

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA- INPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO  
ÚMIDO – PPG-ATU**

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Scirtothrips dorsalis* (HOOD) (THYSANOPTERA:  
THRIPIDAE) NAS AMÉRICAS**

**CAIO VICTOR SOARES DE AGUIAR**

**Manaus, Amazonas**

**Junho, 2022**

**CAIO VICTOR SOARES DE AGUIAR**

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Scirtothrips dorsalis* (HOOD) (THYSANOPTERA:  
THRIPIDAE) NAS AMÉRICAS**

**Orientador (a): BEATRIZ RONCHI TELES, Dra.**

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, como requisito para obtenção do Título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Tropicó Uúmido – PPG-ATU.

**Manaus, Amazonas**

**Junho, 2022**

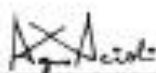
### Folha de Aprovação

Banca Julgadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**TÍTULO:** "DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Scirtothrips dorsalis* (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NAS AMÉRICAS".

**AUTOR (A):**  
Caio Victor Soares de Aguiar

**BANCA JULGADORA:**



Dr. Agno Nonato Serrão Acioli (UFAM)  
(Membro)



Dr. Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes (INPA)  
(Membro)



Dra. Elisângela Gomes Fidells (EMBRAPA)  
(Membro)

Manaus, 07 de junho de 2022

## Catalogação na Publicação (CIP-Brasil)

---

A283d Aguiar, Caio Victor Soares de ▼  
Distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* (Hood)  
(Thysanoptera: Thripidae) nas américas / Caio Victor Soares de  
Aguiar; orientadora Beatriz Ronchi Teles. - Manaus:[s. l.], 2022.

1.6 MB  
57 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em  
Agricultura no Trópico Úmido – PPG-ATU) - Coordenação do  
Programa de Pós-Graduação, INPA, 2022.

1. Tripes da pimenta. 2. *Scirtothrips dorsalis*. 3. Praga invasiva.  
I. Teles, Beatriz Ronchi. II. Título

CDD 595.758

---

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais (Rosa Aguiar e Olavo Aguiar) e ao meu irmão (Vinícius) pelo apoio dado durante toda a minha pós-graduação. Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e ao mestrado em Agricultura no Trópico Úmido (PPG-ATU) pela oportunidade de realizar uma pós-graduação. À FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas). À professora Dra. Beatriz Ronchi Teles, pela ótima orientação, sendo sempre solícita para resolver quaisquer problemas e tirar quaisquer dúvidas.

Agradeço também aos amigos que conheci durante o mestrado, em especial o Geovani Santana, o Janderson Alencar, a Randrêa Verçosa, a Sara Batista e a Geissy Adiene, na qual tive, também, inúmeras conversas enriquecedoras e que contribuíram para o trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para produção desta obra.

## RESUMO

*Scirtothrips dorsalis* (Hood) (Thysanoptera:Thripidae) é uma praga invasiva, conhecida popularmente como tripes da pimenta. Esse inseto-praga possui uma alta gama de hospedeiros distribuídas em 72 famílias de plantas, causando danos em inúmeras culturas de grande importância econômica, como pimenta, manga e algodão. Nas Américas ela está oficialmente presente nos Estados Unidos da América (EUA), México, Suriname, Venezuela, Colômbia e algumas ilhas do Caribe. Sua invasão e dispersão nos demais países da América, em particular o Brasil (onde inclusive já houve ocorrência), poderá acarretar grandes prejuízos na produção agropecuária, além de possíveis outros danos ambientais. Conhecer as regiões onde há condições ambientalmente adequadas para a praga é importante para o monitoramento e fiscalização fitossanitária. Desta forma, objetivou-se realizar a projeção das áreas geográficas com potencial de distribuição de *S. dorsalis* nas Américas, com enfoque no Brasil. Foram produzidos modelos para projetar esta distribuição baseado nas variáveis ambientais disponibilizadas pelo *Wordclim* versão 2.1. Os algoritmos utilizados para a modelagem foram o Modelo Aditivo Generalizado (GAM), Modelo Linear Generalizado (GLM), Entropia Máxima (MAXENT), Floresta Aleatória (RF) e Bioclim, além de um modelo consenso, que consiste no agrupamento dos algoritmos utilizados. As métricas usadas para avaliar os modelos foram o AUC, o TSS e o *Sorensen*. Os modelos foram gerados no ambiente R, utilizando o pacote ENMTML e os mapas foram produzidos no Arcmap (ARCGIS 10.5). Todos os modelos tiveram resultados satisfatórios (> 0,8) em todas as métricas utilizadas. Na América do Norte, o modelo projetou na costa oeste dos EUA e na costa leste até as proximidades de Nova Iorque. Na América do Sul, a distribuição potencial da praga é mais significativa, englobando regiões em todos os países. No Brasil, o noroeste do estado do Amazonas, parte do Nordeste, e áreas de transições entre o Pará e Mato Grosso foram projetadas como baixa adequabilidade ambiental. Conclui-se que *S. dorsalis* é capaz de se estabelecer nos três subcontinentes Americanos e em especial, grande parte da América do Sul.

**Palavras-chave:** modelagem de distribuição de espécies, praga invasiva, ENMTML, tripes da pimenta.

## ABSTRACT

*Scirtothrips dorsalis* (Hood) (Thysanoptera:Thripidae) is an invasive pest, popularly known as chili thrips. This insect pest has a high range of hosts distributed in 72 plant families, causing damage to numerous crops of great economic importance, such as pepper, mango and cotton. In the Americas, it is officially present in the United States of America, Mexico, Suriname, Venezuela, Colombia and some Caribbean islands. Its invasion in other American countries, in particular Brazil (where there has already been an occurrence), could result in great losses in agricultural production, in addition to possible other environmental damages. Knowing the regions where there are environmentally suitable conditions for the pest is important for phytosanitary monitoring and inspection. Thus, the objective was to project the geographic areas with potential for the distribution of *S. dorsalis* in the Americas, with a focus on Brazil. Models were produced to design this distribution, in which the environmental variables used were made available by *Wordclim* version 2.1. The algorithms used for the modeling were the Generalized Additive Model (GAM), Generalized Linear Model (GLM), Maximum Entropy (MAXENT), Random Forest (RF) and Bioclim, in addition to the Ensemble that consists of the grouping of the algorithms used. The metrics used to evaluate the models were the AUC, the TSS and the Sorensen. The models were generated in the R Environment, using the ENMTML package and the maps were produced in Arcmap (ARCGIS 10.5). All models had satisfactory results (>0.8) in all metrics used. In North America the model showed favorable regions in the west coast of the USA and in the east coast until near New York. In South America, the potential distribution of the pest is more significant, encompassing regions in all countries. In Brazil, the northwest of the state of Amazonas, part of the Northeast, and a region on the border of Pará and Mato Grosso were the locations with low climatic suitability. It is concluded that *S.dorsalis* is able to establish itself in the three American subcontinents and, in particular, a large part of South America.

**Key words:** species distribution modeling, invasive pest, ENMTML, chili thrips.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Pragas quarentenárias.....	13
2.2 <i>Scirtothrips dorsalis</i> .....	16
2.3 Modelagem preditiva de distribuição de espécies.....	20
3. OBJETIVO.....	23
3.1 Objetivo Geral .....	23
3.1.1 Objetivo específico.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4.1 Dados de ocorrência .....	24
4.2 Aquisições das variáveis ambientais.....	24
4.3 Definição dos algoritmos, avaliação do desempenho dos modelos e demais configurações.....	25
5. RESULTADOS .....	28
6. DISCUSSÃO .....	32
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
ANEXO A – Variância cumulativa em cada componente principal.....	46
ANEXO B – Script .....	47
ANEXO C – Mapas de distribuição potencial dos algoritmos utilizados. ....	48
ANEXO D – Referências bibliográficas dos pontos de ocorrências utilizados na modelagem.....	53



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de ocorrência usados para gerar os modelos. ....	27
Figura 2. Métricas usadas para avaliar o desempenho dos algoritmos.....	28
Figura 3. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> do modelo consenso. .....	30
Figura 4. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> na América do sul do modelo consenso.....	31
Figura 5. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> utilizando o algoritmo Bioclim.....	48
Figura 6. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> utilizando o algoritmo GAM.....	49
9	
Figura 7. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> utilizando o algoritmo GLM. ....	50
Figura 8. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> utilizando o algoritmo MaxEnt. ....	51
Figura 9. Mapa da distribuição potencial de <i>Scirtothrips dorsalis</i> utilizando o algoritmo RF. ....	52

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil foi considerado o país com o maior potencial agrícola do mundo e durante as duas primeiras décadas do século XXI sua participação no valor total das exportações mundiais de produtos agrícolas passou de 3,2 % para 5,7 % (FAO 2014; FAO 2018). Levando em consideração o aumento populacional e o consequente aumento da demanda de alimentos, o Brasil poderá obter um protagonismo ainda mais evidente na produção mundial de alimentos e as inovações tecnológicas para a manutenção ou o aumento da produtividade são peças fundamentais nesse processo.

No sistema produtivo de produtos agropecuários há diversos fatores que podem diminuir a produtividade ou, pelo menos, aumentar o valor final do produto. Dentre esses fatores, os danos causados por artrópodes-praga ocasionam sérios prejuízos à agropecuária brasileira. A lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), por exemplo, já causou prejuízos bilionários nas culturas da soja, milho e algodão (Dalva 2013). Visto a possibilidade da introdução e dispersão de novas pragas, os danos às culturas agrícolas podem ser ainda mais agravantes. Desde o início do século XX já houve a entrada de 65 pragas no território brasileiro e estima-se que dos prejuízos causados especificamente pelo grupo de insetos-pragas, no mínimo, 14% advêm de organismos exóticos (Oliveira *et al.* 2013; Lopes-da-Silva *et al.* 2014).

Além dessas 65 pragas exóticas que já se estabeleceram no Brasil, ainda há cerca de 600 espécies de pragas quarentenárias que apresentam risco de serem introduzidas, de se estabelecerem e de ocasionarem danos às lavouras brasileiras (Brasil 2018b). Entre as pragas exóticas que recentemente foram introduzidas no Brasil podemos destacar o tripses *Scirtothrips dorsalis* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae), uma das mais importantes espécies de tripses no contexto agrícola mundial (Dias-Pini *et al.* 2018).

*Scirtothrips dorsalis* é uma praga invasiva, conhecida normalmente como tripses-da-pimenta (Panthi *et al.* 2020). Essa praga possui uma alta gama de hospedeiros distribuídas em 72 famílias de plantas, causando danos em inúmeras culturas de grande importância econômica, como pimenta, manga e algodão (Kumar *et al.* 2013; CABI 2020).

Sua provável origem é o sul da Ásia, no entanto, esse tripses já se dispersou tanto para o leste, até o Japão, quanto para o oeste, chegando nas Américas, além de

também estar presente na África (Kumar *et al.* 2013). Na América do Sul, o tripses *S. dorsalis* já se encontra estabelecido na Colômbia, Venezuela e Suriname (Cermeli *et al.* 2009; Ebratt *et al.* 2018). No Brasil, já foi relatado sua presença no estado do Ceará e os indivíduos identificados possuíam caracteres morfológicos similares à espécimes encontrados em populações da África do Sul (Dias-Pini *et al.* 2018). No entanto, há carência de estudos relacionados a sua dispersão e ao seu estabelecimento no Brasil.

O fluxo humano transportando material vegetal no continente e entre países fronteiriços com estados brasileiros aumenta em muito as possibilidades de introdução e dispersão de novas pragas no território nacional (Hulme 2021). Desta forma, prevenir essas introduções, a dispersão e o estabelecimento da praga será fundamental para evitar danos ao setor agrário brasileiro, além da prevenção ser menos onerosa que o controle. Um estudo sobre impactos socioeconômicos da dispersão da mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) ressalta a importância de destinar esforços para essa atividade, já que mostrou benefícios econômicos que na época estava na ordem de quase 400 milhões de reais quando há um programa permanente de controle e erradicação dessa praga (Barreti *et al.* 2011).

Neste contexto, a predição de distribuição potencial de pragas agrícolas se mostra como uma ferramenta estratégica para auxiliar nos trabalhos de prevenção e planos de contingência (Crespo-Pérez *et al.* 2015). Um exemplo prático da utilização dessa técnica foi feito pelo Comitê Regional de Sanidade Vegetal do Cone Sul (COSAVE) ao escolher pontos de vigilância para o monitoramento da mosca-das-frutas-oriental *Bactrocera dorsalis* (Handel) (Diptera: Tephritidae) utilizando essa tecnologia que projetou locais com a maior probabilidade de estabelecimento da praga. (IICA 2018).

Essas predições são feitas por meio de modelos de distribuição de espécies (MDE). De maneira geral esses modelos preditivos são baseados em um processo computacional que integram a distribuição atual da(s) espécie(s) (dados de ocorrência) com as variáveis ambientais (Urbani *et al.* 2017). Alguns algoritmos são usados para criar esses modelos, estimando a distribuição potencial da espécie-alvo do estudo e projetando-a sobre um mapa que exhibe as áreas potenciais com probabilidade de ocorrência da espécie (Elith e Leathwick 2009; Giannini *et al.* 2012).

Tendo em vista o potencial danoso da praga, objetivou-se realizar a projeção de áreas geográficas com potencial de distribuição do tripes *S. dorsalis* nas Américas, utilizando o agrupamento de vários algoritmos empregados na modelagem.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Pragas quarentenárias

São consideradas pragas qualquer planta, animal ou agente patogênico nocivo às plantas ou a produtos vegetais (FAO 2009). Elas são consideradas quarentenárias quando têm importância econômica para uma determinada região e ainda não está presente (praga quarentenária ausente – PQA) ou está presente, porém, não amplamente distribuída e sobre controle oficial (praga quarentenária presente – PQP) (FAO 1990).

Impedir a introdução desses organismos exóticos é de total interesse de uma nação, visto seus possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais. Redução da biodiversidade, restrições comerciais e o aumento dos custos de controle fitossanitário (acarretando no aumento do preço do produto final e/ou diminuindo a margem de lucro dos produtores rurais) são exemplos de impactos gerados pela entrada de novas pragas em uma região (Sugayama *et al.* 2015; Morais *et al.* 2016).

As listas de pragas quarentenárias presentes e ausentes são estabelecidas por Instruções Normativas (IN). A lista completa mais atual é a IN Nº 38 (PQA) e a IN 39 (PQP), de 2 de outubro de 2018 (Brasil 2018a; Brasil 2018b). Naquele ano havia cerca de 600 espécies considerados ausentes. Muitas destas pragas já foram registradas na América do Sul, como o ácaro *Brevipalpus chilensis* (Baker) (Acari: Tenuipalpidae), a mosca-das-frutas-do-Caribe *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae), possuindo, portanto, um risco iminente de entrar no território brasileiro (CABI 2020). Regularmente novas Instruções Normativas podem ser divulgadas para a inclusão ou exclusão de novas pragas. Em setembro de 2020, por exemplo, a IN MAPA Nº 85 incluiu 12 novas pragas quarentenárias ausentes na lista constantes do anexo da IN MAPA Nº 39 de 03 de outubro de 2018 (Brasil 2020).

Um das maneiras que uma praga exótica pode entrar numa região é através de material contaminado proveniente de uma importação. Desta forma, as estações quarentenárias – locais onde é examinado a presença de pragas quarentenárias em amostras do material vegetal importado – realizam atividades essenciais para manter um bom *status* fitossanitário do país (Legrand *et al.* 2012). Durante várias décadas inúmeras pragas quarentenárias foram interceptadas em laboratórios quarentenários. O serviço de quarentena vegetal da Embrapa, por exemplo, no período entre 1977 e

2013 interceptou 75 espécies de pragas, sendo 28 destas consideradas quarentenárias (Lopes-Da-Silva *et al.* 2016).

Apesar dos esforços, novas pragas continuam adentrando no território brasileiro. A grande dimensão do Brasil com uma extensa fronteira com vários países, além da fronteira marítima e um grande fluxo viário gera uma grande gama de possibilidades que dificulta o controle de entrada de novas pragas no Brasil (Holler *et al.* 2015).

Relativo à importância dos insetos-praga exóticos estima-se que estes representem aproximadamente 14% dos prejuízos econômicos causados por esse grupo de pragas, no entanto, devido à falta de estimativas de perdas econômicas de muitas destas espécies provavelmente esse número deve ser maior (Oliveira *et al.* 2013). Sabendo que apenas durante o século passado 20 espécies de insetos-praga foram introduzidas no território brasileiro, presume-se que possivelmente (levando em consideração a intensificação das relações internacionais) haverá novas introduções nas próximas décadas causando um aumento nos prejuízos causados por insetos-praga exóticos (Oliveira *et al.* 2013). Muitas dessas introduções foram de pragas que atualmente ainda possuem uma grande importância econômica, como a mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), o bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) e a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Já neste século, não apenas o número de interceptações de pragas quarentenárias aumentou, mas o de introduções também (Lopes-da-Silva *et al.* 2016).

No Quadro 1 é mostrado exemplos de artrópodes-praga quarentenários introduzidos desde o início do século XXI. Dentre as introduções mencionadas a *Helicoverpa armigera* já causou prejuízos bilionários nas culturas da soja, milho e algodão e encontra-se amplamente dispersada (Dalva 2013). A cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), o ácaro vermelho das palmeiras *Raoiela indica* Hirsti (Acari: Tenuipalpidae) e o percevejo bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) também já se encontram amplamente dispersadas em vários estados (Melo *et al.* 2018; Nakayama 2019; Saliba *et al.* 2019). Já a broca-da-manga *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae), o ácaro hindustânico dos citros *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) e o bicudo da acerola

*Anthonomus tomentosus* (Faust) (Coleoptera: Curculionidae) ainda estão limitados aos estados onde foram detectados pela primeira vez (Brasil 2018a).

**Quadro 1.** Espécies de artrópodes-praga quarentenários introduzidos no Brasil no período de 2008 a 2017.

Nome científico	Ordem	Família	Primeiro estado com detecção	Referência
<i>Schizotetranychus hindustanicus</i> (Hirst)	Acari	Tetranychidae	Roraima	Navia e Marsaro Júnior 2010
<i>Raoiella indica</i> Hirst	Acari	Tenuipalpidae	Roraima	Navia <i>et al.</i> 2011
<i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green)	Hemiptera	Pseudococcidae	Roraima	Marsaro Júnior <i>et al.</i> 2013
<i>Anthonomus tomentosus</i> (Faust)	Coleoptera	Curculionidae	Roraima	Marsaro Júnior <i>et al.</i> 2017
<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)	Lepidoptera	Noctuidae	Indeterminado*	Czepak <i>et al.</i> 2013
<i>Sternochetus mangiferae</i> (Fabricius)	Coleoptera	Curculionidae	Rio de Janeiro	Silva e Ricalde 2017
<i>Thaumastocoris peregrinus</i> Carpintero & Dellapé	Hemiptera	Thaumastocoridae	Rio Grande do Sul	Wilcken <i>et al.</i> 2010

\*Foi detectado em vários estados simultaneamente (Goiás, Mato Grosso e Bahia).

Sobre as pragas citadas, observa-se que mais da metade entraram no país pela região amazônica e sabe-se que ao menos 48 espécies de artrópodes-praga introduzidas no Brasil também foram introduzidas na Venezuela e na Colômbia (Alves 2016). O estado de Roraima merece um destaque, visto a quantidade de pragas quarentenárias que entraram através da sua fronteira. A mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* é outra praga de grande expressão econômica que entrou no Brasil por um dos estados que compõe o bioma amazônico. Ela foi detectada pela primeira vez na América do sul em 1975 no Suriname e, posteriormente, em 1996 no estado do Amapá (Silva 2005). Atualmente ela está presente nos estados de Amapá, Roraima e Pará (Brasil 2018a).

Alguns fatores puderam ter propiciado a entrada dessas pragas pela região amazônica. Entre os principais fatores têm-se a extensa fronteira com sete países, representando cerca de 70% da fronteira brasileira (Pêgo *et al.* 2018). Além disto, parte dessas fronteiras são ocupadas por reservas indígenas, o que torna ainda mais

complicada a fiscalização e o monitoramento. A situação fica mais problemática quando os países vizinhos não fazem o registro de uma nova praga, facilitando o ingresso desta nos demais países da Pan-Amazônia. Esses fatores somados à dificuldade de acesso e ao baixo número de profissionais para a fiscalização e para a identificação de pragas faz com que a Amazônia legal se torne vulnerável a entrada de pragas quarentenárias (Morais *et al.* 2016).

Atualmente ainda há um grande número de pragas quarentenárias presente na América do sul, e dentre estas, *S. dorsalis*, apesar de ainda ser oficialmente considerada ausente, foi relatada em 2018 em Fortaleza (CE) (Dias-Pini *et al.* 2018). Além disto, esse trips também apresenta um alto risco de ser novamente introduzida em outras regiões do país, pois está presente em três países fronteiriços – Venezuela, Suriname e Colômbia – (Cermeli *et al.* 2009; Ebratt *et al.* 2018).

## **2.2 *Scirtothrips dorsalis***

Cerca de 1% dos membros da ordem Thysanoptera (popularmente chamados de trips) são considerados pragas agrícolas (Morse e Hoddle 2006). De maneira geral os trips são insetos pequenos (normalmente de 1 a 3 mm) que possuem um corpo alongado e fino, aparelho bucal picador-sugador assimétrico, antenas curtas e dois olhos compostos desenvolvidos, além de 3 ocelos em indivíduos alados (Chapman *et al.* 2012).

Apesar do diminuto percentual, eles são considerados um dos grupos de pragas mais importantes, ocasionando grandes perdas em culturas importantes no mundo todo (Silva *et al.* 2020). Entre as espécies de importância econômica mais estudadas têm-se *Thrips tabaci* Lindeman, *T. palmi* Karny, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) e *S. dorsalis*, todos pertencentes à família Thripidae (Morse e Hoddle 2006).

O ciclo de vida de *S. dorsalis* é dividido em ovo, larva de primeiro e de segundo instar, pré-pupa, pupa e adulto, necessitando de 281 graus-dias para completá-lo (Seal *et al.* 2010). Seu tipo de desenvolvimento ainda é bastante controverso, podendo ser considerado holometábolo ou hemimetábolo (Gallo *et al.* 2002; Gullan e Cranston 2017). As fêmeas de *S. dorsalis* ovipositam (57 ovos em média) dentro de tecidos vegetais jovens e após cinco a oito dias as larvas recém-nascidas com coloração branca começam a succionar o conteúdo celular de tecidos vegetais, transformando-se em pupas após oito a dez dias, a depender do hospedeiro e das



condições ambientais (Seal *et al.* 2010). Os ovos não fertilizados produzem machos (partenogênese arrenótoca). O adulto emerge com uma coloração amarelo clara após dois a quatro dias do período de pupa (Deka *et al.* 2020). O número de gerações por ano dependerá das condições climáticas da região, chegando a 8 gerações em regiões temperadas e até 18 em regiões tropicais e subtropicais (Nietschke *et al.* 2008).

A espécie *S. dorsalis* é uma praga invasiva, conhecida principalmente como tripes da pimenta (Panthi *et al.* 2020). Essa praga possui uma ampla gama de hospedeiros distribuídos em 32 ordens e 72 famílias botânicas (Kumar *et al.* 2013). Seu alto potencial reprodutivo e sua alta capacidade de invasão a torna bastante perigosa para a agricultura de países onde ela é uma praga quarentenária ausente, principalmente, quando ocorre em nações vizinhas (Hoddle *et al.* 2008). Pimenta, manga, algodão, frutas cítricas e uva são algumas das culturas de alta importância econômica que essa praga ataca (CABI 2020). No Quadro 2 encontra-se a lista de espécies vegetais de relevância econômica para o Brasil atacadas por *S. dorsalis*.

**Quadro 2.** Plantas atacadas por *S. dorsalis* de relevância econômica para o Brasil.

Nome científico	Nome comum	Família
<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwi	Actinidiaceae
<i>Anacardium occidentale</i>	Caju	Anacardiaceae
<i>Mangifera indica</i>	Manga	Anacardiaceae
<i>Helianthus annuus</i>	Girassol	Asteraceae
<i>Citrullus lanatus</i>	Melancia	Cucurbitaceae
<i>Cucumis melo</i>	Melão	Cucurbitaceae
<i>Ipomoea batatas</i>	Batata doce	Convolvulaceae
<i>Manihot esculenta</i>	Mandioca	Euphorbiaceae
<i>Ricinus communis</i>	Mamona	Euphorbiaceae
<i>Hevea brasiliensis</i>	Borracha	Euphorbiaceae
<i>Arachis hypogaea</i>	Amendoim	Fabaceae
<i>Glycine max</i>	Soja	Fabaceae
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Feijão-comum	Fabaceae
<i>Allium cepa</i>	Cebola	Liliaceae
<i>Allium sativum</i>	Alho	Liliaceae
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodão	Malvaceae
<i>Passiflora edulis</i>	Maracujá	Passifloraceae
<i>Prunus persica</i>	Pêssego	Rosaceae

<i>Rosa</i> spp.	Rosa	Rosaceae
<i>Fragaria ananassa</i>	Morango	Rosaceae
<i>Citrus</i> spp.	Citrus	Rutaceae
<i>Capsicum annuum</i>	Pimentão	Solanaceae
<i>Capsicum frutescens</i>	Pimenta	Solanaceae
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	Solanaceae
<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Solanaceae
<i>Solanum melongena</i>	Berinjela	Solanaceae
<i>Vitis vinifera</i>	Uva	Vitaceae

Fonte: CABI 2020.

O tripses da pimenta é provavelmente originário do Sul Asiático e inicialmente – começo do século XX – foi relatado em plantações de chá na Índia, no qual acabou originando um outro famoso nome comum: tripses do chá amarelo (Kumar *et al.* 2013). Posteriormente *S. dorsalis* foi relatada em várias outras plantas cultiváveis e dispersou-se para os demais continentes (com exceção da Antártica) ao longo do século passado, aumentando não apenas novas áreas de estabelecimento, mas também seu número de hospedeiros. Seu pequeno tamanho aliado ao seu comportamento tigmotático positivo contribuiu para o sucesso em invadir novas regiões (Panthi *et al.* 2020).

Na Índia, onde há a maior produção de pimenta de mundo, a maior parte dos danos originados por artrópodes-praga são causados pelo tripses *S. dorsalis* e pelo ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Thangjam *et al.* 2017; Tirkey e Kumar 2017). No Brasil, a maior parte das pimentas é produzida por pequenos produtores e agricultores familiares e como o ácaro branco já é presente e ocasiona sérios problemas, a dispersão de *S. dorsalis* implicaria em mais um grande obstáculo para o sistema produtivo desses agricultores (Echer *et al.* 2002; Ribeiro *et al.* 2006; Assunção 2013).

Ainda na Índia, após a introdução do algodão Bt houve um aumento da importância das pragas sugadoras e *S. dorsalis* tornou-se uma das maiores preocupações (Padaliya *et al.* 2018). Sobre essa cultura na América do Sul, uma pesquisa realizada na Colômbia constatou que essa praga tem uma maior preferência pelo fruto do algodoeiro, representando, portanto, uma grande ameaça para a produtividade da cultura (Ebratt *et al.* 2018).

As plantas ornamentais também são importantes alvos de *S. dorsalis*. Por possuírem uma função paisagística elas são sujeitas a danos econômicos mesmo com pequenas lesões (Derksen *et al.* 2016). Na Flórida (EUA) observou-se uma maior preferência do tripes da pimenta por rosas e entre 19 espécies de tripes capturados em armadilhas, 84% eram *S. dorsalis* (Mannion *et al.* 2014). Recentemente, inclusive, o tripes *Dichromothrips corbettii* (Priesner) (Thysanoptera: Thripidae), considerado uma praga quarentenária em orquídeas foi observado em um orquidário comercial na Bahia e possivelmente já estava presente há uma década, adentrando no Brasil em um lote de vendas importado da Tailândia (Cavalleri *et al.* 2020). Pragas que têm ornamentais como hospedeiros possuem um fator de risco a mais, pois muitas pessoas têm apreço por esse tipo de planta e acabam transportando-as de uma região para outra para tê-las em sua residência.

*Scirtothrips dorsalis* também se tornou uma importante praga na cultura da manga e seu ataque no tecido jovem do fruto deixa imperfeições, o que comprometeria uma das frutas mais importantes da exportação brasileira, caso se dispersasse nas principais regiões produtoras (Chiu *et al.* 2012; Lin *et al.* 2015; Souza *et al.* 2016). Além da manga, foi relatado também que *S. dorsalis* tem ocasionado sérios danos nas culturas de citrus e da uva no Japão e na Índia (Masui 2007; Reddy *et al.* 2019). Ainda relacionados às frutíferas, desde que chegou na Flórida, *S. dorsalis* foi relatado ocasionando perdas econômicas em 12 espécies (Kumar *et al.* 2012). Algumas destas espécies foram consideradas inéditas, o que significa que a gama de hospedeiros dessa praga pode aumentar ainda mais (Kumar *et al.* 2014).

Em relação aos danos diretos causados por *S. dorsalis*, sabe-se que a praga se alimenta de tecidos meristemáticos e de partes terminais e tenras da planta (Kumar *et al.* 2013). Com seu aparelho bucal, picador-sugador o tripes suga o conteúdo celular, levando a necrose do tecido. Apesar de sua preferência por tecidos jovens, há relatos de ataque em frutos maduros, como no caso do morango (Panthi e Renkema 2020). Dentre os sintomas visíveis do seu dano direto têm-se o prateamento da superfície da folha, o espessamento linear da lâmina foliar, a presença de manchas cinza ou pretas em frutos (Kumar *et al.* 2013). Em altas infestações, há o desfolhamento e o abortamento de flores e frutos, causando grande perda de produtividade (Deka *et al.* 2020).

Além dos danos diretos, *S. dorsalis* também ocasiona danos indiretos, pois ela é uma das 14 espécies da família Thripidae conhecidas por serem vetores de

tospovírus (Riley *et al.* 2011). Espécies deste gênero de vírus podem ser adquiridos para posterior transmissão por *S. dorsalis* apenas durante seu estágio larval e a partir desta fase começam uma relação do tipo circulativa/propagativa (Rotenberg *et al.* 2015).

Sabe-se que os fatores ambientais podem afetar a população e consequentemente o grau de infestação de artrópodes-pragas (Sahu *et al.* 2018). Mesmo em um grupo semelhante de pragas pode haver diferenças como os fatores ambientais influenciam a população. *S. dorsalis*, por exemplo, foi afetado principalmente pela temperatura máxima, média e mínima, precipitação, número de dias chuvosos e evaporação, já *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) foi mais afetado pelas temperaturas máximas e médias, umidade relativa da noite, velocidade do vento e evaporação (Gopal *et al.* 2018).

Em estudos realizados na Índia (Bhede *et al.* 2008) foi demonstrado haver uma maior incidência de *S. dorsalis* quando a temperatura máxima e mínima, umidade relativa manhã e tarde, precipitação e horas de sol estavam 35,8 °C, 18 °C, 76%, 34%, 0,0 mm e 11 h, respectivamente. Já na Colômbia, onde a praga foi recentemente registrada (2012), as condições climáticas que restringiam o estabelecimento de *S. dorsalis* estavam relacionadas a médias anuais abaixo de 24 °C, precipitações acima de 2.000 mm por ano e interações relacionadas à altitude-temperatura em altitudes de 1200 metros acima do nível do mar (Ravelo *et al.* 2018). Desta forma, é importante que seja feito modelos preditivos para buscar conhecer o potencial de distribuição de *S. dorsalis* em diferentes regiões do globo.

### **2.3 Modelagem preditiva de distribuição de espécies**

Modelagem preditiva de distribuição de espécies é uma técnica baseada em um processo computacional que integra a distribuição atual de uma ou mais espécies (dados de ocorrência) com as variáveis ambientais (modelagem correlativa) ou que usa características funcionais e restrições fisiológicas da espécie em questão (modelagem mecanicista) (Kearney *et al.* 2010; Urbani *et al.* 2017). Nesse processo são utilizados algoritmos que podem ser destinados para inúmeros objetivos. Estes podem ser para recomendar regiões adequadas para a conservação de espécies raras ou ameaçadas, para prever impactos de mudanças climáticas, para a avaliação do potencial invasivo de espécies exóticas, entre outros (Elith e Leathwick 2009; Qin *et al.* 2017; Sharma *et al.* 2018; Hong *et al.* 2019).

O MDE correlativo é o mais amplamente usado em estudos preditivos para posterior tomada de decisão na escolha de regiões para serem usadas na conservação de espécies ameaçadas de extinção (Araújo e Peterson 2012). Além desta funcionalidade, ela é bastante útil para o gerenciamento de espécies invasoras, no qual é possível prever os locais onde elas provavelmente serão estabelecidas e onde seus impactos serão mais graves (Stefanie *et al.* 2011).

Há vários algoritmos que podem ser usados para a MDE correlativo, utilizando diferente técnicas. Para técnicas de perfil tem-se, por exemplo, o BIOCLIM. Este algoritmo gera envelopes climáticos com base nos valores de cada variável utilizada e, então, busca locais onde aquelas condições (dos pontos de ocorrência) se repetem, atribuindo-as como adequadas (Casseiro *et al.* 2012)

Já o MAXENT e a Floresta Aleatória são técnicas de aprendizado de máquina (*Machine learning*) (Breiman 2001; Phillips *et al.* 2006;). Este termo pode ser entendido como a capacidade dos computadores de aprenderem com base em dados disponíveis (Queiroz *et al.* 2020). Nesse processo de aprendizagem, primeiramente os locais onde uma espécie ocorre são registrados e o clima em cada ponto é estimado a partir de coletas de medidas bioclimáticas em estações meteorológicas. Estas medidas são advindas principalmente da temperatura e da precipitação (mais detalhes no tópico 4.2). A partir desses dados é construído um perfil de condições climáticas para a espécie e em seguida ele é combinado com as estimativas climáticas de outras regiões para identificar outras localidades com clima similares. (Gullan e Cranston 2017).

O MAXENT se baseia no princípio da máxima entropia, na qual estima a probabilidade de ocorrência encontrando a distribuição de probabilidade mais próxima do uniforme, submetendo um conjunto de restrições que representam a informação incompleta da distribuição do alvo (Phillips *et al.* 2004; Phillips *et al.* 2006). A Floresta Aleatória consiste em um conjunto para classificação e regressão que constrói uma série de árvores de decisão aleatórias durante a fase de treinamento e prevê pela média dos resultados (Scornet *et al.* 2017).

Em relação as técnicas baseadas em regressão podem-se citar os algoritmos Modelo Linear Generalizado (GLM) e Modelo Aditivo generalizado (GAM). Aquele são modelos lineares que relacionam uma variável resposta a uma ou mais variáveis preditoras, permitindo a transformação da variável resposta em um padrão não linear

(Guisan *et al.* 2002). O GAM é um modelo linear generalizado com funções aditivas e componentes suavizados.

O uso desses recursos para o monitoramento de pragas quarentenárias e para auxiliar na elaboração de planos de prevenção à introdução de pragas exóticas se mostra como uma ótima ferramenta e de baixo custo, necessitando, porém, de material humano qualificado para sua execução.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Realizar a projeção de áreas geográficas com potencial de distribuição *S. dorsalis* nas Américas.

##### **3.1.1 Objetivo específico**

Identificar as regiões ambientalmente adequadas para o estabelecimento de *S. dorsalis* nas Américas com enfoque no Brasil.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Dados de ocorrência

Para obter os pontos de ocorrência de *S. dorsalis* fontes primárias de informação foram obtidas de um banco de dados de coleções de museus de acesso livre disponível no *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (<https://www.gbif.org>) e no “*Centre for Agriculture and Bioscience International*” (CABI). Os pontos foram coletados também em registros de campo publicados em artigos científicos. A partir das informações obtidas, as bases de dados foram organizadas com a coordenadas, localidade, país, referência. Nas fontes de busca as coordenadas geográficas foram identificadas e, em seguida, suas localizações corretas foram verificadas. Quando apenas os dados de localidades estavam disponíveis as buscas foram feitas no *Google maps*. Informações sem detalhes de localização foram excluídas. Para realizar a filtragem espacial foi utilizado o método *CELLSIZE* na qual define uma distância usando o dobro do tamanho do pixel utilizado na resolução dos dados (Transformação Haversine) (Velazco *et al.* 2019). Após a filtragem espacial, 101 pontos de ocorrências foram selecionados para a produção dos modelos. Na figura 2 é mostrado um mapa global com os pontos utilizados.

### 4.2 Aquisições das variáveis ambientais

Os dados abióticos foram obtidos no banco de dados *WorldClim - Global Climate Data* (versão 2.1) com resolução de 2,5 arc-min (aproximadamente 5 km<sup>2</sup>). Para condições climáticas atuais foram usados dados climáticos médios mensais para temperatura, precipitação, velocidade do vento e radiação solar para 1970–2000 (Fick e Hijmans 2017).

A princípio, dezenove variáveis bioclimáticas foram selecionadas para serem utilizadas na geração dos modelos, além das variáveis adicionais velocidades do vento (m s<sup>-1</sup>) (min, med e max) e radiação solar (min, med e max) e elevação (Quadro 3) totalizando 26 variáveis. Para reduzir a colinearidade foi utilizado o método da análise de componentes principais (PCA) nos preditores (variáveis ambientais) e foi usado componentes principais como variáveis ambientais, utilizando 95% da variação total de preditores como os novos preditores (De Marco e Nóbrega 2018).



**Quadro 3.** Variáveis bioclimáticas, velocidade do vento e radiação solar.

Variável (Código)	Variável
Bio 1	Temperatura média anual
Bio 2	Varição média diurna [Temp. média mês (max–min)]
Bio 3	Isolinhas (BIO2/BIO7) * (100)
Bio 4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão * 100)
Bio 5	Temperatura máxima mensal
Bio 6	Temperatura mínima mensal
Bio 7	Varição de temperatura anual (BIO5-BIO6)
Bio 8	Temperatura média do trimestre mais chuvoso
Bio 9	Temperatura média do trimestre mais seco
Bio 10	Temperatura média do trimestre mais quente
Bio 11	Temperatura média do trimestre mais frio
Bio 12	Precipitação anual
Bio 13	Precipitação do mês mais chuvoso
Bio 14	Precipitação do mês mais seco
Bio 15	Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de variação)
Bio 16	Precipitação do trimestre mais chuvoso
Bio 17	Precipitação do trimestre mais seco
Bio 18	Precipitação do trimestre mais quente
Bio 19	Precipitação do trimestre mais frio
Vento_min	Velocidade mínima do vento (m.s <sup>-1</sup> )
Vento_med	Velocidade média do vento (m.s <sup>-1</sup> )
Vento_max	Velocidade máxima do vento (m.s <sup>-1</sup> ).
Rad_min	Radiação solar (kJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )
Rad_med	Radiação solar (kJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )
Rad_max	Radiação solar (kJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )
Elev	Elevação (m)

#### 4.3 Definição dos algoritmos, avaliação do desempenho dos modelos e demais configurações

Os algoritmos existentes para a MDE usam diferentes abordagens estatísticas e entradas de dados, tais como presenças, pseudo-ausências ou pontos de fundo. Neste trabalho foram usados cinco algoritmos: Modelos Aditivos Generalizados “GAM” (presenças e pseudo-ausências) (Guisan *et al.* 2002), Modelo Linear Generalizado “GLM” (presenças e pseudo-ausências) (McCullagh e Nelder 1989), Entropia Máxima “MAXENT” (presença e pontos de fundo) (Phillips *et al.* 2006),

Floresta Aleatória “RF” (presenças e pseudo-ausências) (Prasad *et al.* 2006) e Bioclim (presenças) (Nix 1986). Posteriormente foi gerado um modelo consenso (Ensemble) que consiste no agrupamento dos diferentes algoritmos utilizados na modelagem. Para a construção do modelo consenso foi utilizado o método PCA, retornando o primeiro eixo.

Para a alocação de pseudo-ausências ou pontos de fundo foi utilizado o método GEO\_ENV\_KM\_CONST no qual estas são restritas ambientalmente (usando análise de *cluster k-means*), mas distribuídas geograficamente longe de ocorrências com base em um *buffer* geográfico (Senay *et al.* 2013). O *buffer* utilizado foi de 200 Km. O número de pseudo-ausências geradas foi na razão 1/1 em relação ao número de ocorrências utilizadas pelo modelo. Para a repartição de dado para a validação foi utilizado o método KFOLD, na qual será realizado validação cruzada com um total de 5 dobras (Fielding e Bell 1997).

Para a validação dos modelos, foram utilizadas as métricas Área Sobre a Curva (AUC) (Fielding e Bell 1997), estatística de habilidade Verdadeira (TSS) (Allouche *et al.* 2006) e Sorensen (Leroy *et al.* 2018). Valores superiores a 0,8 indicam resultados satisfatórios para as métricas utilizadas. Todos os modelos gerados e métodos utilizados foram processados com o pacote “ENMTML” (Andrade *et al.* 2020) no ambiente R (R Core Team 2022). Os mapas foram produzidos no do Arcmap (ARCGIS 10.5).

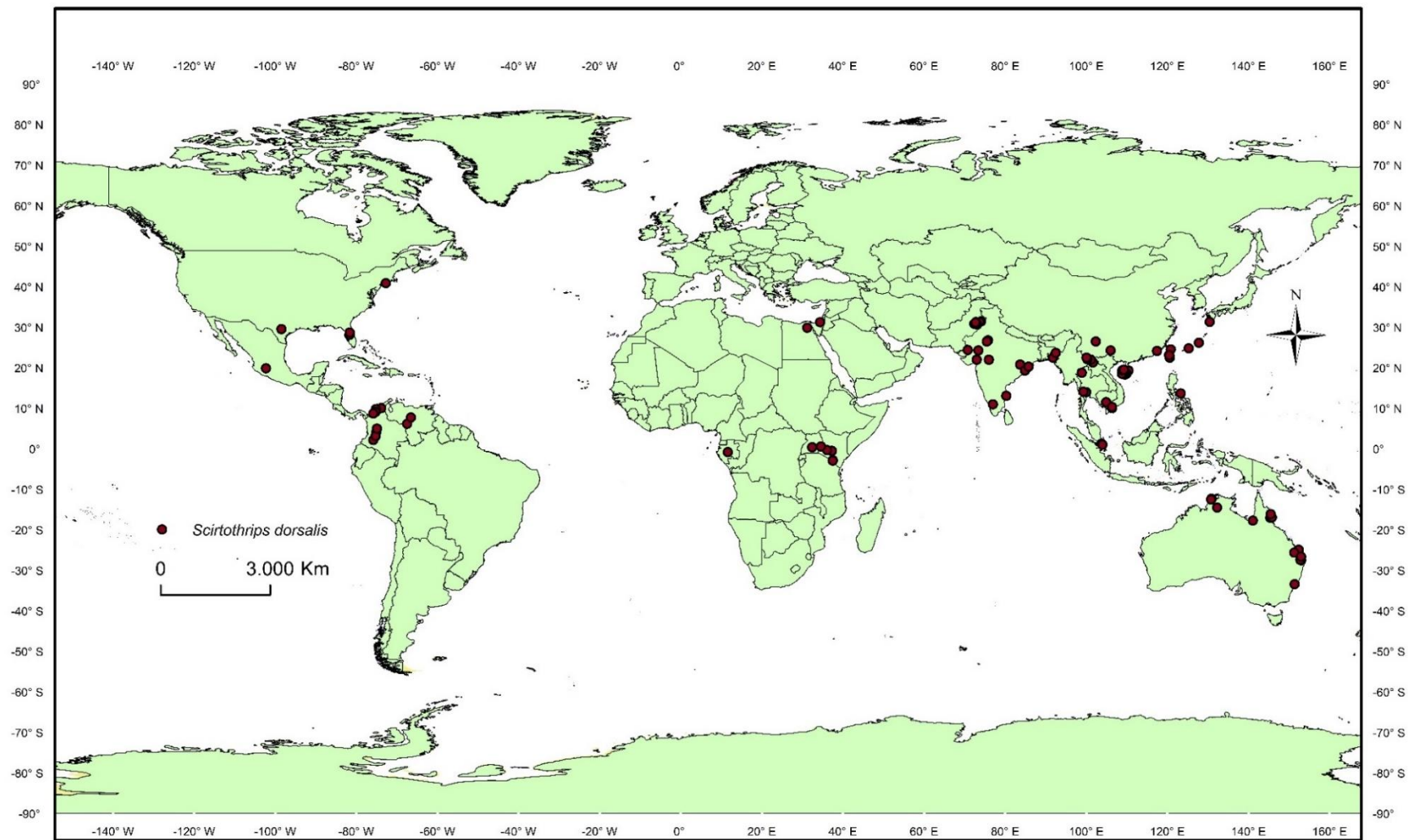
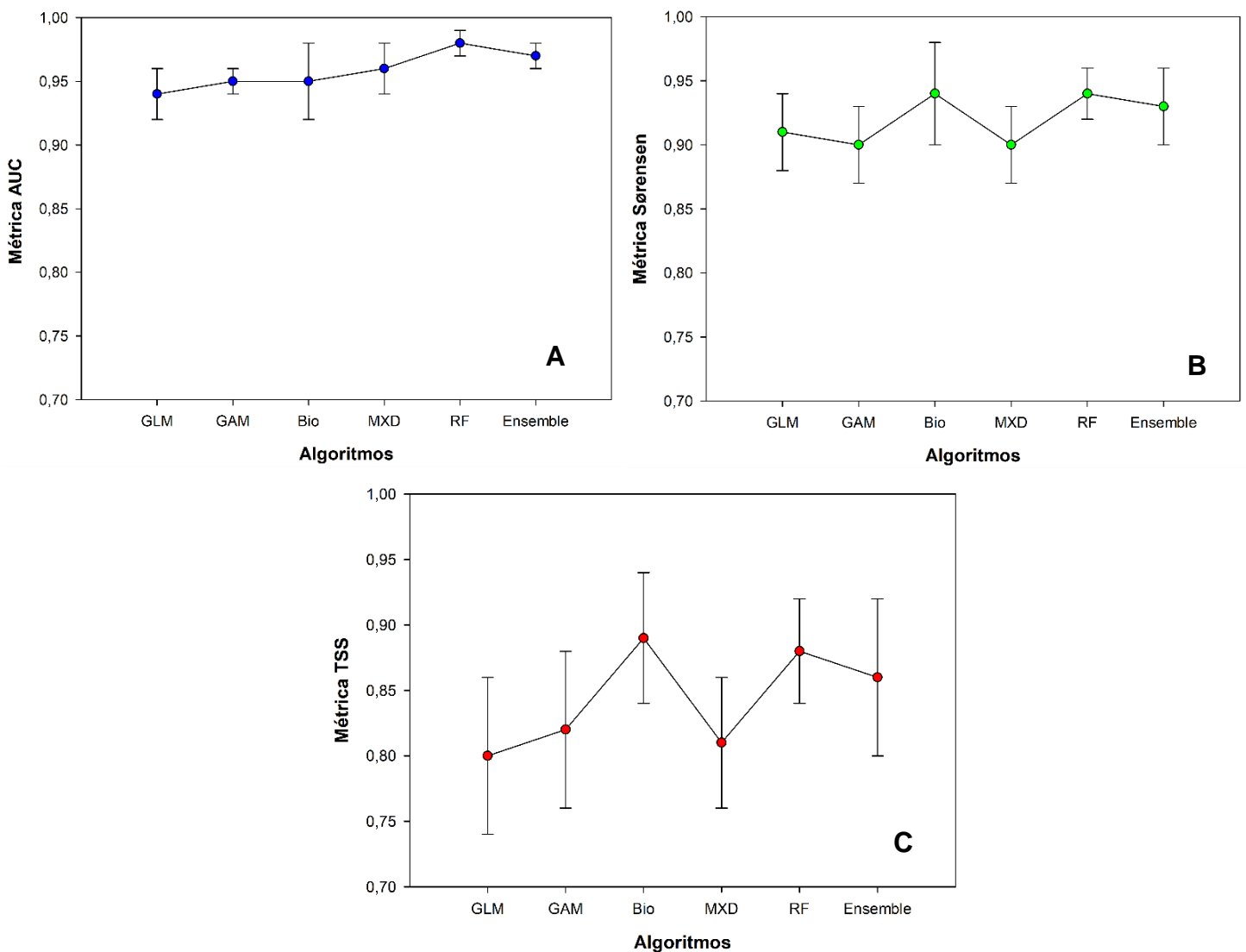


Figura 1. Pontos de ocorrência de *Scirtothrips dorsalis* usados para gerar os modelos.

## 5. RESULTADOS

Todos os cinco algoritmos apresentaram ótimos desempenhos na validação dos modelos na métrica AUC, sendo o algoritmo RF o que apresentou maior valor figura 3 (A). Nas métricas TSS e Sorensen, os algoritmos também apresentaram bons desempenhos com valores acima de 0,8 no TSS e acima de 0,9 no Sorensen e o Bioclim apresentou o maior valor em ambas as métricas.



**Figura 2.** Métricas usadas para a validação dos modelos produzidos pelos algoritmos.

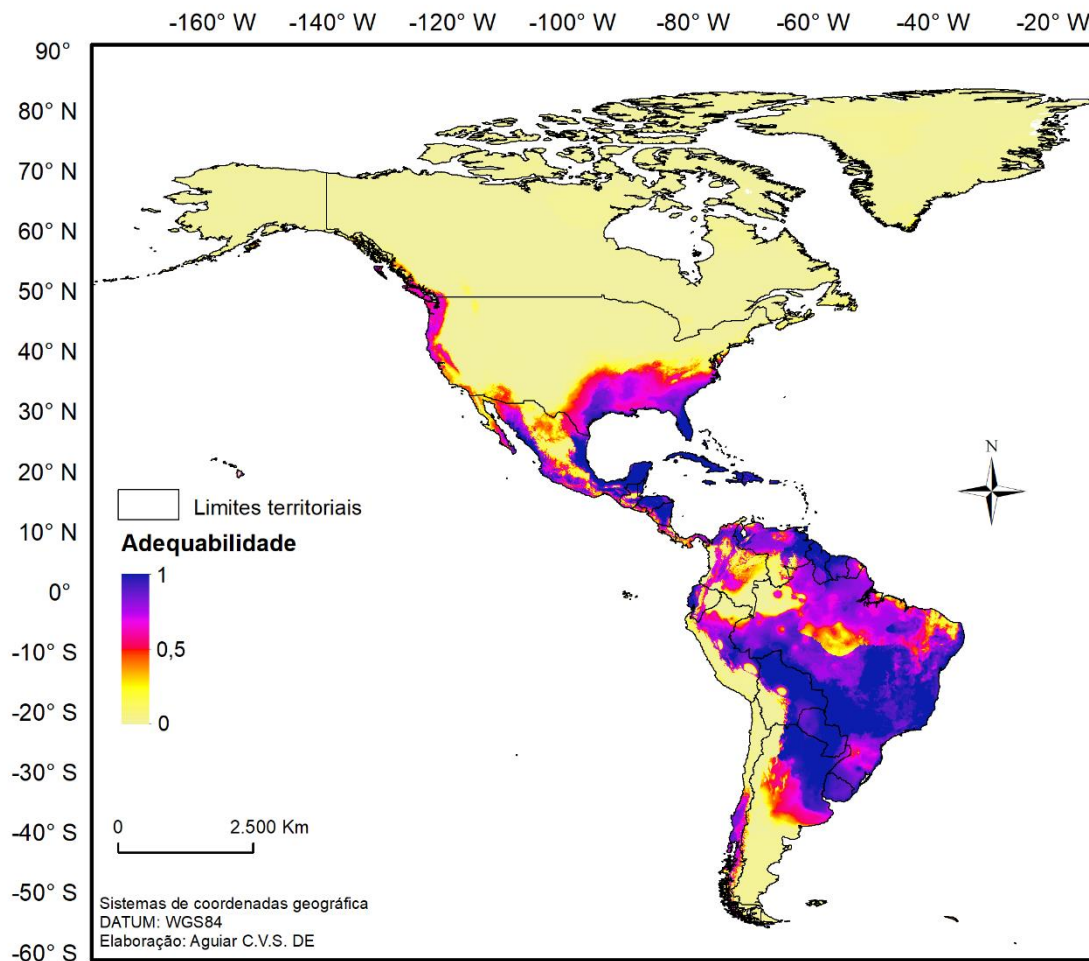
A análise de componentes principais (PCA) (Quadro 4) resultou em 26 componentes (Anexo A), dos quais os sete primeiros foram responsáveis por 95,51% da variabilidade total.

**Quadro 4.** Análise de componentes principais (PCA) de 26 variáveis climáticas com base em registros de ocorrência de *S. dorsalis*

Variáveis ambientais	Componentes principais						
	1	2	3	4	5	6	7
Elevação	0,168	0,078	0,201	0,309	0,170	-0,306	-0,227
Radiação solar (máxima)	0,203	0,043	0,244	0,185	0,168	0,007	0,119
Radiação solar (média)	-0,217	0,200	0,181	-0,001	0,093	0,250	-0,010
Radiação solar (mínima)	-0,223	-0,114	0,252	0,102	0,038	-0,083	-0,045
Velocidade do vento(máxima)	0,156	0,146	0,234	0,387	-0,146	0,224	0,021
Velocidade do vento(médica)	0,146	0,143	0,230	-0,420	-0,131	-0,201	0,013
Velocidade do vento(mínima)	0,151	0,145	0,220	-0,424	-0,139	-0,214	-0,011
Temperatura média anual (bio 1)	-0,256	-0,123	0,027	-0,121	-0,014	0,019	0,003
Varição média diurna [Temp. média mês (max–min)] (bio 2)	0,133	-0,318	0,093	0,077	0,137	-0,547	0,060
Isolinhas (BIO2/BIO7) * (100) (bio 3)	-0,216	0,070	0,260	0,117	0,131	-0,007	-0,028
Sazonalidade da temperatura (desvio padrão * 100) (bio 4)	0,169	-0,163	-0,387	-0,024	-0,093	-0,209	0,142
Temperatura máxima mensal (bio 5)	-0,239	-0,199	-0,071	-0,129	-0,025	-0,064	0,070
Temperatura mínima mensal (bio 6)	-0,258	-0,047	0,113	-0,104	0,018	0,107	-0,019
Varição de temperatura anual (BIO5-BIO6) (bio 7)	0,129	-0,254	-0,373	-0,005	-0,083	-0,346	0,167
Temperatura média do trimestre mais chuvoso (bio 8)	0,236	-0,161	-0,113	-0,157	-0,108	-0,028	-0,027
Temperatura média do trimestre mais seco (bio 9)	-0,240	-0,062	0,181	-0,097	0,102	0,099	0,078
Temperatura média do trimestre mais quente (bio 10)	-0,243	-0,178	-0,068	-0,140	-0,036	-0,024	0,048
Temperatura média do trimestre mais frio (bio 11)	<b>-0,259</b>	-0,067	0,114	-0,094	0,013	0,071	-0,022
Precipitação anual (bio 12)	-0,204	0,303	-0,079	0,085	-0,130	-0,087	0,046
Precipitação do mês mais chuvoso (bio 13)	-0,197	0,226	0,002	0,172	-0,419	-0,073	0,134
Precipitação do mês mais seco (bio 14)	-0,134	0,319	-0,207	-0,056	0,387	-0,225	-0,144
Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de variação) (bio 15)	0,101	0,067	0,282	0,384	-0,226	-0,224	0,155
Precipitação do trimestre mais chuvoso (bio 16)	-0,203	0,231	-0,016	0,157	-0,386	-0,065	0,119
Precipitação do trimestre mais seco (bio 17)	-0,140	<b>0,330</b>	-0,196	-0,061	0,359	-0,212	-0,122
Precipitação do trimestre mais quente (bio 18)	-0,185	0,195	-0,164	0,099	-0,292	-0,188	-0,495
Precipitação do trimestre mais frio (bio 19)	-0,136	0,320	-0,047	0,011	0,193	-0,062	0,723
<b>Variância acumulada</b>	<b>0,525</b>	<b>0,149</b>	<b>0,111</b>	<b>0,086</b>	<b>0,035</b>	<b>0,029</b>	<b>0,019.</b>

Os dois primeiros componentes foram os que melhor explicaram a variação, representando 67,5%. No primeiro componente, a variável com o maior autovetor foi a bio 11 (temperatura média do trimestre mais frio), já no segundo componente, a bio 17 (precipitação do quarto mais seco) foi o vetor de maior valor. Observou-se que no primeiro e segundo componente os autovetores mais expressivos estavam relacionados a temperatura e a precipitação, respectivamente.

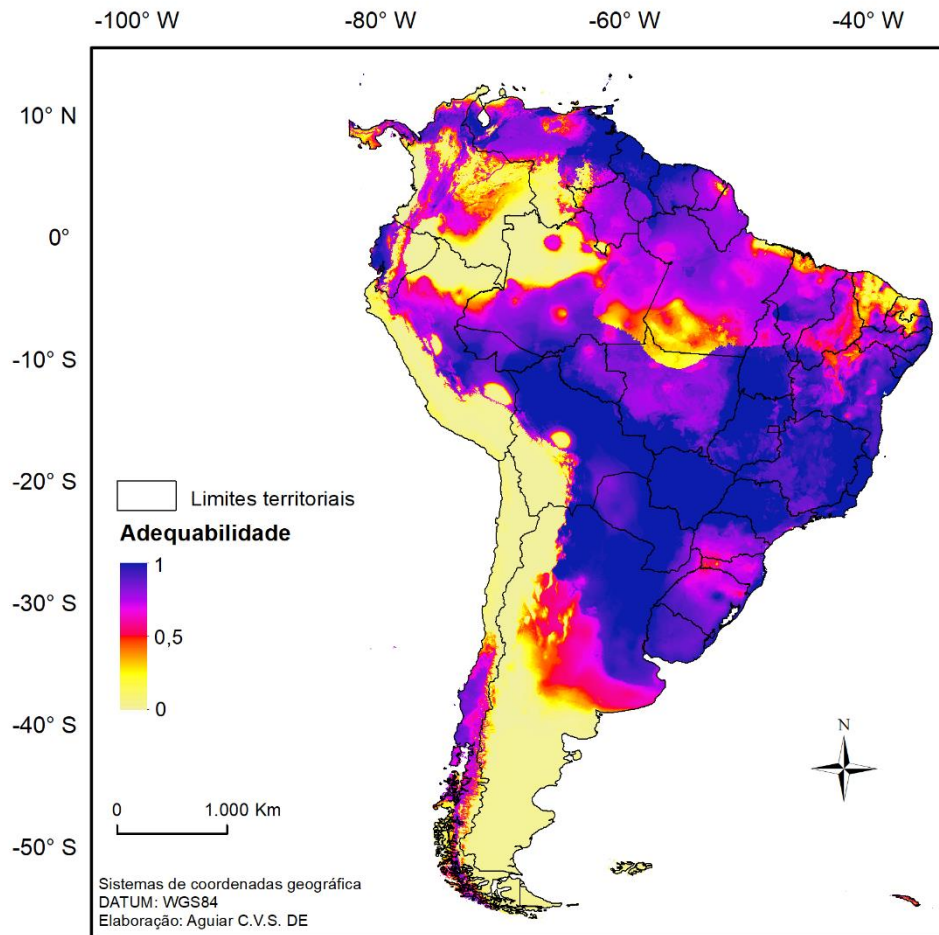
Na América do Norte o modelo projetou áreas adequadas na costa oeste do EUA e na costa leste desde a Florida até o estado de Massachusetts. A costa leste e oeste do México também são área ambientalmente adequadas para o estabelecimento do tripses. Praticamente toda a América central mostrou-se adequada para o estabelecimento da praga.



**Figura 3.** Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* nas Américas do modelo consenso.

Os modelos demonstraram que parte significativa da América do Sul possui áreas ambientalmente adequadas para *S. dorsalis*. Destaca-se o centro-sul do Chile, nordeste da Argentina, leste da Bolívia, parte central e norte da Venezuela e toda a extensão de Paraguai, Uruguai, Suriname e Guiana Francesa e Inglesa.

No Brasil, todas as regiões geográficas possuem áreas com alta adequabilidade ambiental (próximo ao limite superior – 1). Já em relação às áreas com baixa probabilidade de estabelecimento, observa-se o noroeste do Amazonas, principalmente nos municípios de São Gabriel da Cachoeira e Japurá; uma região na fronteira dos estados de Mato Grosso e Pará e em parte do nordeste brasileiro, onde inclui quase todo o estado do Ceará.



**Figura 4.** Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* na América do sul do modelo consenso.

## 6. DISCUSSÃO

Pela primeira vez é modelado para *S. dorsalis* as áreas ambientalmente adequadas para as regiões da América Central e América do Sul. Para a construção de um bom modelo, inicialmente é importante possuir uma quantidade razoável de pontos bem distribuídos. Apesar de não haver uma regra definindo o número mínimo de pontos de ocorrências, alguns estudos mostram que o tamanho da amostra está relacionado à precisão do modelo (Wisniewski *et al.* 2008; van Proosdij *et al.* 2015). Desta forma, os mais de 100 pontos utilizados foram essenciais para a produção de um modelo confiável. Aliado a isto, os valores de TSS ( $0,86 \pm 0,06$ ), Sorensen ( $0,93 \pm 0,03$ ) e AUC ( $0,97 \pm 0,01$ ) para o modelo consenso são altos e, portanto, mais um indicio da confiabilidade do modelo.

O modelo mostrou amplas possibilidades para um possível estabelecimento do trips da pimenta, realçando sua característica invasiva. Apesar disto, algumas características climáticas como baixa temperatura e alta pluviosidade parecem restringir seu estabelecimento. Um estudo sobre a influência de parâmetros meteorológicos na incidência de *S. dorsalis* mostrou que este foi afetado negativamente pela precipitação e número de dias chuvosos (Gopal *et al.* 2018). Este resultado converge com o modelo projetado em regiões como o Noroeste do Amazonas, leste da Colômbia, ao norte da Bolívia e ao Sul da Venezuela, que são locais com pluviosidade alta e constante ao longo do ano. Desta forma, essas características climáticas podem ter influenciado a distribuição projetada pelo modelo, resultando na não adequabilidade climática para a praga. Além disto, na Colômbia, onde essa praga está presente, uma pesquisa constatou que uma das características que restringiam o estabelecimento desse trips era o índice pluviométrico acima de 2000 mm ao ano (Ravelo *et al.* 2018).

É importante mencionar que no estado do Ceará (Nordeste brasileiro), região projetada com baixa adequabilidade climática foi identificado a presença de *S. dorsalis* em 2018, sendo que os espécimes identificados possuíam caracteres morfológicos similares à espécimes encontrados em populações da África do Sul (Dias-Pini *et al.* 2018). No entanto, além desta publicação não houve mais relatos de sua aparição e não há atualizações sobre sua presença no território nacional, além dela ainda constar como praga quarentenária ausente.



Além da Venezuela e da Colômbia, *S. dorsalis* também está oficialmente presente no Suriname, país onde não foram coletados pontos de ocorrência para a produção do modelo (Ciomperlik *et al.* 2005b). O mesmo aconteceu com algumas ilhas do Caribe (São Vicente, Barbados e Santa Luzia), onde não foram encontradas ocorrências com boa precisão (Ciomperlik e Seal 2004; Ciomperlik *et al.* 2005a). Apesar disto, nessas regiões também foram previstas como sendo altamente adequadas para o estabelecimento da praga.

Em relação a distribuição potencial na América do Norte observa-se que as temperaturas muito baixas restringem o estabelecimento de *S. dorsalis*. No entanto, diferente de um estudo de distribuição potencial (mecanicista) realizado nos Estados Unidos da América, onde presumia-se que esse trips não se estabeleceria em regiões com temperatura abaixo de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o modelo projetado mostra possibilidade dele sobreviver em Nova Iorque (local longe da zona de temperatura mínima proposta anteriormente), onde de fato já foi encontrado, sobrevivendo durante o inverno hibernando (Nietschke *et al.* 2008; Dickey *et al.* 2015). De maneira similar, o modelo projetou áreas com a possibilidade de estabelecimento de *S. dorsalis* ao centro-sul do Chile em regiões onde há temperatura abaixo do  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O modelo projetado também coincidiu com área propostas do trabalho de Nietschke *et al.* (2008), além de mais áreas adequadas na região Sul do EUA. A diferença metodológica e a coleta de pontos podem ter influenciado nesse aumento de área adequadas, mostrando mais possibilidades de estabelecimento de *S. dorsalis*.

Por fim, um fator importante e problemático são os resultados de um estudo na qual mostrava que *S. dorsalis* seria um complexo de espécies crípticas (Dickey *et al.* 2015). Desta forma, a distribuição gerada pelo modelo poderá superestimar algum possível membro desse complexo, englobando, portanto, as possibilidades existentes de sua aparição. Os resultados indicam que o modelo é confiável e possivelmente evitará que o trips se estabeleça em regiões fora das áreas adequadas previstas pelo modelo, como já aconteceu anteriormente em Nova Iorque (Nietschke *et al.* 2008; Dickey *et al.* 2015).

Dentre essas possibilidades atualmente existentes de uma nova entrada no Brasil, o Estado de Roraima apresenta um maior risco por fazer fronteira com países que onde a praga já está estabelecida, além desse estado já possuir um histórico de ser porta de entrada de algumas pragas quarentenárias (Marsaro Júnior *et al.* 2013; Marsaro Júnior *et al.* 2017). Desta forma, ter profissionais especializados na

identificação do tripes juntamente à equipamentos para a caracterização molecular é essencial para uma identificação mais rápida e com isso a possibilidade de tomada de decisão em medidas de contenção para mitigar o risco de dispersão da praga.

Atualmente, com exceção do trabalho inicial publicado (Dickey *et al.* 2015), pouco se sabe sobre a genética de *S. dorsalis* nos países onde a praga está presente. Destarte, mais trabalhos deverão ser feitos para investigar possíveis mudanças comportamentais (como mudança de hospedeiros), possibilitando, inclusive, a criação de novos modelos para cada membro, caso haja dados suficientes. O presente trabalho projeta, portanto, as atuais áreas adequadas de *S. dorsalis* com base nas informações disponíveis.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresenta a distribuição potencial de *S. dorsalis* utilizando um agrupamento de vários algoritmos de modelagem – técnica que reduz incertezas, comparado a utilização de apenas um algoritmo – que projeta as áreas ambientalmente adequadas para praga nos três subcontinentes Americanos. A América do Sul, em particular, é altamente propícia para a invasão do tripes, em especial o Brasil, por sua extensão territorial que faz fronteira com 10 países, sendo três destes já com a presença da praga.

A pesquisa mostrando *S. dorsalis* como complexo de espécies crípticas não deve ser ignorado e será um desafio a mais para realização de pesquisas, visto as incertezas. Esforços contínuos devem ser realizados para prevenir uma nova entrada de *S. dorsalis* no Brasil e também nos demais países da América onde a praga não está presente, além de ser importante haver uma investigação maior acerca da genética desse tripes e como isso influenciará seu comportamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, A.F.A.; Velazco, S.J.E.; De Marco Jr, P. 2020. ENMTML: An R package for a straightforward construction of complex ecological niche models. *Environmental Modelling & Software*, 125, 104615. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104615>
- Atakan, E.;Pehlivan, S. 2021. A new harmful thrips species in orange in Antalya Province: Scirtothrips dorsalis Hood (Thysanoptera: Thripidae). *Mediterranean Agricultural Sciences*,34: 273-277. DOI: 10.29136/mediterranean.1013009
- Allouche, O.; Tsoar, A.; Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of applied ecology*, 43: 1223-1232. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>.
- Alves, G.A. 2016. *Uso de ferramentas de análise de 'big data' na identificação de ameaças e fatores de risco fitossanitário*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 69p.
- Araújo, M.B.; Peterson, A.T. 2012. Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. *Ecology*, 93: 1527-1539. Doi: <https://doi.org/10.1890/11-1930.1>.
- Assunção, P.E.V. 2013. Dispendios e viabilidade econômica da produção de pimenta no sul de Goiás. *Revista de Política Agrícola*, 22: 110-118.
- Barve, N. Barve, V.; Jiménez-Valverde, A.; Lira-Noriega, A.; Maher, S.P.; Peterson, A. T.; Soberón, J.; Villalobos, F. 2011. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological modelling*, 222: 1810-1819. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011>.
- Bhede, B.V.; Suryawanshi, D.S.; More, D.G. 2008. Population dynamics and bioefficacy of newer insecticide against chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Hood). *Indian Journal of Entomology*, 70: 223-226.
- Brasil. 2018a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Instrução Normativa n° 38, de 2 de outubro de 2018: Lista de Pragas Quarentenárias Presentes*. Diário Oficial da União Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. 2018b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Instrução Normativa n° 39, de 2 de outubro de 2018: Lista de Pragas Quarentenárias Ausentes*. Diário Oficial da União Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Instrução Normativa n° 38, de 2 de setembro de 2020: Inclusão de Pragas Quarentenárias Ausentes*. Diário Oficial da União Federativa do Brasil, Brasília, DF.

- Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine learning*, 45: 5-32. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- CABI, 2020. Crop Protection Compendium (<https://www.cabi.org/cpc>). Acesso em 15/09/2020.
- Cassemiro, F.A.S.; Gouveia, S.F.; Diniz-Filho, J.A.F. 2018. Distribuição de *Rhinella granulosa*: integrando envelopes bioclimáticos e respostas ecofisiológicas. *Revista Da Biologia*, 8: 38-44. Doi: <https://doi.org/10.7594/revbio.08.07>.
- Cavalleri, A.; Alves, R.M. de O.; Lima, F.B.L. 2020. *Dichromothrips corbeti* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae): uma nova praga quarentenária em orquídeas no Brasil. *Comunicações entomológicas*, 2:ec02030. Doi: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec02030>
- Cermeli, M.; Perozo, J.; Piñango, L. 2009. *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera, Thripidae) nuevo insecto plaga del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en Venezuela. *Entomotropica*, 24: 85-88.
- Chapman, R.F.; Simpson, S.J; Douglas, A.E. 2012. *The Insects: Structure and Function*. 5th ed. Cambridge University Press, New York, 2012, 959p.
- Chiu, Y.; Shih, H.; Wang, C. 2012. Management tactics and investigation on insecticide resistance of chilli thrips on mango. *Formosan Entomologist Special*, 15: 221-232.
- Ciomperlik, M.A.; Gibbs, I.H.; Carlson, J.; Taylor, B. 2005a. Surveys of Barbados for *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). USDA APHIS PPQ CPHST, 8p. (Technical Report).
- Ciomperlik, M.A.; Jagaroep, M.; Mueller, A.V.S. 2005b. A Survey Report for *Scirtothrips dorsalis* Hood in Suriname. USDA APHIS PPQ CPHST, 8 p. (Technical Report).
- Ciomperlik, M.A.; Seal, D. 2004. Surveys of St. Lucia and St. Vincent for *Scirtothrips dorsalis* (Hood). Edinburg, TX: USDA-APHIS-PPQ-CPHST-PDDML, 19 p. (Technical Report).
- Crespo-Pérez, V.; Régnière, J.; Chuine, I.; Rebaudo, F.; Dangles, O. 2015. Changes in the distribution of multispecies pest assemblages affect levels of crop damage in warming tropical Andes. *Global change biology*, 21: 82-96.
- Czepak, C.; Albernaz, K.C.; Vivan, L.M.; Guimarães, H.O.; Carvalhais, T. 2013. First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43: 110-113. Doi: 10.1590/S1983-40632013000100015.
- Dalva, G. 2013. Lagarta *Helicoverpa*: mais um sério problema. São Paulo, SP: Instituto Biológico, 2p. (Comunicado Técnico, nº 186).
- De Marco, P.; Nóbrega, C.C. 2018. Evaluating collinearity effects on species distribution models: An approach based on virtual species simulation. *PLoS one*, 13: e0202403. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202403>.

- Deka, B.; Babu, A.; Sarkar, S. 2020. *Scirtothrips dorsalis*, Hood (Thysanoptera: Thripidae): A major pest of tea plantations in North East India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8: 1222-1228.
- Derksen, A.I.; Mannion, C.M.; Seal, D.R.; Osborne, L.S.; Martin, C.G. 2016. Direction and timing of dispersal of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on select ornamental host plant species in south Florida. *Florida Entomologist*, 99: 710-717. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.099.0421>.
- Dias-Pini, N.S.; Lima, M.G.A.; Lima, E.F.B.; Maciel, G.P.S.; Duarte, P.M. 2018. *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae): a Newly Introduced Polyphagous Pest in Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology*, 47: 725-728. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0618-3>.
- Dickey, A.M.; Kumar, V.; Hoddle, M.S.; Funderburk, J.E.; Morgan, J.K.; Jara-Cavieles, A.; Shatters, R.G.J.; Osborne, L.S.; McKenzie, C.L. 2015. The *Scirtothrips dorsalis* species complex: endemism and invasion in a global pest. *PLoS One*, 10: e0123747. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123747>.
- Early, R.; González-Moreno, P.; Murphy, S, T.; Day R. 2018. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota* 40: 25-50. <https://doi.org/10.3897/neobiota.40.28165>
- Ebratt, E.; Rodríguez, A.; Monje, B.; Varón, E.; Brochero, H.; Goldarazena, A. 2018. Preferences of *Scirtothrips dorsalis* Hood 1919 (Thysanoptera: Thripidae) for different structures of cotton (*Gossypium hirsutum* L) plants in the Magdalena warm valley of Colombia. *Agronomía Colombiana*, 36: 42-50. Doi: 10.15446/agron.colomb.v36n1.66714.
- Echer, M.M.; Fernandes, M.C.; Ribeiro, R.L.; Peracchi, A.L. 2002. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência ao ácaro branco. *Horticultura Brasileira*, 20: 217-221.
- Elith, J.; Leathwick, J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 40: 677-697. Doi: 10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159.
- FAO. 1990. Glossary of phytosanitary terms. *FAO Plant Protection Bulletin*, 38: 5-23.
- FAO, 2009. Glossário de termos fitossanitários - NIMF nº 5. FAO, Roma. ([https://abcsem.com.br/upload/arquivos/NIMF\\_05\\_2009.pdf](https://abcsem.com.br/upload/arquivos/NIMF_05_2009.pdf)). Acesso em 12/05/2020
- FAO, 2014. Food and Agriculture Policy Decision Analysis (FAPDA) (<http://www.fao.org/3/i3759e/i3759e.pdf>). Acesso em 07/04/2020.
- FAO, 2018. The State of Agricultural Commodity Markets (<http://www.fao.org/3/I9542EN/I9542en.pdf>). Acesso em 20/08/2019.
- Fick, S.E.; Hijmans R.J. 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37: 4302-4315. Doi: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- Fielding, A.H.; Bell, J.F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental conservation*, 24: 38-49. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>.

- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Berti Filho, E. *et al.* 2002. Entomologia agrícola. FEALQ, Piracicaba, 920 p.
- Giannini, T.C.; Siqueira, M.F.; Acosta, A.L.; Barreto, F.C.; Saraiva, A.M.; Alves-dos-Santos, I. 2012. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. *Rodriguésia*, 63: 733-749. Doi: 10.1590/S2175-78602012000300017.
- Gopal, G.V.; Lakshmi, K.V.; Babu, B.S.; Varma, P.K. 2018. Seasonal incidence of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* hood in relation to weather parameters. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6: 466-471.
- Guisan, A.; Edwards Jr, T.C.; Hastie, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological modelling*, 157: 89-100. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00204-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00204-1).
- Gullan, P. J.; Crantson, P. S. 2017. Insetos: Fundamentos de Entomologia. 5. ed, Roca, Califórnia, 2017, 912.
- Hoddle, M.S.; Heraty, J.M.; Rugman-Jones, P.F.; Mound, L.A.; Stouthamer, R. 2008. Relationships among species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae, Thripinae) using molecular and morphological data. *Annals of the Entomological Society of America*, 101: 491-500. Doi: 10.1603/0013-8746(2008)101[491:RASOST]2.0.CO;2
- Holler, W.A.; Brasco, M.A.; Filho, E.L.; Farias, A.R.; Mingoti, R. 2015. Identificação de segmentos e locais nos limites territoriais do Brasil para ações de prevenção à entrada de pragas. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, 8p. (INFOTECA-E. Circular Técnica, nº 3)
- Hong, J.; Lee, G.S.; Park, J.J.; Mo, H.H.; Cho, K. 2019. Risk map for the range expansion of *Thrips palmi* in Korea under climate change: Combining species distribution models with land-use change. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22: 666-674. Doi: [doi.org/10.1016/j.aspen.2019.04.013](https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.04.013).
- Hulme P.E. 2021. Unwelcome exchange: International trade as a direct and indirect driver of biological invasions worldwide. *One Earth*. 4:666-679. Doi: [10.1016/j.oneear.2021.04.015](https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.015).
- IICA. 2018. Guía para la Implementación del Sistema de Vigilancia Fitosanitaria Específica: estudio de caso: *Bactrocera dorsalis*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Comité Regional de Sanidad Vegetal del Cono Sur. 37 p.
- Johnson, M.A.; Ruiz-Diaz, C.P.; Manoukis, N.C.; Rodrigues, V.J.C. 2020 Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*), a Global Pest of Coffee: Perspectives from Historical and Recent Invasions, and Future Priorities. *Insects*, 11:882. <https://doi.org/10.3390/insects11120882>
- Kearney, M.R.; Wintle, B.A.; Porter, W.P. 2010. Correlative and mechanistic models of species distribution provide congruent forecasts under climate change. *Conservation Letters*, 3: 203–213. Doi: [10.1111/j.1755-263X.2010.00097.x](https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00097.x).
- Kumar, P. S.; Rachana, R. R. 2021. *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) Is a Pest of Celery, *Apium graveolens* (Apiales: Apiaceae): First Report and

- Diagnostic Characters, *Journal of Integrated Pest Management*, 12: 46. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab039>
- Kumar, V.; Kakkar, G.; Mckenzie, C.L.; Seal, D.R.; Osborne L.S. 2013. An overview of Chilli Thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) biology, distribution and management. In: Soloneski, S.; Larramendy, M. (Ed.). *Weed and Pest Control: Conventional and New Challenges*. InTech, Croatia, p.53-77. Doi: <https://doi.org/10.5772/55045>.
- Kumar, V.; Kakkar, G.; Seal, D.R.; Mckenzie, C.L.; Colee, J.; Osborne, L.S. 2014. Temporal and spatial distribution of an invasive thrips species *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Crop Protection*, 55: 80-90. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.015>
- Kumar, V.; Seal, D.R.; Kakkar, G.; Mckenzie, C.L.; Osborne, L.S. 2012. New tropical fruit hosts of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) and its relative abundance on them in south Florida. *The Florida Entomologist*, 95: 205-207.
- Lahiri, S.;B. Panthi. 2020. "Insecticide Efficacy for Chilli Thrips Management in Strawberry. *Arthropod Management Tests*. 45:tsaa046.
- Legrand, P. 2012. Importations de vigne dans l'union europeenne et securité phytosanitaire: le role indispensable de la quarantaine. *Bulletin de l'OIV*, 85: 481-489.
- Leroy, B.; Delsol, R.; Hugueny, B.; Meynard, C.N.; Barhoumi, C.; Barbet-Massin, M.; Bellard, C. 2018. Without quality presence–absence data, discrimination metrics such as TSS can be misleading measures of model performance. *Journal of Biogeography*, 45: 1994-2002. Doi: <https://doi.org/10.1111/jbi.13402>.
- Lin, C.N.; Wei, M.Y.; Chang, N.T.; Chuang, Y.Y. 2015. The occurrence of *Scirtothrips dorsalis* Hood in mango orchards and factors influencing its population dynamics in Taiwan. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18: 361-367. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.04.004>.
- Lobo, J. M.; Jiménez-Valverde, A.; Real, R. 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global ecology and Biogeography*, 17: 145-151. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00358.x>.
- Lopes-da-Silva, M.; Benito, N.P.; Sanches, M.M.; Marques, A.S.D.A.; Návia, D.; Gonzaga, V.; *et al.* 2016. Interceptações de pragas quarentenárias e ausentes não regulamentadas em material vegetal importado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51: 494-501. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500009>.
- Lopes-Da-Silva, M.; Sanches, M.M.; Stancioli, A.R.; Alves, G.; Sugayama, R. 2014. The role of natural and human-mediated pathways for invasive agricultural pests: a historical analysis of cases from Brazil. *Agricultural Sciences*, 5: 634-646. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/as.2014.57067>
- Mannion, C.M.; Derksen, A.I.; Seal, D.R.; Osborne, L.S.; Martin, C.G. 2014. Population dynamics of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) and other thrips species on two ornamental host plant species in Southern



- Florida. *Environmental Entomology*, 43: 849-858. Doi: <https://doi.org/10.1603/EN13263>.
- Marsaro Júnior, A.L.; Pereira, P.R.V.S.; Rosado-Neto, G.H.; Morais, E.G.F. 2017. First record of acerola weevil, *Anthonomus tomentosus* (Faust, 1894) (Coleoptera: Curculionidae), in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77: 803-808. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01216>.
- Marsaro Júnior, A.L.; Peronti, A.L.B.G.; Penteado-Dias, A.M.; Morais, E.G.F.; Pereira, P.D.S. 2013. First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 73: 413-418. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000200024>.
- Masui, S. 2007. Synchronism of immigration of adult yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) to citrus orchards with reference to their occurrence on surrounding host plants. *Applied Entomology and Zoology*, 42: 517-523. Doi: <https://doi.org/10.1303/aez.2007.517>.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A. 1989. *Generalized linear models*. Chapman and Hall. 2nd ed. London, New York, 1989, 511p.
- Melo, J.W.; Navia, D.; Mendes, J.A.; Filgueiras, R.M.; Teodoro, A.V.; Ferreira, J.M.; et al. 2018. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. *International Journal of Acarology*, 44: 146-149. Doi: [10.1080/01647954.2018.1474945](https://doi.org/10.1080/01647954.2018.1474945).
- Morais, E.G.F.; Jesus-Barros, C.R.; Adaime, R.; Lima, A.L.; Navia, D. 2016. Pragas de expressão quarentenária na Amazônia. In: Silva, N.M.; Adaime, R.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Pragas Agrícolas e Florestais na Amazônia*. Embrapa, Brasília, Distrito Federal, p.520-559.
- Morse, J.G.; Hoddle, M.S. 2006. Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51: 67-89. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151044>.
- Müller, F.A.; Dias, N.P.; Gottschalk, M.S.; Garcia, F.R.M.; Nava, D.E. 2019. Potential distribution of *Bactrocera oleae* and the parasitoids *Fopius arisanus* and *Psytalia concolor*, aiming at classical biological control *Biological Control*, 132: 144-151. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.014>.
- Nakayama, K. 2019. Cochonilha rosada (*Maconellicoccus hirsutus*, Green) ataca cacaueteiro e outros cultivos tropicais. Ilhéus, BA: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/ Centro de Pesquisas do Cacau, 32p. (Boletim Técnico, nº 212).
- Navia, D.; Marsaro Júnior, A.L. 2010. First report of the citrus hindu mite, *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Prostigmata: Tetranychidae), in Brazil. *Neotropical Entomology*, 39: 140-143. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000100021>.
- Navia, D.; Marsaro Jr, A.L.; Da Silva, F.R.; Gondim Jr, M.G.C.; De Moraes, G.J. 2011. First report of the Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae),

- in Brazil. *Neotropical Entomology*, 40: 409-411. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300018>.
- Nietschke, B.S.; Borchert, D.M.; Magarey, R.D.; Ciomperlik, M.A. 2008. Climatological potential for *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) establishment in the United States. *Florida Entomologist*, 91: 79-86. Doi: [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2008\)091\[0079:CPFSDT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2008)091[0079:CPFSDT]2.0.CO;2).
- Nix, H.A. 1986. A Biogeographic analysis of Australian elapid snakes. In: Longmore, R. (Ed.). *Australian flora and fauna. Atlas of elapid snakes of Australia*, Australian Government Publishing Service, Canberra, p.4-15.
- Oliveira, C.M.; Auad, A.M.; Mendes, S.M.; Frizzas, M.R. 2013. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. *Journal of Applied Entomology*, 137: 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1111/jen.12018>.
- Padaliya, S.R.; Thumar, R.K.; Pipaliya, G.K.; Bhagora, J.K. 2018. Bio-efficacy of Different Botanicals against Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood Infesting Bt Cotton. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 2893-2903. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.339>.
- Panthi, B.; Renkema, J. 2020. Managing *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in Florida Strawberry with Flupyradifurone. *International Journal of Fruit Science*, 20: 967-977. Doi: 10.1080/15538362.2020.1755768.
- Panthi, B.R.; Renkema, J.M.; Lahiri, S.; Liburd O.E. 2020. The Short-Range Movement of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) and Rate of Spread of Feeding Injury Among Strawberry Plants, *Environmental Entomology*, 149:1-7. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa149>.
- Pêgo, B.; Moura, R.; Nunes M.; Krüger, C.; Moreira, P.; Oliveira, S.M. 2018. Fronteiras do Brasil: uma avaliação do arco norte. In: Guimarães Filho, R. (Ed.). *O sistema de defesa da Amazônia e a fronteira*. v.3. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.37-52.
- Phillips, S.J.; Anderson, R.P.; Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.
- Phillips, S.J.; Dudik, M.; Schapire, R.E. [Internet] MAXENT software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). ([http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/MaxEnt/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/MaxEnt/)). Acesso em 04/01/2021
- Phillips, S.J.; Dudik, M.; Schapire, R.E. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, 21: 655-662. Doi: 10.1145/1015330.1015412.
- Prasad, A.M.; Iverson, L.R.; Liaw, A. 2006. *Newer classification and regression tree techniques: bagging and random forests for ecological prediction*. *Ecosystems*, 9: 181-199.
- Qin, A.; Liu, B.; Guo, Q.; Bussmann, R.W.; Ma, F.; Jian, Z.; Xu, G.; Pei, S. 2017. MAXENT modeling for predicting impacts of climate change on the potential distribution of *Thuja sutchuenensis* Franch., an extremely endangered conifer

- from southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 10: 139-146. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.02.004>.
- Qin, Y.; Wang, C.; Zhao, Z.; Pan, X.; Li, Z. 2019. Climate change impacts on the global potential geographical distribution of the agricultural invasive pest, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). *Climatic Change* 155: 145–156. Doi: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10584-019-02460-3>.
- Queiroz, D.M.; Valente, D.S.M.; Pinto, F. De A.C.; Borem, A. 2020. Agricultura digital. In: Valente, D.S.M; Queiroz, D.M.; Pereira, G.W. *Machine learning*. v.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, p.258-285.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Found. Stat. Comput, Vienna, Austria.
- Ravelo, E.E.; Vaca, J.U.; Arévalo, E.P.; Delgado, L.; Díaz, M.F.; Piñeros, L.; et al. 2018. Presence and Distribution of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in Colombia. *Journal of Insect Science*, 18: 1-10. Doi: [10.1093/jisesa/iey092](https://doi.org/10.1093/jisesa/iey092).
- Reddy, R.P.V.; Visalakshy, G.P.N.; Verghese A. 2019. Entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (Deuteromycotina: Hyphomycetes): A potential non-chemical option for the management of thrips, *Scirtothrips dorsalis* hood on grapes. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7: 638-640.
- Ribeiro, C.S.C.; Freitas, I.C.; Carvalho, S.I.C. 2006. Produção de pimentas diversas na região de Bico de Papagaio-TO. *Horticultura Brasileira*, 24: 1218.
- Riley, D.G.; Joseph, S.V.; Srinivasan, R.; Diffle, S. 2011. Thrips vetores of tospoviruses. *Journal of Integrated Pest Management*, 1: 1-10. Doi: [10.1603/IPM10020](https://doi.org/10.1603/IPM10020).
- Rotenberg, D.; Jacobson, A.L.; Schneweis, D.J.; Whitfield A.E. 2015. Thrips transmission of tospoviruses. *Current Opinion in Virology*, 15: 80-89. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2015.08.003>.
- Sahu, P.S.; Kumar, A.; Khan, H.H.; Naz, H. 2018. Seasonal incidence of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Hood) (Thripidae: Thysanoptera): A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6: 1738-1740.
- Saliba, I.L.; Lunz, A.M.; Batista, T.F.; Schwartz, G. 2019. First record of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera, Thaumastocoridae) in Pará state, Brazil. *Acta Amazonica*, 49: 179-182. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201803161>.
- Scornet, E.; Biau, G.; Vert, J.P. 2015. Consistency of random forests. *The Annals of Statistics*, 43: 1716-1741. Doi: [10.1214/15-AOS1321](https://doi.org/10.1214/15-AOS1321).
- Seal, D.R; Klassen, W.; Kumar, V. 2010. Biological parameters of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on selected hosts. *Environmental Entomology*, 39: 1389-1398. Doi: <https://doi.org/10.1603/EN09236>.
- Senay, S.D.; Worner, S.P.; Ikeda, T. 2013. Novel three-step pseudo-absence selection technique for improved species distribution modelling. *PLoS one*, 8: e71218. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071218>.

- Sharma, S.; Arunachalam, K.; Bhavsar, D.; Kala, R. 2018. Modeling habitat suitability of *Perilla frutescens* with MAXENT in Uttarakhand – A conservation approach. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 10: 99-105. Doi: doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.02.003.
- Silva, A.C.; Ricalde, M.P. 2017. First Occurrence of *Sternochetus mangiferae* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) in Brazil. *Neotropical Entomology* 46: 587–590. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0523-1>.
- Silva, R.A.; Lemos, W.P.; Zucchi, R.A. 2011. Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. In: Barreti, M.C.; Silva, P.C.G.; Carvalho, A.C.A.; Almeida, C.O.; Wander, A.E. *Impactos socioeconômicos da dispersão da mosca-da-carambola (Bactrocera carambolae) à fruticultura nacional*. Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, p.185-195.
- Silva, R.A.; Jordão, A.L.; Sá, L.A.N.; Oliveira, M.R.V. 2005. Ocorrência da mosca-da-carambola no estado do Amapá. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 4.
- Silva, R.V.; Teixeira, A.B.; Diniz, J.F.S.; Plata-Rueda, R.A.; Lima, É.; Fernandes, F.L. 2020. First record of thrips species and their damage to carrot in Alto Paranaíba. *Brazilian Journal of Biology*, 80: 194-196. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.206574>.
- Souza, S.F.; Da Silva, J.L.M.; Guedes, J.P.M.; Lima, J.R.F. 2016. Competitividade e parcela de mercado das exportações brasileiras de manga: uma análise do modelo Constant Market Share. *Revista Econômica do Nordeste*, 47: 39-48.
- Stefanie, A.K.; Brain, A.L.; Anthony, R. 2011. Using ecological niche models to predict the abundance and impact of invasive species: applications to the common carp. *Ecological Applications*, 2: 203-213.
- Sugayama, R.L.; Stancioli, A.R.; Vilela, E.F. 2015. Ameaças fitossanitárias para o Brasil: entender o passado para prever o futuro. In: Vilela, E.F.; Zucchi, R.A. (Ed.). *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*. v.1. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, p.53-66.
- Thangjam, R.; Borah, R.K.; Saikia, D.K. 2017. Pest complex of king chilli, pest complex of king chilli, pest complex of king chilli, *capsicum chinense* jacquin in assam, north east india. *The Bioscan, an International Quarterly Journal of Life Sciences*. 12: 2069-2073.
- Tirkey, S.; Kumar, A. 2017. Efficacy of selected insecticides against chilli thrips {*Scirtothrips dorsalis* (Hood)} on chilli (*Capsicum annum* L.) in Allahabad. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6: 322-324.
- Urbani, F.; D'alessandro, P.; Biondi, M. 2017. Using Maximum Entropy Modeling (MaxEnt) to predict future trends in the distribution of high altitude endemic insects in response to climate change. *Bulletin of Insectology*, 70: 189-200.
- Van Proosdij, A.S.; Sosef, M.S.; Wieringa, J.J.; Raes, N. 2015. Minimum required number of specimen records to develop accurate species distribution models. *Ecography*, 39: 542-552. Doi: <https://doi.org/10.1111/ecog.01509>.

- Velazco, S.J.E.; Villalobos, F.; Galvão, F.; De Marco Júnior, P. 2019. A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Diversity and Distributions*, 25: 660-673. Doi: <https://doi.org/10.1111/ddi.12886>.
- Wilcken, C.F.; Soliman, E.P.; Nogueira De Sá, L.A.; Barbosa, L.; Dias, T.K.R.; Ferreira Filho, P.J.; Oliveira, R.J.R. 2010. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on *Eucalyptus* in Brazil and its distribution. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 201-205.
- Wisn M. S.; Hijmans R. J.; Li J.; Peterson A. T.; Graham C. H.; Guisan A. 2008 . Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14: 763-773. Doi: DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00482.x

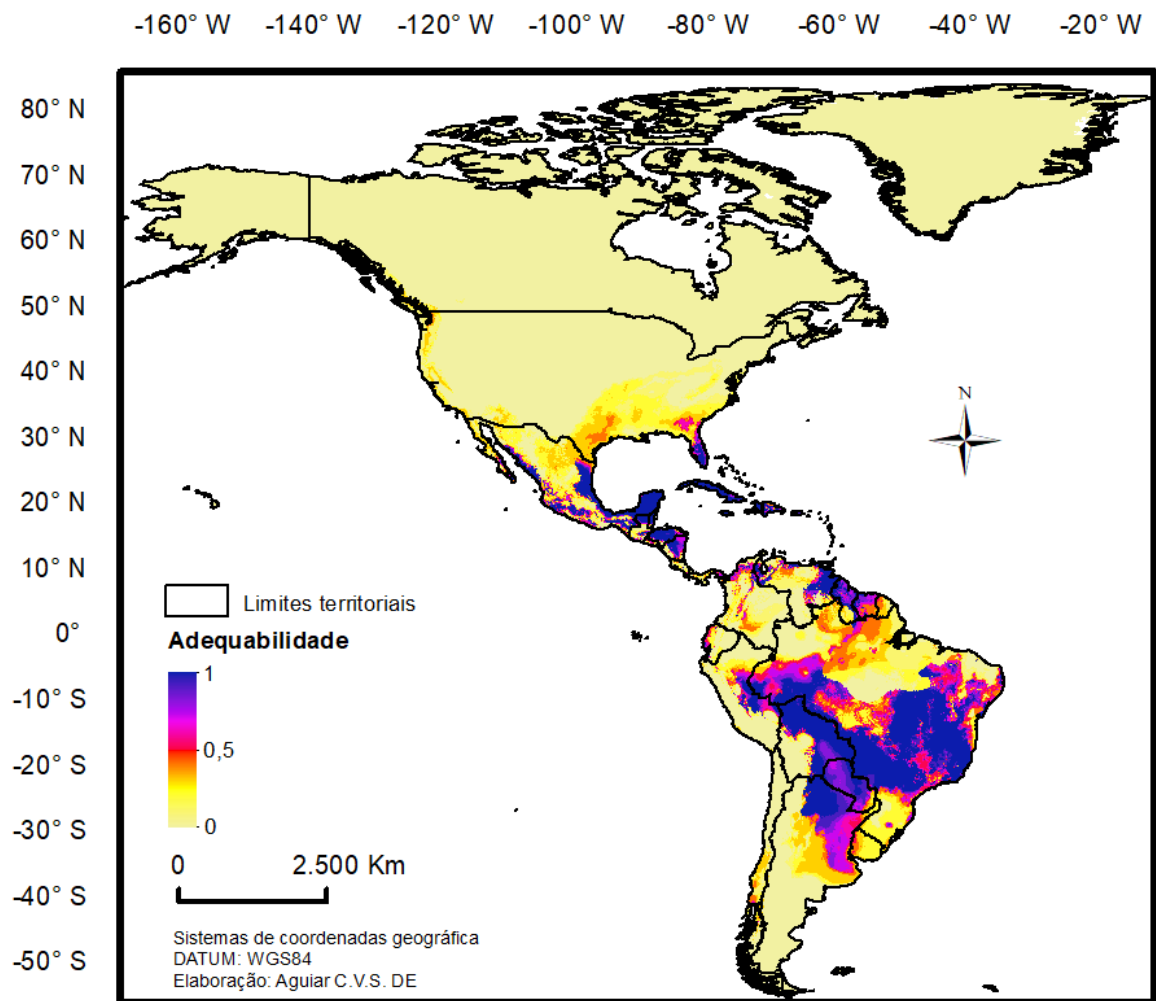
**ANEXO A – Variância cumulativa em cada componente principal.**

Eixo	Varição	Eixo	Varição	Eixo	Varição
Comp. 1	0,5251	Comp, 10	0,0062	Comp, 19	0,0002
Comp. 2	0,1499	Comp, 11	0,0041	Comp, 20	0,0002
Comp. 3	0,1102	Comp, 12	0,0037	Comp, 21	0,0001
Comp. 4	0,0863	Comp, 13	0,0021	Comp, 22	0,0001
Comp. 5	0,0352	Comp, 14	0,0017	Comp, 23	3,22848e <sup>-05</sup>
Comp. 6	0,0293	Comp, 15	0,0012	Comp, 24	4,7119e <sup>-06</sup>
Comp. 7	0,0191	Comp, 16	0,0009	Comp, 25	1,6876e <sup>-06</sup>
Comp. 8	0,0133	Comp, 17	0,0006	Comp, 26	0,0.
Comp, 9	0,0089	Comp, 18	0,0003		

## ANEXO B – Script

ENMTML

```
(pred_dir"C:/Users/caio_/OneDrive/Documentos/2.2_Dados_modelagem/variaveis1.1.9",  
occ_file="C:/Users/caio_/OneDrive/Documentos/2.2_Dados_modelagem/Ocorrencias/dorsalis6.txt",  
result_dir="C:/Users/caio_/OneDrive/Documentos/2.2_Dados_modelagem/resultados/FIMFIMFIMFIMSORRR",  
    proj_dir= NULL,  
    sp="species",  
    x="longitude",  
    y="latitude",  
    min_occ=3,  
    thin_occ=c(method='CELLSIZE'),  
    colin_var=c(method='PCA'),  
    imp_var = TRUE,  
    eval_occ = NULL,  
    sp_accessible_area = c(method='BUFFER', type='1'),  
    pres_abs_ratio = 1,  
    pseudoabs_method = c(method='GEO_ENV_KM_CONST', width='200'),  
    part =c(method= 'KFOLD', folds='5'),  
    save_part=FALSE,  
    algorithm = c("MXD","GLM","GAM","BIO","RDF"),  
    thr=c(type='SORENSEN'),  
    msdm= NULL,  
    ensemble=c(method='PCA'),  
    extrapolation=FALSE,  
    cores=3)
```

**ANEXO C – Mapas de distribuição potencial dos algoritmos utilizados.**

**Figura 5.** Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* utilizando o algoritmo Bioclim.



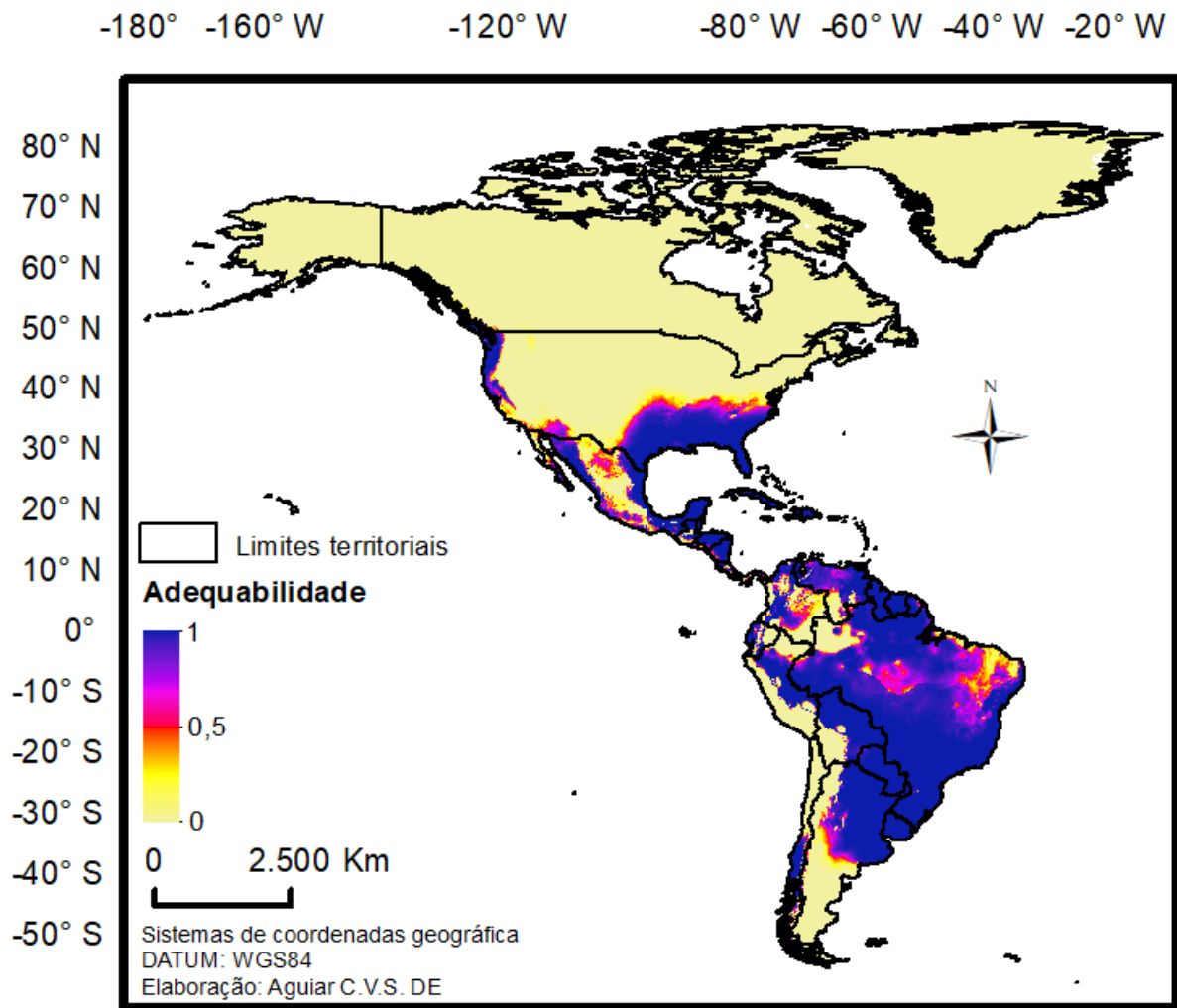
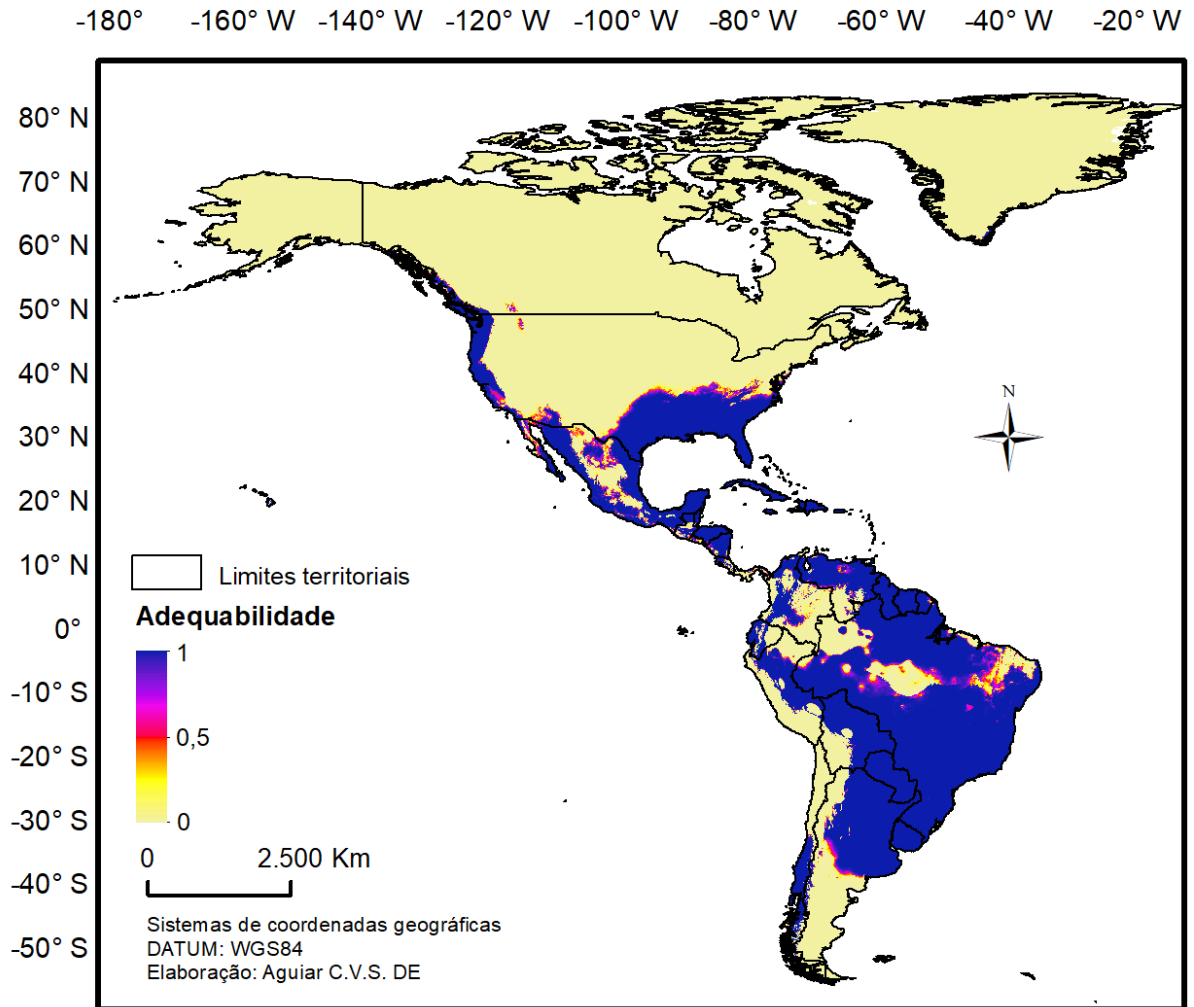


Figura 6. Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* utilizando o algoritmo GAM.



**Figura 7.** Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* utilizando o algoritmo GLM.

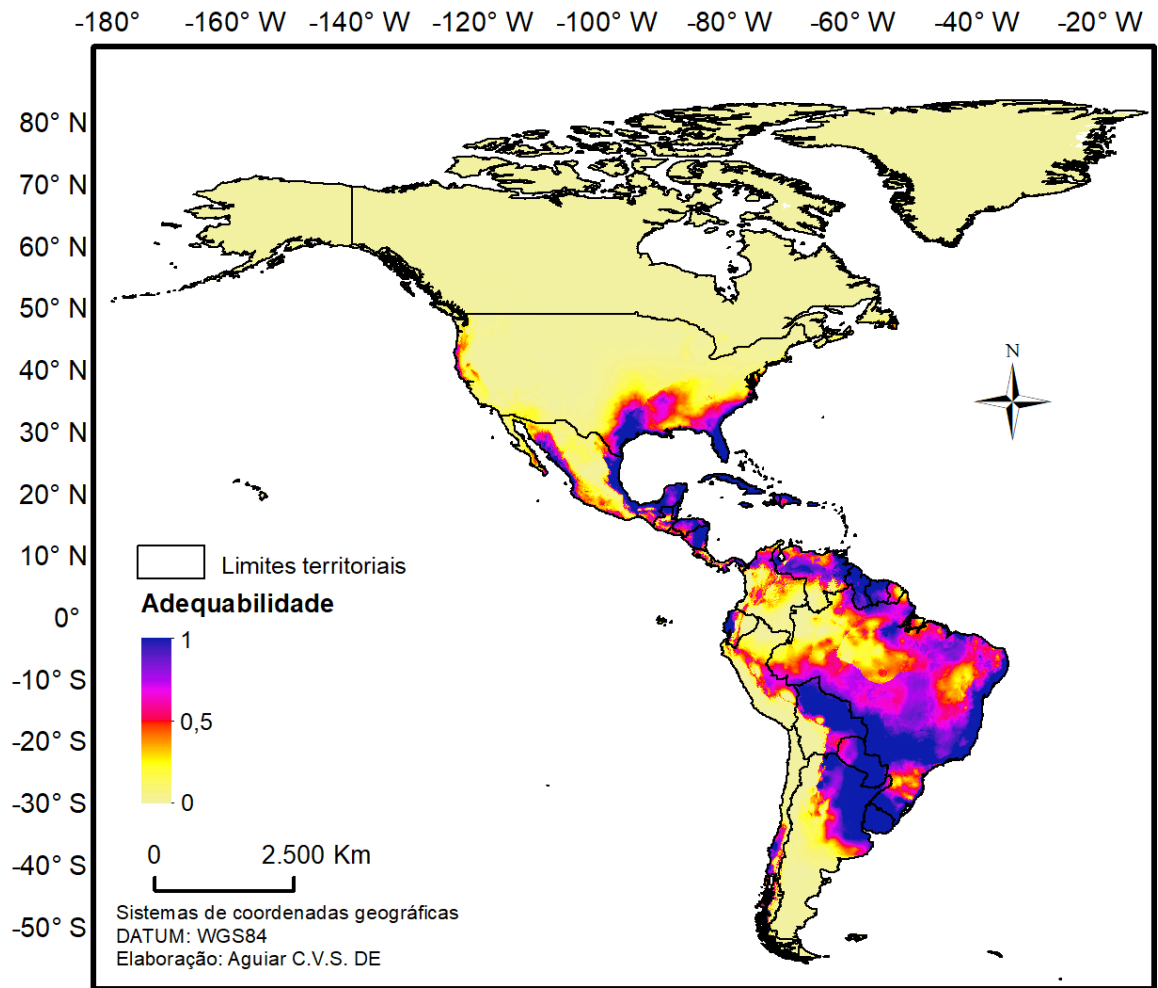


Figura 8. Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* utilizando o algoritmo MaxEnt.

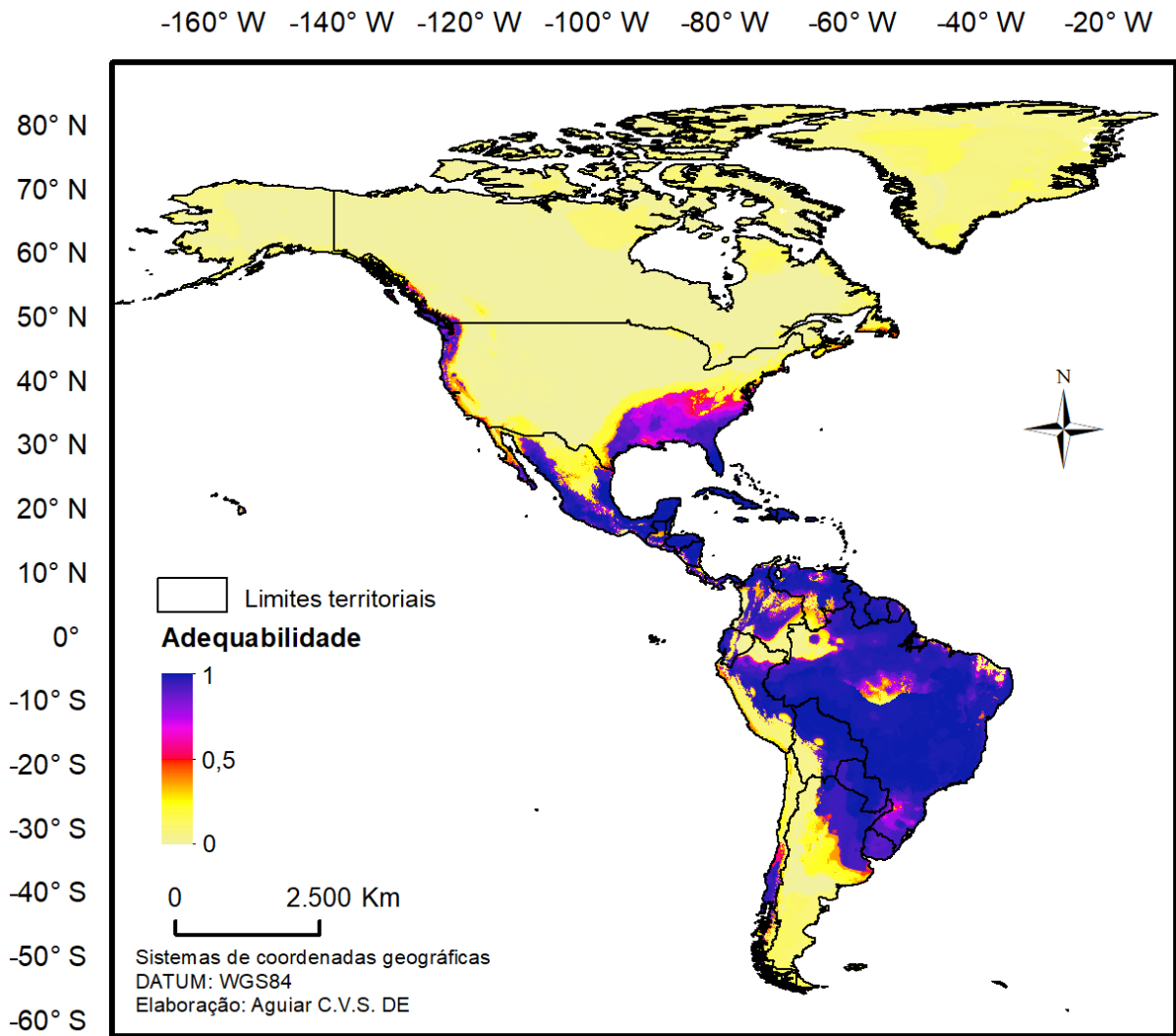


Figura 9. Mapa da distribuição potencial de *Scirtothrips dorsalis* utilizando o algoritmo RF.

## ANEXO D – Referências bibliográficas dos pontos de ocorrências utilizados na modelagem.

- Abrol, D.P.; Ramamurthy V.V.; Srivastava, K. 2006. Bean gall weevil and blister beetle as new pests on red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in India. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 9: 317-320. Doi:10.1016/S1226-8615(08)60309-X.
- Affandi; Medina, C. dela R.M. 2014. Age Structure and Sex Ratio of Thrips *Scirtothrips Dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) Associate with Mango Agroecosystem in East Java, Indonesia. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 35: 227-236. Doi: <http://dx.doi.org/10.17503/Agrivita-2013-35-3-p227-236>.
- Affandi; Medina, C. dela R.M.; Velasco, L.R.I.; Javier, P.A.; Depositario, D.P.T. 2018. Development and survivorship of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in different growth stages of mango and selected weeds. *Agrivita Journal of Agricultural Scientific*, 40: 101-106. Doi: <http://doi.org/10.17503/agrivita.v40i0.1650>.
- Bala, S.C.; Nihal, R.; Sarkar, A. 2019. Population dynamics of whitefly (*Bemisia tabaci*, Genn.) and Thrips (*Scirtothrips dorsalis*, Hood.) in Bt cotton. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7: 1020-1024.
- Cermeli, M.; Perozo, J.; Piñango, L. 2009. *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera, Thripidae) nuevo insecto plaga del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en Venezuela. *Entomotropica*, 24: 85-88.
- Chen, J.Y.; Gao, Y.L.; Han, D.Y.; Li, L.; Zhang, F.P.; Niu, L.M.; Fu, Y.G. 2018. Species composition and distribution of thrips (Thysanoptera) in mango orchards of China. *Animal Biology*, 68: 175-192. Doi: 10.1163/15707563-00002542.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181116>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181068>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181151>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181108>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181132>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181105>). Acesso: 27/12/2021.

- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181138>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181137>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181152>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181211>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181120>). Acesso: 27/12/2021.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2021. Australian National Insect Collection (<https://www.gbif.org/occurrence/1037181123>). Acesso: 27/12/2021.
- Dickey, A.M.; Kumar, V.; Hoddle, M.S.; Funderburk, J.E.; Morgan, J.K.; Jara-Cavieres, A.; Shatters, R.G.J.; Osborne, L.S.; McKenzie, C.L. 2015. The *Scirtothrips dorsalis* species complex: endemism and invasion in a global pest. *PLoS One*, 10: e0123747. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123747>.
- Elie, N. 2021. Checklist of the suborder Terebrantia (Thysanoptera): generic diversity and species composition in Xishuangbanna, Yunnan Province, China. *Biodiversity Data Journal* (<https://www.gbif.org/occurrence/3421617355>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349125296>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351533667>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351566702>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349072595>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349161412>). Acesso: 27/12/2021.

- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349235400>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349242471>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349295651>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349248276>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349256304>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3349061804>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351448126>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351509962>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351568165>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351609959>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3350998246>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3346506562>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3348977694>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3350945175>). Acesso: 27/12/2021.

- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3351421996>). Acesso: 27/12/2021.
- European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI), GBIF Helpdesk, 2021. INSDC Sequences. Version 1.8. European Nucleotide Archive (EMBL-EBI) (<https://www.gbif.org/occurrence/3347696569>). Acesso: 27/12/2021.
- iNaturalist contributors, iNaturalist, 2021. iNaturalist Research-grade Observations (<https://www.gbif.org/occurrence/1946353185>). Acesso: 27/12/2021.
- Lin, C.N.; Wei, M.Y.; Chang, N.T.; Chuang, Y.Y. 2015. The occurrence of *Scirtothrips dorsalis* Hood in mango orchards and factors influencing its population dynamics in Taiwan. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18: 361-367. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aspen.2015.04.004>.
- Macharia, I.; Backhouse, D.; Skilton, R.; Ateka, E.; Wu, S.B.; Njahira, M.; Maina, S.; Harvey, J. 2015. Diversity of thrips species and vectors of tomato spotted wilt virus in tomato production systems in Kenya. *Journal of economic entomology*, 24: 1-9. Doi: 10.1093/jee/tou010.
- Manjunatha, K.L.; Srinivasa, N.; Prasannakumar, N.R. 2018. Holistic way of using conventional and newer insecticides for promising control of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Hood) in southern Karnataka. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6: 278-283.
- Meena, N.K.; Lal, G.; Meena, R.D.; Choudhary, M.K. 2020. Pest status on fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) under organic production system in semi-arid region of Rajasthan, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8: 181-184.
- Minaei, K.; Bagherian, S.A.A.; Aleosfoor, M. 2016a. *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) as a pest of citrus in Fars province, Iran. *Iranian Journal Plant Protection Science*, 46: 219-225.
- Rao, C.N. George, A.; Rahangadale, S. 2019. Monitoring of resistance in field populations of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) to commonly used insecticides in citrus in Central India. *Journal of Economic Entomology*, 112: 324-328. Doi: <https://doi.org/10.1093/jee/toy311>.
- Ravelo, E.E.; Vaca, J.U.; Arévalo, E.P.; Delgado, L.; Díaz, M.F.; Piñeros, L.; Castro, A.P.; Brochero, H.; Goldarazena, A. 2018. Presence and Distribution of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in Colombia. *Journal of Insect Science*, 18: 1-10. Doi: 10.1093/jisesa/iey092.
- Sanjta, S.; Chauhan, U.; Mehta, P.K. 2018. Thrips and their natural enemies in different ornamental plants of Himachal Pradesh. *Journal of Biological Control*, 32: 20-24. Doi: 10.18311/jbc/2018/17883.
- Sannigrahi, S.; Mukhopadhyay, A. 1992. Laboratory evaluation of predatory efficiency of *Geocoris ochropterus* Fieber (Hemiptera: Lygaeidae) on some common tea pests. *Sri Lanka Journal of Tea Science*, 61, 39-44.
- Ssemwogerere, C.; Ochwo-Ssemakula, M.K.; Kovach, J.; Kyamanywa, S.; Karungi, J. 2013. Species composition and occurrence of thrips on tomato and pepper as



- influenced by farmers' management practices in Uganda. *Journal of Plant Protection Research*, 53: 158-164.
- Stuart, R.R.; Gao, Y.L.; Lei, Z.R. 2011. Thrips: pests of concern to China and the United States. *Agricultural Sciences in China*, 10: 867-892. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60073-4](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60073-4).
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/2979583888>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/2249890712>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/1415092603>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/2249890678>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/1415205309>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/2249891384>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/1415208409>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/1415786265>). Acesso: 27/12/2021.
- The International Barcode of Life Consortium, 2016. International Barcode of Life project (iBOL) (<https://www.gbif.org/occurrence/1415786429>). Acesso: 27/12/2021.
- University of Alberta Museums, La France D.; Becker-Burns, A., 2021. University of Alberta E. H. Strickland Entomological Museum (UASM) (<https://www.gbif.org/occurrence/769096913>). Acesso: 27/12/2021.
- University of Alberta Museums, La France D.; Becker-Burns, A., 2021. University of Alberta E. H. Strickland Entomological Museum (UASM) (<https://www.gbif.org/occurrence/769096912>). Acesso: 27/12/2021.
- Venkateswarlu, P.; Yadav, U.; Ramakrishna, B.C. 2021. Efficacy of selected insecticides and essential oils of botanicals against thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) on chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9: 328-330.

Xie, Z.L. 1993. Investigation on the structure sequence of insect populations in the tea gardens of Guandong Province (China). *Tea in Guandon*, 1: 2-10.