

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

**Daniel Brasil de Lima
Graduando em engenharia agrônoma**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE
INDUTOR DE RESISTÊNCIA PARA CONTROLE DE OÍDIO
NA CULTURA DO URUCUM.**

Dracena

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

**Daniel Brasil de Lima
Graduando em Engenharia agrônômica**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE
INDUTOR DE RESISTÊNCIA PARA CONTROLE DE OÍDIO
NA CULTURA DO URUCUM**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para graduação em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Ana Carolina Firmino

Dracena

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Efeito da aplicação de diferentes doses de indutor de resistência para controle de oídio na cultura do urucum"

Modalidade: Trabalho de pesquisa

Autor: **Daniel Brasil de Lima**

Orientador (a): **Profa. Dra. Ana Carolina Firmino**


Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 20/06/2023


Profa. Dra. Ana Carolina
Firmino


Prof. Dr. Leandro Tropaldi


Me. Gabriel Leonardi
Antonio

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sandra e Emerson,
que me educaram, me criaram e que são a
base da minha vida, e que muito se dedica-
ram para eu chegar até o presente momento

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me abençoar a minha jornada

Ao Meu pai e mãe, com os quais vi, aprendi e vivi muitas lições e ensinamentos para a vida.

A UNESP, por me proporcionar toda a estrutura para o aprendizado dentro e fora das salas de aula.

A minha Professora Orientadora Ana Carolina Firmino, a qual tenho grande apreço e um grande obrigado pela paciência e todo apoio.

A minha família, que são a minha Força e estrutura, paz e energia, sem os quais nada disso seria possível e faria sentido.

E a cada uma das Pessoas envolvidas e/ou comprometidas com essa fase: Professores; alunos; colaboradores Técnicos, Administrativos,

Terceiros.

O Meu Muito Obrigado!

Enquanto vivermos nesse universo, o
universo vivera em nós.

Neil degrasse Tyson

RESUMO

O urucuzeiro é uma planta arbórea denominada de *Bixa orellana* L. Ela pertence à família botânica bixaceae é originária da América do sul e possui alta rusticidade, é perene de origem pré colombiana, sendo pertencente a flora Amazônica, podendo alcançar de 3 a 5 metros de altura. É uma cultura tradicionalmente cultivada para aumentar a renda familiar, tendo baixo custo de implantação e média a alta produtividade, sendo comercializado as cápsulas para extração de corantes naturais para alimentos e cosméticos. Pela alta rusticidade, apresenta poucos ataques de patógenos, e o nível de doença a campo nas regiões de cultivo é baixa, entretanto, quando não feito o controle de certas doenças fúngicas como o oídio, pode apresentar perdas significativas, visto a dificuldade para se achar defensivos registrados para o controle dessa doença para a cultura. O objetivo do presente trabalho, é avaliar os efeitos da aplicação de 3 doses em 3 tratamentos do indutor de resistência (Bion), a base de Acibenzolar-S-metil, para controle de oídio na cultura do urucum, verificando os efeitos a campo, para aferição e comprovação do controle da doença. A área experimental localiza-se na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas Campus de Dracena. O delineamento utilizado para experimentação foi DIC (delineamento inteiramente casualizado), cuja as aplicações foram feitas em 3 tratamentos sendo (T1-Testemunha; T2; T3) com 3 doses (0 mg; 30mg; 45mg) a cada 21 dias, totalizando 3 aplicações.

Palavras-chave: *Bixa orellana*. *Oidium bixae*. controle biológico. bioquímica.

ABSTRACT

Annatto is a tree plant called *Bixa orellana* L. It belongs to the bixaceae botanical family, is originally from South America and has high rusticity, is perennial of pre-Columbian origin, belonging to the Amazonian flora, and can reach 3 to 5 meters in height. It is a crop traditionally cultivated to increase family income, with a low cost of implementation and medium to high productivity, and capsules are sold for the extraction of natural dyes for food and cosmetics. Due to its high rusticity, it presents few pathogen attacks, and the level of disease in the field in the growing regions is low, however, when control of certain fungal diseases such as powdery mildew is not done, it can present significant losses, given the difficulty to if you find pesticides registered to control this disease for the crop. The objective of the present work is to evaluate the effects of the application of 3 doses in 3 treatments of the resistance inducer (Bion), based on Acibenzolar-S-methyl, to control powdery mildew in annatto culture, verifying the effects to field, to measure and prove control of the disease. The experimental area is located at the Faculty of Agricultural and Technological Sciences Campus of Dra-cena. The design used for experimentation was DIC (completely randomized design), whose applications were made in 3 treatments (T1-Control; T2; T3) with 3 doses (0 mg; 30mg; 45mg) every 21 days, totaling 3 applications.

Keywords: *Bixa orellana*. *Oidium bixae*. biological control. biochemical

SUMÁRIO

1 Introdução.....	10
2 Objetivo.....	12
2.1 Objetivo geral	12
3 Revisão de Literatura.....	13
3.1 Urucum.....	13
3.2 Característica do gênero <i>Oidium bixae</i>	15
3.3 Indução de resistência.....	17
4 Material e Métodos.....	19
4.1 Material para Desenvolvimento do Trabalho.....	19
4.2 Tratamento das Plantas de Urucum com Acibenzolar-S-Metil.....	19
4.3 Avaliações do Experimento.....	20
5 Resultados e Discussão.....	21
6 Conclusão.....	24
Referências.....	24

1 INTRODUÇÃO

O urucum é uma planta originária das Américas, é utilizado pelos nativos para finalidade de produtos ornamentais e como tinta para tingimento de roupas e artefatos e pinturas corporais como mencionado em (Fabri, 2015). Nos dias atuais, esta planta é cultivada com intuito de ser utilizada em indústrias de cosméticos para a produção de corantes naturais, tendo boa taxa de rentabilidade nos valores de comercialização (Rocha et al., 1991).

Grande parte da produção de urucum se concentra no estado de São Paulo, segundo pesquisas realizadas pela APTA (2009), o oeste paulista tem alto potencial de produção, sendo a cidade de Dracena um importante polo produtivo de urucum, em função da logística favorável para comercialização e do número de cidades produtoras, adaptação climática da espécie, qualidade do material e também pela presença de uma empresa beneficiadora e distribuidora de urucum do Brasil e Vale Urucum (KONRAD, 2015).

Apesar de ser uma espécie nativa e possuir morfologia que traz características de rusticidade, a cultura também é afetada por fatores bióticos e abióticos que interferem em sua produção, um desses fatores é o ataque de patógenos (ALMEIDA et al., 1985). Levando em consideração, podemos destacar dentre os agentes patogênicos listados da cultura, o ataque do fungo Oídio (*Oidium_bixae*), causador de grandes prejuízos indiretos a estruturas da planta e que incide diretamente na produção final segundo (Kobayashi et al., 1993).

A caracterização dos sintomas da doença é dada pela coloração clara e aspecto pulverulento, em condições ambientais favoráveis, ao se desenvolver, o fungo recobre a folha infectada com seus micélios, que possuem a função de sucção de extratos celulares e por consequência ocorre o impedimento da planta em realizar fotossíntese de forma efetiva, acarretando em crescimento de ramos produtivos irregular, menor desenvolvimento de folhas e frutos e conseqüentemente menor produção de grãos e teores de bixina (RUSSOMANNO et al., 2012).

O controle fitossanitário da doença comumente é realizado através da utilização de fungicidas, porém, atualmente não existe no Ministério da Agricultura nem mesmo em sites de informação de moléculas registradas como o Agrofite (2023) de produtos registrados para a cultura, nem mesmo variedades com características genéticas

resistentes. Tendo esse empecilho de situações semelhantes, vem surgindo estudos na comunidade acadêmica com a utilização de produtos indutores de resistência como o Acibenzolar-S-Metil para controle de doenças em diferentes tipos de culturas (KUHN, 2007).

A indução de resistência através da utilização de agentes com características abióticas (Acibenzolar-S-Metil), tem por objetivo, ao ser aplicado, de estimular fisiologicamente a planta através de reações bioquímicas, mecanismos de defesas latente da planta, simulando quando a planta está sobre condições de ataque de agentes patogênicos, onde o seu sistema de defesa entra em estado de alerta e utiliza de diferentes métodos físicos e bioquímicos para inibir a ação do indivíduo que é a causa do estresse (ARAUJO et al., 2005).

O objetivo do presente trabalho, é avaliar os efeitos da aplicação de 3 doses em 3 tratamentos do indutor de resistência Acibenzolar-S-metil (Bion), para controle de Oídio na cultura do urucum, visando os efeitos a campo para controle do patógeno.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de Acibenzolar-S-Metil, no controle de oídio na cultura do urucum, visando os efeitos a campo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Urucum

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma planta arbustiva nativa da América tropical que possui diversas características, é umas das primeiras culturas utilizada pelos povos indígenas como corante para a pele (CAMPOS; LEAO, 2018). As propriedades corantes do carmim, abriu interesse em pesquisas, e diversas indústrias como alimentícia, cosmética e farmacêutica buscando a extração para produzir corantes naturais com boa aceitação e baixo risco de intoxicação na utilização (FABRI, 2015).

A planta do urucum, é uma espécie que possui altura entre 3-5 m, sua copa é densa e possui aspecto arredondado, o tronco pode haver variações sem incidir nos valores de produção final tendo em média de 20cm. As folhas do urucum morfologicamente se caracterizam por serem simples, com presença de pecíolos, com presença de membranas, sem presença de pilosidade possuindo um comprimento entre 8-11 cm. As flores possuem característica de coloração rosada e com florescência terminal sempre nas pontas dos ramos onde se concentra maior taxa de reservas (APTA, 2009). Os frutos possuem um formato de cápsula arredondado com nome de capsulas ou comercialmente como são chamados cachopas, podendo ser de coloração vermelha ou amarelada, ficando marrom depois de seco e apresentando espinhos flexíveis em seu entorno sem perigo de causar danos, possibilitando o processamento para dieta bovina, ovina e caprina. O fruto possui sementes em seu interior, contendo substância denominada bixina, que possui propriedade corante em alta qualidade e em teores ótimos para tingimento, de acordo com estudos realizados pela UNESP (2018).

Atualmente o Brasil lidera o ranking de maior produtor, é responsável por aproximadamente 57% da produção de grãos mundial, tem sua produção distribuída por grandes polos, como os estados de São Paulo (destaque de produção) com 28%, seguido de Rondônia (16%), Bahia (13%), Pará (12%), Minas Gerais (11%) e Paraná (9%) segundo estudo realizado pela (UNESP, 2018).

Segundo APTA (2009), a produção do estado é dividida em, 40% para a produção de carmim (corante), 50% para a produção de pigmentos coloridos e 10% para outras aplicações. O consumo mundial desse corante chega a 70%, sendo que os principais países importadores são Estados Unidos, Japão e países do continente europeu.

O Brasil consome 90% da produção de corantes provindos da extração da bixina, visto que possui alta demanda segundo estudo realizado pela (UFPB, 2016).

O Estado de São Paulo é considerado o maior produtor de sementes de urucum, cerca de 3 mil toneladas ($1250 \text{ Kg}^{-1}\text{ha}$). Entretanto, a produção estadual se concentra na Microrregião de Dracena, um polo de produção de urucum, cercados pelas cidades de Monte Castelo, São João do Pau D'Alho e Tupi Paulista (FABRI, 2015). A cidade de Monte Castelo tem se destacado na produção com 600 toneladas, possui elevado número de produtores e também presença de empresa beneficiadora, a Urucum do Brasil, que faz todos os procedimentos necessários para elaboração do produto final (KONRAD, 2015).

As outras cidades da região também apresentam alto potencial produtivo: São João do Pau d'Alho (450 toneladas), Junqueirópolis (280 toneladas), Paulicéia (180 toneladas) e Ouro Verde (120 toneladas) (IBGE, 2016). No estado paulista, a Microrregião de Dracena representa cerca de 80% da produção estadual e 20% da produção nacional (UNESP, 2018). Dracena possui a maior região produtora de urucum do Brasil, em termos de área plantada e quantidade produzida. Sua representatividade é maior do que o segundo maior estado produtor (SANTOS, 2017).

Os grãos de urucum advindos da produção no estado de São Paulo, possui grande aceitação devido ao teor de bixina presente nas sementes, sendo entre 4 a 6%, o que é bem superior ao teor médio nacional que fica em torno de 2,5 %. Esse contraste ocorre devido ao processo de seleção de plantas, mesmo que seja mínimo, entre as diversas espécies existente no estado, o que de acordo com o Instituto Agrônômico de Campinas em seu Banco de Germoplasma contenha 63 acessos no ano de 2021.

(Castro, 2009), descreve que a cultivar ideal para o estado paulista e microrregião de dracena, deve apresentar características como: alto teor de corante, acima de 2,5% de bixina; boa produtividade de sementes por capsula- acima de 45; frutos com características indeiscentes; arbusto de porte baixo- para facilitar a colheita e tratos culturais; panículas com média de 25 cápsulas; sementes com maior aderência a casca quando secas.

De acordo com (FRANCO, 2017), os cultivares mais comercializados e com os melhores resultados para as regiões Sul e Sudeste do Brasil são o Piave, Peruana Paulista, Bico de Pato, Casca Vermelha e Casca Verde, sendo os três primeiros mais comercializados.

O cultivar Anão, possui característica de produção precoce. O cultivar Piave apresenta porte intermediário, com altura média de 2m. Suas flores apresentam coloração que varia do branco ao rosa-violáceo, com cinco sépalas. Apresenta qualidades morfofisiológicas aceitáveis e que favorecem o seu desenvolvimento. Sua copa é compacta e aberta, exigindo espaçamento menos adensado. Os frutos apresentam deiscência quando totalmente secos. Em geral, todas as cultivares apresentam boa produtividade. As sementes apresentam expressivos teores de bixina, e quando bem manejada pode chegar a teores acima de 6%, principalmente, nas regiões da Alta Paulista e Mirante do Paranapanema, São Paulo (O URUCUM, 2017).

As cultivares Piave, Peruana Paulista e Bico de Pato possuem características de serem de tolerante a muito suscetível ao oídio (OLIVEIRA, 2010). Porém com o aumento de sua importância devido ao crescente uso de suas propriedades corantes, esta planta vem sendo cultivada no sistema de monocultivo, o que favorece o ataque por fungos fitopatogênicos que causam sérias perdas à cultura. Dentre as principais doenças fúngicas, podemos citar: Oídio (*Oidium bixae*).

3.2 Característica do Gênero *Oidium bixae*

O Oídio, como é chamado, possui destaque sendo uma das principais doenças causada pelo gênero *Oidium bixae*. Os sintomas característicos do oídio têm manifestação ocorrendo desde manchas branco acinzentadas, recobertas por um bolor branco de aspecto pulverulento, ocorrendo principalmente nas folhas novas do baixeiro e posteriormente se espalhando por toda planta, em ambas as faces, embora, em casos de alta incidência da doença pode atacar as cachopas e inflorescências. Tornando a coloração da face adaxial da folha, na região correspondente ao ataque, verde-pálida (ALBUQUERQUE; DUARTE, 1988).

Em ataques intensos em folhas, ocorre o recobrimento parcial ou total de toda superfície foliar, retorcimento das folhas acarretando na redução da fotossíntese. Na inflorescência, a planta sofre com a queda das flores e abortamento de frutos, o que posteriormente acarreta na perda de vigor comprometendo o seu desenvolvimento. Nos ramos novos, a incidência intensa do oídio ocasiona em super brotações, levando a uma fenologia irregular como aumento da sua taxa respiratória e transpiração,

ocasionando em maior gasto energético e deslocando reservas da fase reprodutiva para fase vegetativa na reposição foliar em épocas não apropriadas, diminuindo a vida útil do uruncunzal (RUSSOMANNO et al., 2012). fisiologicamente e economicamente não é vantajoso, pois nesse processo pode ocorrer redução na produção. Conforme citado em estudos de identificação da doença, (Serrano et al., 2013), identificou no estado do Piauí e no litoral do Ceará que, o oídio tem ocasionado perdas severas na produção de cajueiros e na qualidade de seus frutos. (Martin et al., 1997) atribuiu em suas pesquisas perdas superiores a 50% na produção de castanhas-de-caju na Tanzânia causadas pelo fungo causador da doença.

O oídio pertence ao Reino fungi, possui sua fase imperfeita ou anamórfica (fase vegetativa), sendo a causadora da doença, pertence ao grupo incerto dos Fungos mitospóricos, do subgrupo dos hifomicetos. Sua fase perfeita ou teleomórfica (fase sexual) pertencente a subdivisão Ascomycota, família Erysiphaceae não sendo encontrado em campo devido as condições de ambiente (SANTOS et al.,2000). Este necessita da planta viva, sendo um exoparasita obrigatório da cultura, produz suas hifas vegetativas e posteriormente os (haustórios, estrutura utilizada para alimentação do conteúdo celular). As células epidérmicas são a base de alimentação desse fungo, é através do conteúdo presente que ocorre a assimilação de nutrientes para seu desenvolvimento, não é interessante a morte da folha nem do hospedeiro imediatamente, infectando na fase inicial com agente biotrófico e posterior matando a planta por inanição (EMBRAPA, 2009)

O *Oidium bixae*, possui pleno desenvolvimento em épocas com temperaturas moderadas entre 26 a 28°C, e com alta umidade relativa do ar, clima característico de regiões tropicais (RUSSOMANNO, KRUPPA, FABRI, 2012). O oídio, é um fungo que possui versatilidade quanto ao local para seu desenvolvimento, tendo relatos científicos em condições de alta e baixas temperatura, como também em condições de climas úmidos ou secos (AGRIOS, 2005). De acordo com Bedendo (2011), seu desenvolvimento é favorecido por ambientes secos e quentes, tendo a capacidade de afetar diferentes espécies como gramíneas, ornamentais, olerícolas, frutíferas e espécies florestais, caracterizando-se com uma doença polífaga.

As espécies de *Oidium* possuem ampla adaptabilidade e rusticidade podendo ser encontrados em diversas regiões do mundo e também em diferentes tipos de cultura (BEDENDO, 2011). As espécies estudadas, possuem a característica de serem fungos

bastantes específicos, tendo preferencialmente uma ou poucas espécies dentro de um gênero ou família botânica para extração do seu alimento (STADNIK; MAZZAFERA, 2001). O *Oidium bixae* destaca-se na cultura do urucuzeiro nas regiões do centro-oeste e nordeste do Brasil, sendo os locais onde as condições ambientais são favoráveis ao seu desenvolvimento. As condições climáticas, chuvas intensas podem ser um forte aliado para inibir o desenvolvimento do fungo sobre a cultura, interferindo no crescimento de esporos, pois, com as gotas da chuva pode ocorrer remoção dos micélios presentes sobre a superfície foliar adaxial (RUSSOMANNO et al., 2012).

A época do ano que tem a maior precipitação na região do oeste paulista sendo seu clima segundo classificação de Köppen caracterizado como subtropical úmido do tipo Cwa, caracterizando o inverno como seco e ameno com baixa precipitação pluvial, e o verão quente e chuvoso, que em condições normais ocorre nos meses de outubro a março (INMET, 2020), não condiz com o período mais crítico da cultura ao patógeno, período reprodutivo. O período de reprodução da cultura ocorre entre os meses de abril e maio, com o início do florescimento surgindo do final de julho ao final de agosto com o termino da colheita.

3.3 Indução de Resistência

O controle desta doença é comumente realizado com produtos que possuem ação fungicida em diversas culturas suscetíveis, porém, no caso do urucum, não há produtos registrados com essa finalidade segundo o site do Agrofit (2023). O uso de variedades resistentes é a melhor maneira de reduzir o percentual desta doença no campo, porém, não há estudos genéticos e materiais com estas características disponíveis no mercado nos dias de hoje, e os estudos referentes a essa cultura são poucos ou quase não existem, visto que é uma cultura voltado para pequenos produtores e não possui preços atrativos como outras culturas do mesmo segmento. Como alternativa, vem surgindo nos últimos anos vários trabalhos relacionados a indução de resistência para controle de diversas doenças e controle de plantas daninhas, estratégia que, consiste na utilização de agentes abióticos ou bióticos de baixo impacto ambiental que estimulem o sistema de resistência latente da planta, e lancem respostas químicas ou bioquímicas para controle eficiente da doença (Kuhn, 2007).

De acordo com (Barros et al., 2010), a planta possui seus próprios mecanismos de defesa podendo ser físico, como cutículas e parede celular, estruturas presentes na

morfofisiologia da planta, ou bioquímicos, estes mecanismos possuem a característica de permanecerem inativos ou latentes, sendo acionados ou ativados, após a planta ser exposta a agentes de indução (BONALDO et al., 2005). Ao perceberem os ataques, reconhecem o agente e ocorre o processo transcrição de mensagem de respostas celulares que irá inibir o processo de infecção e/ou colonização. Ocorrendo a partir de um reconhecimento do ataque, com posterior tradução do sinal externo, ativação de mensageiros secundários e expressão de genes específicos de defesa (LEITE et al., 1997).

A indução da resistência, ocorre através da infecção localizada, ocorrendo através de um patógeno que produz compostos bioquímicos tanto para a área afetada, quanto para todo o sistema da planta como um todo, tendo esse processo chamado de Resistência Sistêmica Adquirida- RSA. Ocorre através de tratamentos com componentes ou produtos microbianos, ou ainda, através de componentes químicos que possuem a função de ativar os genes de defesa da planta, dando origem ao termo de Resistência Sistêmica Induzida (RSI) (BONALDO et al., 2005).

(Sticher et al., 1997), descreve as três características para ser considerado um indutor da RSI, um produto deve apresentar: (a) não mostrar atividade antimicrobiana direta, (b) proteger contra uma série de patógenos sem especificidade, (c) ativar mecanismos de defesa do hospedeiro que sejam semelhantes aos induzidos sistemicamente após ativação biológica da RSA e mesmo em tecidos distintos do atingido com o indutor.

Um composto abiótico amplamente utilizado como agente de indução de resistência em diversas culturas, é o Acibenzolar-S-Metil, de acordo com (Resende et al., 2000), o ASM é um análogo do AS (Ácido salicílico), age induzindo a ativação de genes que codificam proteínas PR e enzimas relacionadas com a produção de fitoalexinas e lignina. As proteínas ativadas pelos indutores, possuem, as hidrolases β -1,3- glucanase e quitinase, que tem a função de promover a desorganização da parede celular dos patógenos, as peroxidases, e a fenilalanina amônia liase (PAL), que atuam no processo de lignificação da parede celular, dificultando a ação de patógenos sobre o hospedeiro (OLIVEIRA et al., 2001). O potencial de ação de agentes abióticos como indutores de resistência vem demonstrando efetivo sucesso no controle de importantes doenças em diferentes culturas como o tomate e macieira, onde Anith et al. (2004), em seu trabalho exhibe a eficiência do ASM no controle de *Ralstonia solanacearum* em cultivares de tomate suscetível a esta doença. A indução de resistência possui pesquisas em muitas culturas distintas e com diferentes produtos bióticos e abióticos com a função de

trabalhar o sistema de defesa das plantas, entretanto, ainda falta informações para as culturas menos expressivas como o caso do urucuzeiro, com o avanço de novas pesquisas novos produtos podem ser analisados e aumentar o portfólio de moléculas registradas, elevando a eficiência do manejo fitossanitário da cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material para Desenvolvimento do Trabalho

O experimento foi conduzido, com uma duração aproximada de 160 dias entre 2022/2023, dentro da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena. A altitude média é de 421 m, que tem seu clima segundo Köppen-Geiger classificado como subtropical úmido do tipo Cwa, sendo caracterizado como quente e úmido no verão e frio e seco no inverno.

Os dados referentes as condições as condições de clima foram disponibilizadas pela estação climatológica da UNESP de Dracena, é possível visualizar as datas das aplicações na tabela abaixo.

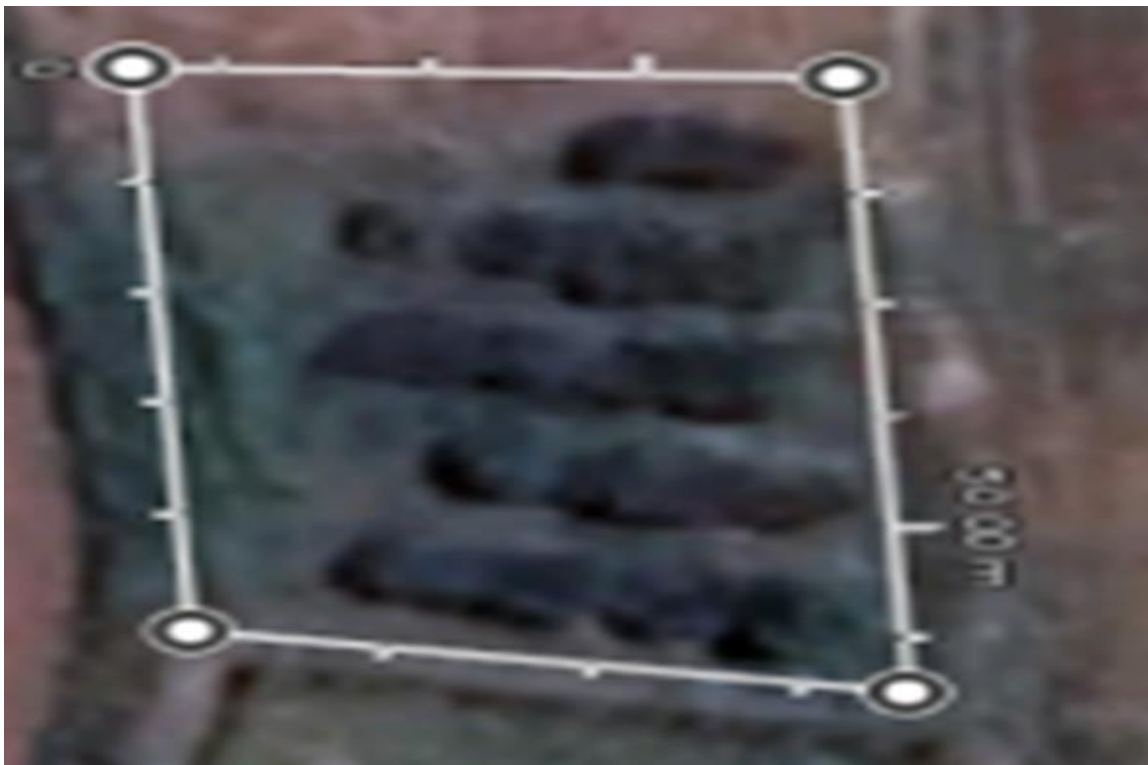
Tabela 1. Dados climatológicos referente as datas de aplicações.

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm kPa	RG MJ/m ² ,dia	ETo PN-M (mm/dia)	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento °	Chuva mm
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima				Máxima	média		
-													
23/07/2022	24,3	32,9	18,2	41,4	57,1	22,9	97,0	12,1	4,0	5,6	1,6	99,6	0,0
12/08/2022	19,2	27,1	11,9	58,7	89,3	27,2	97,0	12,3	3,8	8,4	2,1	84,4	0,0
02/09/2022	26,1	35,0	18,8	41,1	60,3	22,1	97,0	10,6	5,4	8,5	2,4	129,9	0,0

Fonte: Estação de agrometeorologia Unesp dracena

As plantas de urucum já estavam presentes na área. As plantas testadas se encontravam em período de floração e pertenciam a variedade anão. O produto Acibenzolar-S-Metil foram adquiridos no comercio da cidade de Dracena. O inóculo de oídio se encontrava em todas as plantas presente no experimento que totalizava 9 unidades experimentais.

Figura 1: Area com as plantas de urucum



Fonte: Google maps

4.2 Tratamento das Plantas de Urucum com Acibenzolar-S-Metil

Os tratamentos das mudas foram os seguintes:

- (A) plantas pulverizadas até o ponto de escoamento com uma suspensão do agente indutor de Resistência;
- (B) cada tratamento pulverizado com volume de 5 litros;
- (C) cada tratamento tem 3 plantas pulverizadas com as respectivas doses (0 mg/bomba; 0,30 mg/bomba; 0,45 mg/bomba), o volume da bomba tem capacidade para 5 litros.
- (D) O tratamento cuja dose corresponde a 0 mg/bomba é para efeito de testemunha.

Tabela 2. Doses utilizadas de Acibenzolar-S-metil em cada tratamento

TRATAMENTO	DOSES mg/L
T1	0
T2	0,30
T3	0,45

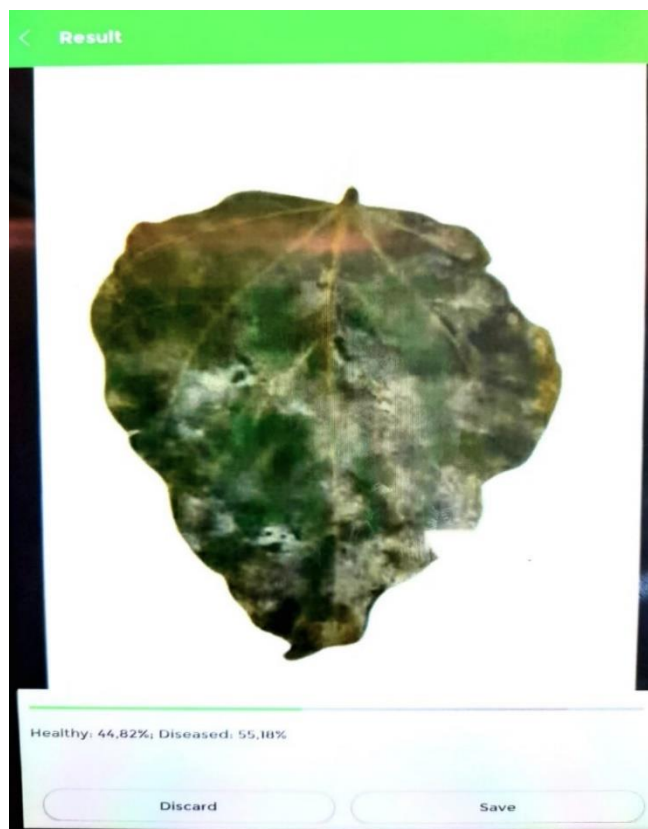
Fonte: Elaborado pelo autor

As aplicações dos produtos foram a cada 21 dias. O delineamento experimental foi casualizado sendo 3 plantas por tratamento, totalizando 9 plantas avaliadas, o tratamento número 1 foi utilizado como tratamento testemunha, visto que, as doses utilizadas segundo trabalho realizado por (Valentim 2020, p. 25), só teve efeito significativo a partir da segunda dose correspondente a 0,30 mg/L.

4.3 Avaliações do Experimento

O sistema de avaliação, foi desenvolvido usando o modelo da quantificação da severidade da doença, sendo realizada 30 dias posterior a última aplicação do indutor de resistência, utilizando a escala adaptada de severidade para oídio proposta por Paz Lima e colaboradores (2004), o modelo propõe uma escala numerada para indicar o grau da doença sendo: 0 = sem sintomas; 1 = infecção leve (presença do micélio do fungo nas folhas, sem esporulação); 2 = infecção média (esporulação sobre menos de 50 % da folha avaliada); 3 = infecção severa (esporulação sobre mais de 50 % da folha) e 4 = infecção muito severa (cobertura total da folha, deformação da folha, necrose, encarquilhamento), foi verificado a presença ou não de doença nas cachopas e inflorescências; coloração das folhas e aspecto visual da estrutura da planta para aferição do vigor; presença de aumento no número de cachopas e sementes. Para a quantificação da porcentagem de doença nas folhas foi utilizado o aplicativo de detecção Leaf Doctor, que tem por finalidade a identificação da coloração da doença diferenciando-a da coloração da folha; também foram coletadas todas as cachopas produzidas para contagem de sementes. Os resultados obtidos em relação a porcentagem de doença nas folhas, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste Skott-Knott a 5% de probabilidade não havendo diferença significativa entre as épocas de avaliações.

Figura 2. Aplicativo Leaf Doctor quantificando a porcentagem de doença na folha do urucum



Fonte: elaborado pelo autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as avaliações foi possível verificar sinais e sintomas do oídio nas folhas dos três tratamentos, entretanto, os níveis foram diminuindo significativamente conforme as aplicações, é possível verificar as porcentagens de doença nas folhas serem reduzidas a partir da segunda dose aplicada via pulverização. Os níveis de produção também aumentaram e foi possível verificar melhoria no aspecto morfológico da planta, com emissões de brotação e característica foliar saudável após a primeira aplicação. A seguir podemos observar que havia sintomas e desenvolvimento micelial em várias estruturas da planta sendo vegetativas e reprodutivas

Figura 3. Presença de micélio do fungo oídio sobre estruturas do urucum.




Figura 3: Plantas com presença de micélio sobre a superfície foliar, estruturas reprodutivas (flores), cachopas e sementes antes das aplicações do indutor de resistência Acibenzolar-Smetil. Fonte: Elaborado pelo autor.

Antes das aplicações, era possível verificar constantemente folhas com presença de micélio do fungo; em estado de encarquilhamento; quebradiças e com pouca resistência; apresentando coloração amarelo-amarronzado tendo as bordas foliares com aspecto seco. Os níveis de produção de sementes estavam bem abaixo da média, entre 15 a 20 sementes, após a terceira avaliação é possível verificar o efeito tônico do Acibenzolar-S-metil, sobre a produção, elevando a produção para 30 a 40 sementes por cachopa, valor recomendado segundo (FABRI 2012), visto que o produto foi utilizado como ação curativa, diferente do recomendado pela bula do produto que é ação preventiva, sendo que o desenvolvimento do patógeno é mais rápido que a resposta de defesa da planta ao ataque do patógeno.

Na figura 4, é possível verificar a composição do fungicida e as suas respectivas doses recomendadas.

Figura 4: bula bion



BION 500 WG
Bula Completa – 03.06.2022

Logotipo Syngenta **Logomarca do produto**

BION® 500 WG

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob nº 05801.

COMPOSIÇÃO:
S-methyl benzo[1,2,3] thiadiazole-7-carbothioic
(ACIBENZOLAR-S-METÍLICO) **500 g/kg (50% m/m)**
Outros Ingredientes: **500 g/kg (50% m/m)**


GRUPO	P1	FUNGICIDA
-------	----	-----------

PESO LÍQUIDO: VIDE RÓTULO
CLASSE: FUNGICIDA
GRUPO QUÍMICO: BENZOTIADIAZOL
TIPO DE FORMULAÇÃO: GRÂNULOS DISPERSÍVEIS EM ÁGUA (WG)

Fonte: Syngenta

Na figura 5, é possível verificar o modo de ação preventiva do produto, e como a empresa fabricante o caracteriza.

Figura 5: instruções de uso



BION 500 WG
Bula Completa – 03.06.2022

INSTRUÇÕES DE USO:
BION 500 WG é um ativador de plantas e não tem ação direta contra os patógenos. Aplicado na parte aérea das plantas, ele ativa os seus próprios mecanismos naturais de defesa e aumenta sua resistência às doenças. Devido ao seu modo de ação particular, o produto deve ser aplicado antes da entrada dos patógenos, de forma preventiva. O produto é rapidamente absorvido pelos tecidos foliares e se transloca sistemicamente, tanto para as folhas quanto para as raízes, ativando assim a planta de forma generalizada. Efetuar as aplicações do BION 500 WG mantendo o programa fitossanitário rotineiro das culturas. Devido às suas características, o produto é indicado para o Manejo Integrado de Doenças.

Fonte: Syngenta

Figura 6. Folhas coletadas após a última aplicação do ASM



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar os resultados expresso na tabela, podemos observar variações entre os resultados das aplicações entre os diferentes tratamentos, onde o ASM aplicado na forma de pulverização com as doses referente aos valores de 0,30 e 0,45mg/litro de água apresentou os menores valores médios, ou seja, maior porcentagem de redução nos níveis de doença na folha. Os resultados obtidos do experimento estão expressos no Figura 7.

Figura 7. Severidade de oídio (% de área foliar doente) em urucum em diferentes épocas de avaliação, após aplicação de diferentes doses de bion.

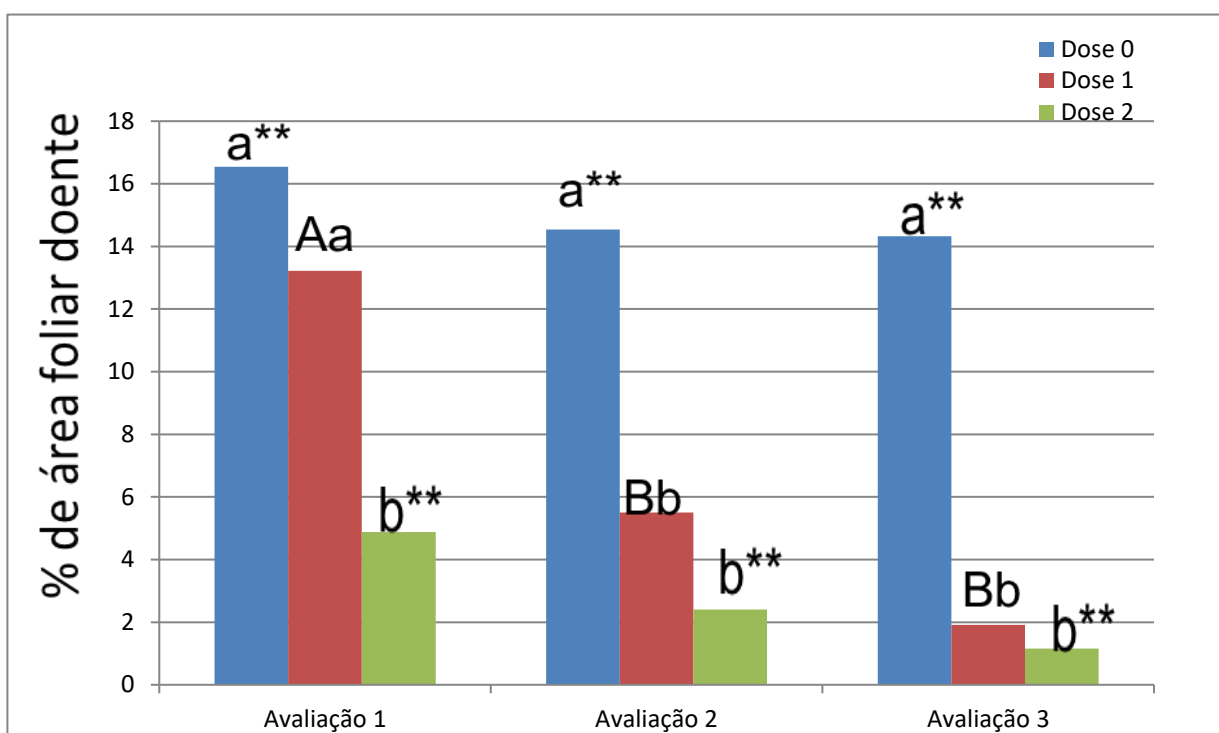


Figura 7. Severidade de oídio (% de área foliar doente) em urucum em diferentes épocas de avaliação, após aplicação de diferentes doses de Bion. Fonte: Elaborado pelo autor.

Dose 0: Sem bion-testemunha; Dose 2: 0,30 mg de bion/litro de água; Dose 3: 0,45 mg de bion/litro de água* As médias dos tratamentos seguidos pela mesma letra minúsculas não diferem entre si dentro de uma avaliação. As médias seguidas pela mesma letra maiúsculas não diferem entre si entre as avaliações de um mesmo tratamento. Teste Skott-Knott a 5% de probabilidade ($p\text{-valor} > 0,05 / CV = 60,47$). **: não havendo diferença não significativa entre as épocas de avaliações.

Após aplicado o Acibenzolar-S-metil tem rápida absorção e translocação pela planta, gerando um sinal generalizado que irá desencadear a expressão de genes e produção de proteínas de defesa através de todo o sistema fisiológico da planta (DEBONA et al.,2009). As proteínas estimuladas, as chamadas proteínas PRs- proteínas ribossomais, sendo a, β -1,3-glucanase e a quitinase, possuem atividade microbiana hidrolítica, onde ocorre a fragmentação de polímeros estruturais presentes nas paredes celulares dos patógenos, tendo a sua expressão ativada após a indução, na RSI, se associando aos sinais causados pelo (ASM), atuando como sinalizador com o intuito de manifestar essas proteínas ligadas à doença (GLAZEBROOK, 2005). De acordo com Lebeda et al. (2001), as Proteínas-PR possuem uma forma de aglomeração no apoplasto celular vegetal, esta localização possibilita a defesa contra o ataque de patógenos de forma rápida e eficiente, produzindo sinais moleculares com a alta capacidade de ativação de reações de defesa no interior da célula. O ASM age com mecanismos de resistência por meio da RSI (resposta de hipersensibilidade), tendo sua ação efetiva em genes responsáveis pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio no apoplasto, promovendo a síntese de lignina e morte celular das células vizinhas; além de atuar na síntese de compostos fenólicos (VLOT et al., 2009).

Entretanto, mais pesquisas com o mesmo fundamento são necessárias para que se possa ter resultados e diferentes interações de ambientes, para aferição da veracidade de controle efetivo da doença, podendo ser levado em consideração uma possível molécula registrada para benefício do manejo da cultura do urucum, visto que diversas culturas de importância agrônômica possuem a molécula do ASM registrada para controle de diversos patógenos causadores de importantes doenças, tendo alta eficiência no controle e reestabelecendo o vigor da planta após aplicado. Os valores para aquisição do produto são elevados visto a dose a ser utilizado e a frequência das pulverizações, o cooperativismo seria a melhor opção para que produtores tivessem acesso a ASM de forma acessível e com baixos custos, facilitando a difusão de informações a esta molécula e sua eficiência no controle de oídio na cultura do urucum.

Abaixo podemos observar as culturas registradas para o uso do fungicida.

Figura 8. Registro de culturas segundo Syngenta

MODO DE APLICAÇÃO:

BION 500 WG deve ser aplicado nas dosagens recomendadas, diluído em água, para as culturas registradas.

A boa cobertura dos alvos aplicados (todos os tecidos da parte aérea das plantas) é fundamental para o sucesso de controle das doenças, independente do equipamento utilizado (terrestre ou aéreo). Desta forma o tipo e calibração do equipamento, estágio de desenvolvimento da cultura, bem como as condições ambientais em que a aplicação é conduzida, devem balizar o volume de calda, pressão de trabalho e diâmetro de gotas, a ser utilizado.

Aplicação terrestre:

- Volume de aplicação:

Cultura	Volume de aplicação
Açaí	300 a 500 L/ha
Abóbora	500 a 1000 L/ha
Abobrinha	500 a 1000 L/ha
Algodão	200 – 300 L/ha
Batata	300 – 500 L/ha
Beterraba	300 a 500 L/ha
Cacau (mudas)	30-50 mL/planta, conforme desenvolvimento das mudas.
Cará	300 a 500 L/ha
Castanha-do-pará	300 a 500 L/ha
Cebola	500 L/ha
Cenoura	300 a 500 L/ha
Chuchu	500 a 1000 L/ha
Citros (mudas)	30-50 mL/planta, conforme desenvolvimento das mudas.
Crisântemo	800 L/ha
Dendê	300 a 500 L/ha
Duboisia	500 a 1000 L/ha
Eucalipto	20 mL/m ² ou 200 L/ha
Feijão	200 – 300 L/ha
Inhame	300 a 500 L/ha
Macadâmia	300 a 500 L/ha
Mandioca	300 a 500 L/ha
Mandioquinha-Salsa	300 a 500 L/ha
Maxixe	500 a 1000 L/ha
Melancia	500 L/ha
Melão	300 – 500 L/ha
Noz-pecã	300 a 500 L/ha
Pinhão	300 a 500 L/ha
Pupunha	300 a 500 L/ha
Tomate	500 – 1000 L/ha, conforme o desenvolvimento das plantas.
Trigo	150 L/ha

6 CONCLUSÃO

O Acibenzolar-S-Metil utilizado como agente de indução de resistência tem efeito significativo de tratamento e alto potencial para controle do *Oidium bixae* na microrregião de Dracena.

REFERÊNCIAS

AGROFIT- AGROTOXICOS FITOSSANITARIOS- **Indutores de resistência registrados para cultura do urucum**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>>. Acesso em: 23/05/2023.

ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. **Associação de Mycoleptodiscussp com manchas foliares de mudas de urucum**. Fitopatologia Brasileira 13:130, 1988 (Resumo).

ALMEIDA, R.T.; SARAIVA, J.A.B.; FREIRE, V.F. **Efeito da inoculação de fungos micorrízicos vesículas arbusculares no desenvolvimento de mudas de urucu, Bixa orellana L.** Ciências Agrônômicas, v.16, n.2, p.65-7,1985.

ANITH, K.N, MOMOL, M.T, KLOEPFER, J.W, MAROIS, J.J, OLSON, S.M, JONES, J.B **Efficacy of plant growth promoting rhizobacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato**. Plant Disease, v: 88, p.669- 673, 2004.

APTA-AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DO AGRONEGOCIO. **Alta Paulista concentra maior área de produção de urucum, principal fonte de corante natural, 2009**. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br/noticias/alta-paulista-concentra-maior-rea-de-produo-de-urucum-principal-fonte-de-corante-natural>>. Acesso em: 13/05/2023.

ARAUJO, F.F.; HENNING, A.A.; HUNGRIA, M. **Phytohormones and antibiotics produced by Bacillus subtilis and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development**. World Journal of Microbiology & Biotechnology, v.21, p.1639-164.

BARROS, Fernanda Carvalho et al. **Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos**. Bioscience Journal, v. 26, n. 2, p. 231-239, 2010.

BEDENDO, I. P. Oídios. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 2011. p. 473 – 477.

BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 11-28, 2005.

CAMPOS; LEAO. Utilização do urucum pelos indígenas Terena do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul: **divulgação de saberes tradicionais e científicos, 2018**. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/exatasonline/images/V9N1pag12-30.pdf>>. Acesso em: 13/05/2023.

DE CASTRO, C. B. et al. **A cultura do urucum**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A CULTURA DO URUCUM**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128282/1/PLANTAR-Urucum-ed02-2009.pdf>>. Acesso em: 22/05/2023.

O.M.R. Russomanno¹, P.C. Kruppa¹, E.G. Fabri. **DIVULGAÇÃO TÉCNICA DOENÇAS FÚNGICAS DO URUCUM**. 1 Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal 2012. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v74_1/russomanno1.pdf> Acesso em: 14 de mar. 2023.

FABRI, Eliane Gomes; TERAMOTO, Juliana RS. **Urucum: fonte de corantes naturais**. Horticultura brasileira, v. 33, n. 1, p. 140, 2015.

FRANCO, C. F. O. et al. Urucum: **sistemas de produção para o Brasil**. João Pessoa: EMEPA, 2008. 112 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades do estado de São Paulo**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 12 mar. 2023

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática**. 2020. Disponível: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inmet?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 16 de mar. 2023

KONRAD, Eliana Cristina Generoso; TARSITANO, Maria Aparecida Anselmo; COSTA, Sílvia Maria Almeida Lima. **ANÁLISE ECONÔMICA DA CULTURA DO URUCUM (Bixa orellana) EM ADAMANTINA, SP**. Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas, v. 24, n. 1, p. 93-102, 2015.

KUHN, O.J. **Indução de resistência em feijoeiro (Phaseolus vulgaris) por acibenzolar S-metil e Bacillus cereus: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

MARTIN, P. J.; TOPPER, C. P.; BASHIRU, R. A.; BOMA, F.; DeWAAL, D.; HARRIES, H. C.; KASUGA, L. J.; KATANILA, N.; KIKOKA, L. P.; LAMBOLL, R.; MADDISON, A. C.; MAJULE, A. E.; MASAWA, P. A.; MILLANZI, K. J.; NATHANIELS, N. Q.; SHOMARI, S. H.; SIJAONA, M. E.; STATHERS, T. **Cashew nut production in Tanzania: constraints and progress through integrated crop management**. *Crop Protection*, v. 16, p. 5-14, 1997.

NACHTIGAL, G.F. **Espécies de Trichoderma: fungos benéficos a serem favorecidos por práticas adequadas de manejo.** 2012. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2012_1/Trichoderma/Index.htm>. Acesso em: 28/6/2013.

O URUCUM. Genética do Urucum. 2017. Disponível em: <<https://www.ourucum.com.br/genética>>. Acesso em: 20 de mar. 2023.

OLIVEIRA, J. T. A. et al. **Atividades peroxidásica e β -1,3 glucanásica elicidadas por agentes bióticos causadores de doenças e pelo estresse hídrico em feijão de corda [Vigna unguiculata (L.) Walp.].** Anais: V Reunião Nacional de pesquisa de Caupi-V RENAC, Teresina, p. 19-23, 2001.

OLIVEIRA, A. CPT. **Cultivo de urucum - principais cultivares para fins comerciais.** 2010. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/cultivo-de-urucum-principais-cultivares-para-fins-comerciais>>. Acesso em: 16 de mai. 2023.

RESENDE, M. L. V. et al. **Perspectivas da indução de resistência em cacauzeiros contra Crinipellis perniciosa através do benzotiadiazole (BTH).** Fitopatologia Brasileira, v. 25, n. 2, p. 149-156, Brasília. 2000.

RUSSOMANNO, O.M. R; KRUPPA, P.C.; FABRI, E.G. 2012. **Doenças fúngicas do urucum.** Disponível < http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v74_1/kruppa1.pdf >. Acesso em 15 de mai. 2023.

SANTOS, A.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H. **Doenças do Urucum.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vitória da Conquista, v.4, n.1 e 2, p.97-102. 2000

SANTOS, Evandro Jardim dos. **Coordenação do sistema agroindustrial do urucum no estado de São Paulo.** 2017.

SERRANO, L. A. L. et al. **Influência do oídio nas castanhas de diferentes genótipos de cajueiro.** Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2013.

STADNIK, M.J.; MASSAFERA, P. **Interações oídio-hospedeiro.** In: Stadnik, M.J.; Rivera M.C. (Ed.). Oídios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. P. 79-118.

Sticher L, Mauch-Mani B and Métraux JP (1997) **Systemic acquired resistance.** Annu Rev Phytopathol 35: 235–270.

UFPB-UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA. **Qualidade de coloríficos de urucum produzidos e comercializados no Estado da Paraíba, 2016.** Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/1056?mode=full&locale=pt_BR> Acesso em: 12/04/2023.

UNESP-UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Histórico e ascensão do urucum na microrregião de Dracena- São Paulo, 2018.** Disponível em: <<http://www.file:///D:/Users/senhas/Downloads/paulosbsantos,+BioEng+v12+n1+p29>>

39%20(4).pdf> Acesso em: 23/05/2023.