



Fotos: Maria Izabel Radomski

COMUNICADO
TÉCNICO

422

Colombo, PR
Dezembro, 2018



Produção de biomassa aérea e
teor de nutrientes de *Erythrina
speciosa* e *Tithonia diversifolia*
cultivadas em Morretes, PR –
resultados iniciais

Maria Izabel Radomski
Bruna Trajano de Oliveira

Produção de biomassa aérea e teor de nutrientes de *Erythrina speciosa* e *Tithonia diversifolia* cultivadas em Morretes, PR – resultados iniciais

Maria Izabel Radomski, Engenheira-agrônoma, doutora em Horticultura, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR; **Bruna Trajano de Oliveira**, Engenheira Florestal, IFPE Cabo de Santo Agostinho.

O uso de adubos verdes é essencial à produção em sistemas agroecológicos de produção, pois auxilia na conservação do solo e da água, e no aporte de nutrientes em diferentes sistemas de cultivo. As espécies utilizadas para produção de adubo verde variam em função do clima, solo e das condições socioeconômicas do agricultor. Espécies perenes ou semi-perenes são preferíveis às anuais, pois proporcionam maior autonomia ao agricultor em função da disponibilidade permanente de biomassa, seja por meio de podas, seja pela deposição de folheto, no caso da arborização de cultivos com espécies caducifólias. Os sistemas agroflorestais (SAF) caracterizam-se

pela utilização de uma série de espécies arbustivas e arbóreas para suprimento de sombra e nutrientes para os cultivos, e que também contribuem para melhoria das características física e biológica dos solos, aumento da biodiversidade nos sistemas de produção e geração de renda. Dentre as espécies utilizadas em SAF destacam-se *Tithonia diversifolia* e as do gênero *Erythrina*.

Tithonia diversifolia, popularmente conhecida como girassol mexicano ou margaridão, é um arbusto da família Asteraceae (Figura 1). A espécie é originária do México e encontra-se amplamente distribuída nos trópicos úmidos e subúmidos, na América Central e do

Foto: Maria Izabel Radomski



Figura 1. Aspecto de flor e folha de *Tithonia diversifolia*.

Sul, Ásia e África, onde provavelmente foi introduzida como ornamental (Jama et al., 2000). A espécie também é citada como tolerante ao calor e à seca (Global Invasive Species Database, 2018).

Devido ao fato de florescer o ano inteiro é uma excelente planta melífera utilizada na entomoagrofloresta como fonte de néctar e atração de insetos polinizadores, produtores de mel e controladores biológicos (Medina et al., 2009). Seu uso também é relatado como alternativa contra herbivoria de *Atta* sp. (Rodríguez et al., 2008; Pino et al., 2010), assim como seu efeito nematocida (Ntalli; Pierluigi, 2012), além de possuir atividade farmacológica e alelopática (Gualberto et al., 2010). Também é empregada em cercas vivas e quebra-ventos e tem potencial ornamental (Garcia; Medina, 2006). De acordo com Mahecha e Rosales (2005), é uma das espécies não leguminosas considerada como promissora para alimentação de diferentes espécies animais, em especial de ruminantes.

T. diversifolia tem sido preconizada para a detoxificação de áreas contaminadas por metais pesados, identificando-se elevadas concentrações de zinco e chumbo nas folhas e raízes, sem que isso afete seu desenvolvimento ou expresse sintomas de toxidez (Olivares, 2003; Adesodun et al., 2010).

Como adubo verde é indicada para sistemas de pousio melhorado de ciclo curto, pois restaura a fertilidade do solo incrementando a produtividade de culturas subsequentes. Isto se deve à alta concentração foliar de nitrogênio,

fósforo e potássio (Jorge-Mustonen et al., 2012), e ao fato destes nutrientes serem rapidamente liberados em formas disponíveis para as plantas, durante o processo de decomposição (Partey et al., 2011; Jorge-Mustonen et al., 2015). No Kenia e outras partes da África a análise foliar de *T. diversifolia* revelou concentrações relativamente altas de N, P, K, Ca e Mg, quando comparada à maioria das espécies leguminosas usadas na produção de biomassa; além disso, a espécie possui um rápido crescimento e baixa demanda de insumos, tendo poucas exigências ao manejo de seu cultivo (Jama et al., 2000).

Esta grande concentração de N e P em particular pode estar relacionada à presença de micorrizas nas raízes de *T. diversifolia*. Trabalhos mostram que a espécie tem uma maior frequência de associação com *Glomus* do que com outros fungos micorrízicos arbusculares (Sharrock et al., 2004), tendo-se observado infestação variando de 4,2% a 6,7% em plantas de *T. diversifolia* crescendo em áreas restauradas após cultivo de pinus e de florestas naturais, respectivamente (Mafaziya; Madawala, 2015). Tam et al. (2016) observaram que, dentre 18 isolados de fungos de *T. diversifolia*, quatro solubilizaram grande quantidade de fosfato em meio contendo termofosfato e dolomita, os quais foram identificados como *Penicillium oxalicum* (três cepas) e *Penicillium picophilum* (uma cepa); todas as cepas sintetizaram ácido oxálico e reduziram o pH do meio, sendo que uma das cepas de *P. oxalicum* solubilizou a maior quantidade

de fosfato, aumentando a produtividade de grãos de soja e a concentração de fósforo disponível no solo.

Outros estudos mostraram que a fertilização do milho com *T. diversifolia* pode substituir o uso de fertilizantes sintéticos e uréia, devido à alta disponibilidade de N e P da biomassa, desde que atendidos os critérios econômicos em relação a custos de mão de obra para a aplicação dos referidos adubos (Opala et al., 2015; Partey et al., 2018).

Pesquisa realizada no Quênia, abrangendo 257 ha de cultivo de *Tithonia*, estimou que a espécie tem potencial de produção de 530 toneladas de massa fresca, correspondendo a 84,8 toneladas de MS ha⁻¹ ano (Using..., 2000).

Apesar dos benefícios relatados é necessário ter-se em consideração que esta espécie é reconhecida como uma das plantas invasoras de maior preocupação em nível mundial (Global Invasive Species Database, 2018).

Erythrina é um gênero pantropical, composto por 112 espécies, sendo 70 neotropicais, 31 asiáticas e 12 africanas, somente a espécie *Erythrina fusca* ocorre nas Américas, na Europa, na África e na Ásia. O gênero é provavelmente de origem sul-americana, mas a capacidade das sementes de flutuar e manter a viabilidade após imersão prolongada em água salgada e os prováveis ambientes fluviais, costeiros ou estuarinos habitados por espécies ancestrais, resultaram em sua ampla distribuição; a polinização é feita por pássaros havendo alta capacidade de hibridização, resultando em uma diversidade morfológica e ecológica

dentro e entre espécies (Klass, 1998; Mendonça; Anjos, 2006).

Na Índia, o uso de tutores vivos ou moirões vivos de *Erythrina indica* e *E. lithosperma* foi estabelecido com sucesso no cultivo de pimenta preta (*Piper nigrum*) (Dinesh et al., 2013) e em regiões de baixa altitude na Tanzânia; Vihemäki (2001) relatou o mesmo uso para *Erythrina indica* e *E. lithosperma*.

O uso de espécies de *Erythrina* para produção de biomassa é relatado em diversos trabalhos. Em Turrialba, Costa Rica, clones de *E. poeppigiana* e *E. berterona* produziram de 12 t a 16 t de matéria seca por hectare e por ano, em solo com pH 4,0 (Camacho et al., 1993). De acordo com Bustamante et al. (1998), a espécie *Cynodum nlemfuensis* produziu 50% a mais de matéria seca quando cultivada sob árvores de *Erythrina poeppigiana*, em relação à área sem árvores. No Brasil, *Erythrina fusca* e *E. falcata* são recomendadas como fixadoras de nitrogênio, em solos salinos, e para os trópicos úmidos e sub-úmidos, respectivamente (Silva et al., 2007b).

O uso de resíduos da poda de *E. poeppigiana* como fonte de nutrientes foi bem estudado em sistemas de *alley cropping* (Ramírez; Bornemisza, 1990; Kass et al., 1993) e em sistemas agro-florestais multiestrata (Szott et al., 1991; Szott; Melendez 2001). Esses autores observaram maiores valores de C e de nutrientes em solos que receberam o resíduo da poda na forma de *mulching*, em comparação com solos sem *mulching*. Tal fato foi atribuído às altas

concentrações de K e Ca nos resíduos e à alta produção de biomassa desta espécie (Russo; Budowski, 1986).

O gênero *Erythrina* se associa com uma ampla variedade de rizóbios, observando-se nodulação a partir de cepas isoladas de leguminosas das três subfamílias; isto sugere que a competição com populações naturais do solo pode frustrar tentativas de seleção de cepas capazes de aumentar a fixação de N (Sprent; Parsons, 2000).

Erythrina speciosa (Figura 2) é uma espécie neotropical encontrada no sudeste e sul do Brasil, típica de florestas fluviais e planícies úmidas (Delgado et al., 2015). Seus estudos concentram-se em aspectos ecológicos tal como adaptação a inundações (Medina et al., 2009), fauna associada (Medonça; Dos Anjos, 2006; Zanuncio et al., 2015), genética (Novaes et al., 2009; Monteiro et al., 2016) e composição fitoquímica (Daniel et al., 2014; Soares et al., 2018).

Em relação à fixação de N, Soares (2007) observou uma alta diluição do isótopo ^{15}N em *E. speciosa*, comprovando sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio. O autor obteve ainda um

elevado teor de N nas folhas (3,4% em média) e uma baixa relação C/N (14 em média).

Trabalhos sobre o uso desta espécie em sistemas agroflorestais são inexistentes. Os únicos estudos referem-se à sua utilização em plantios de recuperação de áreas degradadas (Soares, 2007; Londe; Souza, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa aérea e o teor de nutrientes, especialmente N e P, em plantas de *T. diversifolia* e *E. speciosa*, cultivadas em Morretes, litoral do estado do Paraná, visando recomendar seu uso em sistemas agroflorestais à região.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa, localizada em Morretes, PR.

As parcelas experimentais foram implantadas sobre solo tipo GLEISSOLO Háplico Tb Distrófico textura média, relevo plano, mal drenado, cujas

Figura 2. Aspecto das árvores e detalhe da flor e fruto de *E. speciosa*.



características encontram-se na Tabela 1. Para caracterização química e granulométrica do solo foram efetuadas coletas de cinco amostras formando uma amostra composta, a 20 cm de profundidade. A análise foi efetuada no Laboratório de Solos da Embrapa Florestas, segundo Silva (2009).

O uso anterior da área era com pastagem de *Brachiaria* spp para criação de búfalos, sendo efetuadas adubações com N e K solúveis e fosfatagem natural até meados de 2006 (José Lino Martinez, pesquisador IAPAR, comunicação pessoal), o que explica os altos teores de P encontrados no solo analisado.

As mudas foram produzidas a partir de estacas semi-lenhosas, no viveiro da Embrapa Florestas.

Para o estudo com *T. diversifolia* e *E. speciosa* foram instaladas seis parcelas de cada espécie, medindo 4,0 m x 5,0 m, sendo as mudas plantadas em novembro de 2015, no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, totalizando 20 plantas por parcela. Das seis parcelas três receberam aplicação de fosfato natural (24% de P_2O_5 total), na base de 100 g/cova e três parcelas não receberam

nenhuma adubação. O delineamento foi inteiramente casualizado. Para evitar competição com a vegetação espontânea (principalmente braquiária) foram efetuadas roçadas em torno das plantas, a cada três meses após o plantio.

A avaliação da sobrevivência ocorreu aos 60 dias após o plantio. A colheita da biomassa aérea deu-se aos 19 meses após o plantio (junho de 2017). Para *T. diversifolia* foi efetuada poda da planta inteira, com corte dos ramos a cerca de 20 cm do solo (Figura 3). Para *E. speciosa* foram coletadas apenas as folhas verdes de cada planta, sem os ramos espinhosos que dificultam seu manejo (Figura 4). Para cada parcela foi efetuada a pesagem da produção total de matéria verde (MV), coletando-se três amostras de cada parcela para secagem até peso constante, para obtenção da matéria seca (MS). A produção total de MV por parcela foi dividida pelo número de plantas colhidas para obtenção da produção por planta, por metro quadrado. Na MS foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e C conforme preconizado pela Embrapa (Silva, 2009).

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da área de GLEISSOLO Háptico Tb textura média relevo plano.

pH CaCl ₂	Al ⁺³	H + Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T
cmol _c dm ⁻³							
4,54	0,70	6,02	3,01	0,59	0,08	3,68	9,70
P	CT	V	m	Areia	Argila	Silte	
mg dm ⁻³		%			g kg ⁻¹		
22,3	1,85	38	16	259	345	396	

Fotos: Maria Izabel Radomski



Figura 3. Aspecto da planta de *Tithonia diversifolia* antes e após a poda feita aos 19 meses de idade.



Figura 4. Coleta de folhas de *Erythrina speciosa* e amostra do material coletado, aos 19 meses de idade.

Fotos: Maria Izabel Radomski



Resultados e discussão

O plantio de *T. diversifolia* e *E. speciosa* em área de Gleissolo resultou em diferenças significativas no estabelecimento das espécies, com 39,6% e 72,2% de sobrevivência, respectivamente. A intensa precipitação pluviométrica nos primeiros meses após o plantio (Figura 5), associada à má drenagem do Gleissolo afetou diretamente as plantas de *T. diversifolia*

as quais conseguiram se desenvolver apenas em parte da área onde o solo era mais bem drenado. Esta espécie é citada na literatura como sendo intolerante a solos mal drenados e a inundações (Geilfus, 1994) e mais propícia a condições de seca (Global Invasive Species Database, 2018). Já *E. speciosa* está adaptada a solos mal a muito mal drenados (Medina et al., 2009).

Apesar do baixo índice de sobrevivência de *T. diversifolia* (Tabela 2) a

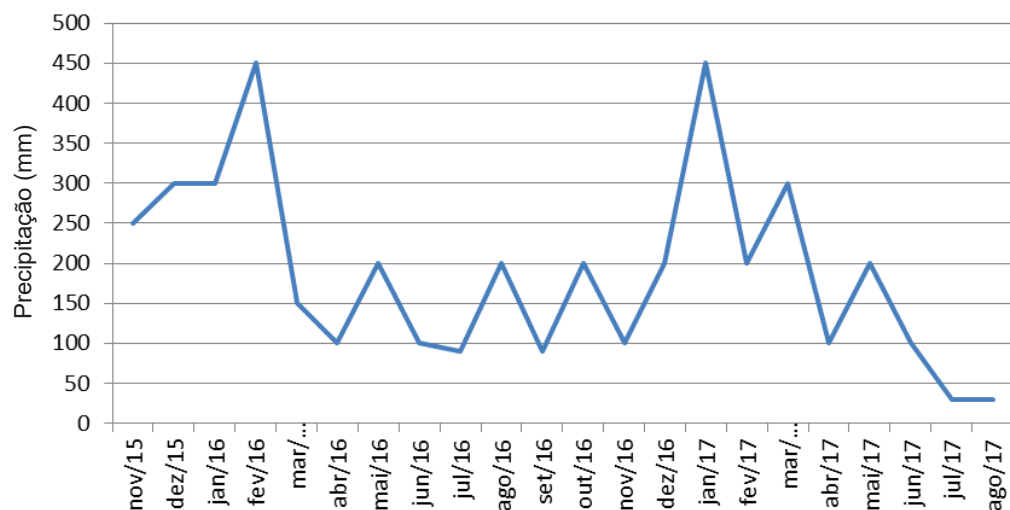


Figura 5. Pluviosidade mensal no período de condução do estudo.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2018).

Tabela 2. Produção de *Tithonia diversifolia* e *Erythrina speciosa* em Gleissolo Háplico.

Tratamento	Matéria verde	Matéria seca	Produção*
	g planta m²		
Marg 1	247	79	791
Marg 2	783	261	2606
Média	515	170	1698
Eritr 1	98	31	313
Eritr 2	100	32	321
Média	99	32	317

Legenda: Marg 1: plantio de *T. diversifolia* sem fosfato; Marg 2: plantio de *T. diversifolia* com fosfato; Eritr 1: plantio de *E. speciosa* sem fosfato; Eritr 2: plantio de *E. speciosa* com fosfato. *Considerando espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

produção de matéria seca das plantas remanescentes foi condizente com trabalhos anteriores (Gualberto et al., 2010; Jorge-Mustonen et al., 2012). Também se observou que a aplicação de fosfato natural aumentou a produção de biomassa de *Tithonia* em cerca de 130%,

quando comparada com a produção obtida de plantas que não receberam o mencionado adubo, dado corroborado por Jorge-Mustonen et al. (2015), que obtiveram maior produção de folhas e ramos com a aplicação de doses crescentes de P no solo. A solubilização

de formas insolúveis de fósforo, como é o caso do fosfato natural, se deve à presença da acidez do solo tornando-o disponível para as plantas, mas também pode estar relacionada à presença de micorrizas arbusculares (AMF) nas plantas, as quais promoveriam a acidificação da rizosfera solubilizando o fosfato e incorporando este elemento em formas orgânicas, conforme observado por Tam et al. (2016) em plantas de *T. diversifolia*.

Apesar do alto teor de P disponível no solo, observou-se uma tendência de maior teor desse nutriente na matéria seca das plantas de *T. diversifolia* cultivadas sob adubação com fosfato natural (Tabela 3). Também chamou a atenção o teor de N para uma espécie não leguminosa como *Tithonia*, com valores próximos a 1%. Estudos sobre uso da *T. diversifolia* na adubação de milho (Opala et al., 2015) e sobre taxa de decomposição e mineralização de nutrientes da biomassa de *Tithonia* (Partey et al., 2011) identificaram altos teores foliares de N (3,3% em média) e P (0,42% em

média) para essa espécie. Os valores encontrados nesse estudo, entretanto, foram inferiores aos da literatura citada, o que provavelmente se deveu ao fato desse trabalho ter analisado a planta inteira, ao invés de apenas as folhas, conforme os trabalhos de Partey et al. (2011) e Opala et al. (2015).

Para *E. speciosa* não foi observada influência da adubação fosfatada na produção de matéria seca (Tabela 2), sendo que os valores encontrados foram bastante inferiores aos observados por Alpízar et al. (1986), para produção de folhas de *E. poeppigiana* (3,27 t ha⁻¹) cultivada em espaçamento de 6 m x 6 m, para sombreamento de cacau e sem fertilização no plantio. Entretanto, o teor médio obtido no estudo em Morretes (317 kg ha⁻¹) foi superior aos obtidos por Kongmanila et al. (2012), para *E. variegata* cultivada com aplicação de esterco (219 kg ha⁻¹) e com fertilização mineral (197 kg ha⁻¹).

O alto teor de N foliar (3,19%) (Tabela 3) mostra o potencial de adubação verde de *E. speciosa*, conforme citado

Tabela 3. Teor e produção de nutrientes na matéria seca de *Tithonia diversifolia* e *Erythrina speciosa*.

Amostra	P	K	Ca	Mg	N	C	C/N	P	K	Ca	Mg	N
	g kg ⁻¹				%			t ha ⁻¹				
Marg 1	1,62	5,57	5,35	3,18	0,94	44,32	47,31	1,30	4,4	4,2	2,5	7,4
Marg 2	2,02	4,24	4,05	2,85	0,98	44,68	45,54	5,30	11,0	10,5	7,4	25,6
Média	1,82	4,90	4,70	3,01	0,96	44,50	46,40	3,10	8,3	7,9	5,1	16,3
Eritr 1	1,52	5,76	13,34	3,97	3,21	45,37	14,12	0,48	1,8	4,2	1,2	10,1
Eritr 2	1,81	5,52	13,01	3,97	3,16	45,42	14,38	0,58	1,8	4,2	1,3	10,1
Média	1,67	5,64	13,17	3,97	3,19	45,40	14,25	0,53	1,8	4,2	1,3	10,1

Legenda: Marg 1: plantio de *T. diversifolia* sem fosfato; Marg 2: plantio de *T. diversifolia* com fosfato; Eritr 1: plantio de *E. speciosa* sem fosfato; Eritr 2: plantio de *E. speciosa* com fosfato.

por Costa et al. (2004). Os valores são próximos dos obtidos por Soares (2007) para a mesma espécie, em plantas inoculadas com rizóbio (3,36%) e não inoculadas (3,53%). O teor obtido, entretanto, foi inferior aos teores observados para *E. poeppigiana* (3,86% e 4,38%) em cultivo no estado do Rio de Janeiro (Silva et al., 2007a).

Assim como ocorrido para *Tithonia*, houve uma tendência de maior teor de P foliar nas plantas que receberam a aplicação do fosfato natural (Tabela 3). Entretanto, o teor médio de P ($1,67 \text{ g kg}^{-1}$) foi inferior aos $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ e $4,4 \text{ g kg}^{-1}$, obtidos em *E. variegata*, por Ibrahim et al. (1998) e Kongmanila et al. (2012), respectivamente; também inferior aos $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ obtidos em *E. abyssinica* (Anthofer et al., 1998) e aos $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ em *E. indica* (Amanullah et al., 2006).

Chamou a atenção o alto teor de Ca nas folhas de *E. speciosa* ($13,17 \text{ g kg}^{-1}$ em média), superior ao encontrado para *E. variegata* ($7,6 \text{ g kg}^{-1}$) por Kongmanila et al. (2012), mas inferior aos obtidos por Ibrahim et al. (1998) para essa mesma espécie ($19,2 \text{ g kg}^{-1}$), e também para *E. abyssinica* ($19,1 \text{ g kg}^{-1}$, Anthofer et al., 1998) e para *E. indica* ($17,5 \text{ g kg}^{-1}$, Amanullah et al., 2006). Apesar destas diferenças, o alto teor de Ca observado em todos os estudos demonstra ser uma característica nutricional do gênero *Erythrina*.

Obviamente, devem ser consideradas as diferenças intrínsecas de cada espécie de *Erythrina*, na variação dos conteúdos de matéria seca e de

nutrientes, bem como as condições edafoclimáticas em que foram desenvolvidos os trabalhos mencionados. Os resultados obtidos nesse estudo, porém, servem como uma referência já que não existem dados neste tema para *E. speciosa*.

Apesar do mesmo teor de C para as duas espécies desse estudo, a relação C/N foi significativamente menor para *E. speciosa*, em função do seu maior teor de N. Este fato indica, a princípio, uma maior disponibilidade de N para as plantas adubadas com a biomassa de *Erythrina* do que com *Tithonia*. É o caso de *E. poeppigiana* que possui um tempo de meia vida de 15 dias para liberação do N da biomassa, quando se requer uma pronta disponibilidade do elemento para as culturas (Silva et al., 2007a).

Entretanto, em estudo comparando taxas de mineralização de nutrientes de *T. diversifolia* com quatro leguminosas (*Acacia auriculiformis*, *Senna spectabilis*, *Leucaena leucocephala*, e *Gliricidia sepium*) Partey et al. (2011) obtiveram mineralização do N foliar em um ritmo relativamente mais rápido para *Tithonia*, com alto percentual de liberação de N, P, K, Ca e Mg durante a primeira semana, e entre quatro e oito semanas para as quatro leguminosas. Segundo Gentile et al. (2009) e Partey et al. (2011) os resíduos foliares de *T. diversifolia* apresentam relação C/N relativamente baixa, o que poderia suprir a maior parte do N requerido para a decomposição pelos microorganismos eliminando, assim, o período de imobilização deste elemento.

É importante considerar que, neste estudo, a relação C/N foi alta em função da análise da matéria seca de *Tithonia diversifolia* compreender além das folhas, ramos verdes e ramos semi-lenhosos, ao contrário dos estudos de Parthey et al. (2011) e Jorge-Mustonem et al. (2012) onde foram analisadas apenas folhas e ramos verdes. Este fato também acabou por influenciar a maior contribuição em t/ha de N, P, K, Ca e Mg de *T. diversifolia* em relação a *E. speciosa*, cuja matéria seca foi composta apenas de folhas (Tabela 3).

Apesar da falta de clareza sobre o mecanismo pelo qual *T. diversifolia* torna-se hábil em incorporar nutrientes na biomassa, em relação a espécies leguminosas, é evidente que a espécie possui uma tremenda vantagem em bombear estes nutrientes de grandes volumes de solo e acumulá-los nas folhas (Garrity; Mercado, 1994). O fato das raízes de *Tithonia* se associarem com fungos micorrízicos arbusculares, em especial da família Glomaceae (Sharrock et al., 2004) tem uma grande influência na habilidade de absorção de nutrientes e também poderia ser uma justificativa para os altos teores de N e particularmente de P encontrados neste estudo.

evidenciam o potencial das espécies para o uso em práticas que contribuam para a melhoria da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais, principalmente em áreas de pequenos agricultores. Entretanto, são necessárias novas pesquisas, tais como:

- Testes de produção de biomassa e nutrientes de *T. diversifolia* em solos não hidromórficos por, pelo menos, três anos consecutivos.
- Aprimorar estudos de decomposição da biomassa e taxas de mineralização de nutrientes de ambas as espécies para a região do estudo.
- Definir sistemas de poda e aplicação da biomassa de ambas as espécies em função do tipo e ciclo das culturas.
- Promover estudos sobre avaliação econômica e ambiental comparativa da aplicação da biomassa dos adubos verdes e outras formas de fertilização.

Referências

Considerações finais

Apesar das características intrínsecas dos materiais estudados, os teores de nutrientes, em particular N, P, K e Ca

ADESODUN, J. K.; ATAYESE, M. O.; AGBAJE, T. A.; OSADIAYEO, B. A.; MAFE, O. F.; SORETIRE, A. A. Phytoremediation potentials of sunflowers (*Tithonia diversifolia* and *Helianthus annuus*) for metals in soils contaminated with zinc and lead nitrates. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 207, n. 1-4, p.195-201, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0128-3>.

ALPÍZAR, L.; FASSBENDER, H. W.; HEUVELDOP, J.; FOLSTER, H.; ENRIQUEZ, G. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. I. Inventory of organic matter, and nutrientes. **Agroforestry Systems**, n. 4, p. 175-189, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02344745>.

AMANULLAH, M. M.; SOMASUNDARAM, E.; ALAGESAN, A.; VAIYAPURI K.; PAZHANIVELAN, S.; SATHYAMOORTHY, K. Evaluation of some tree species for leaf fodder in Tamil Nadu. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 2, n. 6, p. 552-553, 2006.

ANTHOFER, J.; HANSON S.; JUTZI, C. Wheat growth as influenced by application of agroforestry-tree prunings in Ethiopian highlands. **Agroforestry Systems**, v. 40, n. 1, p. 1-18, 1998..

BUSTAMANTE, J.; IBRAHIM, M.; BEER, J. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. **Agroforestería en las Américas**, v. 5, n. 19, p. 11-16, 1998.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 28, p. 919-927, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000500014>.

DANIEL, J. F. de S.; IWASSO, D. R.; FIORINI, M. A.; RIEGER, S. C.; FARIA, T. de J.; ANDREI, C. C.; REZENDE, M. I.; BARBOSA, M. Antimicrobial activity of Brazilian plants of the genera Leguminosae and Myrtaceae. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 8, n. 28, p. 958-966, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5897/JMPR2014.5385>.

DELGADO, C. M. L.; SOUZA DE PAULA, A.; SANTOS, M.; SILVEIRA PAULILO, M. T. Dormancy-breaking requirements of *Sophora tomentosa* and *Erythrina speciosa* (Fabaceae) seeds. **Revista de Biologia Tropical**, v. 63, n. 1, p. 285-294, 2015. Disponível em: < http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid

=S0034-77442015000100023>. Acesso em: 3 dezembro 2018.

GARCÍA, D. E.; MEDINA, M. G. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. **Zootecnia Tropical**, n. 24, v. 3, p. 233-250, 2006.

GARRITY, D. P.; MERCADO, A. R. Nitrogen fixation capacity in the component species of contour hedgerows: how important? **Agroforestry Systems**, n. 27, p. 241-258, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00705059>.

GEILFUS, F. **El árbol al servicio del agricultor**: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba: CATIE, 1994. 657 p. v. 1.

GENTILE, R.; VANLAUWE, B.; KESSEL, C. V.; SIX, J. Managing N availability and losses by combining fertilizer-N with different quality residues in Kenya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 131, p. 308-314, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.02.003>.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. **Species profile**: *Tithonia diversifolia*. 2018. Disponível em: <<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Tithonia+diversifolia>>. Acesso em: 3 dez. 2018.

GUALBERTO, R.; SOUZA JUNIOR, O. F.; COSTA, N. R.; BRACCIALLI, C. D.; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. **Nucleus**, v. 7, n. 2, p. 135-150, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v8i1.362>.

IBRAHIM, M.A.; t'MANETJE, L. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grassland**, v. 32, n. 1, p. 96-104, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletimAgroclimatologico>>. Acesso em: 3 dez. 2018.

- JAMA, B.; PALM, C. A.; BURESH, R. J.; NIANG, A.; GACHENGO, C.; NZIGUHEBA, G.; AMADALO, B. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. **Agroforestry Systems**, v. 49, p. 201-221, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006339025728>.
- JORGE-MUSTONEN, P. S.; OELBERMANN, M.; KASS, D. C. L. Biomass production and phosphorus use efficiency in two *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 1083-1096, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.957397>.
- JORGE-MUSTONEN, P. S.; OELBERMANN, M.; KASS, D. C. L. Using *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray in a short fallow system to increase soil phosphorus availability on a Costa Rica Andosol. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, p. 91-100, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v4n2p91>.
- KASS, D. C. L.; JIMÉNEZ, J.; SÁNCHEZ, J.; SOTO, M. L.; GARZÓN, H. *Erythrina* in alley farming. In: WESTLEY, S. B.; POWELL, M. H. (Ed.). **Erythrina in the new and old worlds**. Hawaii: Nitrogen Fixing Tree Association, 1993. p. 29-137.
- KLASS, D. L. *Erythrina* species: pantropical multipurpose tree legumes. In: GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. (Ed.). **Forage tree legumes in tropical agriculture**. St Lucia: Tropical Grassland Society of Australia, 1998.
- KONGMANILA, D.; BERTILSSON, J.; LEDIN, I.; WREDLE, E. 2012: Utilisation of some *Erythrina* species and biomass production of *Erythrina variegata*. **Livestock Research for Rural Development**, v. 24, n. 8, 2012. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/daov24137.htm>. Acesso em: 3 dez. 2018.
- LONDE, V.; SOUSA, H. C. Structure and floristic composition as indicators of restoration success in an urban riparian forest along the Das Velhas river in Southeastern Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 36, n. 5, p. 503-515, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1330212>.
- MAFAZIYA, F.; MADAWALA, S. Abundance, richness and root colonization of arbuscular mycorrhizal fungi in natural and semi-natural landuse types at Upper Hantana. **Ceylon Journal of Science**, v. 44, n. 1, p. 25-34, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4038/cjsbs.v44i1.7338>.
- MAHECHA, L.; ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray, en la producción animal en el Trópico. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, n. 9, 2005.
- MEDINA, C. L.; SANCHES, M. C.; TUCCI, M. L. S.; SOUSA, C. A. F.; CUZZUOL, G. R. F.; JOLY, C. A. *Erythrina speciosa* (Leguminosae-Papilionoideae) under soil water saturation: morphophysiological and growth responses. **Annals of Botany**, v. 104, p. 671-680, 2009.
- MENDONÇA, L. B.; ANJOS, L. dos. Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2006.
- MONTEIRO, R. A.; FIOREZE, S. L.; NOVAES, M. A. G. Genetic variability of *Erythrina speciosa* using morphological parameters. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 48-55, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n1p48-55>.
- NTALLI, N. G.; PIERLUIGI, C. Botanical nematicides: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 40, p. 9929-9940, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf303107j>.
- NOVAES, R. M. L.; RODRIGUES, J. G.; LOVATO, M. B. An efficient protocol for tissue sampling and DNA isolation from the stem bark of Leguminosae trees. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 1, p. 86-96, 2009.
- OLIVARES, E. The effect of lead on the phytochemistry of *Tithonia diversifolia* exposed to roadside automotive pollution or grown in pots of Pb-supplemented soil. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 3, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202003000300004>.
- OPALA, P. A.; KISINYO, P. O.; NYAMBATI, R. O. Effects of *Tithonia diversifolia*, farmyard manure and urea, and phosphate fertiliser application methods on maize yields in western Kenya.

Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, v. 116, n. 1, p. 1–9, 2015. Disponível em: <<https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2015011347180/1/JARTSVol116No1S001.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2018.

PARTEY, S. T.; QUASHIE-SAM, S. J.; THEVATHASAN, N. V.; GORDON, A. M. Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative studies with four leguminous agroforestry species. **Agroforestry Systems**, v. 81, p. 123-134, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:35400019191254.0030>.

PARTEY, S. T.; THEVATHASAN, N. V.; ZOUGMORE, R. B.; PREZIOSI, R. F. Improving maize production through nitrogen supply from ten rarely-used organic resources in Ghana. **Agroforest Systems**, n. 92, p. 375-387, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0035-8>

PINO, N.; PALACIOS, E.; PEREA, L. Evaluation of the insecticidal activity from *Tithonia diversifolia* and *Clibadium sylvestre* in the control of *Atta cephalotes* L. **Revista de Fitoterapia**, v. 10, nesp., 2010.

RAMÍREZ, C. O.; BORNEMISZA, E. Efecto de residuos orgánicos y abonamiento mineral sobre las propiedades químicas de un Typic Humitrocept en Turrialba, Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, n. 14, p. 237-240, 1990.

RODRÍGUEZ, J.; CALLE, Z.; MONTOYA-LERMA, J. Herbivoría de Attacephalotes, Hymenoptera: Myrmicinae) sobre tres sustratos vegetales. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 34, n. 2, p. 156-162, 2008.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, G. T. A.; OLIVEIRA, W. R. D. de; MATOS, L. V.; NÓBREGA, P. de O.; KRAINOVIC, P. M.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007a. 51 p.

(Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

SHARROCKF, R. A.; SINCLAIR, L.; GLIDDONI, C.; RAO, M.; BARRIOS, E.; MUSTONEN, P. J.; SMITHSON, P.; JONES, D. L.; GODBOLD, D. L. A global assessment using PCR techniques of mycorrhizal fungal populations colonising *Tithonia diversifolia*. **Mycorrhiza**, v. 14, n. 2, p. 103-109, 2004.

SOARES, P. G. **Efeito da inoculação com rizóbio, no estabelecimento, crescimento inicial e abundância natural de 15N em leguminosas (Fabaceae) arbóreas nativas plantadas por semeadura direta**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOARES, P. K.; MARCHEFAVE, G. G.; GOMES, A. A.; SCARMINIO, I. E.; BRUNS, R. E. Mixture design PARAFAC HPLC-DAD metabolomic fingerprints of fractionated organic and basic extracts from *Erythrina speciosa* Andrews Leaves. **Chromatographia**, v. 81, p. 1189-1200, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10337-018-3554-9>.

SZOTT, L. T.; MELENDEZ, G. Phosphorus availability under annual cropping, alley cropping and multistrata agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, n. 53, p. 125-132, 2001.

SZOTT, L. T.; PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Agroforestry in acid soils of the humid tropics. **Advances in Agronomy**, n. 45, p. 275-301, 1991.

TAM, H. T.; CHAU, D. T. M.; DIEP, C. N. Isolation and identification phosphate-solubilizing fungi from ferralsols of tithonia (*Tithonia diversifolia* (Haml.) Gray) in Daknong and Daklak province(s), Vietnam. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 9, p. 325-342, 2016. Disponível em: <[http://article_wjpps_1472631578%20\(1\).pdf](http://article_wjpps_1472631578%20(1).pdf)>. Acesso em: 3 dez. 2018.

USING Tithonia as an Organic Fertilizer. [Bungoma]: Sustainable Agriculture Centre for Research and Development in Africa, 2000. 10 p. (Research report, 22).

ZANUNCIO, A. J. V.; SERRÃO, J. E.; PEREIRA, A. I. A.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; LEITE,

G. L. D.; ZANUNCIO, J. C. *Aethalion reticulatum* (Hemiptera: Aethalionidae) feeding on *Erythrina speciosa* (Fabales: Fabaceae): first record of its

host plant and damage characteristics. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p.175-177, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.098.0130>.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

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

1ª edição

Versão digital (2018)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Florestas

Presidente

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva

Neide Makiko Furukawa

Membros

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

Supervisão editorial/Revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Neide Makiko Furukawa