

## XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO E CONDIÇÕES TERMOHÍDRICAS NO OESTE DA BAHIA**

*Janice F. Leivas<sup>1</sup>; Celina M. Takemura<sup>2</sup>; Antônio Heriberto de C. Teixeira<sup>3</sup>; Edlene A. Monteiro Garçon<sup>4</sup> & Julio C. Bogiani<sup>5</sup>*

**Abstract:** This study relates the distribution of the boll weevil pest with data from INMET and the Global Climate Forecast model of the European Center for Medium-Seasonage Forecasting (ECMWF), using spectral thermohydric and agrometeorological conditions, west of Bahia. Data are obtained from 518 boll weevil traps, in the cotton producing region, from 2019 to 2022, made available to the Bahia Association of Cotton Producers (ABAPA). The meteorological and cadastral data of the traps are processed in the Python language, obtaining correlations and probabilities of occurrence of the plague. The results are preliminary, as the series of occurrence data in Prague is too short (3 years of field trap data) for the elaboration of the Species Distribution Model (DEM). With long-term monitoring, expanding to a series of data, it is possible to obtain higher correlations, allowing inferences to be made about the control of the cotton pest, helping to reduce the economic damage caused by insects in crops.

**Key-words:** precipitation, air temperature, pests.

**Resumo:** Este estudo relaciona a distribuição da praga bicudo-do-algodoeiro com os dados do INMET e modelo Global de Previsão Climática do Centro Europeu para Previsão do Tempo de Médio-Prazo (ECMWF), através de condições termohídricas e agrometeorológicas, do oeste da Bahia. Foram obtidos dados de 518 armadilhas do bicudo-do-algodoeiro, na região produtora de algodão, do período de 2019 a 2022, disponibilizadas pela Associação Baiana de Produtores de Algodão (ABAPA). Os dados meteorológicos e de registro das armadilhas foram processados em linguagem python, sendo obtidas correlações e probabilidades de ocorrência da praga. Os resultados são preliminares, já que a série de dados de ocorrência da praga é muito curta (3 anos de dados de armadilha em campo) para elaboração de Modelo de Distribuição de Espécies (MDE). Com o monitoramento de longo prazo, ampliando a série de dados, maiores correlações podem ser obtidas, permitindo realizar inferências sobre o controle da praga bicudo-do-algodoeiro, auxiliando na redução de prejuízos econômicos causados pelo inseto, nas lavouras.

**Palavras-chaves:** precipitação, temperatura do ar, pragas.

1) Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho 303, Campinas - SP, 13070-115, (19) 32116200, janice.leivas@embrapa.br

2) Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho 303, Campinas - SP, 13070-115, (19) 32116200, celina.takemura@embrapa.br

3) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon Jardim s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, (79)31946600, heriberto11@gmail.com

4) Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho 303, Campinas - SP, 13070-115, (19) 32116200, edlene.garcon@embrapa.br

5) Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho 303, Campinas - SP, 13070-115, (19) 32116200, juio.bogiani@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) é considerado uma das principais pragas da cotonicultura brasileira devido aos danos causados à dificuldade de seu controle, causando queda ou até mesmo a quebra da produção (Braga Sobrinho e Lukefahr, 1983). É considerado uma praga-chave à cotonicultura brasileira pois pode causar perdas de 100% da produção, caso as medidas de manejo não sejam adequadas (Praça *et al.*, 2007). Como o algodão é uma cultura importante economicamente, sendo os estados do Mato Grosso e Bahia os responsáveis por mais de 89% da produção nacional e 80% da exportação nacional, o monitoramento e predição da distribuição da praga bicudo-do-algodoeiro, tem grande valia para a produtores rurais.

A referida praga assumiu em 2015 o status de uma das oito pragas de maior risco fitossanitário das principais culturas agrícolas nacionais (Fonseca *et al.*, 2008; MAPA, 2015). Os danos causados por *A. grandis* são observados principalmente nos botões florais e maçãs devido aos orifícios deixados pelos adultos durante alimentação e oviposição. Depois de eclodirem, as larvas migram para dentro do botão ou da maçã, nas quais destroem as fibras e as sementes, tornando-as enegrecidas (Praça *et al.*, 2007).

Além da alta capacidade reprodutiva, *A. grandis* apresenta diapausa, estado fisiológico no qual ocorre uma paralisação do sistema reprodutivo e acumulação de lipídeos no corpo, com objetivo de sobreviver durante a entressafra frente a situações climáticas desfavoráveis (Guerra, 1986; Gabriel, 2016). Sendo assim, a destruição parcial, e não total, dos restos de cultura é um dos principais fatores que permitem a sobrevivência do inseto nesse período. De acordo com IMAMT (2015), apesar de ter preferência por plantas do gênero *Gossypium*, *A. gradis* é capaz de desenvolver-se em outras 104 espécies de plantas da família Malvaceae. Tal problema foi intensificado após a introdução do algodão geneticamente modificado, o qual apresenta uma maior dificuldade na eliminação no campo após a colheita, por ser mais resistente quando comparado ao convencional, o que acarreta na rebrota de plantas de algodão transgênicas em meio às lavouras das seguintes culturas, impedindo o vazio sanitário e, conseqüentemente, a eliminação de pragas (Alves *et al.*, 2012).

O atual desafio do cotonicultor brasileiro é conviver com a praga de maneira a obter o mínimo de dano econômico manejando as pragas de modo economicamente viável, dentro da filosofia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (IMAMT, 2015).

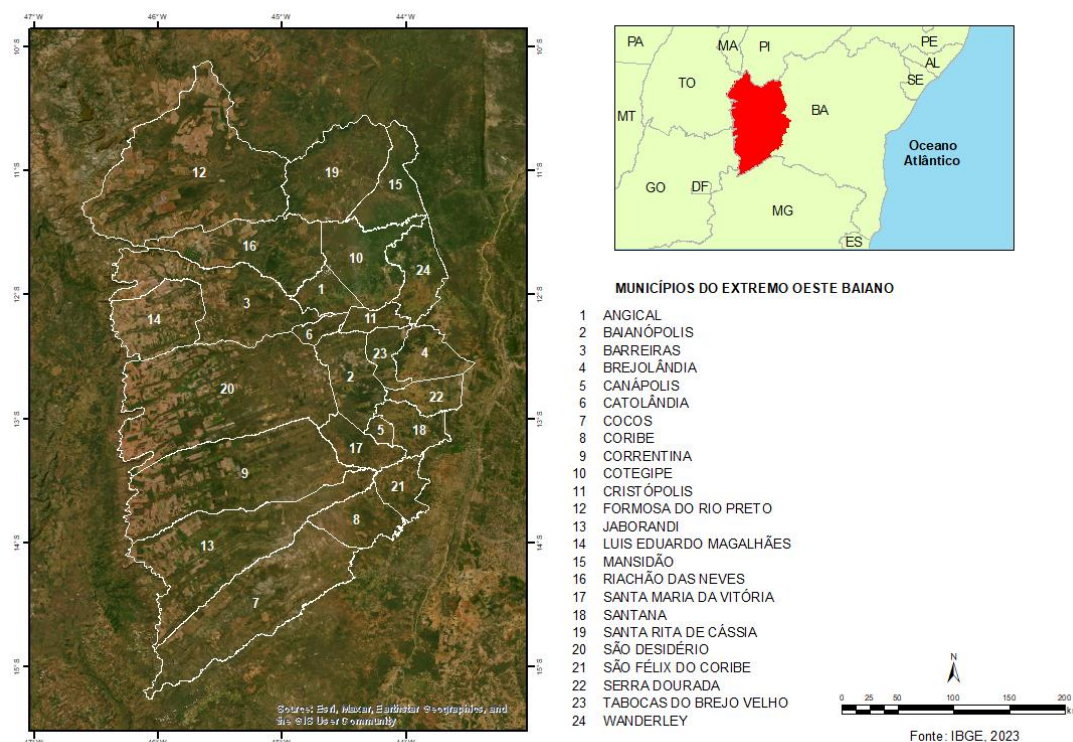
O clima é a variável que possui influência direta em processos de ordem física e biológica para a agricultura, já que a temperatura, umidade relativa, precipitação pluvial, radiação solar, ventos e pressão atmosférica atuam durante toda a cadeia produtiva agrícola (Bieras e Santos, 2003). A temperatura e umidade relativa do ar são os principais fatores climáticos que influenciam o meio ambiente, gerando variações expressivas na quantidade e qualidade da produção agrícola em qualquer estação do ano, além de influenciarem diretamente a ocorrência de pragas, em termos de desenvolvimento e comportamento dos insetos, e indiretamente na sua alimentação (Estefanel *et al.*, 1994; Pinheiro *et al.*, 2008). Os insetos encontram-se entre os organismos que mais podem ser afetados pelas variações climáticas em virtude de o clima ter expressivo controle sobre seu desenvolvimento, reprodução e sobrevivência (Bale *et al.*, 2002).

O objetivo deste estudo é avaliar a ocorrência da praga bicudo-do-algodoeiro e as condições termohídricas registradas em área produtora de algodão, como o oeste da Bahia, podendo auxiliar na adoção de medidas de controle da praga.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 1, é exibida a área de estudo, localizada no oeste da Bahia. Segundo a classificação climática de Koeppen, o clima dessa região caracteriza-se como clima tropical sub-úmido (Aw), com chuvas de verão e período seco bem definido no inverno e vegetação predominante de cerrado.

Figura 1 – Área de estudo, destacando a Microrregião do Oeste da Bahia.



Foram obtidas variáveis climáticas no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de reanálise do Modelo ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), como temperatura do ar, umidade relativa, precipitação pluvial, pressão atmosférica, radiação solar e velocidade do vento. Também foram obtidas imagens do satélite MODIS (MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer), referente aos produtos índices de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index).

Dados de armadilhas de bicudo-do-algodoeiro, como ocorrência, local e ausência da praga, foram disponibilizadas pela Associação Baiana dos Produtores de Algodão (ABAPA). A instalação de armadilhas para registrar a ocorrência de bicudo-do-algodoeiro começou em 2019, sendo instaladas até 2022, 518 armadilhas. O período de dados obtidos através de armadilhas para o bicudo do algodoeiro foi de janeiro de 2019 a janeiro de 2023.

O monitoramento das armadilhas para o bicudo-do-algodão começa no início do vazio sanitário, em 1º de setembro e finaliza no dia 20 de novembro, de cada safra. Os registros são semanais, totalizando 11 anotações da quantidade de insetos capturadas.

Como os dados de ocorrência do bicudo do algodoeiro são semanais, os dados meteorológicos foram organizados em base semanal, para coincidir com a base temporal das armadilhas.

Foram obtidos dados meteorológicos da estação meteorológica do INMET mais próxima, sendo organizados em base semanal, com a finalidade de coincidir com os dados das armadilhas do bicudo-do-algodoeiro, sendo calculados dados médios, acumulados, máximos e mínimos, das seguintes variáveis meteorológicas e agrometeorológicas espectrais.

Foram realizadas correlações entre os dados de ocorrência de bicudo-do-algodoeiro, registradas pelas armadilhas instaladas em áreas de lavoura de algodão, com dados meteorológicos disponibilizados pelo INMET, assim como as saídas do modelo global de clima ECMWF, disponibilizadas em uma grade de 2,5° por 2,5° (cerca de 280 km). Também foram obtidas as probabilidades de ocorrência do bicudo-do-algodoeiro, baseado em dados de reanálise do modelo climático ECMWF. O processamento dos dados foi realizado em linguagem de programação Python.

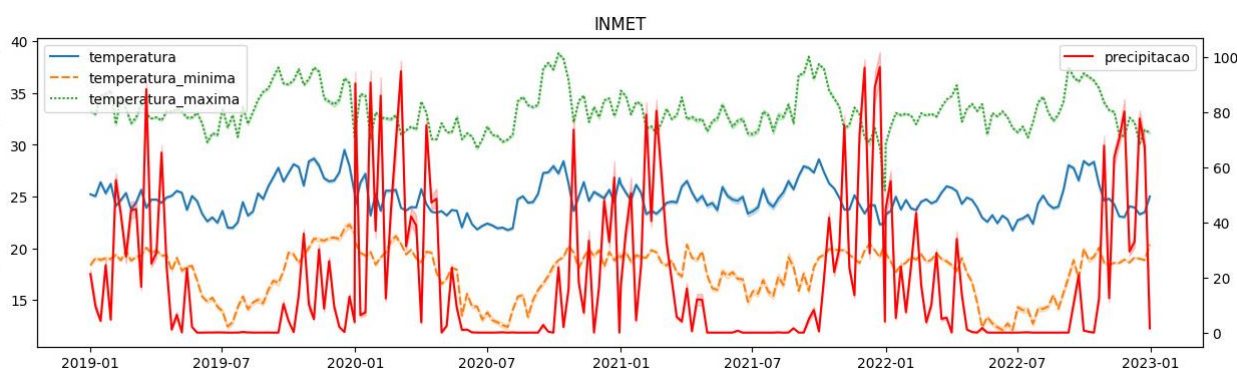
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, pode-se observar a série temporal de dados decendiais de temperatura média, máxima e mínima (°C), e precipitação pluvial (mm). No período de 2019 a 2023, observa-se que a temperatura média variou de 22 a 30°C, sendo que a temperatura mínima chegou a 15°C e a máxima de 38 °C, sendo o período mais quente entre início de setembro e fim de outubro. A precipitação concentrou-se no período entre os meses de novembro e fevereiro, com precipitação média decendial de 90 mm, devido ao verão chuvoso. Já no inverno, foram registrados índices pluviométricos muito baixos ou nulos, entre maio a setembro, com menores índices no mês de julho.

O desenvolvimento do bicudo e o crescimento de suas populações são influenciados por condições climáticas. A umidade relativa alta e temperatura entre 24 e 35°C são favoráveis ao desenvolvimento da praga, porém a baixa umidade é fator importante de mortalidade, principalmente para os estádios imaturos. A mortalidade de embriões é maior na faixa de temperatura de 25 a 30°C, havendo diminuição da viabilidade de larvas e pupas à medida que a temperatura aumenta, sendo que há uma queda brusca em temperaturas acima de 30°C, sendo considerado o limiar térmico superior de desenvolvimento de bicudo-do-algodoeiro (Greenberg *et al.* (2005).

No oeste da Bahia, as altas temperaturas registradas são ótimas para a sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro. Com a ocorrência das chuvas, no período de novembro a janeiro, prejudica o uso de inseticidas para o controle do inseto. Se possível, seria recomendado adiar o plantio para fim de outubro, para evitar o período de emergência da praga, pois sem alimento disponível no campo, como botões florais, o bicudo não sobreviveria.

Figura 2 – Série temporal de dados meteorológicos disponibilizados pelo INMET, de janeiro de 2019 a 2023.



Os resultados de acurácia médias e desvio-padrão, são apresentados na Tabela 1. As correlações obtidas entre os dados ambientais e de ocorrência de bicudo-do-algodoeiro, divididos em 5 treinamentos e 5 validações com a ocorrência da praga, para cada um dos algoritmos de classificação (Random Forest (RF), Extra Trees (et), XGB (xgb), LGBM (lgbm)), sendo consideradas 2 classes (ocorrência/não ocorrência), usando validação 5-folds. Observa-se que a acurácia dos modelos é considerada boa, com *crossvalidation* de aproximadamente 85,48 e desvio-padrão de +/- 8,76. Como a série de dados de ocorrência é pequena, para elaboração de Modelo de Distribuição de Espécies (MDE), ao realizar a validação (*cross validadion*), deve ocorrer *overfitting*, ou seja, o modelo de aprendizado de máquina fornece previsões precisas para dados de treinamento, mas não para novos dados. Com uma série mais longa de registros de armadilhas, poderão ser realizadas novas relações das variáveis termohídricas e o registro da praga, sendo elaborado um modelo de distribuição do bicudo-do-algodoeiro.

Tabela 1 – Algoritmos de classificação de dados ambientais e de ocorrência do bicudo-do-algodoeiro

Classificador	Acurácia Média	Desvio-padrão
Random Forest (RF)	82,39	+/- 13,87
Extra Tree (et)	81,29	+/- 13,24
XGB (xgb)	84,39	+/- 9,89
LGBM (lgbm)	85,48	+/- 8,76

Na Figura 3, observa-se a correlação entre as principais variáveis termohídricas e agrometeorológicas espectrais, que possuem interferência na manutenção e distribuição da praga, como temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho, precipitação, assim como índices de vegetação NDVI e EVI. As variáveis termohídricas possuem alta correlação entre si, devido à dependência e relação física entre elas. Porém, quando é calculada a correlação com dados de ocorrência de bicudo, observa-se valores menores que 0,4. Como a série de dados de armadilhas do inseto é muito curta para obtenção de valores estatísticos robustos, acredita-se que ampliando a série para períodos mais longos, em com a precipitação e fraca correlação com a temperatura. torno de 10 anos, será possível realizar o Modelo de Distribuição da Espécie (MDE), enfatizando as variáveis que possuem maior interferência no comportamento do bicudo-do-algodoeiro. Segundo Del Ponte e colaboradores (2006a e 2006b), as epidemias no Brasil têm uma forte correlação

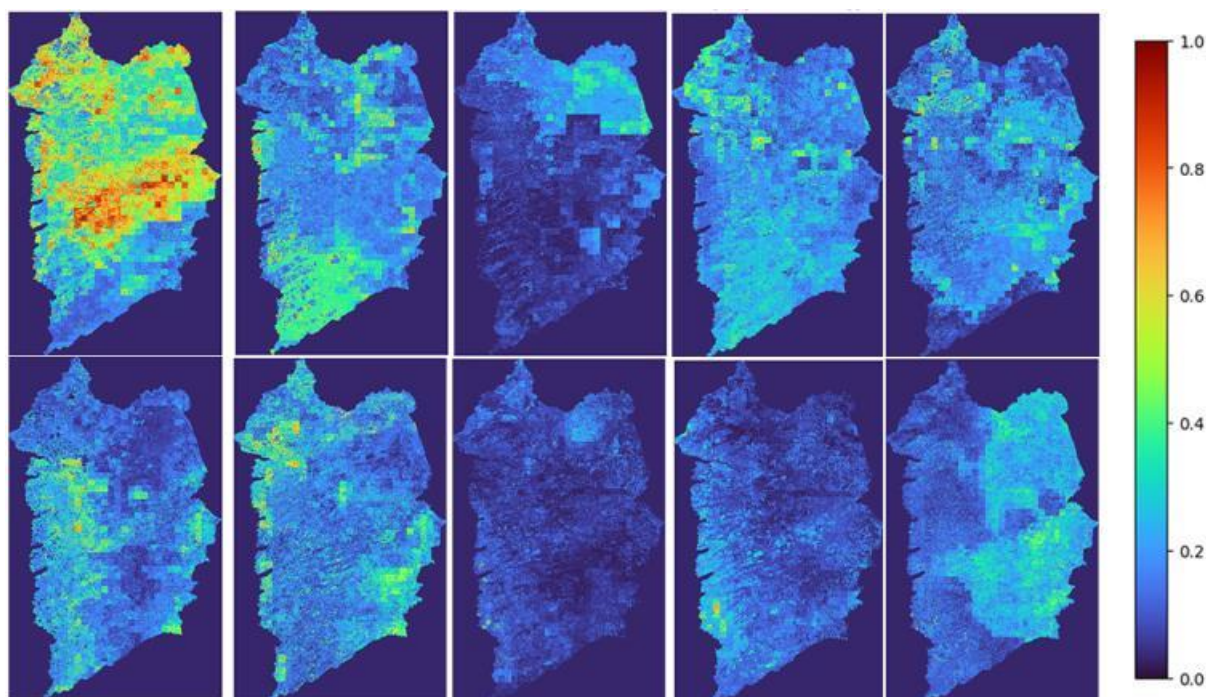
É importante ressaltar que os resultados encontrados são, naturalmente, afetados pela distância entre o local de registro da armadilha para o bicudo-do-algodoeiro e o local do ponto de grade mais próximo disponibilizado pelo modelo climático, já que a resolução do modelo ECMWF é de aproximadamente 285km. Também é importante salientar que o período de captura de insetos nas armadilhas ocorre no período de vazio sanitário, sendo o prazo final legal para a destruição de restos culturais e o início do calendário de semeadura da nova safra. Com isso, nesse período os valores dos índices de vegetação NDVI e EVI são baixos, devido ao período de solo exposto ou palhada na lavoura. A prática de eliminação de restos culturais e plantas voluntárias de algodão (plantas tigueras), por período mínimo de 60 dias, evitao a sobrevivência e reprodução do bicudo.

Figura 3 – Correlação entre principais dados climáticos e ocorrência de bicudo-do-algodoeiro.



Na Figura 4, observa-se a probabilidade de ocorrência da praga bicudo do algodoeiro, baseado nos dados meteorológicos observados, no período de registro da praga nas armadilhas. Observa-se que há baixa probabilidade de ocorrência, acredita-se que seja devido à pequena série de dados de ocorrência pois para gerar modelo de distribuição de espécie, sendo necessário uma série longa.

Figura 4 – Probabilidade máxima de ocorrência de bicudo-do-algodoeiro, referente ao período de setembro a novembro de 2022.



Apesar do monitoramento ser incipiente, apenas três anos de dados, infere-se que com o monitoramento mais longo da ocorrência de pragas, com a metodologia proposta seja possível realizar inferências robustas sobre a ocorrência do bicudo-do-algodoeiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados são preliminares, já que a série de dados de ocorrência da praga é muito curta (3 anos de dados de armadilha em campo) para elaboração de Modelo de Distribuição de Espécies (MDE). Com o monitoramento de longo prazo, ampliando a série de dados, maiores correlações podem ser obtidas, permitindo realizar inferências sobre o controle da praga bicudo-do-algodoeiro, auxiliando na redução de prejuízos econômicos causados pelo inseto, nas lavouras.

## REFERÊNCIAS

- BRAGA SOBRINHO, R.; LUKEFAHR, M. J. (1983). “*Bicudo (Anthonomus grandis Boheman): Nova ameaça a cotonicultura brasileira-biologia e controle*”. Embrapa Algodão- Documentos (INFOTECA-E).
- PRAÇA, L. B. P.; CONCEIÇÃO, R. D.; dos SANTOS, W. J.; MONNERAT, R. (2007). “*Anthonomus grandis Boheman*”, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- FONSECA, P.R.B. da; BERTONCELLO, T.F.; RIBEIRO, J.F.; FERNANDES, M.G.; DEGRANDE, P.E. (2008). “*Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro*”. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.38, n.4, p.304-309.

MAPA (2015). “Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria no- 5, de 21 de agosto de 2015”. Departamento de Sanidade Vegetal.

GUERRA, A. A. (1986) “*Boll weevil movement: dispersal during and after the cotton season in the Lower Rio Grande Valley of Texas*”. Southwest. Entomol. v.11, p.10-16.

GABRIEL, D.(2016) “*O Bicudo Do Algodoeiro*”. Documento Técnico, v. 25, p. 1-20.

IMAMT (2015). “*O bicudo-do-algodoeiro (Anthonomus grandis BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle*”. Jean Louis Belot. Cuiabá (MT), 2015.

ALVES, L. R. A., IKEDA, V. Y., OSAKI, M., RIBEIRO, R. G., & FERREIRA, J. (2012) “*Cultivo de Algodão Geneticamente Modificado no Brasil: intensidade de adoção, estrutura de custos, rentabilidade e diferenciais com os cultivares convencionais–safra 2010/2011*”in Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2012.

BIERAS, A. R.; SANTOS, M. J. Z. (2003). “*Condições climáticas e incidência de pragas e doenças na cultura de citros nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo*”. Ambientes estudos de Geografia. Rio Claro.

ESTEFANEL V.; SCHNEIDER, F.M.; BURTON, G.A. (1994) “*Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria, RS*”. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.2, p.57-63.

PINHEIRO, J. C. A.; PADUA, L. E. D. M.; PORTELA, G. L. F.; BRANCO, R. T. P. C.; REIS, A. S.; SILVA, P. R. (2008). “*Biologia comparada de Spodoptera frugiperda (JE Smith, 1797) visando ao seu zoneamento ecológico no estado do Piauí*”. Revista Caatinga, v. 21, n. 2.

DEL PONTE, E. M; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. (2006a). “*Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall model*”. Phytopathology, Saint Paul, USA, v. 96, p.797-803.

DEL PONTE, E. M., GODOY, C. V., CANTERI, M. G., REIS, E. M.; YANG, X. B. (2006b). “*Models and applications for risk assessment and prediction of Asian soybean rust epidemics*”. Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 31, p. 533-544.

LITTLE , V.A., MARTIN, O.F. (1942). “*Cotton insects of the United States*”. Minneapolis, Burgess, 130p.

BALE JS, MASTERS GJ, HODKINSON ID, AWMACK C, BEZEMER TM, BROWN VK, BUTTERFIELD J, USE A, COULSO JC, FARRAR, J, GOOD JEG, HARRINGTON R, HARTLEY S, JONES TH, LINDROTH RL, PRESS MC, SYMRNIUDIS I, WATT AD, WHITTAKER JB. 2002. “*Herbivory in global climate change research: direct effect of rising temperature on insect herbivores*”. Global Change Biology, v. 8, n. 1, p. 1-16.

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE (C3S) (2017): ERA5: “*Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate*”. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), (date of access), <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>

MUÑOZ SABATER, J., (2019): “*ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS)*”.