

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central shield with a stylized bird, possibly a toucan, perched on a branch. The shield is flanked by two laurel branches. Above the shield are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom.

**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
NA CULTURA DO GUARANAZEIRO**

DANIEL OSCAR PEREIRA SOARES

MANAUS, AM
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL

DANIEL OSCAR PEREIRA SOARES

**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
NA CULTURA DO GUARANAZEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientadora: Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino

MANAUS, AM
2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

S676p Soares, Daniel Oscar
PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA
CULTURA DO GUARANAZEIRO. DANIEL OSCAR PEREIRA
SOARES. 2016 / Daniel Oscar Soares. 2017
47 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: SONIA MARIA
Orientador: ALBERTINO
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Período crítico. 2. plantas infestantes. 3. competição. 4.
Paullinia cupana. I. MARIA, SONIA II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

DANIEL OSCAR PEREIRA SOARES

PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO GUARANAZEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Manaus, 7 de março de 2017.

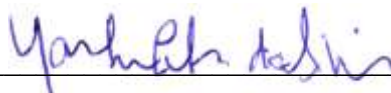
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino



Prof. Dr. José Ferreira da Silva



Prof. Dr. Nailson Celso da Silva Nina

DEDICO

A DEUS,

“Assim diz o Senhor: Não se glorie o sábio na sua sabedoria, nem o forte, na sua força, nem o rico, nas suas riquezas; mas o que se gloriar, glorie-se nisto: em Me conhecer e saber que Eu sou o Senhor e faço misericórdia, juízo e justiça na terra; porque destas coisas Me agrado, diz o Senhor”. (Jer. 9:23-24)

Aos meus pais, Oscar Soares e Lúcia Costa,

Aos meus irmãos, Miguel Caxias, Lúcio Fábio e Daniele Soares.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo favor imerecido concedido a mim.

À Professora Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino, fonte de respeito e admiração, pela orientação, persistência, paciência, críticas, ensinamentos, pelo incentivo e dedicação em transmitir seus conhecimentos e por acreditar em minha capacidade.

Ao Professor Dr. José Ferreira da Silva pela colaboração, paciência e apoio na realização deste trabalho.

À Companhia de Bebidas das Américas (Ambev) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo financiamento do projeto.

Aos Engenheiros Agrônomos Roosevelt Hada Leal e Miriam Frota, funcionários da Companhia de Bebidas das Américas (Ambev), responsáveis técnicos pela condução do experimento, por todo empenho, dedicação e colaboração sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas (LCPD).

Aos meus amigos Ari Batista Júnior, Anselmo Santos, Bruna Nogueira, Pr. Bruno Pereira, Carla Figueiredo, Diego Reis, Fábio César, Heider Falabelo, Idomar Castro, Ivan Kassio, Jheimison Fernandes, Joyce Dania, Karla Dutra, Kethlen Almeida, Lucas Galeano, Lais Alves e Osvaldo Neto. Aos meus familiares, primas, primos, tios e sobrinhos por todo incentivo ao longo deste trabalho.

À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, por possibilitar a realização desse trabalho, bem como a obtenção do título de Mestre.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta nativa da região Amazônica, cujo fruto é conhecido como guaraná. A produção de guaraná envolve pequenos agricultores e é fonte de renda para milhares de pessoas no meio rural e urbano. A interferência causada pelas plantas daninhas com a cultura constitui um importante fator que limita a produção de guaraná. Não obstante a importância econômica e social do guaranazeiro, ainda são escassos os estudos sobre o manejo das plantas daninhas nesta espécie. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da interferência das plantas daninhas na produtividade e nas características fisiológicas do guaranazeiro em diferentes períodos. O estudo foi conduzido em Maués, AM, nas safras de 2014 e 2015. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos foram a combinação de quatro períodos diferentes de controle das plantas daninhas (março a maio; junho a agosto; setembro a novembro; dezembro a fevereiro). A produtividade foi quantificada nas duas safras. O convívio das plantas daninhas com o guaranazeiro, durante o período de junho a agosto proporcionou as menores produtividades (156,16 kg ha⁻¹ de grãos), em comparação ao mesmo período sem convivência com as daninhas (309,05 kg ha⁻¹ de grãos). Portanto, a interferência das plantas daninhas no período de junho a agosto reduziu em 50% a produtividade do guaranazeiro.

Palavras-chave: Invasoras, plantas infestantes, competição, *Paullinia cupana*.

ABSTRACT

Guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) a plant from the Amazon region that produces the fruit known as guarana. The production of guarana involves small farmers and is a source of income for thousands of people in rural and urban areas. The interference caused by the competition of weeds with crop plants is an important limiting factor of guarana production. Despite its economic and social importance, there are few studies on the management of weeds and the ecophysiological behavior of this species. Thus, this work aimed to study the periods of weed interference on the productivity and physiological characteristics of guarana. The study was conducted in Maues, AM, in the 2014 harvests and 2015. The experimental design was randomized blocks, with eight treatments and four blocks. The treatments were a combination of four different periods of weed control (from March to May, June to August, September to November, December to February). During the period from June to August, weed interactions with Guarana provided the lowest productivity (156,16 kg ha⁻¹ of grains), compared to the same period without living with weeds (309,05 kg ha⁻¹ of grains). Therefore, interference of weeds during June to August reduced by 50% the productivity of guarana.

Keywords: Invasive, weeds, competition, guarana.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área do experimento. Maués, AM, 2014.....	13
Figura 2 - Dados de precipitação pluviométrica da Fazenda Santa Helena. Maués, AM, 2014.....	14
Figura 3 - Número de indivíduos de plantas daninhas, por classe botânica em plantio de guaranazeiro. Maués, AM, 2014.....	19
Figura 4 - Dados de precipitação da área experimental e evolução reprodutiva do guaranazeiro. Maués, AM, 2015.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das análises químicas do solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm. Maués, AM, 2014.....	14
Tabela 2 - Períodos de convivência (intervalo em preto) e períodos de controle (intervalo em branco) de plantas daninhas com a cultura do guaranazeiro. Maués, AM, 2014.....	15
Tabela 3 - Plantas daninhas identificadas em plantio de guaranazeiro. Maués, AM, 2014.....	18
Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos da comunidade infestante na área de guaranazeiro estudada. Maués, AM, 2014.....	20
Tabela 5 - Dados de produtividade do guaranazeiro submetido a períodos de interferência de plantas daninhas nas safras 2014 e 2015. Maués, AM, 2015.....	21
Tabela 6 - Teor de prolina livre nas folhas, amido e açúcares solúveis totais (AST) nas sementes de guaranazeiros submetidos a diferentes períodos de interferência de plantas daninhas nos anos agrícolas de 2014 e 2015. Maués, AM, 2015.....	27

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	01
2.	OBJETIVOS.....	03
	2.1 Objetivo geral.....	03
	2.2 Objetivos específicos.....	03
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	04
	3.1 Produção nacional de guaraná.....	04
	3.2 Interferência das plantas daninhas.....	06
	3.2.1 Períodos de interferência das plantas daninhas.....	07
	3.3 Compostos bioquímicos.....	09
	3.3.1 Prolina.....	09
	3.3.2 Amido e açúcares solúveis totais (AST).....	11
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
	4.1 Fitossociologia das plantas daninhas.....	16
	4.2 Determinação do teor de prolina.....	16
	4.3 Determinação dos teores de amido e açúcares solúveis totais (AST).....	17
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6.	CONCLUSÃO.....	31
7.	REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o único país produtor de guaraná do mundo, atendendo ao mercado nacional e internacional (NASCIMENTO FILHO et al., 2009). Pelo menos 70% dessa produção se concentra no Estado da Bahia com 6.972 ha plantados com guaranazeiro. Apesar de o Estado do Amazonas possuir uma área plantada maior (7.727 hectares), seu rendimento médio é cerca de 60% menor que o encontrado no Estado da Bahia (CEPAGRO, 2015).

A interferência causada pelas plantas daninhas constitui um importante fator de limitação da produção do guaranazeiro em todo Brasil. Além disso, a competição entre as daninhas e a cultura pode promover significativas alterações na fisiologia da planta cultivada podendo comprometer seu crescimento, produtividade e a qualidade dos frutos.

Normalmente, os períodos de interferência das plantas daninhas são determinados por análises do decréscimo de características quantitativas, como produtividade, crescimento da planta, comprimento e tamanho do fruto, entretanto é desejável que também se avaliem características qualitativas, como a composição química dos frutos e eventuais alterações de ordem fisiológicas nessas plantas, a exemplo da produção de metabólitos secundários e do acúmulo de solutos em seus órgãos. Nesse sentido, a análise de possíveis alterações na composição química dos frutos de guaraná em virtude da competição com as plantas daninhas torna-se indispensável, principalmente porque maior parte da sua produção é destinada à fabricação de bebidas carbonatadas.

A determinação dos teores de prolina nas folhas das plantas cultivadas tem sido um indicador utilizado em pesquisas relacionadas a vários tipos de estresse, sobretudo ao estresse abiótico. O conteúdo de prolina em plantas sob condições de estresses ambientais pode aumentar até 100 vezes, em comparação ao observado em plantas cultivadas sob condições

normais (VERBRUGGEN e HERMANS, 2008). Os teores de prolina livre nas folhas é objeto de estudos em algumas culturas, como indicativo de períodos de interferência de plantas daninhas (MILÉO, 2014; GONÇALVES, 2015).

A contribuição do guaraná na dieta com relação à cafeína é importante já que o teor médio de cafeína encontrado no guaraná em pó pode ser até quatro vezes maior que o encontrado no café (TFOUNI et al., 2007) e 30 vezes maior do que o do cacau (EDWARDS et al., 2005). Por esta razão, atualmente o guaraná é utilizado pela indústria na fabricação de inúmeros produtos, como bebidas não alcoólicas, refrigerantes, tônicos, compostos antiestresse, complexos para emagrecimento, entre outros (FUKUMASU, 2008). Segundo Dalonso (2010), devido ao interesse econômico pelas sementes de guaraná, há crescentes investimentos na cultura, sobretudo na profissionalização dos agricultores, estimando-se que estes investimentos alcançariam a margem dos R\$ 70 milhões em 2013. Além disso, no Amazonas o cultivo do guaraná apresenta grande importância do ponto de vista socioeconômico, pois é uma atividade típica da agricultura familiar.

Nesta perspectiva, a pesquisa assume um importante papel na criação de alternativas para torná-la uma atividade agrícola economicamente viável, principalmente no estado do Amazonas (NASCIMENTO FILHO, 2003). Porém, apesar da sua importância econômica e social, ainda são escassos os estudos sobre o manejo e o comportamento fisiológico desta espécie (SILVA et al., 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a interferência das plantas daninhas na produtividade e nas características fisiológicas do guaranazeiro em diferentes períodos de controle e convivência.

2.2 Objetivos específicos

Realizar levantamento fitossociológico das plantas daninhas em plantio de guaranazeiro;

Quantificar a produtividade das plantas de guaranazeiro em períodos de controle e convivência com plantas daninhas;

Quantificar os teores de prolina nas folhas de guaranazeiro em períodos de controle e convivência com plantas daninhas;

Quantificar os teores de amido e açúcares solúveis totais (AST) das sementes de guaranazeiro em períodos de controle e convivência com plantas daninhas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção nacional de guaraná

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta arbustiva e trepadeira nativa da região Amazônica que dá origem ao fruto conhecido como guaraná. É considerada uma das espécies de maior potencial econômico da Amazônia, e seu cultivo data desde a época pré-colombiana, praticado por tribos indígenas como os Maués e os Andirás (EMBRAPA, 1983). O interesse pelo estudo do guaraná surgiu em função de suas propriedades medicinais e energéticas, devido aos elevados teores de cafeína e outros compostos do metabolismo secundário presentes em suas sementes, o que levou a inúmeras pesquisas sobre as características químicas do produto (NAZARÉ e FIGUEIREDO, 1982).

Até 1970 a produção de guaraná era considerada praticamente extrativista (CORRÊA, 1984), sendo o mercado do guaraná fortemente impulsionado após a promulgação da já revogada Lei 5.823, de 14 de novembro de 1972, nacionalmente conhecida como a “Lei dos Sucos”, que inovou ao estabelecer um padrão de qualidade de bebidas, garantindo o consumo de uma quantidade mínima de guaraná, ou seu equivalente em extrato, aos produtos cujo nome se assemelha ao do fruto.

Atualmente o Brasil conta com mais de 15.182 hectares de área plantada, e 3.724 toneladas de grãos de guaraná colhidos em 2014, sendo considerado o único país produtor comercial de guaraná do mundo. O Estado da Bahia é responsável por 70,4% do total produzido, seguido pelo Amazonas (21,3%), Mato Grosso (6,0%), Pará (0,2%) e Acre (0,1%). A área total plantada na Bahia é de 6.972 ha com produção de 2.691 toneladas e rendimento

de 401 kg ha⁻¹ de sementes em contraste com o rendimento do Amazonas de apenas 160 kg ha⁻¹ de sementes (CEPAGRO, 2015).

A produtividade dos cultivos de guaraná da Bahia é superior à do Amazonas. Essa diferença de produtividade é decorrente das condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta na Bahia, tais como bons índices de pluviosidade, chuvas bem distribuídas durante todos os meses do ano, solos com maior fertilidade, e, sobretudo pela baixa incidência de pragas e doenças. Por outro lado, a baixa produtividade na região Norte está associada a problemas fitossanitários, tratos culturais inadequados e ao envelhecimento dos guaranazais (NASCIMENTO FILHO, 2003; TAVARES et al., 2005).

A produção de guaraná envolve pequenos agricultores e é fonte de renda para milhares de pessoas, tanto no meio rural quanto no meio urbano. O xarope de guaraná tem sido o produto de maior valor da pauta de exportação do Estado do Amazonas nos últimos dez anos. Segundo Nascimento Filho (2003), existe um mercado potencial do guaraná, em nível nacional e internacional, principalmente para aquisição de cafeína natural e de extrato, por indústrias farmacêuticas e de refrigerantes. Estima-se que cerca de 70% do total da demanda nacional de sementes de guaraná seja absorvida pela indústria de refrigerantes, do total da demanda nacional de sementes de guaraná, enquanto que o restante é comercializado na forma de xarope, bastão, pó, extrato e outras formas (TAVARES et al., 2005).

3.2 Interferência das plantas daninhas

Plantas daninhas são todas e quaisquer plantas que ocorram em áreas de interesse humano e que, de algum modo, interfiram prejudicialmente nas atividades agropecuárias do homem (BLANCO, 1972). As plantas daninhas adquiriram, ao longo do processo evolutivo, características que lhes conferiram alta eficiência na utilização dos recursos, razão pela qual, se em condições de campo, não se efetuarem as devidas medidas de controle, a interferência poderá promover perdas irreparáveis à produção. De acordo com Constantin et al. (2007), até mesmo culturas consideradas competitivas podem ser gravemente prejudicadas pela interferência de plantas daninhas, reduzindo o crescimento e a produtividade.

A interferência constitui o conjunto de ações recebidas pela cultura como consequência da presença da comunidade infestante no ambiente comum (SALVADOR, 2006), podendo ser classificada em direta e indireta. A interferência direta envolve a competição pelos recursos do meio, liberação de substâncias alelopáticas, depreciação da qualidade dos produtos e parasitismo; já a interferência indireta ocorre quando as plantas daninhas atuam como hospedeiras alternativas de pragas, moléstias, nematoides, ou prejudicam a execução dos tratos culturais ou colheita (PITELLI, 1985).

Diversos fatores podem influenciar no grau de interferência das plantas daninhas sobre uma determinada cultura, como afirma Pitelli (1985). Estes fatores podem estar relacionados à comunidade infestante, à cultura ou ao ambiente. Entretanto, segundo o mesmo autor, entre todos os fatores que influenciam no grau de interferência, o de maior importância é o conhecimento acerca do período em que ocorre a interferência.

3.2.1 Períodos de interferência das plantas daninhas

Na perspectiva de um manejo integrado de plantas daninhas, o conhecimento acerca dos períodos de interferência exerce um papel fundamental, e diversos trabalhos de pesquisa sobre o tema, em nível nacional e internacional, têm sido realizados: Pitelli (1985), Spadotto et al. (1994), Kozłowski (2002), Carvalho et al. (2004), Nepomuceno et al. (2007), Freitas et al. (2009), Biffe et al. (2010), Guzzo et al. (2014), Miléo (2014), Cunha et al. (2015), Gonçalves (2015), Knezevic e Datta (2015), entre outros.

Três são os períodos de interferência comumente estudados, a saber: o PAI (período anterior à interferência), o PTPI (período total de prevenção da interferência) e o PCI (período crítico de interferência). O PAI é definido como o período a partir da semeadura ou do plantio, em que a cultura e a comunidade infestante podem conviver, antes que a interferência se introduza de forma definitiva e reduza significativamente a produtividade da lavoura (PITELLI e DURIGAN, 1984).

O PTPI é definido como o período que se inicia na semeadura ou na emergência da cultura durante o qual deve haver o controle da comunidade infestante, a fim de que a cultura manifeste plenamente seu potencial produtivo (BRIGHENTI et al., 2004). O PTPI é obtido por meio da análise da curva de produtividade em diferentes períodos de controle e seu fim marca o momento a partir do qual a ocorrência de novas plantas daninhas não acarretará prejuízos significativos à produtividade da lavoura, sendo, portanto, sua presença inibida pelo próprio dossel da cultura que se encontra estabelecida no ambiente.

O PCI corresponde à diferença entre o PAI e o PTPI, sendo necessária a adoção das práticas de manejo para prevenir perdas na produtividade da cultura (EVANS et al., 2003). Segundo PITELLI e DURIGAN (1984), o PCI é o período que se inicia na emergência ou no

plantio, onde o controle da comunidade infestante deve, obrigatoriamente, ser efetuado, visando evitar alterações negativas na produtividade e na qualidade da produção.

Entretanto, quando se trata do estudo de culturas perenes com amplo espaçamento, como a cultura do guaranazeiro, o principal entrave encontrado na realização de pesquisas com intervalos crescentes de competição, como aqueles baseados, por exemplo, em dias ou nos meses do ano, está relacionado à necessidade de uma grande área experimental e aos elevados custos de manutenção dos tratamentos que, na maioria das vezes, inviabiliza a realização dessas pesquisas.

Contudo, é possível que os intervalos de competição baseiem-se em diferentes períodos de controle, reduzindo assim o tamanho da área experimental, bem como os custos de manutenção dos tratamentos. Geralmente esses períodos estão correlacionados a aspectos ambientais como dados pluviométricos, períodos de cheia, vazante, etc. Quando não é possível a identificação precisa do período crítico de interferência, a determinação de períodos em que ocorre a interferência das plantas daninhas é importante, pois de modo semelhante proporciona a redução do número de capinas ou de pulverizações com herbicida, liberando o produtor do controle desnecessário para que realize outras atividades. Com isso, promove melhorias da qualidade de vida do agricultor e diminui o passivo ambiental, além de reduzir os custos de produção de sementes de guaraná.

Portanto, estudos de competição podem ser empregados para prever perdas de produção em razão da convivência da cultura agrícola com a comunidade infestante, permitindo determinar os níveis ótimos ou períodos de controle adequados (CURY et al., 2012). Desta forma, torna-se importante definir durante o ciclo da cultura, o período no qual é possível a convivência simultânea entre plantas daninhas e cultivadas sem afetar sua produtividade.

3.3 Compostos bioquímicos

3.3.1 Prolina

As plantas desenvolveram mecanismos complexos que possibilitam sua sobrevivência em condições adversas de crescimento (MARIJUAN e BOSCH, 2013). As condições desfavoráveis de cultivo promovem um estado de perturbação nas plantas cultivadas que se denomina estresse. Entre os diversos mecanismos de proteção ativados, um dos mais eficientes para a sobrevivência sob essas condições é por meio do acúmulo de solutos na célula, que reduz o potencial osmótico, no processo denominado ajustamento osmótico (ZHANG et al., 1999).

A prolina é um aminoácido que normalmente está presente em pequenas quantidades nas plantas, mas que em condições de estresses ambientais, acumula-se nos tecidos exercendo um importante papel no que diz respeito ao ajustamento osmótico, estabilização de proteínas (VAN RENSBURG et al., 1993), remoção de espécies reativas de oxigênio (ROS) (SMIRNOFF e CUMBES, 1989), entre inúmeras outras funções.

Apesar de as funções da prolina nos vegetais não serem totalmente conhecidas, de modo geral, o seu acúmulo tem sido considerado pela literatura pertinente, um importante parâmetro de seleção de plantas tolerantes aos estresses (MANIVANNAN et al., 2007). Gonçalves (2015), constatou que o conteúdo de prolina livre no tecido foliar de laranjeiras aumentou de acordo com o aumento do estresse provocado pela convivência com plantas daninhas. Segundo o mesmo autor aumentos significativos nos teores de prolina livre nas folhas de laranjeira podem ser um indicativo de períodos de interferência das plantas daninhas. Por esta razão o acúmulo de prolina, apesar de constantemente relacionado a

estresses abióticos, também pode ser uma importante ferramenta nos estudos de estresses bióticos, nos quais se incluem as plantas daninhas.

A prolina é um dos aminoácidos de maior abundância no pólen de muitas plantas (BRITIKOV et al., 1964). Chiang e Dandekar (1995) relataram que em tecidos reprodutivos de *Arabidopsis*, como flores, grãos de pólen e sementes, a prolina pode representar até 26 % dos aminoácidos totais, enquanto que nos demais tecidos corresponde apenas a 1-3 %. Assim, o acúmulo de prolina pode estar associado a diversos processos relacionados à fase reprodutiva da planta, entre os quais se destaca seu papel como fonte de energia primária durante o rápido alongamento do tubo polínico (ZHANG et al., 1982), e sua atuação na dessecação dos tecidos reprodutivos, que pode comprometer seriamente as células da planta, em que a prolina atua como agente neutralizador (MATTIOLI et al., 2009).

Embora os acúmulos de prolina nas flores sejam constantemente relatados, levando a crer que seja um fenômeno generalizado entre as espécies de plantas, o seu significado funcional ainda é matéria de discussões (MATTIOLI et al., 2009). Mattioli et al. (2008) levantaram a possibilidade de que a baixa concentração de prolina localizada nos meristemas apicais pode sinalizar condições ideais para o florescimento, enquanto que as elevadas concentrações, podem ser interpretadas pela planta como um estresse, sinalizando e induzindo respostas adaptativas, incluindo o florescimento tardio.

No entanto, até o momento não há nenhum estudo sobre o comportamento deste aminoácido na planta de guaraná, nem acerca de suas prováveis funções no que diz respeito ao processo de reprodução em condições de estresses ambientais.

3.3.2 Amido e açúcares solúveis totais (AST)

Os carboidratos são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do seu peso seco total (CANIATO et al., 2007). Do ponto de vista do metabolismo, a principal função dos carboidratos nos organismos vegetais e animais é o fornecimento de energia. Além disso, os carboidratos constituem a principal fonte de reservas de sementes de plantas cultivadas destinadas ao consumo humano (BEWLEY e BLACK, 1994). Diversos estudos têm sido realizados quanto à composição química das reservas de diferentes sementes de interesse agrícola, sobretudo, por serem úteis na confecção de diversos produtos industrializados (BUCKERIDGE et al., 2004).

Entre os principais carboidratos estudados, os teores de amido e de açúcares solúveis totais (AST) ocupam papel de destaque, pois estes são os principais carboidratos, não estruturais, presentes nos frutos das plantas. Portanto, esses carboidratos são frequentemente associados a avaliações da qualidade nutricional das sementes de diversas espécies, e também são estudados como indicadores de respostas fisiológicas de culturas agrícolas submetidas a diferentes tipos de estresses ambientais. Isto porque sob condições de estresse, no processo de ajustamento osmótico, as plantas tendem a acumular solutos em suas células, especialmente os hidratados de carbono. Sendo o metabolismo do carbono responsável pela regulação de compostos como o amido e açúcares solúveis totais, sua redução pode ocasionar uma menor translocação de solutos para os tecidos vegetais não fotossintetizantes.

O amido é o principal carboidrato de reserva das plantas superiores e diversos trabalhos apontam os efeitos dos estresses ambientais, sobretudo abióticos, sobre o teor desse polissacarídeo nas diferentes estruturas vegetais (GEIGENBERGER et al., 1997, DA COSTA, 2010 e SOUZA et. al, 2011). De modo semelhante, Melo et al. (2007) afirmam que

o teor de açúcares solúveis totais (AST) pode ser um indicativo do potencial osmorregulador das plantas cultivadas sob condições de estresse.

Embora a composição química das sementes seja definida, sobretudo, geneticamente, em alguns casos pode ser influenciada pelas condições ambientais e tratos culturais a que foram submetidas às plantas que as originaram (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Contudo, ainda são incipientes estudos voltados para análise dos teores de amido e açúcares solúveis totais (AST) presentes nas sementes de guaraná, e apesar de serem características frequentemente associadas ao estudo de estresses abióticos, são raríssimos estudos que correlacionem esses componentes bioquímicos à ocorrência de estresses bióticos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Santa Helena, campo de produção de guaraná da Companhia de Bebidas das Américas (Ambev), latitude 3° 27' 0" S e longitude 57° 38' 60" W, no município de Maués-AM, nas safras de 2014 e 2015 (Figura 1).

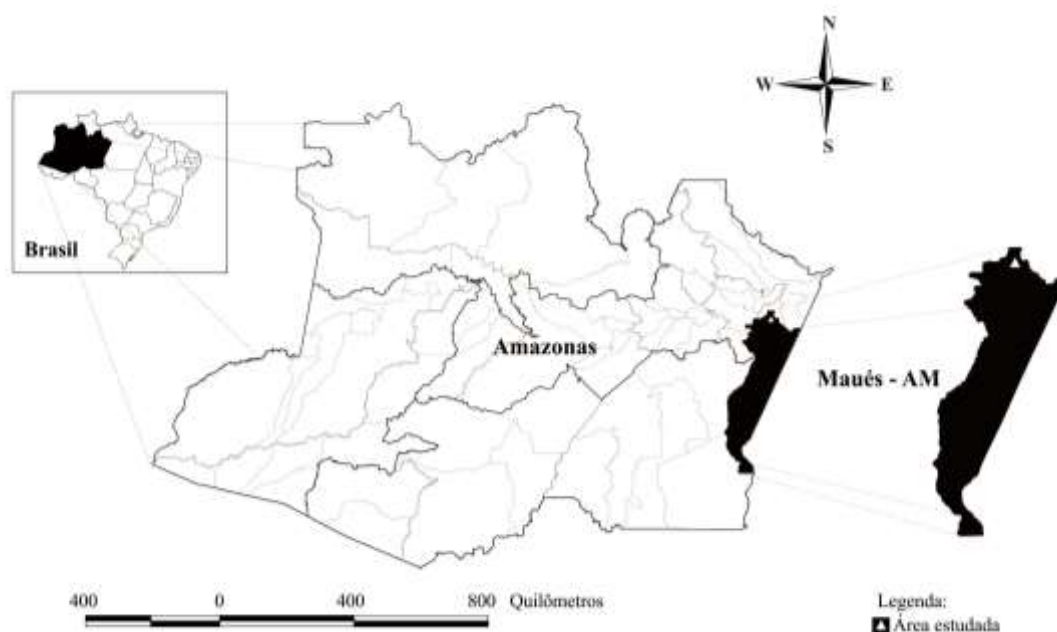


Figura 1. Localização da área do experimento. Maués, AM, 2014.

O clima da região é tropical chuvoso, correspondente ao tipo Af, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual superior a 26 °C, umidade relativa do ar entre 80 e 85%, e precipitação média anual em torno de 2.080 a 2.837 mm (PROSAIMAUÉS, 2012). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa. A análise das amostras do solo na profundidade de 0 a 20 cm apresentou teor elevado de alumínio trocável, baixos teores de matéria orgânica, fósforo, cálcio e magnésio (Tabela 1). Em relação aos atributos físicos, o solo apresentou 19,1% de areia; 6,1% de silte e 74,8% de argila.

Tabela 1. Resultado das análises químicas do solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm. Maués, AM, 2014.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	t	V	m
	-- g kg ⁻¹ --	-- mg dm ⁻³ --					cmol _c dm ⁻³				----- % -----	
3,7	2,0	4,0	56,0	0,65	0,55	1,6	8,0	1,34	9,34	2,94	14,4	54,4

O pomar de guaranazeiros apresentava plantas com bom aspecto fitossanitário, espaçadas 5,0 m x 4,0 m, formado pela cultivar BRS-Maués, com cinco anos de idade, aproximadamente. Para o estudo dos períodos de interferência, o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 8 tratamentos, 4 repetições, com 15 plantas por parcela das quais três, da linha central, foram consideradas plantas úteis.

Os tratamentos de controle e/ou convivência das plantas daninhas foram definidos com base nos dados meteorológicos coletados no local do experimento (Figura 2).

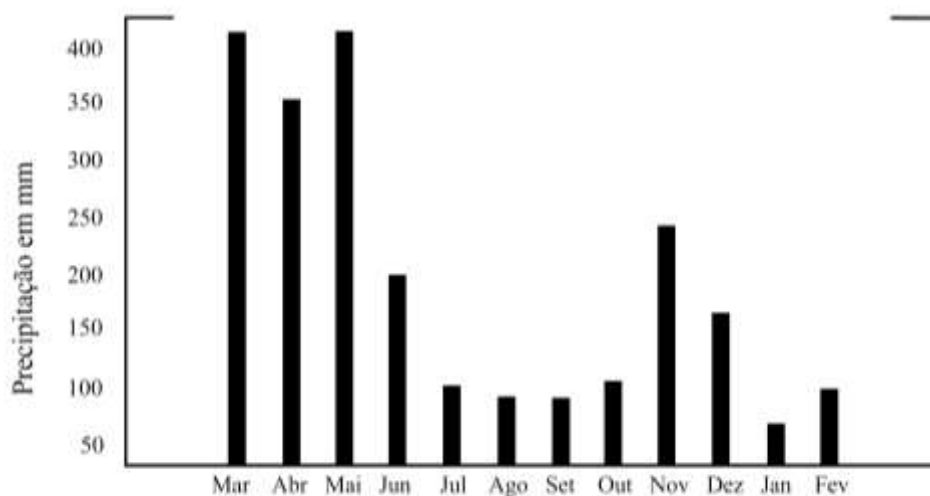


Figura 2. Dados de precipitação pluviométrica da Fazenda Santa Helena. Maués, AM, 2014.

Os tratamentos foram os seguintes: T1 – controle das plantas daninhas nos períodos P2, P3 e P4; T2 – controle das plantas daninhas nos períodos P1, P2 e P3; T3 – controle das plantas daninhas nos períodos P1 e P3; T4 – controle das plantas daninhas nos períodos P2 e

P4; T5 – controle das plantas daninhas nos períodos P1 e P2; T6 – controle das plantas daninhas nos períodos P3 e P4; T7 – controle das plantas daninhas durante todo ano; e T8 – convivência das plantas daninhas com a cultura durante todo ano (Tabela 2).

Tabela 2. Períodos de controle (intervalo em branco) e períodos de convivência (intervalo em preto) de plantas daninhas com a cultura do guaranazeiro. Maués, AM, 2014.

Tratamentos	Períodos de controle das plantas daninhas, em meses do ano.											
	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.
	P1			P2			P3			P4		
1				Controle								
2				Controle								
3	Controle						Controle					
4				Controle						Controle		
5				Controle								
6							Controle					
7							Controle					
8												

O controle das plantas daninhas foi realizado com uma aplicação mensal do herbicida Gramoxone® (200 g L⁻¹) na dose de 1,5 L ha⁻¹, acrescido do adjuvante Agral® a 0,05% V/V, em aplicação dirigida nas linhas de plantio do guaranazeiro, com o auxílio de pulverizadores costais manuais, capacidade para 20 L, previamente limpos e calibrados.

A produtividade foi quantificada nas safras de 2014 e 2015 e analisada conjuntamente. Folhas de guaranazeiro completamente expandidas e sadias da porção mediana das plantas úteis de cada parcela foram coletadas para a determinação do teor de prolina.

Amido e açúcares solúveis totais (AST) foram avaliados nas sementes. Estas determinações foram realizadas no Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas.

Os dados de produtividade, prolina, amido e açúcares solúveis totais (AST) foram submetidos à análise de variância e posterior comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com o auxílio do software *Assistat*.

4.1 Fitossociologia das plantas daninhas

O estudo da composição florística e fitossociológica das plantas daninhas foi realizado pelo método do quadrado inventário (BRAUN-BLANQUET, 1950), com o auxílio de quadros de madeira de 0,12 m² de área, arremessados aleatoriamente por duas vezes em cada parcela, perfazendo um total de área amostral de 7,68 m². Os seguintes parâmetros fitossociológicos foram calculados: frequência absoluta, densidade absoluta, abundância absoluta, frequência relativa, densidade relativa, abundância relativa e índice de valor de importância. Para o cálculo desses parâmetros utilizaram-se as fórmulas propostas por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), em que: Frequência Absoluta (Fre) = número de parcelas que contêm a espécie/número total de parcelas utilizadas; Densidade Absoluta (Den) = número total de indivíduos por espécie/área total coletada; Abundância Absoluta (Abu) = número total de indivíduos por espécie/número total de parcelas que contêm a espécie; Frequência Relativa (Frr) = frequência da espécie x 100/frequência total de todas as espécies; Densidade Relativa (Der) = densidade da espécie x 100/densidade total de todas as espécies; Abundância Relativa (Abr) = abundância da espécie x 100/abundância total de todas as espécies e o Índice de Valor de Importância (IVI) = Frr + Der + Abr.

4.2 Determinação do teor de prolina

A prolina livre das folhas foi determinada pela metodologia proposta por Bates et al. (1973). Em tubos de ensaio, foram adicionados 100 µL de glicina 0,1M, 300 µL de extrato

vegetal, 2,6 mL de água mili-Q, e 2 mL de ácido acético concentrado. Após agitação para homogeneizar a solução, foram acrescentados 2 mL do reagente de ninhidrina (600 mg de ninhidrina + 15 mL de ácido acético concentrado + 10 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) 6 mol L^{-1}). Após agitação, a mistura foi encubada em banho-maria a 100°C, por 35 minutos. Em seguida, os tubos foram colocados em banho de gelo para estabilizar a reação, em seguida adicionou-se 4 mL de tolueno no concentrado, agitando vigorosamente o sobrenadante (tolueno). A absorbância foi determinada em espectrofotômetro com o comprimento de onda de 515 nm. O teor de prolina foi expresso em $\mu\text{mol g}^{-1}$ de massa seca.

4.3 Determinação do teor de amido e açúcares solúveis totais (AST)

Para determinação do teor dos carboidratos foram retiradas amostras de 0,1 g das sementes coletadas e homogeneizadas em metanol-clorofórmio-água (120-50-30). Em seguida as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm durante 10 minutos. O sobrenadante foi purificado. Após a nova centrifugação, os sobrenadantes foram combinados para determinação da concentração de açúcares solúveis totais (AST) pelo método da antrona (PASSOS, 1996). Para dosar o teor de amido, após a separação dos açúcares solúveis, o pelete foi homogeneizado em ácido perclórico (35%) durante 10 minutos e posteriormente centrifugado durante 15 minutos a 10.000 rpm. As alíquotas foram combinadas com solução de antrona utilizando glicose como padrão. A concentração do amido foi obtida colorimetricamente por meio da leitura em espectrofotômetro a 625 nm (PASSOS, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área do experimento foram identificadas 23 espécies de plantas daninhas, pertencentes a 12 famílias botânicas, totalizando 3.093 indivíduos (Tabela 3).

Tabela 3. Plantas daninhas identificadas em plantio de guaranazeiro. Maués, AM, 2014.

Famílias	Espécies		
	Nome Científico	Código	Nome Comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla.	ALRTE	Apaga-fogo
	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. ex DC.	ALRSE	Periquito-séssil
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	COMER	Trapoeiraba
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	CYPAG	Capim-agreste
	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl.	CYPDF	Tiririca
	<i>Cyperus esculentus</i> L.	CYPES	Junça
	<i>Cyperus sesquiflorus</i> L.	CYP	Junquinho
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	EPHHL	Leiteira
Fabaceae	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	ZORLA	Zórnia
	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	PUEPH	Puerária
Melastomataceae	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	CXARU	Pixirica
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	BOEDI	Erva-tostão
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	PEOPE	Erva-de-jabuti
Poaceae	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	ANOLE	Capim-rabo-de-raposa
	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	BRADC	Capim-braquiária
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	DIGHO	Capim-colchão
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	ELEIN	Capim-pé-de-galinha
	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	HOMAT	Capim-amargo
	<i>Paspalum virgatum</i> L.	PASVI	Capim-taripucu
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	BOILF	Erva-de-lagarto
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	SPEVE	Vassourinha-de-botão
Solanaceae	<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	SOLST	Jurubeba
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl.	STACA	Gervão

As famílias mais importantes em número de espécies foram Poaceae (6) e Cyperaceae (4). Das espécies identificadas, onze eram monocotiledôneas e doze dicotiledônea, resultados semelhante aos obtidos por Albertino et al. (2004) e Souza et al. (2003) em lavouras de guaranazeiro, em que a classe dicotiledônea também foi a que apresentou o maior número de famílias. As monocotiledôneas apresentaram menor número de espécies, porém obtiveram maior número de indivíduos (2.508), representando 80% do total de indivíduos das duas classes juntas (Figura 3).

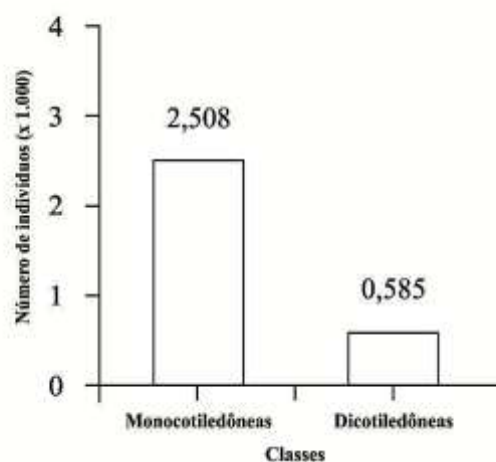


Figura 3. Número de indivíduos de plantas daninhas, por classe botânica em plantio de guaranazeiro. Maués, AM, 2014.

A família Poaceae representou 57% do total de indivíduos encontrados na área experimental, aproximadamente. O *Paspalum virgatum* L. foi a espécie que mais se destacou, apresentando o maior número de indivíduos e os maiores valores de densidade, sendo a espécie de maior valor de importância (IVI) (Tabela 4). Essa espécie vem sendo citada em vários estudos realizados nos agrossistemas amazônicos, como o de Tavares et al. (2005) que estudaram o sistema de produção do guaranazeiro no Amazonas, consideraram como situação de elevada infestação de plantas daninhas a presença de espécies agressivas como a *Paspalum virgatum* L. Fontes e Oliveira (2013) também destacaram esta espécie como a principal planta

daninha, em estudo sobre a influência da densidade populacional de plantas de feijão-caupi no controle de plantas daninhas.

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos da comunidade infestante em plantio de guaranazeiro. Maués, AM, 2014.

Classe	Nome Científico	NTI	FRE	DEN	ABU	FRR	DER	ABR	IVI
M	<i>Paspalum virgatum</i> L.	986	0,72	128,39	42,87	15,33	31,88	8,53	55,74
M	<i>Commelina erecta</i> L.	491	0,75	63,93	20,46	16,00	15,87	4,07	35,95
D	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth	368	0,78	47,92	14,72	16,67	11,90	2,93	31,49
M	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	383	0,22	49,87	54,71	4,67	12,38	10,89	27,94
M	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	117	0,03	15,23	117,00	0,67	3,78	23,29	27,74
M	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	225	0,16	29,30	45,00	3,33	7,27	8,96	19,56
M	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	95	0,34	12,37	8,64	7,33	3,07	1,72	12,12
M	<i>Cyperus esculentus</i> L.	63	0,03	8,20	63,00	0,67	2,04	12,54	15,24
M	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	61	0,03	7,94	61,00	0,67	1,97	12,14	14,78
D	<i>Boerhavia diffusa</i> Willd.	55	0,25	7,16	6,88	5,33	1,78	1,37	8,48
M	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	44	0,22	5,73	6,29	4,67	1,42	1,25	7,34
D	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	37	0,19	4,82	6,17	4,00	1,20	1,23	6,42
M	<i>Cyperus sesquiflorus</i> L.	40	0,13	5,21	10,00	2,67	1,29	1,99	5,95
D	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	36	0,16	4,69	7,20	3,33	1,16	1,43	5,93
D	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	9	0,19	1,17	1,50	4,00	0,29	0,30	4,59
D	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. ex DC.	30	0,09	3,91	10,00	2,00	0,97	1,99	4,96
D	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	15	0,09	1,95	5,00	2,00	0,48	1,00	3,48
D	<i>Alternanthera tenella</i> Colla.	13	0,09	1,69	4,33	2,00	0,42	0,86	3,28
D	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	11	0,09	1,43	3,67	2,00	0,36	0,73	3,09
D	<i>Clidemia rubra</i> Aubl. Mart.	6	0,03	0,78	6,00	0,67	0,19	1,19	2,05
D	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	3	0,03	0,39	3,00	0,67	0,10	0,60	1,36
M	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	3	0,03	0,39	3,00	0,67	0,10	0,60	1,36
D	<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	2	0,03	0,26	2,00	0,67	0,06	0,40	1,13
TOTAL		3093	4,69	402,73	502,43	100,00	100,00	100,00	300,00

M = monocotiledônea; D = dicotiledônea; NTI = número total de indivíduos; FRE = frequência absoluta; DEN = densidade absoluta; ABU = abundância absoluta; FRR = frequência relativa; DER = densidade relativa; ABR = abundância relativa; IVI = índice de valor de importância.

As cinco espécies com os maiores valores de IVI no plantio de guaraná foram:

Paspalum virgatum, *Commelina erecta*, *Pueraria phaseoloides* e *Andropogon leucostachyus* (Tabela 4).

Algumas das espécies daninhas encontradas na área de plantio são eficientes em competir pela água no solo, apresentando também capacidade de reter essa água nas suas

estruturas vegetais. Muitas espécies da família Poaceae, por exemplo, são reconhecidamente eficientes na competição por água, o que foi comprovado pelo crescimento acelerado das plantas nos períodos de maior disponibilidade hídrica, podendo também extrair água do solo mesmo em condições de escassez (MELO et al., 2007).

As plantas da família Commelinaceae, por sua vez, se caracterizam por concorrerem com as culturas agrícolas por nutrientes, água e luz causando significativos prejuízos aos agricultores (KROLIKOWSKI, 2015). Além disso, essas plantas podem dificultar a colheita de grãos devido ao alto teor de água no caule (PENCKOWSKI e ROCHA, 2006). Segundo Krolikowski (2015), apesar do desenvolvimento ser maior em solos leves e ricos e em condições de boa umidade, as Commelinaceae, quando bem estabelecidas, suportam longos períodos de estresse hídrico.

Para as safras de 2014 e 2015, as maiores produtividades foram registradas nos tratamentos em que houve controle das plantas daninhas durante o período de junho a agosto, em comparação aos tratamentos sem controle neste mesmo período (Tabela 5). A convivência com as plantas daninhas no período supracitado proporcionou redução média de aproximadamente 50% na produtividade do guaranazeiro.

Tabela 5. Dados de produtividade do guaranazeiro submetido a períodos de controle (intervalo em branco) e convivência (intervalo em preto) com as plantas daninhas nas safras 2014 e 2015. Maués, AM, 2015.

Períodos em meses				Produtividade (ton ha ⁻¹)
Mar. Abr. Mai.	Jun. Jul. Ago	Set. Out. Nov.	Dez. Jan. Fev.	
P1	P2	P3	P4	
	Controle			281,52a
Controle				309,55a
Controle		Controle		156,16b
	Controle		Controle	279,32a
Controle				309,05a
		Controle		177,12a
Controle				337,39a
				120,26b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ($p \leq 0,05$).

A produtividade obtida com o guaranazeiro livre da convivência com a comunidade infestante durante todo o ciclo foi em média 337,39 kg ha⁻¹ e baixou para 120,26 kg ha⁻¹ quando conviveu durante todo o ciclo (Tabela 5), representando uma perda de 65% na produtividade do guaranazeiro.

O período de maior interferência das plantas daninhas com a cultura do guaranazeiro, compreendido entre os meses de junho a agosto, corresponde ao pré-florescimento da cultura (Figura 4). Ao compará-lo com os dados de precipitação (Figura 2), nota-se que esse período, coincide com a abrupta redução da disponibilidade hídrica na área experimental e, levando em conta a capacidade competitiva das principais espécies encontradas, é possível que a competição tenha se agravado, tornando esse recurso ainda mais escasso para a cultura.

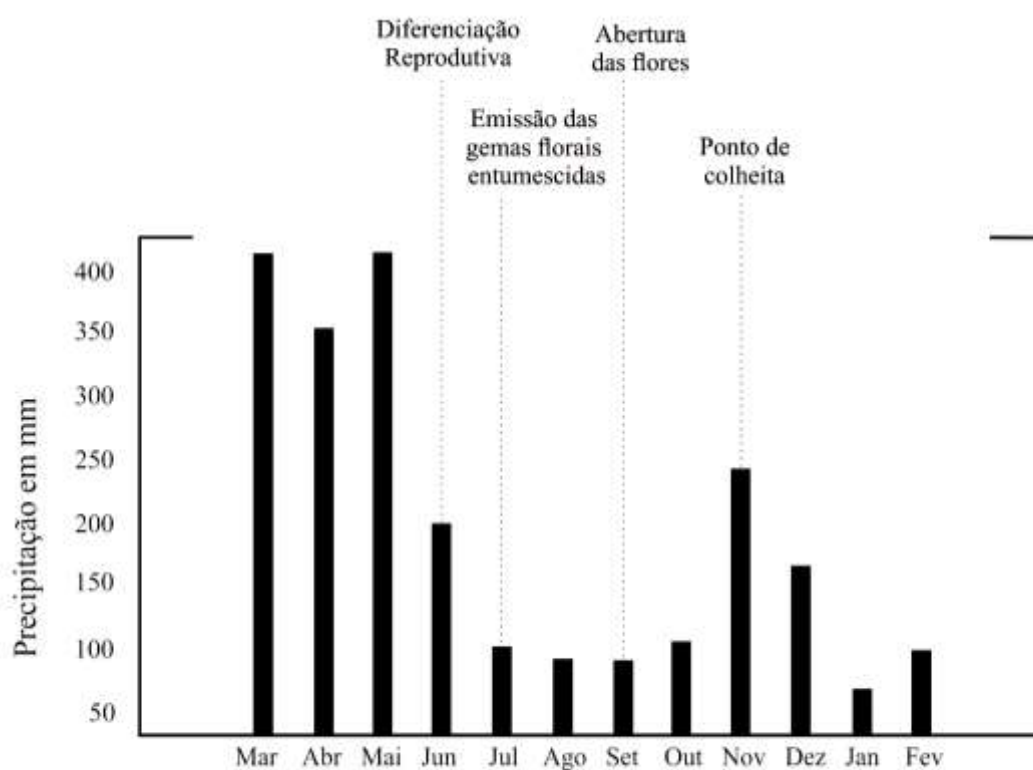


Figura 4. Dados de precipitação da área experimental e evolução reprodutiva do guaranazeiro. Maués, AM, 2015.

Nesta pesquisa, o florescimento do guaranazeiro, nos anos agrícolas 2014 e 2015, se deu nos meses de setembro a outubro e a colheita realizada de novembro a dezembro. O estudo da evolução dos estágios fenológicos reprodutivos do guaranazeiro constatou que o tempo despendido entre a primeira expressão reprodutiva visível do guaranazeiro, que se dá com a emissão das primeiras gemas florais entumescidas, e o ponto de colheita, reconhecido pela maturação dos frutos no estágio “olho aberto” é de aproximadamente 4 meses (MORAIS et al. 2016).

Apesar de a externalização da fase reprodutiva do guaranazeiro iniciar-se com a emissão das primeiras gemas florais entumescidas, internamente ocorrem alterações fisiológicas complexas anteriormente, estimuladas principalmente pela acentuada redução da precipitação, que além de denotar a possível influência do hidroperiodismo sobre a cultura, indicam que a sensibilidade do guaranazeiro à competição das plantas daninhas pode ocorrer ainda no estágio de diferenciação reprodutiva, isto é, antes mesmo dos primeiros sinais visíveis de reprodução.

As observações realizadas nesta pesquisa, em consonância com a evolução fenológica reprodutiva do guaranazeiro fornecida por Moraes et al. (2016), indicam que há relação entre os dados de precipitação e sua evolução reprodutiva (Figura 4).

Portanto, a evolução dos estágios fenológicos reprodutivos do guaranazeiro pode ter influenciado no maior ou menor grau de interferência das plantas daninhas nos períodos de competição analisados. Reinhardt e Cunha (1999), ao estudarem o período crítico de interferência do abacaxi ‘Pérola’, também concluíram que a convivência das plantas daninhas durante o período compreendido entre o plantio e a diferenciação floral da cultura refletiu negativamente em sua produção.

Os resultados podem indicar que exista um limite sutil, entre a necessidade do período de menor disponibilidade hídrica para o estímulo da diferenciação reprodutiva e a interferência ocasionada pelas plantas daninhas com o guaranazeiro. A combinação entre o estresse interno, promovido pelas alterações de ordem fisiológica na planta, e o estresse externo, ocasionado pela competição com as plantas daninhas durante esse período, acarrete prejuízos à evolução dos estágios reprodutivos subsequentes e consequentemente a produtividade do guaranazeiro.

Outro fator que pode estar relacionado à convivência das plantas daninhas com o guaranazeiro, proporcionando as menores produtividades durante o período de junho a agosto, diz respeito à intensificação da demanda da planta por água e nutrientes, ocorrida durante a diferenciação dos tecidos reprodutivos. Estudo sobre a exigência nutricional de plantas revela que a absorção de nutrientes no estágio pré-florescimento se intensifica, e que variações podem ocorrer em função das condições ambientais (VALARINI, 2005).

As recomendações técnicas de adubação das mais diversas culturas agrícolas propõem o suprimento de nutrientes no pré-florescimento com a finalidade de maximizar a formação de estruturas próprias desse estágio, o que justifica a recomendação de adubação de cobertura para o guaranazeiro até o mês de maio, isto é, antes do início do florescimento (TAVARES et al. 2005).

Estudos sobre adubação e exigências nutricionais do guaranazeiro são escassos, e não há na literatura nenhum trabalho que relacione essas exigências nutricionais às fases fenológicas, mas, provavelmente, a competição por água e nutrientes durante a evolução reprodutiva pode ter afetado a produtividade do guaranazeiro em consequência ao prejuízo na formação das suas estruturas reprodutivas.

As fases de pré-florescimento e florescimento do guaranazeiro não possuem época determinada, ocorrendo variações devido à variabilidade genética da espécie, dos fatores climáticos e das condições de cultivo. Como ocorre na maioria das plantas tropicais, o guaranazeiro é fortemente influenciado pelo hidroperiodismo (SCHULTZ e VALOIS, 1974), onde a sequência de déficits hídricos e reidratação dos tecidos influenciam a floração e frutificação da cultura (ALVIM, 1960). Nesse sentido, vários autores já observaram a influência deste fenômeno sobre o florescimento do guaranazeiro (SCHULTZ e VALOIS, 1974; ESCOBAR et al., 1984, MORAIS et al., 2008; KRUG et al., 2015, MORAIS et al., 2016).

Na cultura dos citros, para as condições dos estados da Bahia e de Sergipe, o período de maior interferência das plantas daninhas ocorreu entre setembro/outubro a abril/maio do ano subsequente, nas condições do Nordeste, estas são épocas de seca (CARVALHO et al., 2003). Segundo esses autores, o nível de precipitação nestes períodos é insuficiente para suprir as exigências hídricas da cultura, o que gera grande competição das plantas daninhas por água, ocasionando redução na produtividade da laranjeira.

Lima et al. (2004), em estudos sobre o controle das plantas daninhas em cultivos não irrigados de maracujá amarelo, observaram que a interferência de plantas daninhas na cultura agravou-se durante o período seco, que nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, ocorre de maio a agosto. Segundo esses autores, nessas condições, a água é o fator mais importante de competição, podendo reduzir cerca de 30% a produtividade da cultura.

Entretanto, esses resultados contrastam com os obtidos por Gonçalves (2015), que ao estudar períodos de interferência em citros nas condições amazônicas observou que a maior interferência na produtividade ocorreu no período de maior disponibilidade hídrica no solo. Igualmente, na cultura do café alguns estudos apontam que o período de maior interferência

das plantas daninhas coincide com a época chuvosa e com a floração e frutificação da cultura (DA SILVA et al., 2009). Apesar da importância do tema, são raros trabalhos de pesquisa recentes relacionados a períodos de interferência de plantas daninhas em dicotiledôneas perenes de interesse comercial.

Outro fator a se considerar nesta pesquisa é a condição do solo cultivado com o guaranazeiro, que apresentava baixos valores de pH e de matéria orgânica, elevado teor de alumínio trocável e deficiência nutricional (Tabela 1). Essa condição do solo associada às características de agressividade da comunidade infestante pode ter favorecido o estabelecimento das plantas daninhas, promovendo a queda de produtividade da cultura.

A matéria orgânica possibilita maior agregação e coesão entre as partículas do solo, o que aumenta a porosidade e a capacidade de retenção de água, beneficiando a infiltração (SANTOS e PEREIRA, 2013). No estudo das interrelações entre matéria orgânica, pH e disponibilidade de água em solo, os maiores teores de água estão associados a maiores teores de matéria orgânica (SANTOS et al., 2015).

Além disso, a capacidade que as plantas daninhas possuem para se desenvolver e extrair nutrientes em solos ácidos, condição comum dos solos tropicais, contribui para o sucesso dessas plantas na competição por esse fator, reduzindo assim sua disponibilidade para a cultura de interesse agrônomo (SOUZA FILHO et al., 2000).

Portanto, é possível que a interferência das plantas daninhas na produtividade do guaranazeiro seja resultante da combinação de dois principais fatores, um relacionado ao estágio fenológico da cultura, por meio das alterações fisiológicas e da elevação da demanda nutricional relacionadas à diferenciação dos tecidos reprodutivos, e o outro, à competição por água, já que o aumento dessa competição compromete de forma direta a absorção de

nutrientes da solução do solo e consequentemente o crescimento e desenvolvimento da planta de guaraná.

Com relação à prolina, não houve diferença significativa em seus teores nas folhas de guaranazeiro (Tabela 6) e não há na literatura nenhum estudo que tenha avaliado este aminoácido na cultura, seja sob condições de estresse biótico ou abiótico que permita a comparação dos resultados obtidos.

Tabela 6. Teor de prolina livre nas folhas, amido e açúcares solúveis totais (AST) nas sementes de guaranazeiro submetido a períodos de controle e convivência com plantas daninhas, nos anos agrícolas de 2014 e 2015. Maués, AM, 2015.

Períodos	Prolina	Amido	AST
	-- $\mu\text{mol g}^{-1}$ --	%	%
Mar-mai*	0,18a	23,26a	27,47a
Dez-fev*	0,18a	24,06a	21,06a
Jun-ago/dez-fev*	0,18a	24,30a	31,48a
Mar-mai/set-nov*	0,17a	21,25a	21,54a
Set-fev*	0,18a	21,00a	33,37a
Mar-ago*	0,18a	25,44a	21,97a
Controle em todo o ciclo	0,17a	23,96a	26,91a
Convivência em todo o ciclo	0,18a	23,53a	22,19a
CV (%)	1,31	11,03	17,54

*Convivência com as plantas daninhas. Valores seguidos de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

O estudo do teor de prolina para estresses bióticos é relativamente recente e na literatura, pesquisas relacionadas com o acúmulo deste soluto estão quase sempre relacionadas à submissão das espécies estudadas às condições de estresse hídrico ou salino.

Todavia, as condições que demonstram variações significativas no teor de prolina e, portanto, utilizam esse aminoácido como um indicador bioquímico e fisiológico desses

estresses, são condições críticas e, na maioria das vezes, condições experimentais que dificilmente serão encontradas em áreas agricultáveis, exceto em regiões em que a salinidade do solo e/ou a seca prolongada se estabeleçam de forma severa.

Entretanto, Gonçalves (2015), ao estudar o período crítico de plantas daninhas na laranja ‘Pêra’ no Estado do Amazonas, sugeriu que o teor de prolina pode ser considerado um indicador de período crítico de interferência de plantas infestantes em laranjeira. No entanto, a ausência de diferenças significativas no teor de prolina neste estudo pode estar relacionada às características próprias do guaranazeiro, que ainda é considerada uma espécie semi-domesticada, possuindo, portanto, elevada capacidade competitiva.

Em estudo do acúmulo de prolina em feijão-caupi sob condições de estresse salino, foi observado que apenas no cultivar mais sensível à salinidade houve acúmulo mais expressivo do aminoácido nas folhas (PRAXEDE et al., 2009), sendo este efeito já verificado em outros trabalhos com feijão-caupi, onde foi constatado que, dependendo da cultivar e do nível de estresse, podem não ocorrer diferenças significativas no teor de prolina (COSTA et al., 2003).

Nesse estudo, não foi possível determinar se a intensidade do estresse promovido pela competição por água entre as plantas daninhas e a cultura nos períodos de baixa precipitação se assemelhou as condições de estresse hídrico capazes de promover alterações significativas no acúmulo desse soluto. No entanto, é possível encontrar na literatura trabalhos em que não foi verificada diferença significativa no teor de prolina mesmo em condições de estresse hídrico e salino.

Em estudos sobre diferentes regimes hídricos na espécie *Jatropha curcas* (pinhão-mansão) foi observado que o déficit hídrico não influenciou no acúmulo de prolina nas folhas entre os tratamentos analisados (DE MOURA et al., 2016). Igualmente, Da Costa (2010), não encontrou diferença significativa no conteúdo de prolina das folhas de *Costus arabicus* L. sob

condições de déficit hídrico e Pereira et al. (2016) constataram que os efeitos do estresse hídrico na cana-de-açúcar não alteraram o teor de prolina em suas folhas.

Contudo, na maioria dos trabalhos, diversos autores observaram diferenças significativas no teor de prolina ao estudarem os efeitos do estresse hídrico e salino sob outras culturas agrícolas de interesse comercial (MARTINS, 2008; GRACIANO, 2009; DA PAIXÃO et al., 2014; MONTEIRO et al., 2014).

Para os teores de amido e de açúcares solúveis totais (AST) não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados (Tabela 6). O valor médio encontrado para o teor de amido foi de 23,35%, entretanto, na literatura há variações em relação aos percentuais de amido encontrados no guaraná, sendo descrito valores de 9 até 60% (SOUSA, 2006; PAGLIARUSSI et al., 2002; KURI, 2008; DALONSO, 2010). Essa grande variação entre os percentuais de amido já descritos pode estar relacionada à elevada variabilidade genética da espécie. O valor médio encontrado para o teor de açúcares solúveis totais (AST) foi de 27,74%, contudo, não há na literatura nenhum trabalho que tenha analisado este teor no guaranazeiro que permita alguma comparação.

Apesar de estudos relatarem que os teores de amido e açúcares solúveis totais (AST) podem ser importantes indicadores de respostas fisiológicas de culturas submetidas a estresses bióticos, a maior parte desses trabalhos se limita ao estudo de mono ou dicotiledôneas de ciclo curto ou intermediário, de interesse agrônomo, tais como milho, trigo, batata, grão-de-bico e mandioca. A respeito dessas informações, pesquisas acerca das respostas fisiológicas a estresses bióticos ou abióticos em espécies nativas tropicais perenes e que acumulam amido são escassas (DA COSTA, 2010).

Os resultados demonstram que apesar da competição ter interferido negativamente sobre a produtividade da cultura no período de maio a agosto, esta interferência não foi capaz

de promover maiores alterações nas características fisiológicas analisadas, levando a crer que este parâmetro esteja mais relacionado ao potencial genético da espécie do que com a competição com as plantas daninhas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (1990) e Albuquerque et al. (2008), ao estudarem a interferência das plantas daninhas sobre a cultura da mandioca. Estes autores observaram que a interferência, apesar de prejudicar a produtividade da cultura, não influenciou no teor de amido das raízes.

Todavia, esses resultados contrastam com os obtidos por Gabriel Filho et al. (2000), que observaram maiores teores de amido obtidos nos tratamentos em que a cultura permaneceu livre de interferências de plantas daninhas. Enquanto Santos (2009), estudando os compostos de reserva em *Costus arabicus* L., verificou que a concentração de amido foi mais elevada nas raízes e rizomas de plantas submetidas ao estresse biótico.

Com relação ao teor de açúcares solúveis totais (AST), Duan et al. (2013) constataram que a concentração desses açúcares em folhas de *E. globulus* aumentou em plantas submetidas à seca progressiva, em comparação às plantas bem irrigadas. Já, Geigenberger et al. (1997) afirmaram que sob condições de déficit hídrico pode haver o aumento dos níveis de açúcares e a inibição da síntese de amido. Entretanto, nas condições deste trabalho não houve relação entre os teores de açúcares solúveis totais (AST) e o teor de amido nos tratamentos avaliados, o que pode ser um indicativo de que este componente bioquímico esteja mais correlacionado a genética do guaranazeiro do que a fatores ambientais.

6. CONCLUSÃO

A interferência causada pelas plantas daninhas no guaranazeiro durante o período de junho a agosto reduziu em 50% sua produtividade.

Paspalum virgatum foi a planta daninha mais importante dentre as encontradas no plantio de guaranazeiro.

Os teores de prolina, amido e açúcares solúveis totais do guaranazeiro não foram afetados pela interferência das plantas daninhas.

7. REFERÊNCIAS

- ALBERTINO, S. M. F. et al. Composição Florística das Plantas Daninhas na Cultura de Guaraná (*Paullinia Cupana*), no Estado do Amazonas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 351-358, 2004.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. de et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, June 2008.
- ALVIM, P. De T. Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. **Science**, v. 132, n. 3423, p. 354-354, 1960.
- BATES, L. S. et al. Rapid determination of free proline for waterstress studies. **Plant and Soil**, v.39, p.205-207, 1973.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. Ed. New York: Plenum Press, p. 445, 1994.
- BIFFE, D. F. et al. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 471-478, 2010.
- BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.
- BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. **Madrid: H. Blume**, 1950.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.251-257, 2004.
- BRITIKOV, E. A. et al. Proline in the reproductive system of plants. **Pollen physiology and fertilization**, v. 16, 1964.
- BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de Reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 324, 2004.
- CANIATO, F. F. et al. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1893-1896, 2007.
- CARVALHO, J. E. B. et al. Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. **R. Bras. Mandioca**, v. 9, p. 29-40, 1990.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, p. 588, 2000.

CARVALHO, J. E. B. et al. Período de controle de plantas infestantes na citricultura da Bahia e Sergipe. **Comunicado Técnico** 87, 4 p, 2003.

CARVALHO, J. E. B. et al. Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia. **Comunicado Técnico**, 109. Embrapa: Cruz das Almas: 7.p, 2004.

CEPAGRO. Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201501.pdf. Acesso em: 08 jan. 2016.

CHIANG, H. H.; DANDEKAR, A. M. Regulation of proline accumulation in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh during development and in response to desiccation. **Plant, Cell & Environment**, v. 18, n. 11, p. 1280-1290, 1995.

CONSTANTIN, J. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 513-520, 2007.

CORRÊA, M. P. F. Palestra: A pesquisa com guaraná. In: Simpósio brasileiro do guaraná, 1., Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA-UEPAE. Manaus, p.43-67, 1984.

COSTA, P. H. A. et al. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 289-297. 2003.

CUNHA, J. L. X. L. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2015.

CURY, J. P. et al. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 287-296, 2012.

DA COSTA, V. P. **Influência do déficit hídrico no crescimento, acúmulo de carboidratos de reserva e na anatomia e ultra-estrutura do rizoma de *Costus arabicus* L. (Costaceae, Monocotyledoneae)**. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2010.

DA PAIXÃO, C. L. et al. Caracterização fisiológica e bioquímica de genótipos de girassol com tolerância diferenciada ao estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 2011-2022, 2014.

DA SILVA, M. A. A. et al. Levantamento da infestação de plantas daninhas, durante o verão, em lavoura de café arábica fertirrigada do alto Paranaíba-MG. In: **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, p.6, 2009.

DALONSO, N. **Polissacarídeos das sementes de guaraná (*Paullinia cupana* kunth): análises estruturais, reológicas e atividade antioxidante**. Dissertação (Ciências – Bioquímicas). Universidade Federal do Paraná. 110p. 2010.

DE MOURA, A. R. et al. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 345-354, 2016.

DUAN, H. et al. Carbon dynamics of eucalypt seedlings exposed to progressive drought in elevated (CO₂) and elevated temperature. **Tree Physiology**, Oxford, v. 1, n. 33, p.779-792, 2013.

EDWARDS, H. G. M. et al. FT-Raman spectroscopic studies of guarana and some extracts. **Analytica chimica acta**, v. 532, n. 2, p. 177-186, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção para guaraná**: Estado do Amazonas; revisão. (Série Sistemas de Produção, Boletim n.1.). Manaus, AM. 32p. 1983.

ESCOBAR, J. R. et al. Estruturas florais, floração e técnicas para polinização controlada do guaranazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA UEPAE de Manaus, p. 240-256, 1984.

EVANS, S. P. et al. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. **Weed Science**, v. 51, p. 408-417, 2003.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J. **Influência da densidade populacional de plantas de feijão-caupi no controle de plantas daninhas**. Disponível em: <http://www.conac2012.org/resumos/pdf/004c.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2016.

FREITAS, F. C. L. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. **Planta daninha**, v. 27, n. 03, p. 473-485, 2009.

FUKUMASU, H. **Sobre os efeitos quimiopreventivos e antitumorais do guaraná, Paullinia cupana Mart var. sorbilis, em modelos experimentais in vivo e in vitro**. Tese (Patologia Experimental Comparada, área de concentração em Patologia Experimental Comparada). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. 300p. 2008.

GABRIEL FILHO, A. et al. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GRACIANO, E. S. A. **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

GEIGENBERGER, P. et al. Regulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short-term water deficit. **Planta**, Berlin, v. 201, p. 502-518, 1997.

GONÇALVES, G. S. **Período crítico de interferência de plantas infestantes e seus efeitos sobre as características fisiológicas e nutricionais em laranjeira ‘pera’, no Amazonas**. Tese (Agronomia Tropical, área de concentração em Fitossanidade). Universidade Federal do Amazonas. 104 p. 2015.

GUZZO, C. D. et al. Impact of the timing and duration of weed control on the establishment of a rubber tree plantation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 495-504, 2014.

KNEZEVIC, S. Z.; DATTA, A. The Critical Period for Weed Control: Revisiting Data Analysis. **Weed Science**, Publicação Especial, 188–202, 2015.

KOZLOWSKI, L. A. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KROLIKOWSKI, V. **Comportamento morfo-fisiológico de *Commelina benghalensis* em resposta a herbicidas aplicados em pós-emergência**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2015.

KRUG, C. et al. Scientific note on new insights in the pollination of gaurana (*Paulinia cupana* var. *sorbilis*). **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 164-166, 2015.

LIMA, A. de A. et al. Manejo de plantas infestantes na cultura do maracujá amarelo. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Circular Técnico**, 70, 4 p, 2004.

MANIVANNAN, P. et al. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 59, n. 2, p. 141-149, 2007.

MARIJUAN, M. P.; BOSCH, S. M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, v.18, p.660-666, 2013.

MARTINS, M. O. **Aspectos fisiológicos de nim indiano sob déficit hídrico em condições de casa de vegetação**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

MATTIOLI, R. et al. Modulation of intracellular proline levels affects flowering time and inflorescence architecture in *Arabidopsis*. **Plant Molecular Biology**, v. 66, n. 3, p. 277-288, 2008.

MATTIOLI, R. et al. Proline accumulation in plants: not only stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 4, n. 11, p. 1016-1018, 2009.

MELO, H. C. et al. Alterações anômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, São Paulo, v.34, p.145-153, 2007.

MILÉO, L. de J. **Período crítico de interferência de plantas daninhas sobre características agronômicas e fisiológicas de duas variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Tese (Agronomia Tropical, área de concentração em Fitossanidade). Universidade Federal do Amazonas. 104p. 2014.

MONTEIRO, J. G. et al. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 18-25, 2014.

MORAIS, R. R. et al. Influência de eventos climatológicos extremos sobre a produtividade do guaranazeiro no amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental. **Comunicado Técnico**, 64, Manaus, AM, 5 p, 2008.

MORAIS, R. R. et al. Escala fenológica da fase reprodutiva de *Paulinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke, Cultivar BRS Maués. Embrapa Amazônia Ocidental, **Comunicado Técnico**, Manaus, AM, 4 p, 2016.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, p.547, 1974.

NASCIMENTO FILHO, F. J. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (mart.) ducke)**. Tese (Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa. 199p. 2003.

NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1138-1144, set. 2009.

NAZARÉ, R. F. R. de; FIGUEIRÊDO, F. J. C. **Contribuição ao estudo do guaraná**. 41p. EMBRAPA-CPATU, Belém, 1982.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.1, p.43-50, 2007.

PAGLIARUSSI, R. S. et al. A quantitative method for the analysis of xanthine alkaloids in *Paullinia cupana* (guarana) by capillary column gas chromatography. **Journal of Separation Science**, v. 25, p. 371-374, 2002.

PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1996.

PENCKOWSKI, L.H.; ROCHA, D.C. Guia ilustrado de identificação e controle de 451 espécies de trapoerabas. **Castro: Fundação ABC**, 50p, 2006.

PEREIRA, C. C. M. de S. et al. Estresse hídrico e seus efeitos no desenvolvimento inicial e atividade bioquímica em cana-de-açúcar com a dupla inoculação de *Meloidogyne incognita* e fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 10, n. 4, 2016.

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

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuária**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PROSAIMAUÉS. Programa de Saneamento Integral da Cidade de Maués. **Relatório de Gestão Ambiental e Social**. Disponível em: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36981533>. Acesso em: 22 jan. 2016.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. da; Plantas daninhas e seu controle. In: CUNHA, G. A. P. da et al. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, p.253-268, 1999.

SALVADOR, F. L. Manejo e interferência das plantas daninhas em soja: uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 58-75. 2006.

SANTOS, V. R. **Crescimento, propagação, floração e compostos de reserva em *Costus arabicus* L.** 2009. 92 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã-MA. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, V. 20, n. especial, 2013.

SANTOS, J. J. das N. et al. Interrelações entre matéria orgânica, pH, teor de água em solo de cobertura de aterro experimental. In: **Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC**. Fortaleza, CE, Brasil, 2015.

SCHULTZ, Q.; VALOIS, A. C. C. **Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro**. Manaus: IPEAAOc, Boletim Técnico, 04, p. 35-58, 1974.

SILVA, J. F. da, et al. Comportamento ecofisiológico de clones de guarana em dois agrossistemas na Amazonia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3, **Anais...** p.107-109, 2000.

SMIRNOFF, N.; CUMBES, Q. J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. **Phytochemistry**, v. 28, p. 1057-1060, 1989.

SOUSA, N. R. et al. Variação do teor de cafeína e associação com conteúdos químicos nas sementes de guaranazeiro. In: SEMINÁRIO SOBRE PESQUISAS COM O GUARANAZEIRO NA AMAZÔNIA, 1., 2005, Manaus. **Anais...** Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, p. 103-106, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Capacidade de absorção de nutrientes do capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e da planta daninha malva (*Urena lobata*) em função do pH. **Planta daninha**, v. 18, n. 3, p. 443-450, 2000.

SOUZA, L. S. A. et al. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 249-255, 2003.

SOUZA, R. P. et al. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 586-592, 2011.

SPADOTTO, C. A. et al. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura da soja: uso do modelo "broken-stick". **Planta daninha**, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

TAVARES, A. M. et al. Sistemas de Produção. **Cultura do Guaranazeiro no a Amazonas**. 4 Ed. Nov. 2005.

TFOUNI, S. A. et al. Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, vol.20, n.1, p.63-68, 2007.

VALARINI, V. et al. Macronutrients in leaves and fruits of dwarf arabica coffee cultivars. **Bragantia**, v. 64, n. 4, p. 661-672, 2005.

VAN RENSBURG, L. et al. Proline accumulation as drought tolerance selection criterion: Its relationship to membrane integrity and 51 chloroplast ultrastructure in *Nicotiana tabacum*. **Journal of Plant Physiology**, v. 141, p. 188-194, 1993.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v.35, p.753-759, 2008.

ZHANG, H. Q. et al. Protein synthesis in germinating pollen of petunia role of proline. **Planta**, 154:199-203, 1982.

ZHANG, J. et al. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. **Journal of Experimental Botany**, n. 50, p. 291–302, 1999.