

Produção de *Maranta arundinacea* e *Myrosma cannifolia* em sistema agroflorestal

Production of Maranta arundinacea and Myrosma cannifolia in agroforestry system

Cristina Maria de Castro ¹; Antonio Carlos Pries Devede ²

Pesquisador Científico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pindamonhangaba, São Paulo. ¹cristina.castro@sp.gov.br; ²antonio.devede@sp.gov.br.

ARTIGO

Recebido: 10/03/2021
 Aprovado: 07/09/2021

Palavras-chave:

Rizomas tropicais
 Cultura alimentar
 Agroecologia
 Manejo agroflorestal
 Araruta

RESUMO

A cultura alimentar, o uso e a proteção da biodiversidade devem ser incentivados visando garantir a segurança, a soberania e a saúde alimentar. A araruta faz parte do nosso patrimônio cultural, tendo sido cultivada e consumida por populações pré-colombianas. No bioma Mata Atlântica a araruta cresce em sub-bosque e produz rizomas ricos em amido de alta digestibilidade e sem glúten utilizados como fortificante por nossos antepassados. O objetivo desta pesquisa foi comparar o desempenho produtivo de araruta comum (*Maranta arundinacea*) e ovo-de-pata (*Myrosma cannifolia*) sob manejo agroflorestal com *Gliricidia sepium* e a bananeira Nanicão, durante cinco ciclos de produção. A produção de *M. arundinacea* (19,8 t/ha) superou *M. cannifolia* (8,5 t/ha). A precipitação pluviométrica e altura de *G. sepium* foram os componentes que melhor explicaram a queda de produção de rizomas de *M. cannifolia* como espécie mais sensível à seca. A inclusão de *G. sepium* no sistema agroflorestal se reveste de importância pelo elevado aporte de resíduos orgânicos adicionados ao solo.

ABSTRACT

Food culture, the use and protection of biodiversity should be encouraged with a view to food security, sovereignty and health. Arrowroot is part of our cultural heritage, having been cultivated and consumed by pre-Columbian populations. In the Atlantic Forest biome, arrowroot grows in understory, produces rhizomes rich in highly digestible and gluten-free starch, used as a fortifier by our ancestors. The objective of this research was to compare the productive performance of common arrowroot (*Maranta arundinacea*) and 'guapo' (*Myrosma cannifolia*) in an agroforestry management with *Gliricidia sepium* and banana shrub Nanicão, during five production cycles. The production of *M. arundinacea* (19.8 t/ha) surpassed *M. cannifolia* (8.5 t/ha). Rainfall and height of *G. sepium* were the components that best explained the drop in rhizome production of *M. cannifolia* as the most drought-sensitive species. The inclusion of *G. sepium* in the agroforestry system is of importance due to the high contribution of organic residues added to the soil.

Key words:

Tropical rhizomes
 Food culture
 Agroecology
 Agroforestry management
 Arrowroot

INTRODUÇÃO

A história cultural de populações pré-colombianas contém registros sobre mulheres indígenas (Caraíbas e Caiapós) que cultivavam ararutas em campos dentro da floresta, nas margens das trilhas que ligavam uma aldeia à outra, nas clareiras naturais ou nas roças de morro, na região Amazônica (NEVES et al., 2005). Além do uso na alimentação, estes índios aplicavam compressas do macerado fresco dos rizomas de araruta, com substâncias ácidas curativas, sobre feridas provocadas por flechas ou como antídoto nas picadas de insetos e animais peçonhentos (COELHO et al., 2005).

As ararutas abrangem um grupo de plantas da família Marantaceae, nativas da América Central e presentes em todo território brasileiro. Apresentam porte herbáceo a arbustivo ereto com grande efeito ornamental (MONTEIRO;

PERESSIN, 2002; GONÇALVES, 2017). Apesar do amplo uso por nossos antepassados, a araruta é considerada na atualidade como uma planta alimentícia não convencional (PANC), por não compor a dieta diária da população brasileira (KINUPP, 2014), com exceção de algumas regiões do interior dos estados de São Paulo (RANIERI; ZANIRATO, 2021), e Amazonas, onde faz parte da cultura alimentar, sendo utilizada tradicionalmente por diferentes etnias indígenas dentro mais de uma centena de plantas alimentícias (GONÇALVES, 2017).

Resgatar o conhecimento tradicional associado ao cultivo da araruta é importante para aumentar sua conservação *in situ* e garantir a segurança alimentar e nutricional das gerações futuras, principalmente indígenas (NEVES et al., 2005). A araruta comum (*Maranta arundinacea* L.) é a espécie mais conhecida no Brasil, apresenta folhas em forma de lança de cor verde intensa e

pode chegar a mais de 1,20 m de altura, produz flores brancas e pequenas que nascem solitárias ou em panículas terminais. Seus rizomas de cor clara e cobertos por túnicas têm o formato de fuso e atingem até 30 cm de comprimento a depender do solo, embora o tamanho normal seja de 10 a 25 cm (KINUPP, 2014).

A espécie *Myrosma cannifolia* L., devido ao formato ovalado dos rizomas, é conhecida como araruta ovo-de-pata. Em comparação com *M. arundinacea*, possui porte reduzido e menor número de folhas de um verde mais escuro. A espécie vegeta naturalmente em florestas nas planícies da Venezuela, onde é cultivada por tribo indígena chamada Yaruro e conhecida pela população daquele país como 'guapo' (RINCÓN et al., 1999). Na região Amazônica, os indígenas de diversas etnias a conhecem como 'batata para pegar bicho de casco' (GONÇALVES, 2017). O consumo dos rizomas cozidos ou assados, após a remoção das túnicas, revela um sabor semelhante ao milho doce, mantém-se crocante e pode substituir a batata em diversas receitas, mas se consumida crua amarga o paladar (RINCÓN et al., 1999; GONÇALVES, 2017).

Após a colonização europeia, espécies de araruta foram utilizadas por muitos séculos no preparo de mingaus, biscoitos, bolos e brevidades, conferindo características inigualáveis a esses alimentos devido às propriedades de seu amido de alta digestibilidade e sem glúten, características que a diferenciam de outras culturas rizomatosas amiláceas, o que possibilita recomendá-la para pacientes celíacos e com distúrbios gastrointestinais (MONTEIRO; PERESSIN, 2002). Por ser uma rica fonte de potássio, ferro, vitaminas A, B1, B2, C e niacina, a araruta também é recomendada para fortalecer a alimentação infantil e de idosos, fortalecer parturientes e pessoas em convalescença (MONTEIRO; PERESSIN, 2002; SANTOS, 2016).

Apesar de cultivada por muito tempo por agricultores familiares e povos tradicionais do Brasil, a araruta quase foi extinta no meio rural por ser substituída na indústria de alimentos pela cultura da mandioca, que apresenta maior rendimento de amido, porém sem as características desejáveis da araruta (NEVES et al., 2005). Para Brito et al. (2021), o surgimento de doenças relacionadas à má alimentação tem feito aumentar o número de consumidores que buscam o uso medicinal do amido da araruta na alimentação saudável com atividade imunestimulatória e antioxidante.

Por vegetar naturalmente no sub-bosque de florestas tropicais, a araruta pode ser cultivada em sistemas agroflorestais (SAF), associada com outras espécies, inclusive árvores e arbustos, aliando o interesse econômico à biologia da conservação (VIEIRA et al., 2015; COLOMBO et al., 2019; DEVIDÉ et al., 2021). Nos SAF baseados na sucessão vegetal os arbustos e árvores são manejados na lógica da ecologia funcional de comunidades vegetais, com podas para aumentar a entrada de luz e aporte de matéria orgânica e nutrientes ao solo (ANDRADE; PASINI, 2015; DEVIDÉ et al., 2019). As espécies mais frequentes nos SAF praticados no Brasil são a leguminosa arbórea *gliricídia*

(*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) e a bananeira (*Musa* spp.). O arranjo de plantio destas espécies geralmente é alternado em linhas, com o cultivo de plantas de ciclo curto e anuais em faixas internas (MICCOLIS et al., 2019). No Brasil, a *G. sepium* é empregada em SAF biodiversos na restauração do Cerrado e Caatinga, por sua resistência à seca, abundante quantidade de resíduos orgânicos ricos em proteína e energia (PÉREZ MARIN et al., 2006; SARMENTO et al., 2017; MICCOLIS et al., 2021). A bananeira é cultivada em SAF no mundo todo e no Brasil, tem ajudado a restaurar e a conservar a biodiversidade ao tornar o ambiente mais favorável para espécies nativas de estágios avançados da sucessão, além de controlar a erosão, elevar os teores de carbono do solo e reduzir a necessidade do uso de adubos químicos e pesticidas (PAULA et al., 2015; COELHO 2017; DEVIDÉ et al., 2019).

O incentivo ao consumo da araruta demanda pesquisas que tornem viável o seu cultivo em sistemas biodiversos, que são mais eficientes na restauração e manutenção da fertilidade dos solos tropicais, menos dependentes por recursos externos e que demandem menos mão de obra nos tratos culturais, além de proporcionar o bem-estar do trabalhador rural e aumentar a resiliência às mudanças do clima (ALTIERI et al., 2015).

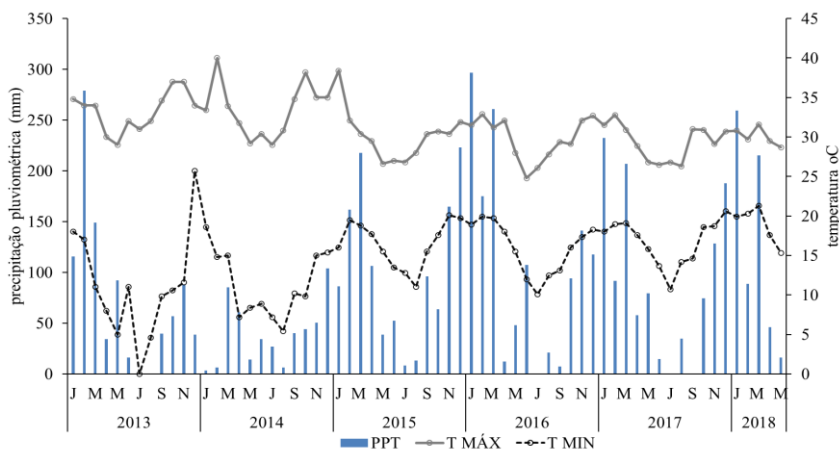
Assim, o objetivo desta pesquisa foi comparar o desempenho produtivo de duas espécies de araruta *Maranta arundinacea* e *Myrosma cannifolia* sob manejo agroflorestal com *Gliricidia sepium* e a bananeira Nanicão como componentes do sistema agroflorestal, durante cinco ciclos de produção nas condições de Pindamonhangaba, SP, no Vale do Paraíba, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do estudo

A pesquisa foi realizada na unidade de plantas alimentícias não convencionais (PANC), no setor de fitotecnia do Polo Regional do Vale do Paraíba, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), em Pindamonhangaba (SP) (22°58'S e 45°27'W), em altitude de 560 m. O clima subtropical úmido (Cwa) apresenta inverno seco e temperaturas inferiores a 18°C e verão quente com temperaturas que superam 22°C, segundo a classificação de

Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal nos ciclos de produção de araruta entre os anos de 2013 e 2018, em Pindamonhangaba (SP), no Vale do Paraíba, Brasil



Fonte: Estação Climatológica Agrícola do Polo Regional do Vale do Paraíba, SP, Brasil.

Köppen. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.200 mm (CIIAGRO, 2020). No período do experimento, por cinco ciclos de produção, entre agosto de 2013 e maio de 2018, houve períodos secos e de excesso de precipitação pluviométrica (Figura 1).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho amarelo, A moderado, textura areno argilosa com as seguintes características químicas: pH (em H₂O) = 5,1; H+Al = 28 mmol_c dm⁻³; P = 14,5 mg dm⁻³; K⁺ = 3,1 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 31 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 17,5 mmol_c dm⁻³; SB = 51,6 mmol_c dm⁻³ e V = 64,8% e 38 g dm⁻³ de matéria orgânica.

Desenho e manejo produtivo

O sistema agroflorestal (Figura 2) contou com a arbórea leguminosa gliricídia, plantada de estacas no ano de 2007 em linhas espaçadas 6,0 x 5,0 m, como tutor de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.), intercalada nas linhas externas com bananeiras Nanicão (5,0 x 12 m), plantadas no ano de 2012, e mamoeiro (*Caryca papaya* L.), plantado no ano de 2016 e erradicado um ano depois.

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com faixas fixas entre as linhas de *G. sepium* (Figura 2). Os canteiros não irrigados com 1,0 m de largura e 30 m de comprimento (área de 30 m²) foram adubados com 5 kg de composto orgânico/m² de esterco de bovino e capim napier picado (v/v 1:2) e 100 g de farinha de osso/m². Nos canteiros foram plantadas duas espécies de araruta: comum (*M. arundinacea*) e ovo-de-pata (*M. cannifolia*) (Figura 3), a partir de rizomas inteiros no espaçamento de 0,80 x 0,40 m, no início da época das chuvas (agosto-setembro). Neste esquema, a área efetiva cultivada com araruta, desconsiderando a área ocupada por arbóreas, frutíferas e carregadores entre os canteiros, foi de 5.600 m² (56% de um hectare) com uma densidade de 17.500 plantas/ha.

Capinas manuais ocorreram apenas nos dois primeiros meses após o plantio e a colheita manual dos rizomas foi realizada aos nove meses de idade (maio-junho), quando mais de 50% da parte aérea das plantas amarelou, caracterizando o final de ciclo e a senescência natural. *G. sepium* foi podada nos anos de 2013, 2016 e 2018, rebaixando a copa a 2,00 m de altura, para aumentar a insolação e aportar fitomassa. Na colheita dos cachos as touceiras da bananeira Nanicão foram desbrotadas, conduzindo-se uma planta adulta, uma filha e uma neta em cada touceira.

Figura 2. Sistema agroflorestal com o cultivo em canteiros com duas espécies de araruta (*Maranta arundinacea* e *Myrosma cannifolia*) em faixa intercalar às linhas de gliricídia, bananeira Nanicão, mamoeiro e ora-pro-nóbis, em Pindamonhangaba, SP, no Vale do Paraíba, Brasil

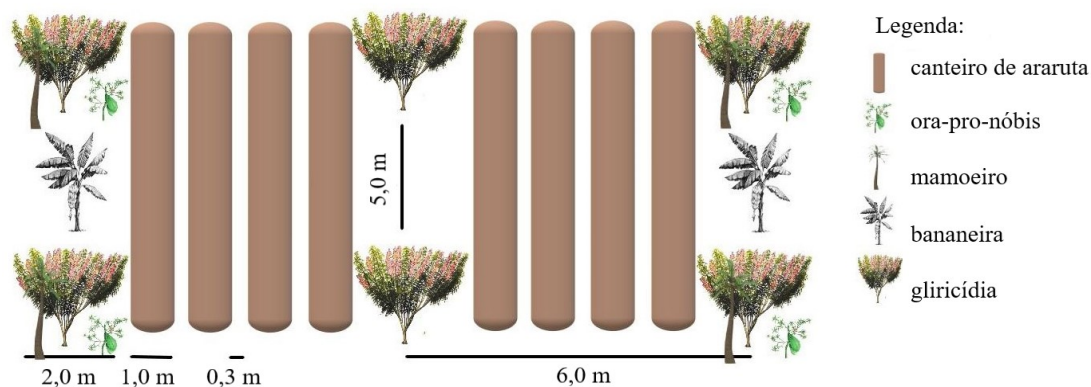


Figura 3. Araruta comum (*Maranta arundinacea*) (A) e rizomas sem túnica (B). Araruta-ovo-de-pata (*Myrosma cannifolia*) (C) e rizomas sem túnica (D), em Pindamonhangaba, SP, no Vale do Paraíba, Brasil



Fonte: Autores

Amostragem e análise dos dados

Por um período de cinco anos, contados a partir de 2013 a 2017, determinou-se a época da floração de cada espécie de araruta e a produção de rizomas por planta, com a divisão da produção da parcela pelo número de plantas colhidas e a produção por hectare, determinada conforme o estande final da parcela considerando as plantas viáveis. O rendimento de amido de *M. arundinacea* em base seca foi determinado conforme Nogueira et al. (2014) em subamostras de cerca de 500 g de rizomas frescos, pesados em balança de precisão, picados e secos em estufa a 65°C até massa constante.

A produção média de cachos de banana (kg) foi determinada em seis plantas monitoradas durante todo o período experimental. A biometria de *G. sepium* foi avaliada com régua graduada para altura total do dossel (m) e fita métrica para o raio da copa (cm) e diâmetro a altura do peito (cm), sempre nas mesmas 15 árvores distribuídas nas três linhas de cultivo. Na poda, determinou-se o aporte de fitomassa seca dos resíduos herbáceos e lenhosos da parte aérea, com base em subamostras secas em estufa a 65°C até massa constante. Os dados foram convertidos para t/ha conforme a densidade de 333 ind./ha.

A produção média de *M. arundinacea* e *M. cannifolia* atendeu aos pressupostos de normalidade e variâncias homogêneas, comparada com o teste t para diferenças de médias ($P < 0.005$). O mesmo não ocorreu com a produção de bananas, comparada entre os anos por método não paramétrico, com o teste de Friedman e correlação linear de Pearson (r) para altura e raio de *G. sepium*. Avaliou-se as correlações entre as produções médias de rizomas de araruta, biometria, aporte de fitomassa de *G. sepium*, precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média máxima, em cada ciclo de cultivo através do método multivariado denominado Análise dos Componentes Principais (ACP). Na interpretação dos resultados da ACP foram utilizados os valores de coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis e os componentes. Utilizou-se o programa Past4.08 (HAMMER, 2021) para a realização das análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Manejo agroflorestal

O manejo do SAF com *G. sepium* e bananeira seguiu os princípios da agricultura sintrópica que visa o aporte de resíduos orgânicos ao solo através de podas para beneficiar as culturas em associação (ANDRADE; PASINI, 2014). Na primavera-verão, a poda em *G. sepium*, realizada em intervalos de dois anos, visou, também, reduzir o tamanho da copa quando esta atingiu um raio superior a 5,00 m, sobrepondo os ramos e acentuando o recobrimento do solo. No ano de 2013 foram cortados a maioria dos ramos a cerca

de 2,00 m de altura do nível do solo, obtendo-se em base seca 25,11 t/ha de resíduos na matéria herbácea e lenhosa. Na poda seletiva para reduzir o número de ramos, principalmente àqueles situados na posição horizontal, obteve-se 10,79 t/ha em 2016 (Tabela 1).

Paula et al. (2015) registram o aporte médio de 5,94 t/ha de massa seca de folhas de *G. sepium* em dois ciclos de poda em um SAF com bananeira, palmeira açai (*Euterpe oleracea* Mart.) e mogno africano (*Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.), em Seropédica/RJ. Kaba et al. (2019), obtiveram 4,5 t/ha de matéria seca na poda anual de *G. sepium* com diâmetro do tronco de 19,8 cm e densidade de 124 árvores/ha em SAF com cacau (*Theobroma cacao* L.), em Ashanti e Eastern, em Ghana, que equivale a 34% da densidade utilizada. As árvores citadas por Paula et al. (2015) e Kaba et al. (2019) também têm porte inferior aos vegetais manejados na presente pesquisa, cuja amplitude de DAP variou de 36 a 70 cm e entre 5,00 e 7,79 m de altura, respectivamente, nos anos de 2013 e 2018 (Tabela 1). Com benefícios para culturas em associação os resíduos de *G. sepium* têm rápida decomposição e aumentam a fertilidade do solo, elevando a disponibilidade de nutrientes, principalmente do N entre 38,0 kg/ha (KABA et al., 2019) e 180 kg/ha/ano via fixação biológica (PAULA et al., 2015; KANA et al., 2019). No outono-inverno as árvores de *G. sepium* perdem as folhas naturalmente e isso é importante para aumentar a luminosidade no sub-bosque, além de adicionar N ao solo.

Tabela 1. Biometria das árvores de *Gliricidia sepium* e aporte de massa seca (média \pm desvio padrão) em sistema agroflorestal no período de 2013 a 2017, em Pindamonhangaba, SP, no Vale do Paraíba, Brasil

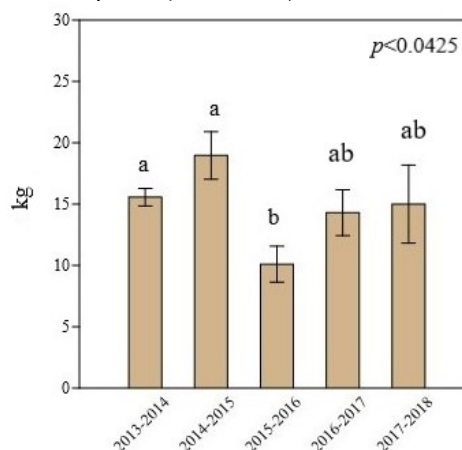
Biometria	2013	2014	2015	2016	2017
Altura (m)	5,00 ($\pm 0,43$)	6,30 ($\pm 0,43$)	7,04 ($\pm 0,58$)	7,37 ($\pm 0,10$)	7,79 ($\pm 0,29$)
DAP (cm)	36,0 ($\pm 4,33$)	41,23 ($\pm 0,43$)	47,87 ($\pm 12,52$)	56,8 ($\pm 6,04$)	70,0 ($\pm 11,20$)
Raio da copa (m)	5,23 ($\pm 1,21$)	3,44 ($\pm 0,43$)	4,01 ($\pm 0,72$)	5,48 ($\pm 0,56$)	3,88 ($\pm 0,44$)
MS (t/ha)	25,11 ($\pm 0,00$)	-	-	10,79 ($\pm 3,97$)	-

Na colheita dos cachos de banana o desbaste das touceiras também adiciona resíduos ricos em seiva mineral que pode atingir 58 kg/planta no pseudocaulo aberto longitudinalmente, picado em pedaços de 0,50 m e acamado sobre o solo na forma de telha (DEVIDE et al., 2019). A adição de matéria orgânica é o principal meio para se manter os níveis de produção estáveis nos SAF, com benefícios da reciclagem de nutrientes e o controle da erosão (ANDRADE; PASINI, 2014; MICCOLIS et al., 2019; DEVIDE et al., 2021).

As diferenças na produção de cachos de banana Nanicão foram significativas entre os ciclos de cultivo em SAF com *G. sepium* (Figura 4). O peso médio do cacho foi de 15,79 kg ($\pm 5,39$) e representa a metade do potencial da variedade Nanicão, em monocultivo e sem irrigação (BORGES et al., 2004). São necessários ajustes no manejo de podas da leguminosa arbórea e nas densidades dos consórcios para evitar possíveis competições com a cultura de interesse agrônomo. Paula (2008) registra a inibição do desenvolvimento vegetativo da bananeira por *G. sepium*, obtendo cachos de 12 kg com a variedade Prata Ken em aleia de *G. sepium*. A variedade Nanicão possui porte médio-baixo e *G. sepium* sobrepôs a copa ao dossel da bananeira. A bananeira requer alta luminosidade e o fotoperíodo interfere no crescimento e frutificação, o que corrobora com o

resultado de Paula (2008). Cultivos de banana do subgrupo Cavendish, bem expostos à luz, podem ser colhidos aos oito meses e meio; mas sob pouca luminosidade, o ciclo pode chegar a 14 meses, como ocorre na região do Vale do Paraíba, SP (ALMEIDA et al., 2016).

Figura 4. Produção de cachos de banana Nanicão (kg) em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*, *Maranta arundinacea*, *Myrosma cannifolia*, por cinco ciclos (2013-2017), em Pindamonhangaba, SP, no Vale do Paraíba, Brasil. (Média \pm desvio padrão; $P < 0.005$).



Produção de araruta

As maiores produções de rizomas foram colhidas nos ciclos de 2014-2015 e 2017-2018. A produção média de *M. arundinacea* (16,14 t/ha) superou em 66% a produção de *M. cannifolia* (5,49 t/ha) e se manteve na média nacional de 10 a 20 t/ha (Tabela 2). Os valores de produção de *M. arundinacea* desta pesquisa são elevados e confirmam sua adaptação ao sistema agroflorestal com *G. sepium* e bananeira Nanicão, plantada na densidade de 17.500 plantas/ha, inferior ao normalmente utilizado em monocultivo comercial de araruta

(30 mil plantas/ha). Em outro experimento conduzido no Vale do Paraíba/SP, *M. arundinacea* foi plantada nas entrelinhas da espécie arbórea guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) e produziu 7,6 t/ha de rizomas e 15 t/ha resíduos na densidade de 11 mil plantas/ha (DEVIDE et al., 2019). O estresse hídrico e térmico, durante uma das maiores estiagens do Vale do Paraíba, resultou na redução da produção de rizomas e parte aérea de *M. arundinacea*, respectivamente, de 2,5 e 4,0 t/ha, em SAF Simples (DEVIDE et al., 2019).

Tabela 2. Produção de rizomas de duas espécies de araruta e amido de *Maranta arundinacea* (média \pm desvio padrão) em sistema agroflorestal de 2013 a 2017, em Pindamonhangaba (SP) no Vale do Paraíba, Brasil

Ano	(1) <i>M. arundinacea</i> t/ha	(2) <i>M. cannifolia</i> t/ha	(1) - (2) t/ha	%	(1) amido t/ha
2013-2014	14,58	1,00	13,58	93,14	2,33
2014-2015	19,77	8,53	11,24	56,85	3,16
2015-2016	15,40	6,32	9,08	58,96	2,46
2016-2017	12,36	3,74	8,62	69,74	1,98
2017-2018	18,60	7,84	10,76	57,85	2,98
Média	16,14 \pm 3,02	5,49 \pm 3,11	10,66 \pm 1,97	65,99 (\pm 11,31)	2,58 \pm 0,39
Estatística	$t_{2,306} = 5,4964$ $p < 0,001$				

A conversão da produção total em número de rizomas colhidos por planta em 2014 e 2017 resultou na média de 1,10 kg/planta de rizomas frescos e nos demais anos (2013, 2015 e 2016), em 0,80 kg/planta. Estes valores superam os resultados de *M. arundinacea* em SAF no Vale do Paraíba em ano chuvoso (0,68 kg/planta) e seco (0,20 kg/planta) (DEVIDE et al., 2019). Em outros estudos sobre *M. arundinacea* as produções de rizomas sofreram os efeitos significativos com a forma de plantio, o manejo, associações com outras espécies e região de cultivo. Herédia Zárate; Vieira (2005) obtiveram uma amplitude de 14,0 a 22,9 t/ha de rizomas de *M. arundinacea* em função do tipo de propágulo (base, ponta e meio do rizoma). Gomes (2010) relata produção similar ao monocultivo, obtendo 20,0 t/ha de rizomas de *M. arundinacea* com adubação de 10,0 t/ha de cama de frango semidecomposta em consórcio com cenoura (*Daucus carota* L.) (HERÉDIA ZÁRATE et al., 2007). Também avaliando consórcios de *M. arundinacea* com outras espécies, Vieira et al. (2015) registraram a variação na produção de 17,6 t/ha (solteira) e de 12,8 a 19,5 t/ha de rizomas colhidos em consórcio com crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), manejada com podas para adubação verde. Colombo et al. (2019) ressaltam que para ser agronomicamente viável o consórcio de *M. arundinacea*, *C. juncea* deve ser cortada aos 90 dias após a semeadura, com a vantagem de reduzir a população de plantas invasoras. Esses estudos corroboram com os resultados obtidos na presente pesquisa sobre a aptidão de *M. arundinacea* ao manejo agroflorestal, quer seja em resposta à adubação orgânica, quer seja nos consórcios estabelecidos.

M. arundinacea é a espécie mais utilizada comercialmente para produção do polvilho e a conversão da produção com base no teor de amido de 16% verificado por Nogueira et al. (2014), resultou no rendimento médio de 2,58 t/ha (\pm 0,39), com teores superiores em 2014 (3,16 t/ha) e 2017 (2,98 t/ha) (Tabela 2). A conversão de venda do polvilho de *M. arundinacea* com laudo técnico no varejo em valores atuais, a preço de R\$35,00/500g (setembro/2021), equivale a R\$180 mil reais (www.zonacerealista-atacado.com.br/fecula-de-araruta.html). Entretanto, Rohandi et al. (2017) registram que os teores de amido podem atingir

até 27% em determinados genótipos, sem, contudo, apresentar correlação com a biomassa fresca, ao pesquisar 23 populações de *M. arundinacea* em Java Ocidental. Por outro lado, Gomes (2010) constatou que em Dourados/MS o valor pago ao produtor é de R\$1,10/Kg de massa fresca de *M. arundinacea*. Isto confirma o alto valor agregado que o beneficiamento proporciona com a extração do amido, além da vantagem de não ser perecível e poder ser armazenado por longo período.

O amido é o mais abundante carboidrato de reserva das plantas superiores que fornecem de 70% a 80% de todas as calorias consumidas por seres humanos (CEREDA et al., 2002). *M. arundinacea* é uma espécie de alto rendimento, quando comparada com outras plantas amiláceas, tais como mandioca (*Arracacia xanthorrhiza*), com 9,45% de amido e mandioca (22 a 27%) (CEREDA et al., 2002; LEONEL; SARMENTO, 2008). Oliveira (2021) registra que o uso do amido de *M. arundinacea* na confecção de pães sem glúten, na proporção de 100% e 33%, enriquecido com farinha de bagaço de laranja, é alternativa nutricional viável que serve de incentivo ao cultivo e preservação da espécie nativa. A produção de amido de *M. arundinacea* é uma oportunidade de inserção da agricultura familiar na economia verde, com inclusão social em produção em sistema agroflorestal de baixo carbono eficiente no uso dos recursos naturais.

Apesar da ocorrência natural de *M. cannifolia* em florestas em planícies (llanos) na Venezuela, cujo clima tropical com elevada temperatura e estações bem-marcadas das chuvas e seca (RINCÓN et al., 1999), esta espécie demonstrou maior sensibilidade às variações da precipitação pluviométrica no Vale do Paraíba/SP. *M. cannifolia* apresenta porte mais baixo (\pm 0,50 m) que *M. arundinacea*, sua folhagem é menos abundante e a floração é precoce, registrada entre janeiro e fevereiro, enquanto *M. arundinacea* atingiu mais de 1,0 m de altura, produziu abundante folhagem e sua floração tardia ocorreu entre março-abril. Dessa forma o período mais longo de translocação dos fotoassimilados da parte aérea para o enchimento dos drenos de *M. arundinacea* ajuda a explicar em parte seu desempenho superior. Por se enquadrar no grupo de plantas que utilizam os carboidratos

Tabela 3. Análise de correlação linear com variáveis das produções de rizomas de *Maranta arundinacea*, *Myrosma cannifolia*, altura das árvores e fitomassa de *Gliricidia sepium*, precipitação pluviométrica e temperatura máxima, entre 2013 a 2017, em Pindamonhangaba (SP), no Vale do Paraíba, Brasil

Variáveis	Componentes principais			
	CP1	CP2	CP3	CP4
<i>Maranta arundinacea</i>	0,29	0,56	0,37	-0,28
<i>Myrosma cannifolia</i>	0,49	0,25	0,02	0,73
Altura de <i>Gliricidia sepium</i>	0,44	-0,34	0,42	-0,17
Raio da copa - <i>Gliricidia sepium</i>	-0,39	-0,45	0,30	0,41
Precipitação pluviométrica	0,44	-0,30	-0,71	-0,05
Temperatura máxima	-0,38	0,46	-0,32	0,44
Autovalores	3,59	2,12	0,25	0,04
% Variância total	59,87	35,32	4,21	0,60
% Variância acumulada	59,87	95,19	99,40	100,00

armazenados nos rizomas para se regenerar, a araruta adapta-se ao estresse hídrico (BIANCHI et al., 2016), e apesar da falta ou excesso de chuvas afetar sua produção, isto não a impede de se regenerar, tornando-se perene mesmo em condições ambientais desfavoráveis (DEVIDE et al., 2019).

Um dos fatores agrônomicos que pode limitar o cultivo comercial de *M. cannifolia* é a produção de rizomas em maior profundidade (>40 cm) que *M. arundinacea*. Por ser uma espécie pouco estudada, não há dados de sua produção que possibilitem comparar os resultados desta pesquisa. Verificamos a possibilidade do consumo dos rizomas de *M. cannifolia* após o cozimento, conforme Rincón et al. (1999) e Gonçalves (2017). Isto deve favorecer a popularização de seu cultivo em SAF como um produto diferenciado com excelente apresentação pelo formato e coloração dos rizomas cozidos. No Vale do Paraíba paulista, *M. arundinacea* e *M. cannifolia* compõem a agrobiodiversidade de PANC encontradas em quintais urbanos, porém, ambas são utilizadas para a produção de farinha (RANIERI; ZANIRATO, 2021). Há demanda por pesquisas sobre novas formas de cultivo e processamento que reforcem a conservação das ararutas,

como em jardins comestíveis, devido ao porte baixo, delicadeza das plantas e valor ornamental de *M. cannifolia*.

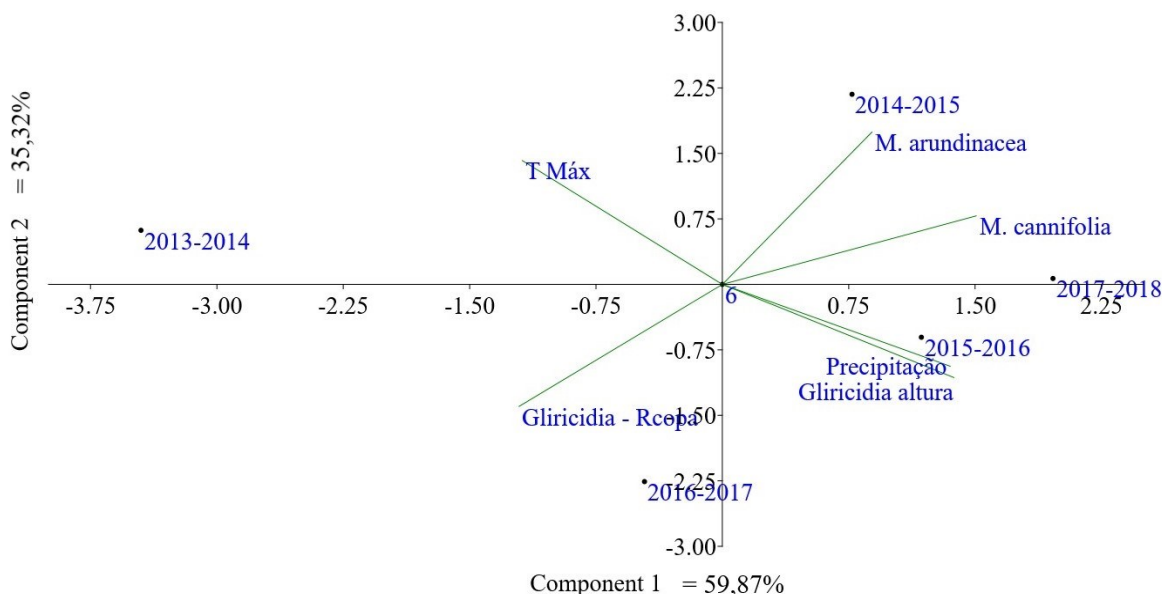
Análise dos componentes principais (ACP)

Os efeitos ambientais e as espécies de araruta em associação interferiram de maneira desigual na produção de rizomas de *M. arundinacea* e *M. cannifolia*. Utilizando a ACP, verifica-se que os dois primeiros componentes responderam por 95,19% das informações, com as respectivas contribuições dos CP1 e CP2 de 59,87% e 35,32% (Tabela 3).

A produção de rizomas de *M. cannifolia* sofreu a maior interferência da precipitação pluviométrica, ambas variáveis agrupadas no componente 1, juntamente com altura de *G. sepium*. No componente 2, foi agrupada a produção de rizomas de *M. arundinacea* (Figura 5). Verifica-se que o raio da copa de *G. sepium* não interferiu na produção de rizomas de *M. cannifolia* e *M. arundinacea*, provavelmente porque a poda reduziu o tamanho das árvores. Os ciclos de produção com maiores valores de precipitação pluviométrica 2015-2016 e 2017-2018, estão correlacionados com a melhor produção de *M. cannifolia*.

Para áreas que sofreram degradação, como no Vale do Paraíba, entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, é necessário promover a combinação do componente arbóreo e a agricultura familiar em sistemas agroflorestais. O recente Painel Intergovernamental sobre o Mudanças Climáticas (FAO, 2021), aponta que o aumento de temperaturas, mudança de padrões e frequência de eventos climáticos extremos estão afetando produção de alimentos e a segurança alimentar. Os resultados obtidos nesta pesquisa de longo prazo servem de subsídio para trabalhos futuros de adaptação e incentivo ao cultivo da araruta em sistemas agroflorestais.

Figura 5. Análise de componentes principais (ACP) das produções de rizomas de *Maranta arundinacea*, *Myrosma cannifolia*, cachos de banana, fitomassa e altura de *Gliricidia sepium*, precipitação pluviométrica e temperatura máxima, de 2013 a 2017, em Pindamonhangaba (SP), no Vale do Paraíba, Brasil.



CONCLUSÕES

Maranta arundinacea superou *Myrosma cannifolia* na produção de rizomas no sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium* e bananeira Nanicão.

A inclusão de *G. sepium* no sistema agroflorestal adicionou elevada quantidade de resíduos orgânicos ao solo por ocasião das podas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. de.; COELHO, L. R.; DEVIDE, A. C. P. Sistemas agroecológicos de produção de frutíferas. Taubaté: UNITAU, 2016. 177f.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; HENAO, A.; LANA, M. A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, p. 869–890, 2015. [10.1007/s13593-015-0285-2](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2)
- ANDRADE, D. V. P.; PASINI, F. dos S. Implantação e Manejo de Agroecossistema Segundo os Métodos da Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n.4, 2015.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. *Acta Iguazu*, v. 5, n.4, p.15-32, 2016.
- BRANDÃO, F. J. C. Caracterização de um Latossolo em sistemas agroflorestais e mata com o uso de análise estatística multivariada. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2013.
- BRITO, V.; NASCIMENTO, R.; NARCISA-OLIVEIRA, J.; JOFFER, N.; FATTORI, A.; CEREDA, M.; OLIVEIRA, C.; COSTA, R.; MACIEL, T. S. J. Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.): Botânica, Horticultura e Usos. In: *Horticultural Reviews* (Editors: Ian Warrington) de abril de 2021, cap.4, p. 233-274. [10.1002/9781119750802.ch4](https://doi.org/10.1002/9781119750802.ch4)
- CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, È. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. Propriedades gerais do amido. *Série Culturas de Tubérculos Amiláceas Latino Americanas*, v. 1, São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 204 p.
- CIAGRO, Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Monitoramento agrometeorológico e climático. 2020.
- COELHO, G. C. Ecosystem services in Brazilian's Southern Agroforestry Systems. *Tropical and Subtropical Agrosystems*, [SI], v. 20, n. 3, p. 475-492, 2017.
- COELHO, I. S.; SANTOS, M. C. F.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, E. M. R.; NEVES, M. C. P. Como plantar e usar a araruta. Embrapa Informação Tecnológica. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2005. 55 p.
- COLOMBO, J. N.; VIEIRA, J. C. B.; KRAUSE, M. R.; PULATTI, M.; HADDADE, I. R. Evaluation of arrowroot agronomic performance (*Maranta arundinacea*) 'Seta' intercropped with sunn hemp. *Ver. Ciênc. Agroveter*, v.18, n.1, p. 65-72, 2019. [10.5965/223811711812019065](https://doi.org/10.5965/223811711812019065)
- DEVIDE, A. C.; CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D. Crescimento do guanandi e produção de mandioca e araruta em sistemas agroflorestais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 2, p. 303-311, 2019. [10.18378/rvads.v14i2.6306](https://doi.org/10.18378/rvads.v14i2.6306)
- DEVIDE, A. C.; CASTRO, C. M.; ESPÍNDOLA, S. S. Pesquisas participativas sobre sistemas agroflorestais regenerativos no Vale do Paraíba do Sul. In: *Sistemas agroflorestais: experiências no âmbito da APTA/(orgs)* BERNACCI, L. C.; BORGES, W. L. B.; DEVIDE, A. C. P. et al. Campinas: Instituto Agronômico, p.10-32. 2021. (Documentos IAC, 118) on-line.
- DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D. Cultivo agroflorestal de bananeira com guanandi resiliente às alterações climáticas. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 16, n. 1, p. 8, 2019.
- FAO, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. *Green agriculture and resilient climate*. Rome, Italy, 2021, 3p.
- FAO, Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. *Agroforestry for landscape restoration: exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes*. Rome, Italy., 2017, 28 p.
- GOMES, H. E. Tratos culturais na produção agroecológica da araruta "comum". 2010. Tese (Doutorado), Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2010. 49 f.
- GONÇALVES, G. G. Etnobotânica de plantas alimentícias em comunidades indígenas multiétnicas do baixo rio Uaupés – Amazonas. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017. 191 p.
- HAMMER, Ø. Past 4 for Windows v.4.08. Natural History Museum, University of Oslo, Norway, 2021.
- HERÉDIA ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção de araruta comum obtida a partir de três tipos de propágulos. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n.5, p. 995-1000, 2005. [10.1590/S1413-70542005000500012](https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500012)
- HERÉDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GIULIANI, A. R.; STARCH, K. M. F.; BASSI M., L.; MARCONDES, S. C. Produção da araruta 'Comum', solteira e consorciada com alface e cenoura. *Botânica Acta Científica Venezuelana*, v. 1, n. 58, p. 1-5, 2007.
- HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico,

- aplicação e interpretação. E&S-Engineering and Science, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016. [10.18607/ES20164053](https://doi.org/10.18607/ES20164053)
- KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas/Valdely Ferreira Kinupp, Harri Lorenzi. – São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. D. Isolamento e caracterização do amido de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). Revista Raízes e Amidos Tropicais, v. 4, p.1-13, 2008.
- MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; VIEIRA, D. L. M.; MARQUES, H. R.; HOFFMANN, M. R. M. Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the Cerrado and Caatinga biomes in Brazil. Experimental Agriculture, 55 (S1), 208-225, 2019. [10.1017/S0014479717000138](https://doi.org/10.1017/S0014479717000138).
- MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Cultura da araruta. In: CEREDA, M. P. (Coord.) Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v. 2, p. 440-447.
- NEVES, M.C.; COELHO, I. S.; ALMEIDA, D. L. Araruta: Resgate de um Cultivo Tradicional. Embrapa Agrobiologia. Seropédica/RJ. Novembro/2005 (Comunicado 79 Técnico).
- NOGUEIRA, T. Y. K.; PEREIRA, A. D.; FAKHOURI, F. M. Extração e caracterização do amido de araruta. 8º ENEPEX. 8º ENEPE UFGD. 5º EPEX UEMS. Encontro de Pesquisa e Extensão. 2014, 15 p.
- NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. Extraction and characterization of arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) starch and its application in edible films. Carbohydrate Polymers, vol. 186, p. 74-72, 2018. [10.1016/j.carbpol.2018.01.024](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.01.024).
- OLIVEIRA, N. A. Aspectos nutricionais do amido da *Maranta arundinacea* L. na formulação de pães sem glúten. Revista Textura, v.15, n.1, 2021. [10.22479/texturav15n1p45_60](https://doi.org/10.22479/texturav15n1p45_60)
- PAULA, P. D. de Desempenho de Leguminosas Arbóreas no Estabelecimento de um Sistema Agroflorestal com Bananeiras. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Seropédica. 2008. 80f.
- PAULA, P. D. de; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. de A.; RESENDE, A. S. de. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em sistemas agroflorestais. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 25, n. 3, pág. 791-800, julho de 2015.
- RANIERI, R. G.; ZANIRATO, S. H. Comidas da horta e do mato: plantas alimentícias em quintais urbanos no Vale do Paraíba. Agricultura urbana. Estud. Av., v. 35, n. 101, p. 269-285, 2021. [10.1590/s0103-4014.2021.35101.017](https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.017).
- RINCÓN, A. M.; PADILLA, F. C.; ARAUJO, C.; TILLET, S. *Myrosma cannifolia*, chemical composition and physicochemical properties of the extracted starch. J Sci Food Agric, v. 79, p. 532–536, 1999. [10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4<532::AID-JSFA213>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4<532::AID-JSFA213>3.0.CO;2-J).
- 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. [10.17503/agrivita.v39i3.1002](https://doi.org/10.17503/agrivita.v39i3.1002)
- SANTOS, A. M.; ORLOSKI, A. R.; PEREIRA, M. B.; MAZUR, C. E. Doença Celíaca: incidência em crianças e aspectos dietéticos. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 17, n. 1, 2016.
- VIEIRA, J. C. B.; COLOMBO, J. N.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; SILVESTRE, H. C. Desempenho da araruta “Viçosa” consorciada com crotalária. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10, n.4, p.518-524, 2015. [10.5039/agraria.v10i4a5271](https://doi.org/10.5039/agraria.v10i4a5271).