



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO (IF GOIANO) CAMPUS URUTAÍ  
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**RODRIGO DE ALMEIDA ROCHA**

**RICE RESPONSES TO *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS) BY  
INFRARED-THERMAL IMAGING  
RESPOSTAS DE ARROZ A *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS) POR  
IMAGEAMENTO INFRAVERMELHO TERMAL**

URUTAÍ – GOIÁS

2023

**RODRIGO DE ALMEIDA ROCHA**

**RICE RESPONSES TO *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS) BY  
INFRARED-THERMAL IMAGING**  
RESPOSTAS DE ARROZ A *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS) POR  
IMAGEAMENTO INFRAVERMELHO TERMAL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Agrárias de Bacharelado em Agronomia  
do Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia Goiano

Orientador: Prof. Dr. Anderson Rodrigo  
da Silva

URUTAÍ – GOIÁS

2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

DR672r DE ALMEIDA ROCHA, RODRIGO DE ALMEIDA ROCHA  
RICE RESPONSES TO DIATRAEA SACCHARALIS  
(FABRICIUS) BY INFRARED-THERMAL IMAGING RESPOSTAS DE  
ARROZ A DIATRAEA SACCHARALIS (FABRICIUS) POR  
IMAGEAMENTO INFRAVERMELHO TERMAL / RODRIGO DE  
ALMEIDA ROCHA DE ALMEIDA ROCHA; orientador Anderson  
Rodrigo da Silva . -- Urutaí, 2023.  
22 p.

TCC (Graduação em BACHARELADO EM AGRONOMIA) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2023.

1. Diatraea saccharalis. 2. Oryza sativa. 3.  
thermal images. 4. proximal sensing. I. Rodrigo da  
Silva , Anderson , orient. II. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado)  Artigo científico  
 Dissertação (mestrado)  Capítulo de livro  
 Monografia (especialização)  Livro  
 TCC (graduação)  Trabalho apresentado em evento
- Produto técnico e educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome completo do autor:

Rodrigo de Almeida Rocha

Matrícula:

2017101200240342

Título do trabalho:

Rice responses to *Diatraea saccharalis* (Fabricius) by infrared-thermal imaging Respostas de arroz a *Diatraea saccharalis* (Fabricius) por imageamento infravermelho

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

\_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 06 /03 /2023

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

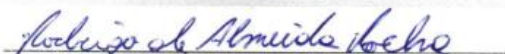
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaf - Goiás, Brasil

27 /02 /2023

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente

ANDERSON RODRIGO DA SILVA

Data: 13/03/2023 08:58:01 -0300

Verifique em <https://verificador.it.br>

RODRIGO DE ALMEIDA ROCHA

**RESPOSTAS DE ARROZ A *Diatraea Saccharalis* (Fabricius) POR IMAGEAMENTO  
INFRAVERMELHO TERMAL**

Monografia apresentada ao IF Goiano  
Campus Urutaí como parte das exigências  
do Curso de Graduação em Agronomia  
para obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia.

Aprovada em 09, setembro 2022



---

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva  
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



---

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



---

Prof. Dr. André Cirilo de Sousa Almeida  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

A Deus.

Aos meus pais, Ademar e Maria de Fátima.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao IF Goiano Campus Urutaí pela oportunidade de cursar Bacharelado em agronomia. Ao Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva, pela excelente orientação. Aos professores participantes da Banca examinadora Marco Antonio Moreira de Freitas e André Cirilo de Sousa Almeida Coronado pelo tempo pelas valiosas colaborações e sugestões. Aos professores entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas. Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

## RESUMO

A *Diatraea saccharalis* Fabricius é uma das principais pragas da cultura do arroz e a sua detecção antecipada, ou seja, antes de as plantas apresentarem danos, é fundamental para evitar a perdas de rendimento e definição de controle eficaz e racional. Este trabalho objetivou modelar as respostas infravermelho-termais de cultivares de arroz aos níveis simulados de danos causados por *D. saccharalis*, e modelar as respostas de variáveis agronômicas de duas cultivares aos níveis de infestação. Foram conduzidos dois experimentos em ambiente protegido, em 2019 e 2021, com as cultivares IR40 e BRS Irga 409, respectivamente. As sementes foram plantadas em bandejas plásticas com substrato comercial para hortaliças e, após vinte dias, três mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 5 L e infestadas com larvas de primeiro instar de *D. saccharalis*, variando de 0, 2, 4, 6 e 10 larvas/planta, com as plantas mantidas em gaiolas cobertas com tecido voil. Percebeu-se que a temperatura da superfície da folha está relacionada com o nível de infestação e pode ser utilizada para avaliação fitossanitária. A partir da temperatura foliar ou da diferença entre a temperatura ambiente, foi possível detectar que cultivar IR40 é suscetível, comparada a BRS Irga 409.

**Palavras-chave:** *Diatraea saccharalis*; *Oryza sativa*; thermal images; proximal sensing.



## ABSTRACT

*Diatraea saccharalis* Fabricius is one of the main pests of the rice crop and its early detection, that is, before the plants show damage, is essential to avoid yield losses and to define effective and rational control. This work aimed to model the infrared-thermal responses of rice cultivars to simulated levels of damage caused by *D. saccharalis*, and to model the responses of agronomic variables of two cultivars to infestation levels. Two experiments were conducted in a protected environment, in 2019 and 2021, with the IR40 and BRS Irga 409 cultivars, respectively. The seeds were planted in plastic trays with commercial substrate for vegetables and, after twenty days, three seedlings were transplanted into plastic pots with a capacity of 5 L and infested with first-instar larvae of *D. saccharalis*, ranging from 0, 2, 4, 6 and 10 larvae/plant, with the plants kept in cages covered with voile fabric. It was noticed that the temperature of the leaf surface is related to the level of infestation and can be used for phytosanitary evaluation. From the leaf temperature or the difference between the ambient temperature, it was possible to detect which cultivar IR40 is susceptible, compared to BRS Irga 409.

Keywords: *Diatraea saccharalis*; *Oryza sativa*; thermal images; proximal sensing.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>5. AGRADECIMENTOS E SUPORTE FINANCEIRO REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUÇÃO

*Diatraea saccharalis* Fabricius é uma praga agrícola que habita as Américas, atacando principalmente a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), o milho (*Zea mays L.*), o sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) e o arroz (*Oryza sativa L.*), causando danos expressivos durante o estágio larval, abrindo galerias em hastes e destruindo o sistema vascular (Correa et al., 2017). Os danos ocasionados pelas lagartas de *D. saccharalis* consistem na perfuração das plantas infestadas próximo à base do colmo, pois, elas penetram formando galerias e tornando possível observar uma massa composta de resíduos vegetais e fecais próximo ao orifício de entrada. A fase larval é completada dentro do colmo, sendo que a pupa permanece na base interna destes até a emergência dos adultos (Embrapa, 2017).

A porcentagem média de panículas com colmos brocados foi 62,8 %, superando as infestações médias anteriormente registradas para os municípios de Santo Antônio de Goiás e Santa Helena de Goiás, mas, inferiores às infestações médias ocorridas em 1997 e 1999, em Rondonópolis e Primavera do Leste, em Mato Grosso (Ferreira et al. 2000, 2001).

À medida que se desenvolve no interior das hastes, a detecção visual de infestação e a estimativa do nível de dano são bastante difíceis. No entanto, a detecção precoce é crucial para evitar a perda de rendimento, uma vez que um tratamento eficaz no tempo pode permitir que as plantas se recuperem. Além disso, para a agricultura de precisão, a utilização de sensores remoto/proximais e o processamento digital de imagens pode representar maior eficiência e redução de custos com monitoramento e amostragens *in situ*, além de permitir a aplicação racional de defensivos.

Há resultados positivos na literatura especializada quanto ao uso de termografia por infravermelho para avaliação de estresse hídrico em plantas (Bianchi et al., 2018; Klem et al., 2018; Craparo et al., 2017; García-Tejero et al., 2017; Deery et al., 2016). Similarmente, é possível obter informações referentes a condições sanitárias das plantas a partir da temperatura de suas folhas (Chen, Chiachung, 2015).

Boa parte da literatura atualmente é composta por trabalhos com ênfase em detecção de injúrias causadas por fitopatógenos (Hirano et al., 2010; Juliatti et al., 2013; Machado et al., 2015). Nesses trabalhos, foram adquiridas imagens para estimar a desfolha provocada pela ferrugem asiática, bem como a severidade de mofo-branco, tanto em soja, como em feijoeiro, respectivamente. Em outros trabalhos (Ramírez, Asdrúbal Jesús Farías et al., 2015; Biju, Sajitha et al., 2018) imagens térmicas foram utilizadas

para determinar o estresse hídrico em amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e para identificar lentilha (*Lens culinaris*, Medik) resistente a seca, respectivamente.

Nos últimos anos, um amplo espectro de aplicações tem sido encontrado para imagens de infravermelho termal em plantas, baseado em sua relação com transpiração e condutância estomática. Por exemplo, isso tem sido utilizado para avaliar as respostas de plantas às condições de disponibilidade de água no solo (Thapa et al., 2018), detecção precoce de doenças de plantas (Hatton et al., 2018; Zarco-Tejada et al., 2018; Ortiz-Bustos et al., 2017; Kim et al., 2016), estimativa da concentração de clorofila (Elarab et al., 2015), fenotipagem (Rischbeck et al., 2017; Gonzalez-Dugo et al., 2015) e detecção de pragas de grãos armazenados (Chelladurai et al., 2012). Estudos realizados por Mahlein (2016) avaliaram o uso de imagem termográfica para acompanhar o desenvolvimento de *Peronospora sparsa* em folha rosa após inoculação, concluindo que essas imagens possibilitam identificar a presença do patógeno por causa do aumento da temperatura das folhas infectadas, o que não é possível observar a olho nu.

Foi desenvolvido também um trabalho por Berdugo et al. (2014) em que utilizaram imagens termal e hiperespectral para detecção da doença causada pelos vírus do mosaico de pepino, o vírus mosaico verde e o fungo *Sphaerotheca fuliginea* em cultivo de pepino. Este estudo mostrou um aumento da temperatura nos locais infectados pelo patógeno, concluindo que essas imagens podem ser usadas como um indicador para detecção precoce de estresse fornecendo mais informações sobre a interação da cultura com o patógeno.

Outra utilização das câmeras termais é para identificação de estresse hídrico nas culturas. XU et al. (2016) estudaram a aplicabilidade de imagens termográficas para identificação de estresse hídrico na cultura do arroz na cidade de Jiangsu, China. Ballester et al. (2013) estudaram a utilização da termográfica para a detecção do estresse hídrico em árvores cítricas e de caqui em Valencia, Espanha. Além disso, Golomb et al. (2015) detectaram com sucesso nas palmeiras infestadas com a broca-da-palmeira (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) através de imagens térmicas aéreas.

Este estudo teve como objetivo modelar as respostas infravermelho-termiais de duas cultivares de arroz aos níveis diferentes de infestação por *D. saccharalis*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, sendo o primeiro em 2019 e o último em 2021, observando as cultivares IR 40 e BR-Irga 409 respectivamente, ambos no Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, Goiás, coordenadas geográficas: 17° 27 '49 "S e 48° 12'

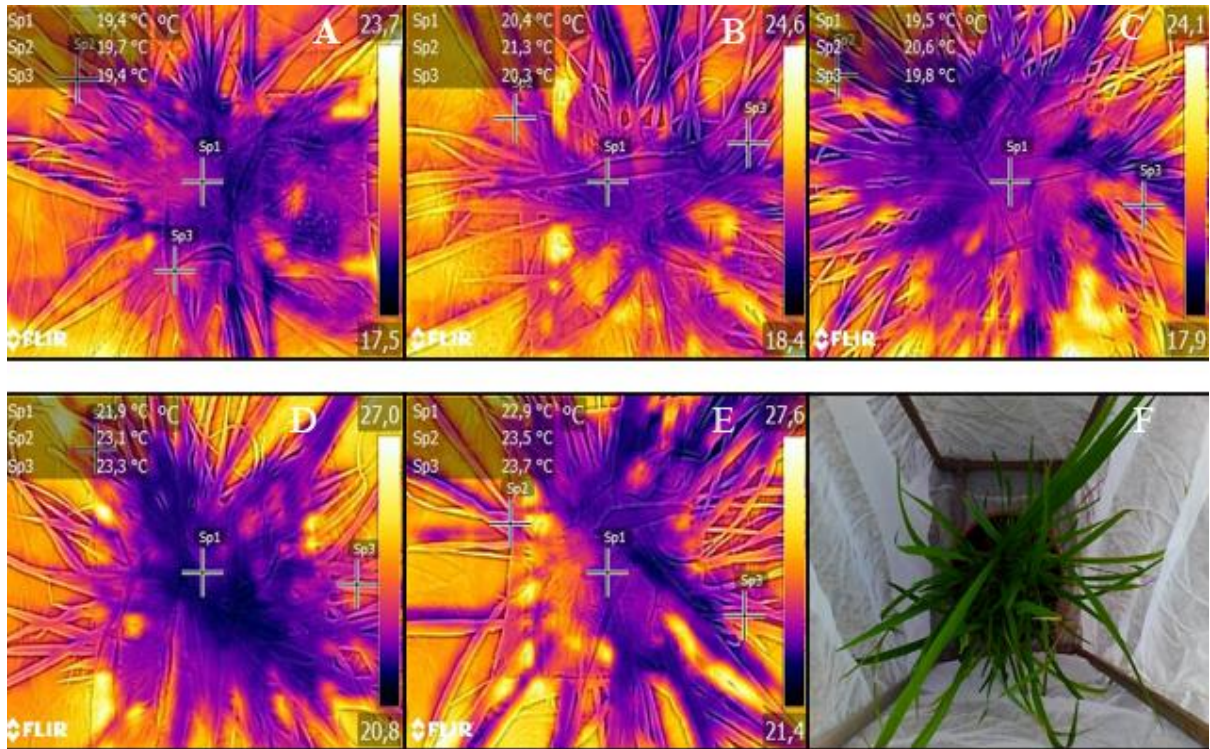
06" O, altitude média de 807m. As sementes foram plantadas em bandejas plásticas com substrato comercial, e com período de vinte dias após emergência, foram transplantadas três mudas para vasos plásticos com capacidade de 5 L, preenchidos com Latossolo Vermelho, com 42% de argila de uma área experimental com histórico conhecido, recebendo calagem na dose de 0,75 kg de calcário por m<sup>3</sup> de solo e adubação com 200 g do adubo formulado 08-30-10 (NPK) por m<sup>3</sup>, de acordo com a necessidade da cultura. Os vasos foram regados diariamente pelo sistema de irrigação da estufa, e permaneceram neste ambiente durante o período do projeto.

Os ovos de *D. saccharalis* foram obtidos do Laboratório Biocana, em Itumbiara, Goiás, Brasil. As massas dos ovos foram mantidas em copos plásticos (300 ml) em ambiente controlado ( $25 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 12:12 (L:D) e 70% U.R.) até a eclosão.

Cinquenta dias após a semeadura as plantas foram infestadas com larvas de primeiro instar de *D. saccharalis*, isto para ambas as cultivares em estudo. Para isto, se utilizou tubos Eppendorf, onde foram colocadas bainhas das plantas contendo 0, 2, 4, 6 e 10 larvas/planta. Cada nível de infestação (tratamento) foi replicado em três plantas. Durante todo o experimento as plantas foram protegidas por gaiola de tecido voil com dimensões de 0,5 × 0,5 × 1,0 m para evitar o escape da praga e o ataque de inimigos naturais.

A cada três dias após a infestação, imagens digitais das unidades experimentais foram capturadas usando a câmera FLIR® C2 IR (FLIR Systems, Wilsonville, OR), com campo de visão de 41° × 31°, resolução de imagem térmica de 60 × 80 pixels, faixa espectral de 7,5-14 μm, resolução radiométrica de 0,1 °C, precisão absoluta de 2 °C e ajuste de emissividade -  $\epsilon = (0.98)$ . As imagens foram tomadas em conjunto com um Termo – Higrômetro para a obter a temperatura atmosférica e a umidade relativa do ar, também foram adquiridas entre 10h e 14h, à altura padrão de 1,0m do solo (topo da gaiola). Ao final do experimento, as plantas foram retiradas dos vasos para avaliação do número de colmos danificados, diâmetro externo e interno do colmo, lagartas vivas e mortas e massa seca. A temperatura da superfície foliar foi obtida a partir de 3 pontos aleatórios da planta (Figura 1).

Figura 1. Imagens termais para os níveis de Larvas/Planta de 0 (A); 2 (B); 4 (C); 6 (D); 10(E) e exemplo de imagem no espectro do visível (F).



Com base na metodologia apresentada por Iseki, K. et al. (2021), a condutância estomática ( $G_s$ ) foi calculada a partir da equação 1:

$$G_s = \frac{R_s}{(e_s - e_a)} \frac{VPD}{C_p P}$$

Em que: “ $R_s$ ” é a radiação solar ( $W \cdot m^{-2}$ ); “ $VPD$ ” é o déficit de pressão (hPa); “ $e_s$ ” e “ $e_a$ ” são a pressão de vapor (hPa) na superfície da folha e no ar atmosférico, respectivamente, “ $C_{pp}$ ” é a capacidade volumétrica de calor do ar, e é comumente utilizado como um valor constante de  $1216 J \cdot m^{-3} \cdot ^\circ C$ . O valor de “ $e_s - e_a$ ” é obtido a partir da pressão de vapor saturado pela temperatura da folha ( $D_{ts}$ ; hPa), temperatura do ar ( $D_{ta}$ ; hPa), e umidade relativa (RH; %), utilizando a Equação 2. A pressão de vapor saturado na temperatura “ $T$ ” (DT; hPa) é calculado a partir da Equação 3. O VPD é calculado utilizando a Equação 4.

$$e_s - e_a = D_{T_s} - D_{T_a} \frac{RH}{100} \quad (2)$$

$$D_T = 6.108 \exp\left(\frac{17.3T}{237.3 + T}\right) \quad (3)$$

$$VPD = D_{Ta} \left( 1 - \frac{RH}{100} \right) \quad (4)$$

Após 30 dias da infestação, as plantas foram cortadas na base dos colmos e levadas ao laboratório para avaliação de número de colmos danificadas (NCD); porcentagem de colmos danificadas (PCD); diâmetro externo e interno da haste (DE/DI, mm) e massa seca (MS, g) na estufa ( $105 \pm 2$  °C por 24 horas).

Um modelo linear generalizado misto foi ajustado para os dados obtidos a partir da temperatura foliar em função do nível de infestação, ao longo do tempo (medidas repetidas), utilizando o teste F para detectar diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) entre cultivares. O critério de Akaike e o erro médio absoluto percentual (EMAP) foram utilizados para determinação do grau de ajuste dos modelos. As análises foram realizadas com o software R (R Core Team, 2021).

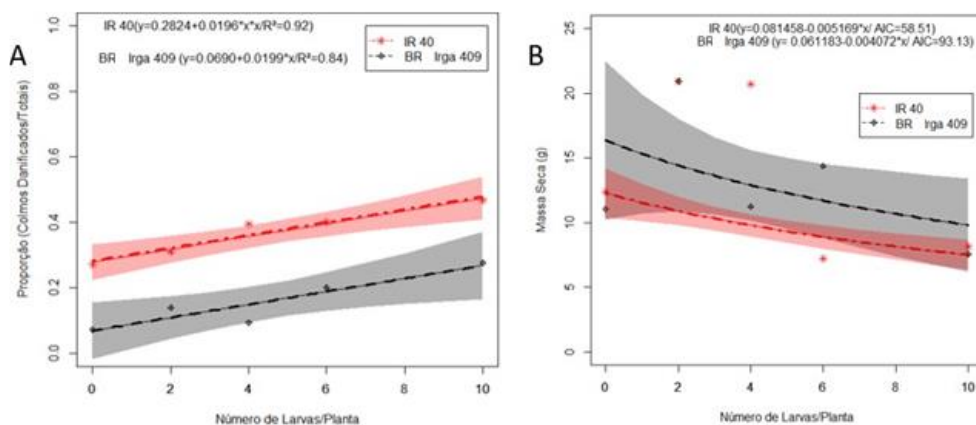
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para a variável diâmetro externo do colmo (mm) não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ), sendo que a média para a cultivar IR 40 foi 4,88 mm e de 4,89 para BR-Irga 409. Já a cultivar BR-Irga 409 tem menor proporção de colmos danificados, comparada a cultivar IR 40. Mas a resposta à infestação é similar em ambas (Figura 1A), de acordo com os modelos ajustados:  $y=0.2824+0.0196x$  ( $R^2=0.92$ ) para IR 40, e  $y=0.0690+0.0199x$  ( $R^2=0.84$ ) para BRS Irga 409.

Pelosi et al. (2017), analisando a resistência constitutiva em diferentes acessos de arroz à *D. saccharalis*, constataram maior proporção de colmos danificados de IR40 comparado ao BRS Irga 409. Segundo Hosseini et al. (2010), o diâmetro do colmo é considerado um dos caracteres quantitativos relacionados a suscetibilidade de cultivares de arroz à broca-do-colmo em experimentos sob condições naturais de infestação.

Modelos de regressão linear e não linear foram ajustados. As variáveis relacionadas a dano, como proporção de colmos danificados e massa seca foram afetadas pelo nível de infestação com efeito linear (Figura 2), sendo que a cultivar IR40 foi mais afetada, ou seja, os autores observaram que plantas com maior diâmetro de colmo, foram as mais atacadas, pois a presença de colmos mais espessos facilita o desenvolvimento e o movimento das lagartas.

Figure 2. Modelos de regressão de variáveis agrônômicas de arroz em função do nível de infestação por *D. saccharalis*. A região sombreada indica bandas de 95% de confiança.



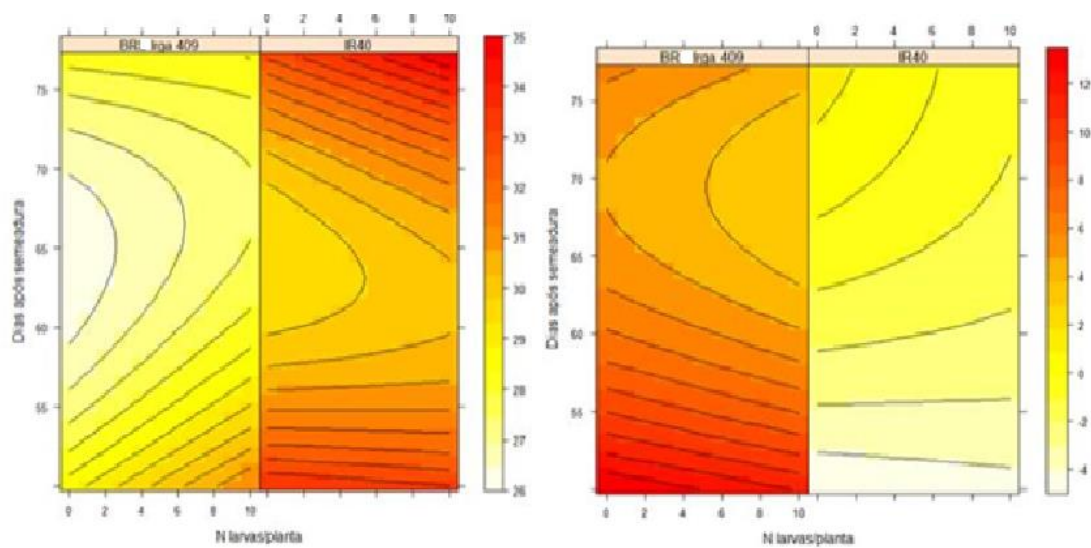
A massa seca foi afetada pelos níveis de infestação, sendo que a cultivar BRS Irga 409 apresentou resposta mais evidente. Os modelos foram ajustados da seguinte maneira:  $y = \exp(2.47905 + 0.01516x)$  para IR 40 e  $y = \exp(2.69551 + 0.03042x)$  para BR-Irga 409.

Houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) da temperatura foliar (TS) das cultivares, sendo esta variável afetada pelo nível de infestação (Figura 2). A cultivar BRS Irga 409 teve a temperatura da superfície da folha menor, comparada a IR 40 (Figura 2). Isso está relacionado com a proporção de colmos danificados, e diâmetro interno de colmos, que possui valores menores, se diferenciando em todos os níveis, sendo ressalva do nível 0, em ambas, bem como nos níveis 4 e 6 da variável diâmetro interno (mm). O aumento da temperatura foliar pode ser um forte indicativo de fatores bióticos, uma vez que esses eventos quando acontecem, fazem com que ocorra o fechamento dos estômatos, sendo, assim, uma tentativa da planta em evitar maiores perdas de água por transpiração (Cairo, 1995; Steppuhn, 2001).

Um dos indicadores mais importantes do estresse hídrico das culturas é a temperatura do dossel, mais conhecida como temperatura foliar (Jones, 2004; Gonzalez-Dugo; ZARCO-Tejada; Fereres, 2014; Mariano et al., 2016). A avaliação da temperatura do dossel é importante para o monitoramento do regime hídrico nas plantas, em virtude de sua alta demanda hídrica (Taiz; Zeiger, 2015; García-Tejero et al., 2017; Bianchi et al., 2018), (Figura 3).

Figura 3. Mapa de calor para Temperatura da superfície da folha ( $^{\circ}\text{C}$ ) em relação aos dias após a infestação por *Diatraea saccharalis* em dois cultivares. Mapa de calor para a diferença entre Temperatura do ar ( $\text{TA}^{\circ}$ ) e Temperatura da Superfície da folha ( $^{\circ}\text{C}$ ) em relação aos dias após a infestação por *Diatraea saccharalis* e em dois cultivares.

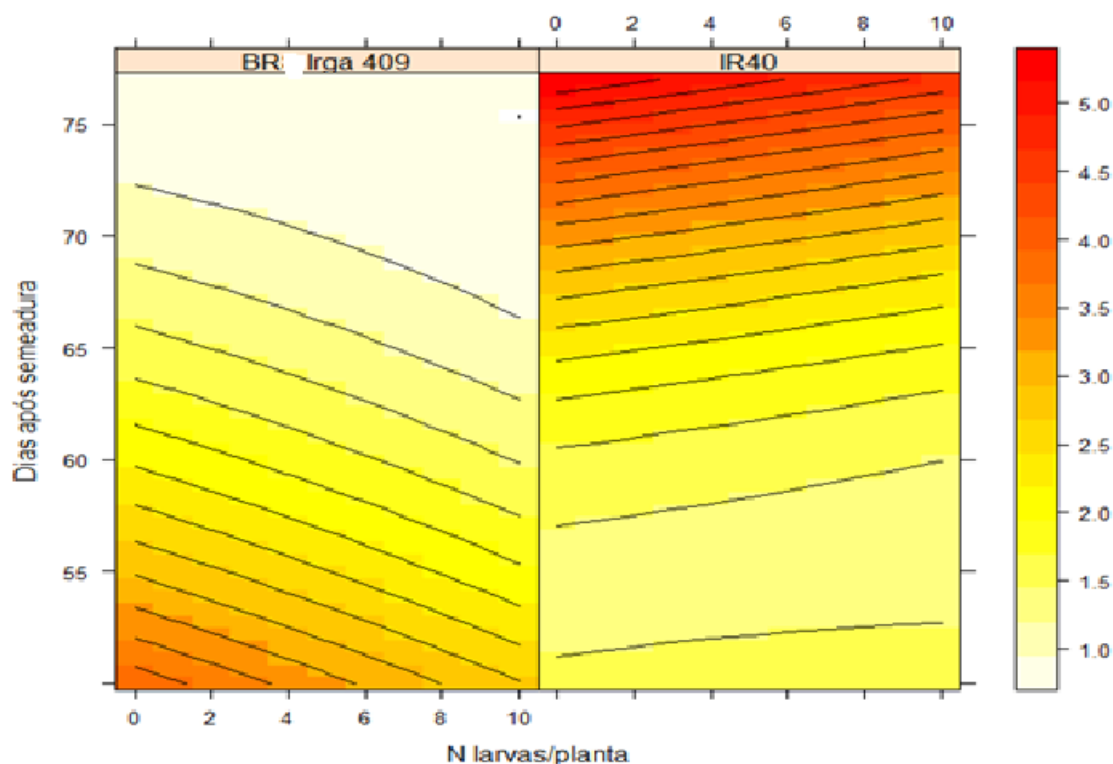




O processo de transpiração foliar, fenômeno conhecido como resfriamento evaporativo, é condição natural para as plantas, pois o calor é dissipado pela perda de vapor de água através dos estômatos (Singh, 2004; Ćosić et al., 2018; Costa et al., 2019).

Os valores obtidos na temperatura da superfície foliar foram maiores para IR 40 do que na cultivar BR-Irga 409 (Figura 3). A condutância estomática (gs) foi alterada significativamente entre os fatores cultivar, níveis de larvas por planta e dias após a infestação ( $p < 0,05$ ). As plantas de ambas as cultivares alteraram a condutância estomática no decorrer dos dias após a infestação, bem como os níveis de infestação, sendo que o comportamento da cultivar BR-Irga foi menos afetado aos diferentes níveis de larvas. Logo após a infestação, observando o comportamento da cultivar IR 40, após os 65 dias de semeadura, nota-se uma alta condutância estomática, afirmando assim a suscetibilidade deste material comparada a BR-Irga 409. (Figura 4). Quando os estômatos estão completamente ou parcialmente fechados há uma influência na redução da absorção de  $\text{CO}_2$  ou na regulação das trocas gasosas, permitindo que a planta se adapte rapidamente à mudança de estímulos bióticos e abióticos (Blonquist, Norman e Bugbee, 2009; Zhao et al., 2017).

Figura 4. Condutância estomática (gs) em relação aos dias após a infestação por *Diatraea saccharalis* em dois cultivares.



#### 4. CONCLUSÃO

A temperatura da superfície da folha está relacionada com o nível de infestação e pode ser utilizada para avaliação de injúria por broca-do-colmo. A partir da temperatura foliar ou da diferença entre a temperatura ambiente com a da folha, foi possível detectar que cultivar IR40 é suscetível, comparada a BR-IRGA 409.

A utilização da temperatura foliar bem como a condutância estomática pode ser utilizada em larga escala, podendo sim ser utilizada a campo, visando comprovar a eficiência deste método nos diferentes ambientes.

#### 5. AGRADECIMENTOS E SUPORTE FINANCEIRO

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão das bolsas de Iniciação Científica e Produtividade em Pesquisa [processo 309733/2021-9], e à empresa Biocana, Itumbiara-GO, pela doação das larvas, bem como todo o suporte do IF Goiano Campus Urutaí.

#### 6. REFERÊNCIAS

BALLESTER, Carlos et al. Usefulness of thermography for plant water stress detection in citrus and persimmon trees. **Agricultural and forest Meteorology**, v. 168, p. 120-129, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.08.005>

BERDUGO, C. A. et al. Fusion of sensor data for the detection and differentiation of plant diseases in cucumber. **Plant pathology**, v. 63, n. 6, p. 1344-1356, 2014.

<https://doi.org/10.1111/ppa.12219>

BIANCHI, Davide et al. Multi-parameter characterization of water stress tolerance in Vitis hybrids for new rootstock selection. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 132, p. 333-340, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.09.018>

CHEN, Chiachung. Determining the leaf emissivity of three crops by infrared thermometry. **Sensors**, v. 15, n. 5, p. 11387-11401, 2015. <https://doi.org/10.3390/s150511387>

CORREA, F. et al. Resistance in 27 rice cultivars to sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of economic entomology**, v. 111, n. 1, p. 422-427, 2018.

<https://doi.org/10.1093/jee/tox291>

CRAPARO, A. C. W. et al. Application of thermography for monitoring stomatal conductance of Coffea arabica under different shading systems. **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 755-763, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.158>

DEERY, David M. et al. Methodology for high-throughput field phenotyping of canopy temperature using airborne thermography. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 1808, 2016.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01808>

ELARAB, Manal et al. Estimating chlorophyll with thermal and broadband multispectral high resolution imagery from an unmanned aerial system using relevance vector machines for precision agriculture. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 43, p. 32-42, 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.03.017>

MARTINS, JF da S. et al. Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil. 2009. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fuye4xq602wyiv80166sqf4qsy51i.html>> Acesso em: 15 mai. 2022.

FERREIRA, E. et al. Resistência de arroz de terras altas à broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794). 2000.

- GARCÍA-TEJERO, I. F. et al. Assessing plant water status in a hedgerow olive orchard from thermography at plant level. **Agricultural Water Management**, v. 188, p. 50-60, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.04.004>
- GOLOMB, O. et al. Detection of red palm weevil infected trees using thermal imaging. In: **Precision agriculture'15**. Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 322-37. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-814-8>
- GONZALEZ-DUGO, Victoria et al. Using high-resolution hyperspectral and thermal airborne imagery to assess physiological condition in the context of wheat phenotyping. **Remote Sensing**, v. 7, n. 10, p. 13586-13605, 2015. <https://doi.org/10.3390/rs71013586>
- HATTON, Nicholle et al. Remote thermal infrared imaging for rapid screening of sudden death syndrome in soybean. In: **2018 ASABE Annual International Meeting**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2018. p. 1. <https://doi:10.13031/aim.201800881>
- HOSSEINI, Seydeh Zahra et al. Evaluation of resistance to striped stem borer in rice. **Biharean Biologist**, v. 4, n. 1, p. 67-71, 2010.
- KLEM, Karel et al. Interactive effects of water deficit and nitrogen nutrition on winter wheat. Remote sensing methods for their detection. **Agricultural Water Management**, v. 210, p. 171-184, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.004>
- MAHLEIN, Anne-Katrin. Plant disease detection by imaging sensors—parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. **Plant disease**, v. 100, n. 2, p. 241-251, 2016. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-15-0340-FE>
- PELOSI, A. P. et al. Resistência constitutiva em diferentes acessos de arroz à *Diatraea saccharalis* (Fabricius)(Lepidoptera: Crambidae). 2017.
- RAMÍREZ, Asdrúbal Jesús Farías et al. Determinação do índice de estresse hídrico em tomateiros cereja (*Lycopersicum solanum* var. *cerasiforme*.) com câmara infravermelha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 9, n. 4, p. 218-224, 2015.
- SANDHU, Hardev S.; CHERRY, Ronald H. Sugarcane Borer, *Diatraea saccharalis* (F.)(Lepidoptera: Crambidae), Injury and survival in energy cane versus sugarcane. **Sugar Tech**, v. 20, p. 558-565, 2018. <https://dx.doi.org/10.1007/s12355-017-0577-8>
- THAPA, Sushil et al. Canopy temperature, yield, and harvest index of corn as affected by planting geometry in a semi-arid environment. **Field Crops Research**, v. 227, p. 110-118, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.08.009>

VILELA, Michelle et al. Influence of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) infestation on sweet sorghum productivity and juice quality. 2017.

<https://dx.doi.org/10.5897/AJAR2017.1243>

XU, Junzeng et al. Diagnosing crop water stress of rice using infra-red thermal imager under water deficit condition. **Int. J. Agric. Biol.**, v. 18, n. 3, p. 565-572, 2016.

<https://doi:10.17957/IJAB/15.0125>

