the AFS areas and *Urochloa decumbens* in the monoculture, mainly, due to the shadow gradient established for the three systems.

**Keywords:** Ecological reforestation; Biodiversity; Spontaneous plants.

### Referências

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS (APTA). **Dados climáticos do Posto Meteorológico do Polo Regional do Vale do Paraíba**, Pindamonhangaba – SP, 2015.

AGRAWAL, A.; PANDEY, R. S.; SHARMA, B. Water Pollution with Special Reference to Pesticide Contamination in India. **J. Water Resource and Protection**, v. 2, p. 432-448, 2010. Disponível em: <<http://doi:10.4236/jwarp.2010.25050>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

AIDE, T. M.; CAVELIER, J. Barriers to lowland forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. **Restoration Ecology**, v. 2, n. 4, p. 219-229, 1994. Disponível em: <<http://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1994.tb00054.x>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. **Climatic Change**, v. 140, n. 1, p. 33-45, 2017. Disponível em: <<http://article/10.1007/s10584-013-0909-y>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

ARÉVALO-GARDINI, E.; CANTO, M.; ALEGRE, J.; LOLI, O.; JULCA, A.; BALIGAR, V. Changes in Soil Physical and Chemical Properties in Long Term Improved Natural and Traditional Agroforestry Management Systems of Cacao Genotypes in Peruvian Amazon. **PLoS ONE**, v. 10, n. 7, e0132147, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132147>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

BASCHE, A. D.; EDELSON, O. F. Improving water resilience with more perennially based agriculture. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, n. 7, p. 799-824, 2017. Disponível em: <<https://doi/full/10.1080/21683565.2017.1330795>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016. Disponível em: <<http://index.php/actaiguazu/article/view/16006>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A. A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da Lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 4, p. 355-367, out./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1117/835>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

BRAUN-BLANQUET J. **Fitossociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3. ed., Madrid: Aum, 1979.

BRENES, A. R.; MONTAGNINI, F. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. **Forest Ecology and Management**; v. 232, n. 1/3, p. 168-178, 2006. Disponível em: <<http://doi:10.1016/j.foreco.2006.05.067>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

BRITO, N. M.; AMARANTE JUNIOR, O. P. de; ABAKERLI, R.; SANTOS, T. C. R. dos; RIBEIRO, M. L. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 11, p. 93-104, jan./dez. 2001. Disponível em: <<http://doi:10.5380/pes.v11i0.3138>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

CABIN, R. J.; WELLER, S. G.; LORENCE, D. H.; CORDELL, S.; HADWAY, L. J.; MONTGOMERY, R.; GOO, D.; URAKAMI, A. Effects of light, alien grass, and native species addition on Hawaiian dry forest restoration. **Ecological Applications**, v. 12, n. 6, 2002, p. 1595–1610. Disponível em: <[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[1595:EOLAGA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[1595:EOLAGA]2.0.CO;2)>. Acesso em: 04 mar. 2017.

CÂNDIDO, V. A.; PINTO, L. V. A.; BOGARIMP, P. C.; ROSAS, D. da; SILVA, R. M.; BARBOSA, J. M. N. Sistema agroflorestal para recomposição de reserva legal em propriedades de agricultores familiares. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 2, p. 65-72, Jun. 2016. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v8n22016821>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

CARVALHO, P. E. R. Guanandi. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 14p. (Circular Técnica n. 78).

CÉSAR, R. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scientia Agricola**, v. 70, p. 268 - 273, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000400008>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

CORDELL, S.; SANDQUIST, D. R.; LITTON, C.; CABIN, R. J.; THAXTON, J.; HADWAY, L.; CASTILLO, J. M.; BISHAW, D. An invasive grass has significant impacts on tropical dry forest ecosystems in Hawaii. 16th Int'l Conference, Society for Ecological Restoration, August 24-26, 2004, **Anais...**, Victoria, Canada.

CORTINES, E.; VALCARCEL, R. Influence of pioneer-species combinations on restoration of disturbed ecosystems in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 927-936, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000500015>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, v. 36, n. 2, p. 291-299, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000200010>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M. de; RIBEIRO, R. L. D. Cultivo agroflorestal de bananeira com guanandi resiliente às alterações climáticas. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/333149196\\_CULTIVO\\_AGROFLORESTAL\\_DE\\_BANANEIRA\\_COM\\_GUANANDI\\_RESILIENTE\\_AS\\_ALTERACOES\\_CLIMATICAS](https://www.researchgate.net/publication/333149196_CULTIVO_AGROFLORESTAL_DE_BANANEIRA_COM_GUANANDI_RESILIENTE_AS_ALTERACOES_CLIMATICAS)>. Acesso em: 11 jul. 2019.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M. de; RIBEIRO, R. L. D.; ABBOUD, A. C. S.; PEREIRA, M. G.; RUMJANEK, N. G. História Ambiental do Vale do Paraíba Paulista, Brasil. **Revista Biociências**, v. 20, n. 1, p. 12-29, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1867>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p.

FAVARE, H. G.; TSUKAMOTO, A. A.; COSTA, R. B.; PASA, M. C.; FAVARE, L. G. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com *Caryocar brasiliense* Camb. **Cultura Agrônômica**, v. 27, n. 3, p. 340-353, 2018. Disponível em: <<http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2572/2041>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

FELTRAN, J. C.; PERESSIN, V. A. Araruta. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. de. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônômico, v. 6, 2014, p. 36-38. (Boletim 200). Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/boletim200\\_iac.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/boletim200_iac.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2018.

FLORA DO BRASIL (2020 em construção) **Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FLORY, S. L.; CLAY, K.; EMERY, S. M.; ROBB, J. R.; WINTERS, B. Fire and non-native grass invasion interact to suppress tree regeneration in temperate deciduous forests. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, p. 992–1000, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12437>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Agroforestry for landscape restoration: Exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes**. Roma: FAO, 2017. 28p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/b-i7374e.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2017.



GARCÍA-ORTH, X.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Isolated trees and grass removal improve performance of transplanted *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae) saplings in tropical pastures. **Restoration Ecology**, v. 19, p. 24–34, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00536.x>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K.; KANASHIRO, M. M.; SHIN-IKE, M. S.; PAVÃO, M.; DURIGAN, G.; LIMA, L. P. R.; GUILLAUMON, J. R.; BAITELLO, J. B.; BORGIO, S. C.; MANETTI, L. A.; BARRADAS, A. M. F.; FUKUDA, J. C.; SHIDA, C. N.; BARBOSA, O.; SOARES, A. P.; JOLY, C. A.; COUTO, H. T. Z. **Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; Imprensa Oficial, 2005, 200 p. Disponível em: <<http://iflorestal.sp.gov.br/2005/03/01/inventario-florestal-da-vegetacao-natural-do-estado-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

LONDE, V.; SILVA, J. C. Characterization of Poaceae (grass) species as indicators of the level of degradation in a stretch of riparian forest in Matutina, Brazil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 28, n. 1, p. 102-108, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062014000100010>>.

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

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v. 2. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 350 p.

LUDELING, E.; ROELAND, K.; HUTH, N. I.; KOENING, K. Agroforestry systems in a changing climate — challenges in projecting future performance. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, p. 1-7, 2014. Acesso em: <<http://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.013>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

MANTOANI, M. C.; TOREZAN, J. M. D. Regeneration response of Brazilian Atlantic Forest woody species to four years of *Megathyrus maximus* removal. **Forest Ecology and Management**, v. 359, p. 141–146, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.10.004>>. Acesso em: 08 maio 2018.

MEDEIROS, R. A.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VENDRÚSCOLO, D. G. S.; SILVA, F. T. Análise silvicultural e econômica de plantas clonais e seminais de *Tectona grandis* L.f. em sistema taungya. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 893-903, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000500012>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

MENEZES, J. M. T.; van LEEUWEN, J.; VALERI, S. V.; CRUZ, M. C. P. da; LEANDRO, R. C. Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 893-898, 2008. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200043>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p.

MONTAGNINI, F. Los sistemas agroforestales y su contribución para la mitigación y adaptación al cambio climático. **Edición Especial de la Revista Alcance**, 24 p., 2012.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Cultura da araruta. In: CEREDA, M. P. **Agricultura**: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, p. 440-447.

MORE, P. L.; HOLL, K. D.; WOOD, D. M. Strategies for Restoring Native Riparian Understory Plants Along the Sacramento River: Timing, Shade, Non-Native Control, and Planting Method. **San Francisco Estuary and Watershed Science**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2011. <http://dx.doi.org/10.15447/sfews.2014v9iss2art1>.

MORIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. de C.; VIEIRA, S. N.; STRÜSSMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-812>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley: New York, 1974. 547 p.

NEPSTAD, D. C.; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. M. C. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos**, v. 76, n. 1, p. 25-39, 1996. Disponível em: <DOI:10.2307/3545745>. Acesso em: 13 out. 2015.

ODEKU, O. A. Potentials of tropical starches as pharmaceutical excipients: A review. **Starch**, v. 65, n. 1-2, p. 89-106, 2013. Disponível em: <<http://doi.org/10.1002/star.201200076>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

OLIVEIRA, T. J. F. de; BARROSO, D. G.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, S. J. Consórcio de espécies nativas da Mata Atlântica com milho e feijão para revegetação de mata ciliar na região Noroeste Fluminense. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 315 – 324, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n2/a10v36n2.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

PETIT, B.; MONTAGNINI F. Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. **Forest Ecology and Management**, v. 233, p. 338–343, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.030>>. Acesso em: 14 maio 2017.

PYWELL, R. F.; HAYES, M. J.; TALLOWIN, J. B.; WALKER, K. J.; MEEK, W. R.; CARVELL, C.; WARMAN, L. A.; BULLOCK, J. M. Minimizing environmental impacts of grassland weed management: can *Cirsium arvense* be controlled without herbicides? **Grass and Forage Science**, v. 65, p. 159 – 174, 2010. Disponível em: <<http://DOI: 10.1111 / j.1365-2494.2010.00735.x>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

REFLORA - Herbário Virtual. **Herbário Virtual**. (2017). Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>> Acesso em: 13 jul. 2019.

RIBEIRO, K. T.; DE FILIPPO, D. C.; PAIVA, C. L.; MADEIRA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. Ocupação por *Brachiaria* spp. (Poaceae) no Parque Nacional da Serra do Cipó e infestação decorrente da obra de pavimentação da rodovia MG-010 na APA Morro da Pedreira. Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ESPÉCIES INVASORAS. 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2005, p. 1-17.

ROHANDI, A.; BUDIADI; HARDIWINOTO, S.; HARMAYANI, E.; SUDRAJAT, D. J. Variability in morpho-physiology, tuber yield and starch content of several arrowroot populations in Garut district. **AGRIVITA Journal of Agricultural Science**, v. 39, n. 3, p. 311–323, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.17503/agrivita.v39i3.1002>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. Á.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, G. L. dos; PEREIRA, M. G.; LIMA, S. S. de; CEDDIA, M. B.; MENDONÇA, V. M. M.; DELGADO, R. C. Landform curvature and its effect on the spatial variability of soil attributes, Pinheiral-RJ/BR. **Cerne**, v. 22, n. 4, p. 431-438, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622042184>>. Acesso em: 14 maio 2017.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. SÃO PAULO [Estado]. **Oportunidades para restauração de paisagens e florestas na porção paulista do Vale do Paraíba**: Plano de Desenvolvimento Florestal Territorial para a porção paulista do Vale do Paraíba. Porto Alegre: Ideograf, 2018, 213p.

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas Forrageiras do Gênero Brachiaria**. Campo Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 1980, p. 1-71. (Circular Técnica, n. 1).

SHINTU, P. V.; RADHAKRISHNAN, V. V.; MOHANAN, K. V. Pharmacognostic standardisation of *Maranta arundinacea* L. - An important ethnomedicine. **Journal of pharmacognosy and phytochemistry**, v. 4, p. 242 - 246, 2015. Disponível em: <<http://archives/2015/vol4issue3/PartD/4-3-36.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; MORANA, E. F. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Science and Policy**, v. 74, p. 14–22, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.019>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

SOARES, A. F. S.; LEÃO, M. M. D.; VIANNA NETO, M. R.; OLIVEIRA, S. M. A. C. Risk estimate of water contamination by pesticides used in coffee crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 425–432, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000400013>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SOARES, A. F. S.; LEÃO, M. M. D.; FARIA, V. H. F.; COSTA, M. C. M.; MOURA, A. C. M.; RAMOS, V. D. V.; VIANNA NETO, M. R.; COSTA, E. P. Occurrence of pesticides from coffee crops in surface

water. **Ambi-Agua**, v. 8, n. 1, p. 62-72, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1053>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SOUSA, G. F. de; OLIVEIRA, L. A. de; SILVA, J. F. da. Plantas invasoras em sistemas agroflorestais com cupuaçuzeiro no município de Presidente Figueiredo (Amazonas, Brasil). **Acta Amazonica**, v. 33, n. 3, p. 353-370, 2003. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000300002>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. F. L. Restoration of semi deciduous forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, n.1-3, p.185-200, 2004. Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/souza2003.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

SWADIJA, O. K.; PADMNABHAN, V. B.; VIJAYARAGHAVA, K. Growth and yield of arrowroot intercropped in coconut garden as influenced by organic management. **Journal of Root Crops**, v. 39, n. 1, p. 67-72, 2013. Disponível em: <<http://ojs/index.php/jrc/article/view/185/73>>. Acesso em: 05 maio 2018.

TARGA, M. S., BATISTA, G. T. Benefits and legacy of the water crisis in Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 2, p. 234 – 239, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1629>>. Acesso em: 22 maio 2018.

TORRES, R. B.; MATTHES, L. A. F.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo**, v. 44, n. 1, 2, 3, 1992. Disponível em: <[http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/lista\\_florestas\\_brejo.pdf](http://www.fundacaofia.com.br/gdusm/lista_florestas_brejo.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2016.

VIEIRA, I. C. G.; UHL, C.; NEPSTAD, D. C. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a “succession facilitator” in an abandoned pasture, Paragominas, Amazonia. **Vegetation**, v. 115, n. 1, p. 91-99, 1994. Disponível em: <DOI: 10.1007 / BF00044863>. Acesso em: 08 abr. 2019.

WEZEL, A.; CASAGRANDE, M.; CELETTE, F.; VIAN, J. F.; FERRER, A.; PEIGNÉ, J. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p.1–20, 2014. <DOI: 10.1007/s13593-013-0180-7>. Acesso em: 10 jul. 2019.

WHELAN, C. J.; WILLSON, M. F.; TUMA, C. A.; SOUZA-PINTO, A. Spatial and temporal patterns of post dispersal seed predation. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, p. 428-436, 1991. Disponível em: <DOI: 10.1139 / b91-059>. Acesso em: 12 abr. 2018.

**Submetido em:** 09/04/2019

**Aceito em:** 31/07/2019