



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

JACKSON DE LIMA ARAÚJO

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE *Neoseiulus californicus* McGregor
E *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma COM BASE EM MODELAGEM DE NICHOS
ECOLÓGICO NO BRASIL**

FORTALEZA, 2017

JACKSON DE LIMA ARAÚJO

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE *Neoseiulus californicus* McGregor
E *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma COM BASE EM MODELAGEM DE NICHOS
ECOLÓGICO NO BRASIL**

**Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo**

**Orientador: Prof. Dr José Wagner da Silva
Melo**

FORTALEZA, 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A689d Araújo, Jackson de Lima.

Distribuição geográfica potencial de *Neoseiulus californicus* McGregor e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma com base em modelagem de nicho ecológico no Brasil / Jackson de Lima Araújo. – 2017.
33 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, , Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo.

1. Ácaros predadores. 2. Predição de nicho ecológico. 3. Controle biológico. I. Título.

CDD

JACKSON DE LIMA ARAÚJO

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE *Neoseiulus californicus* McGregor
E *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma COM BASE EM MODELAGEM DE NICHOS
ECOLÓGICO NO BRASIL**

**Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo**

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)**

**Dra. Debora Barbosa de Lima (Coorientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)**

**M.sc. Vaneska Barbosa Monteiro (1ª Avaliadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)**

**M.sc. Rosenya Michely Cintra Filgueiras (2ª Avaliadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)**

Aos meus queridos pais...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Cristo, pela vida, saúde, e por me proporcionar forças para prosseguir na esperança de um amanhã melhor.

Aos meus queridos pais, Roboão Perote de Araújo e Maria Dominga de Lima Araújo, pelo amor incondicional, paciência, apoio nos momentos difíceis, pela dedicação e incentivo.

A Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de estar cursando disciplinas como aluno especial e realizar esse trabalho.

Ao Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo, pela orientação, acessibilidade, apoio, incentivo, pelo exemplo de pessoa e de profissional, por acreditar em meu potencial.

A Dra. Debora Barbosa de Lima, pela coorientação e valiosas sugestões na escrita desse trabalho, pelas palavras de incentivo e motivação.

A Doutoranda Vaneska Barbosa Monteiro, pela atenção, simpatia e valiosas sugestões na correção desse trabalho.

A Doutoranda Rosenya Michely Cintra Filgueiras, pelas ricas e valiosas sugestões na correção desse trabalho.

A todos os integrantes do Laboratório de Manejo de Ácaros e Insetos (LAMAI), pelo crescimento mútuo, amizade e agradável convívio.

RESUMO

Um dos aspectos importantes a ser observado em programa de controle biológico, são as condições ambientais favoráveis a espécie que se deseja introduzir. A falta de observação desse aspecto, tanto pode comprometer o programa de manejo adotado como ocasionar perdas econômicas consideráveis, além de ocasionar descrédito ao produtor. Objetivou-se nesse estudo realizar uma predição das áreas em que *Neoseiulus californicus* McGregor e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma podem se estabelecer e serem utilizados em programas de controle biológico no Brasil. As coordenadas geográficas referentes aos relatos das espécies, foram obtidas através da literatura em bancos de dados (Phytoseiidae data Base). Dezenove variáveis ambientais foram utilizadas como preditoras dos potenciais de distribuição dos predadores em estudo. As variáveis bioclimáticas utilizadas na avaliação foram obtidas no banco de dados WorldClim - Global Climate Data (<http://www.Worldclim.org/>) versão atual 1.4 (1960 – 1990) liberação 3, resolução de 2,5 arc-min (aproximadamente 5 km²). As modelagens de distribuição das espécies a partir dos registros de ocorrência e de dados ambientais, foram obtidas por meio de algoritmos genéticos que criam modelos de nichos ecológicos para espécies, Máxima Entropia (Maxent 3.3.3k). O presente estudo demonstra que *N. californicus* e *N. idaeus* apresentam nichos ecológicos distintos. *Neoseiulus californicus* apresenta predominância de nichos ótimos para seu estabelecimento na região Sul do Brasil enquanto que *N. idaeus* apresenta nichos ótimos de estabelecimento em todas as regiões do Brasil, especialmente no litoral do Nordeste. Dessa forma, para algumas regiões onde o estabelecimento de *N. californicus* é pouco provável, como a região litorânea do Nordeste, *N. idaeus* surge como alternativa.

Palavras-chave: ácaros predadores, predição de nicho ecológico, controle biológico

ABSTRAT

One of the most important aspects to be observed in a biological control program is the favorable environmental conditions related to the species to be introduced. The absence of this information can both compromise the management program adopted and cause considerable economic losses, as well as causing discredit to the producer. The objective of this study was to predict the areas in which *Neoseiulus californicus* McGregor and *Neoseiulus idaeus* Denmark and Muma can be established and used in biological control programs in Brazil. Geographic coordinates referring to species reports were obtained from the literature in databases (especially Phytoseiidae data Base). Nineteen environmental variables were used as predictors of the potential distribution of predators. The bioclimatic variables used were obtained from WorldClim - Global Climate Data (<http://www.Worldclim.org/>) version 1.4 (1960 - 1990) release 3, resolution 2.5 arc-min (approximately 5 km²). The modeling of species distribution from occurrence records and environmental data were obtained by means of genetic algorithms to create models of ecological niches for species Maximum Entropy (Maxent 3.3.3k). The present study shows that *N. californicus* and *N. idaeus* have different ecological niches. *Neoseiulus californicus* presents a predominance of optimal niches for its establishment in the southern region of Brazil, whereas *N. idaeus* presents optimal niches of establishment in all regions of Brazil, especially in the northeast coast. Thus, for some regions where the establishment of *N. californicus* is unlikely, such as the Northeastern coastal region, *N. idaeus* appears as an alternative.

Keywords: predator mites, ecological niche prediction, biological control

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ocorrência dos ácaros <i>Neoseiulus californicus</i> e <i>Neoseiulus idaeus</i>	21
Figura 2: Distribuição Potencial das espécies <i>Neoseiulus idaeus</i> (A), <i>Neoseiulus californicus</i> (B) no Brasil	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos ácaros fitoseideos.....	16
Quadro 2: Variáveis ambientais utilizadas na modelagem do potencial de distribuição das espécies <i>Neoseiulus californicus</i> e <i>Neoseiulus idaeus</i> no Brasil.....	22
Tabela 3: Contribuições das variáveis ambientais nas predições dos modelos.....	25

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	12
2.REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Controle biológico	14
2.2 Ácaros da família Phytoseiidae	15
2.3 Organismos alvo e ácaros predadores	17
2.4 Casos de sucesso no controle biológico com fitoseídeos	19
3.METODOLOGIA.....	21
3.1 Locais de ocorrência de Neoseiulus californicus e Neoseiulus idaeus.....	21
3.2 Variáveis ambientais.....	21
3.3 Modelagem utilizada	22
4.RESULTADO E DISCUSÃO	24
5.CONCLUSÃO.....	28
6.REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem se destacado com valores cada vez mais expressivos, na produção, em área plantada, nas exportações e na quantidade de tecnologias empregadas no campo (IBGE, 2017). Esse crescimento tem levado à utilização de maiores quantidades de defensivos, colocando o Brasil em primeiro lugar no consumo destes insumos (PIGNATI; OLIVEIRA; SILVA, 2014). Na maior parte dos setores de produção agrícola, tem sido considerado imprescindível o uso de defensivos para garantir o rendimento das lavouras. Porém, seu uso indiscriminado tem trazido ameaças a sustentabilidade do ecossistema e a saúde do homem (ISMAEL *et al.*, 2015).

Uma das estratégias viáveis na redução do uso de defensivos, tem sido o controle biológico, que se enquadra dentro da filosofia do manejo integrado de pragas (MIP) (PARRA *et al.*, 2002; BARBOSA *et al.*, 2017). Este método, consiste na utilização de diversos organismos denominados de inimigos naturais, classificados como entomopatógenos (englobando os microrganismos tais como, fungos e bactérias e os vírus), e os entomófagos (parasitoides e predadores) (PARRA *et al.*, 2002; BERTI FILHO; CIOCIOLA, 2002). Dentre os predadores, algumas espécies de ácaros se destacam sendo alvos de muitos estudos, principalmente, por apresentar um elevado potencial no controle de ácaros-praga em diversas culturas, nas quais, o controle com defensivo é tradicionalmente utilizado (MORAES, 2002; COLLIER *et al.*, 2004).

Diversas famílias de ácaros predadores tem sido utilizada em programas de controle biológico de pragas, dentre as quais, se destaca a família Phytoseiidae (CARRILO; MORAES; PEÑA, 2015). Ácaros fitoseídeos vêm sendo estudados e comercializadas como agentes de controle biológico em vários países (MCMURTRY *et al.*, 2015; IPM PRACTITIONER'S, 2015) principalmente, na América do Norte e na Europa. Trabalhos conduzidos no Brasil, têm destacado a potencialidade das espécies *Phytoseiulus macropillis* Banks e *Neoseiulus californicus* McGregor em diversas culturas, em especial nas culturas do mamoeiro, morangueiro e roseira para controle de *T. urticae* (BELLINI *et al.*, 2006; SOUZA-PIMENTEL *et al.*, 2017; POLETTI, 2007).

Neoseiulus californicus é uma espécie originária de regiões que apresentam na maior parte do ano, baixas temperaturas e elevada umidade do ar (McGREGOR, 1954; McMURTRY, 1977). Por causa dessas características, sua utilização em programas de controle biológico no Brasil, tem sido realizada em cultivos protegidos e/ou localidades com condições climáticas semelhantes ao seu habitat – predominantes na região Sul do país (MARAFELI *et al.*, 2014). É possível que esse ácaro tenha dificuldades para se estabelecer em grande parte do território

brasileiro, em especial nas regiões Norte e Nordeste, onde predominam condições climáticas distintas dos locais onde *N. californicus* foi descrito. Desta forma, o uso de uma espécie alternativa se faz necessária para ser utilizada em regiões onde *N. californicus* tem dificuldades para se estabelecer.

Em levantamentos populacionais de ácaros realizados no Brasil, em especial na região Nordeste, *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma se destacou por sua abundância e frequência, em várias localidades, coincidindo principalmente com as flutuações de ácaros tetraniquídeos (DOMINGOS *et al.*, 2014). Segundo Collier *et al.* (2007), a ocorrência desse predador em sistema de produção agrícola, aliada às características biológicas favoráveis, torna esta espécie uma candidata a ser recomendada em programas de controle biológico no Brasil.

Um dos aspectos importantes a ser observado em programa de controle biológico, são as condições ambientais favoráveis a espécie que se deseja introduzir (PARRA *et al.*, 2002). Em controle biológico clássico, a escolha do local de coleta dos predadores geralmente é realizada com base na comparação dos parâmetros climáticos da área de liberação com as áreas potenciais que as fornecem (MORAES, 2002). Vale ressaltar, que a falta de observação desse aspecto, tanto pode comprometer o programa de manejo adotado como ocasionar perdas econômicas consideráveis, além de ocasionar descrédito ao produtor (BARBOSA *et al.*, 2017).

Segundo Stiling (1993), diferentes fatores são apontados como causas de insucesso do uso de inimigos naturais em programas de controle biológico no mundo, dentre eles, os fatores climáticos são os que mais tem contribuído com a ineficiência desses organismos em 36,4% dos programas de controle biológico com diferentes espécies de predadores. Com isso, previsões de habitats potencialmente favoráveis as espécies de inimigos naturais são de grande valia para dar suporte a estudos e auxiliar no planejamento e implementação de medidas fitossanitárias.

Estudos de modelagem, em geral, relacionam os pontos de ocorrência de uma determinada espécie (em locais conhecidos) com um conjunto de informações ambientais desses locais, por meio de ajustes de funções que identificam locais no espaço geográfico de provável ocorrência (PHILLIPS *et al.*, 2006). Esses estudos têm sido utilizados com diferentes abordagens, principalmente em levantamentos ecológicos de distribuição de espécies (GIOVANELLI, 2009; FIGUEIREDO *et al.*, 2015) e em problemas do setor de produção agrícola (PAVAN, 2007; AMARO; MORAES, 2014). Dessa forma, objetivou-se nesse estudo realizar uma predição das áreas em que *Neoseiulus californicus* e *Neoseiulus idaeus* podem se estabelecer e serem utilizados em programas de controle biológico no Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Controle biológico

O controle biológico é uma técnica utilizada para controlar a população de artrópodes-praga, reduzindo os prejuízos causados por eles (PARRA *et al.*, 2002). Esse método consiste em introduzir/liberar/favorecer um inimigo natural (predador, parasitoide ou patógeno), da espécie nociva, com a finalidade de manter a densidade populacional da mesma, em níveis compatíveis com os recursos do ambiente (PARRA *et al.*, 2002).

Quando bem planejado, o controle biológico apresenta grandes vantagens em relação ao uso de defensivos, uma vez que não polui o ambiente e não afeta a saúde do homem (BARBOSA *et al.*, 2017). Trata-se de uma estratégia muito utilizada em sistemas agroecológicos, assim como na agricultura convencional que se vale do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (COLLIER; LIMA; ALBUQUERQUE, 2004). No Brasil, embora o uso do controle biológico não seja uma prática generalizada entre os agricultores, há avanços significativos em alguns cultivos, devido aos esforços de órgãos de pesquisas e de empresas privadas (BARBOSA *et al.*, 2017).

O uso de inimigos naturais vem sendo estudado e aplicado há bastante tempo (MORAES, 1992; MCMURTRY; SOURASSOU; DEMITE, 2015), e nessa conjectura, a utilização de ácaros predadores, em programas de controle biológico, tem sido cada vez mais difundido (GERSON *et al.*, 2003; MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013). Existem relatos de que diversas famílias de ácaros se destacam como predadores de organismos fitófagos em que, Stigmaeidae (Prostigmata), Iolinidae (Prostigmata), Cheyletidae (Prostigmata), Laelapidae (Mesostigmata) e Phytoseiidae (Mesostigmata) tem sido as mais estudadas (MCMURTRY; OATMAN; FLESCNER, 1970; GERSON *et al.*, 2003; CARRILLO; MORAES; PEÑA, 2015).

São várias as espécies que têm demonstrado potencial para serem utilizadas em programas de controle biológico em todo o mundo (MORAES, 2002). Dessas espécies, 28 já são comercialmente utilizadas para o controle de artrópodes-pragas em diversas culturas, dentre as quais, 19 pertencem a família Phytoseiidae (Mesostigmata) (GERSON *et al.*, 2003). Segundo Barbosa *et al.* (2017), várias espécies de ácaros predadores são utilizadas para o manejo de diferentes alvos, sendo que para cada praga, há uma solução biológica em função da associação do predador com a espécie que se deseja controlar.

As espécies de predadores *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Galemdromus occidentalis*

(Nesbitt) tem sido as mais comercializadas para o controle de *T. urticae* em todo o mundo (IPM PRACTITIONER'S, 2015). Dentre essas espécies, *N. californicus* tem sido amplamente utilizado em diferentes cultivos, e a mais comercializada no Brasil (BARBOSA *et al.*, 2017).

Neoseiulus californicus é uma espécie que foi descrita no sul da Califórnia (USA) (MCGREGOR, 1954), e em seguida na região do mediterrâneo (MCMURTRY, 1977), cujo clima é de baixas temperaturas (temperatura média alta diária gira em torno de 21°C) e elevada umidade do ar. Sua utilização no Brasil, ocorre em cultivos protegidos e/ou regiões com clima semelhante ao seu habitat – predominantes na Região Sul do Brasil (FERLA; MARCHETTI; GONÇALVES, 2007; MEYER; KOVALESK; SANHUEZA, 2008).

Dos ácaros encontrados no Brasil associados a plantas cultivadas e silvestres, muitas espécies de predadores têm demonstrado potencial para serem utilizados em programas de controle biológico de pragas, dentre elas *N. idaeus* (COLLIER; LIMA; ALBUQUERQUE, 2004; 2007; DOMINGOS *et al.*, 2014). *Neoseiulus idaeus* é uma espécie descrita em Piracicaba, estado de São Paulo, mas apresenta uma ampla distribuição na América do Sul, sendo uma das espécies predominantes em mandioca nas regiões mais secas do Nordeste (MORAES *et al.*, 1993).

A região Nordeste, por se localizar na zona intertropical em que há uma maior incidência de luz na superfície local, a temperatura é muito elevada durante todo o ano (Temperatura média em torno de 28°C e a máxima em torno de 40°C) e a umidade relativa do ar, em geral, é de aproximadamente 50% (INMET, 2017). Trabalhos realizados com *N. idaeus* tem apresentado excelentes resultados no controle de ácaros-praga em diversa culturas e regiões (COLLIER; LIMA; ALBUQUERQUE, 2004; COLLIER *et al.*, 2007; COLLIER; LIMA, 2011), sendo apontada como agente promissor a ser adotado em programas de controle biológico no Brasil (DOMINGOS *et al.*, 2014).

2.2 Ácaros da família Phytoseiidae

Os ácaros da família Phytoseiidae tem recebido considerável atenção desde que se descobriu que algumas espécies, são inimigos naturais de ácaros Tetraniquídeos, tornando-se de grande valor para os programas de manejo integrado de pragas (MEYER, 2003). Estes ácaros, são habitualmente encontrados nas partes aéreas das plantas, onde desempenham importante função na regulação e manutenção das populações de ácaros fitófagos e de pequenos insetos (MCMURTRY; CROFT, 1997; MASSARO; MARTIN; MORAES, 2016). Algumas espécies também são encontradas nas camadas superficiais do solo (serapilheira), embora não

constituam neste local um grupo predominante (MORAES; FLECHTMANN, 2008; LINDQUIST; KRANTZ; WALTER, 2009).

Apresentam como principais características movimentos rápidos, são fototrópicos negativo, e reconhecidos principalmente por seu hábito predatório, embora muitos incluam em sua dieta, outras fontes de alimento como o pólen, fungos, substâncias açucaradas produzidas por insetos (Honeydew), e exsudatos de plantas (MORAES, 2002; MCMURTRYI; MORAES; SOURASSOU, 2013).

Em função de seu hábito alimentar classificam-se de duas formas, como especialistas, quando necessitam de uma determinada espécie de presa permanente no ambiente, sendo que na sua ausência, se extinguem localmente por falta de alimento (MORAES; FLECHTMANN, 2008). E como generalistas, ao se alimentarem com outros tipos de alimentos, podendo sobreviver em pomares com alta densidade mesmo quando as presas primárias são escassas ou temporariamente extintas (MCMURTRY; CROFT, 1997; ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003; MORAES; SOURASSOU, 2013) (QUADRO 1).

Quadro 1: Classificação dos ácaros fitoseídeos

Tipo	Classificação	Subtipo	Especificação
I	Predadores de ácaros especializados	I-a	Predadores especializados de espécies do gênero <i>Tetranychus</i> (Tetranychidae)
		I-b	Predadores especializados em ácaros que produzem teias (Tetranychidae)
		I-c	Predadores especializados de tydeídeos (Tydeoidea)
II	Predadores seletivos de ácaros tetranídeos	II	Predadores seletivos de ácaros tetranídeos
III	Predadores generalistas	III-a	Predadores generalistas que vivem em folhas pilosas
		III-b	Predadores generalistas que vivem em folhas glabra
		III-c	Generalistas que vivem em espaços confinados em plantas dicotiledôneas
		III-d	Generalistas que vivem em espaços confinados em plantas monocotiledôneas
		III-e	Generalistas de habitats de solo / lixo
IV	Predadores consumidores de pólen em geral	IV	Predadores consumidores de pólen em geral

Fonte: MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013

O ciclo biológico dos ácaros fitoseídeos incluem as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adultos. O desenvolvimento das fases imaturas normalmente ocorre em cerca de uma semana. Em geral, a fase de ovo é a mais demorada das fases imaturas, durando de 2 a 3 dias a temperaturas próximas de 25°C. Porém, em poucas espécies a fase de ovo é bastante curta. Os adultos geralmente vivem entre 20 e 30 dias e durante esse período, as fêmeas depositam entre 30 e 40 ovos. O ovo é alongado, inicialmente translúcido e posteriormente leitoso (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Uma das características marcantes dos fitoseídeos como inimigo natural de ácaros-praga é o seu ciclo de vida curto, quando submetidos a condições de temperatura e umidade favoráveis, formando uma maior quantidade de gerações (MEYER, 2003).

A dispersão desses ácaros dá-se principalmente pelo vento, ocorrendo quando seu alimento se torna escasso. Nesse processo, os fitoseídeos movem-se para superfícies expostas das plantas em que se encontram, deixando-se levar pelo vento (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Ao chegar sobre outra planta, procuram sua presa orientados por estímulos químicos emanados da própria presa ou das plantas atacadas por fitófagos (SABELIS; DICKE, 1985).

2.3 Organismos alvos dos ácaros fitoseídeos

São vários os exemplos do uso de fitoseídeos no controle populacional de artrópodes-praga na agricultura (MORAES, 1992; 2002), com destaque para o controle de ácaros fitófagos da família Tetranychidae, considerada a primeira em importância econômica, seguida pelas famílias Eriophyidae, Tenuipalpidae e Tarsonemidae (MORAES, 1992). Vale ressaltar, que outros organismos se inserem na preferência alimentar desses predadores, são eles: tripes (Thysanoptera: Thripidae) e mosca-branca (Hemiptera: Aleyrodidae) (CAVALCANTE; MORAES, 2016).

Ácaros tetranychídeos, se destacam por serem cosmopolitas (MINEIRO *et al.*, 2015), em especial, *T. urticae*, que é uma das principais espécies de ácaros-praga de plantas cultivadas e silvestres em todo o mundo (SATO *et al.*, 2009). *Tetranychus urticae* é uma espécie que se estabelece preferencialmente na face inferior das folhas, e em alta infestação, também podem se alojar na face superior. Esse ácaro ao se alimentar do conteúdo celular, promovem alterações na pigmentação foliar (geralmente branco-prateadas), que variam em função do cultivar atacado, reduzindo a capacidade fotossintética da planta e conseqüentes perdas na produção e na qualidade dos frutos (MORAES E FLECHTMANN, 2008).

No Brasil, as culturas que mais sofrem com o ataque desse ácaro são: algodão, feijão, mamão, videira, morango, ornamentais (como crisântemos, gérberas, rosas e orquídeas), pepino

e tomate (FERLA; MARCHETTI; GONÇALVES, 2006; COLLIER *et al.*, 2007; MORAES E FLECHTMANN, 2008; SOUZA-PIMENTEL *et al.*, 2017). As espécies de ácaros predadores mais utilizados no controle biológico de *T. urticae* em inúmeros cultivos tem sido *N. californicus* e *P. macropilis* (MONTEIRO, 2002; POLETTI *et al.*, 2006), que além de serem efetivos, são produzidas comercialmente em larga escala no Sul e Sudeste do Brasil (BARBOSA *et al.*, 2017).

Como citado anteriormente, algumas espécies de pequenos insetos são alvos de ácaros predadores fitoseídeos, como moscas-branca (*Bemisia tabaci* e *Trialeurodes vaporariorum*) (CAVALCANTE *et al.*, 2015; CAVALCANTE; MORAES, 2016) e tripes (*Frankliniella occidentalis* Pergande) (MESSELINK *et al.*, 2008). A mosca-branca tem assumido a posição de importante praga de muitos cultivos no mundo (CAVALCANTE; MORAES, 2016). Além de ser uma praga bastante agressiva em campo, tornou-se uma séria ameaça em casa de vegetação inclusive no Brasil. Seu ataque compromete seriamente o vigor e desenvolvimento da planta, diminuindo a produção, sendo que os maiores prejuízos são devidos à transmissão de viroses (CAVALCANTE *et al.*, 2015). Em países da Europa, o controle tem sido realizado com liberações de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot e *Amblydromalus limonicus* Garman & McGregor. Porém, não existem relatos da utilização desses predadores no Brasil (BARBOSA *et al.*, 2017).

Os insetos conhecidos como tripes (Thysanoptera: Thripidae) ocorrem em diversas culturas de importância econômica (cebola, tomate e ornamentais) (BUITENHUIS; SHIPP; SCOTT-DUPREE, 2010). A espécie *F. occidentalis* é uma das mais importantes pragas em cultivos protegidos, principalmente de plantas ornamentais (ex. crisântemo) (RAIZ; SATO; SILVA, 2013) e hortícolas. Estes insetos se alimentam de seiva, causando palidez, manchas, prateamento, queda da folhagem e quando atacam os brotos, os mesmos tornam-se retorcidos. Como consequência, além dos danos ocasionados na produção da planta, as flores e os frutos perdem boa parte de seu valor de mercado.

Vale ressaltar, que ao se alimentar de uma planta sadia, estes insetos também podem inocular patógenos, e atuarem como transmissores de vírus (GALLO *et al.*, 2002). A espécie *Neoseiulus barkeri* Hughes foi comercializado com muito sucesso para o controle de tripes. Embora no momento a produção e comercialização deste agente de controle biológico no Brasil esteja descontinuada (BARBOSA *et al.*, 2017).

2.4 Casos de sucesso no controle biológico com fitoseídeos

O controle biológico de pragas, com o uso de ácaros predadores em programas de manejo integrado de pragas (MIP) é uma realidade entre muitos produtores no mundo (CHORAZY *et al.*, 2016). Encontram-se presentes na cadeia produtiva de diversos produtos agrícolas, e para algumas espécies, tanto de ácaros como de insetos praga, a utilização desses predadores tem sido a principal, e muitas vezes, a única opção de controle (BARBOSA *et al.*, 2017).

Nos Estados Unidos e em diversos países da Europa, existem relatos de que *T. urticae* vem sendo controlado em casa de vegetação e no campo, com liberações periódicas de *P. persimilis* (MCMURTRY; CROFT, 1997; FRAULO; LIBURD, 2007). Esse mesmo predador também foi encontrado associado a *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard e utilizado com sucesso em programas de controle biológico, desta praga, em países da Europa (MAHR *et al.*, 2008).

Ácaros fitoseídeos são utilizados com sucesso como agentes de controle das moscas-branca, *B. tabaci* e *T. vaporariorum* em países da Europa e da América do Norte. As espécies utilizadas são *A. swirskii*, *A. limonicus* e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (CAVALCANTE *et al.*, 2015; CAVALCANTE *et al.*, 2017). No Canadá, *A. swirskii* é amplamente utilizado em cultivos de crisântemos, (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), para o controle de *F. occidentalis* em casa de vegetação (BUITENHUIS; SHIPP; SCOTT-DUPREE, 2010). Na Holanda, vem sendo estudada a liberação de *A. swirskii* para controlar *F. occidentalis* e *T. vaporariorum* (MESSELINK *et al.*, 2007).

No Brasil, *P. macropilis* e *N. californicus* têm sido utilizados com sucesso em programas de controle biológico de *T. urticae* em cultivos extensivos (algodão e soja), frutíferas (ameixa, maçã, nectarina, uva e pêssigo), ornamentais (antúrio, crisântemo, gérbera e rosa) e hortaliças (alface, berinjela, morango, pepino e tomate), em várias regiões produtoras (GARCIA; CHIAVEGATO, 1997; MONTEIRO, 2003; SATO *et al.*, 2007; POLETTI; COLLETTE; OMOTO, 2008). As espécies *N. idaeus* e *P. macropilis* têm sido utilizados no controle de *T. urticae* em cultivos de morango, quando liberados no início da fase de infestação da praga, sob condições experimentais (WATANABE *et al.*, 1994; FERLA *et al.*, 2011).

Neoseiulus idaeus tem sido considerado promissor no controle de *Mononychellus planki* McGregor, *Tetranychus ludeni* Zacher e *T. urticae* (COLLIER *et al.*, 2007; REICHERT *et al.*, 2017). Essa mesma espécie encontra-se distribuída em 14 países, propiciando um nível de controle significativo do ácaro *Mononychellus tanajoa* Bondar, com uma considerável redução de perdas (BELLOTTI *et al.*, 1999).

Dentre os casos mais citados está a liberação de *N. californicus* no controle de *Brevipalpus* spp. e de outros ácaros-praga (Tetranychidae) em cultivos de citros (SILVA *et al.*, 2015), e as liberações conjunta ou individual *N. californicus* e *P. macropilis*, no controle de *T. urticae* em cultivos de morango (*Fragaria* spp., Rosaceae) e ornamentais (orquídea, gerbera, rosa), em regiões de São Paulo e no sul do país (SATO *et al.*, 2009).

Outro caso de sucesso refere-se à eficiência de *N. californicus* e *P. macropilis* em programas de controle de *T. urticae* em cultivos de rosas. Em estudos conduzidos em Holambra (SP) com cultivos de rosa spray, foi observado que após quatro semanas de liberações de *P. macropilis*, realizadas conforme a densidade populacional de *T. urticae*, ocorreu uma redução significativa na população da referida praga (BARBOSA *et al.*, 2017).

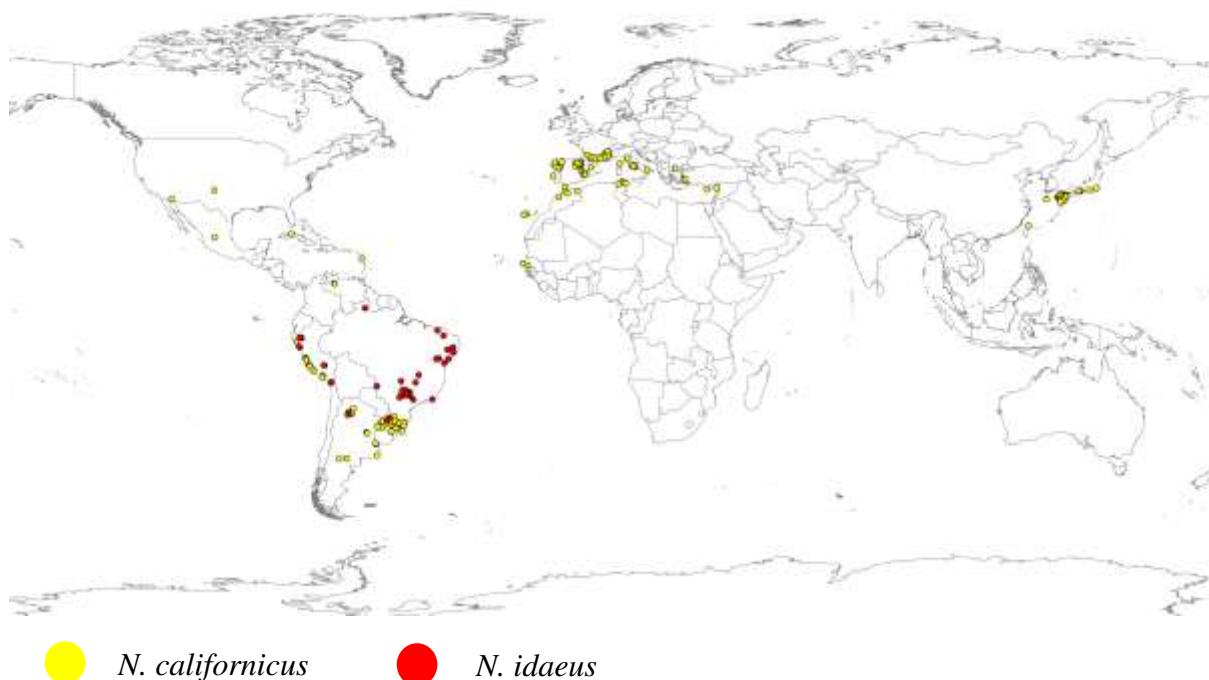
Um caso ainda mais promissor de controle biológico com ácaros predadores, tem sido o controle de *T. urticae* com a espécie *N. idaeus* em cultivos de mamão (*Carica papaya* L.: Caricaceae) (COLLIER *et al.*, 2007). A utilização desse predador em programas de controle biológico tem se mostrado bastante efetivo no controle *T. urticae*, sendo apontado como um importante agente de controle para essa cultura (COLLIER *et al.*, 2007). Vale ressaltar, que em levantamentos populacionais de ácaros, *N. idaeus* são encontrados, geralmente associados as espécies *T. urticae* e *Tetranychus evansi* (DOMINGOS *et al.*, 2014; REICHERT *et al.*, 2014; FURTADO *et al.*, 2014). Com perspectivas futuras Reichert *et al.* (2017) relatam a performance da espécie *N. idaeus* como candidato promissor para ser utilizado no controle de *T. urticae* em cultivos de soja no Brasil.

3. METODOLOGIA

3.1 Locais de ocorrência de *Neoseiulus californicus* e *Neoseiulus idaeus*

As coordenadas geográficas referentes aos relatos de ocorrência das espécies de predadores foram obtidas da literatura especializada em bancos de dados (Phytoseiidae data Base) (FIGURA 1). Nos trabalhos cujo registro de ocorrência não apresentou o georreferenciamento, as coordenadas geográficas foram obtidas por meio da ferramenta Google Earth. Na busca, utilizou-se como informação os nomes dos lugares em que foram realizadas as coletas, sendo desconsiderado os dados de publicações que não apresentavam detalhes dos locais ou regiões das mesmas.

Figura 1: Relatos de ocorrência dos ácaros *Neoseiulus californicus* e *Neoseiulus idaeus* em levantamentos populacionais de ácaros



2.2 Variáveis ambientais

Dezenove variáveis bioclimáticas foram utilizadas como predictoras dos potenciais de distribuição dos predadores em estudo (QUADRO 2). As mesmas foram obtidas do banco de dados WorldClim - Global Climate Data (<http://www.Worldclim.org/>) versão atual 1.4 (1960 – 1990) liberação 3, resolução de 2,5 arc-min (aproximadamente 5 km²). Essas variáveis são

consideradas biologicamente significativas para definir os limites de tolerância ecofisiológica de uma espécie (MURIENNE; GUILBERT; GRANDCOLAS, 2009).

Quadro 2: Variáveis ambientais utilizadas na modelagem do potencial de distribuição das espécies *Neoseiulus californicus* e *Neoseiulus idaeus* no Brasil

Variável (Código)	Variável
BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Varição média diurna [Temp. média mês (max-min)]
BIO3	Isolinhas (BIO2/BIO7) * (100)
BIO4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão * 100)
BIO5	Temperatura máxima mensal
BIO6	Temperatura mínima mensal
BIO7	Varição de temperatura anual (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura média do trimestre mais chuvoso
BIO9	Temperatura média do trimestre mais seco
BIO10	Temperatura média do trimestre mais quente
BIO11	Temperatura média do trimestre mais frio
BIO12	Precipitação anual
BIO13	Precipitação do mês mais chuvoso
BIO14	Precipitação do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação do trimestre mais chuvoso
BIO17	Precipitação do trimestre mais seco
BIO18	Precipitação do trimestre mais quente
BIO19	Precipitação do trimestre mais frio

Fonte: <http://www.Worldclim.org/>

2.3 Modelagem utilizada

As modelagens de distribuição das espécies a partir dos registros de ocorrência e dos dados ambientais, foram obtidas por meio de algoritmos genéticos que criam modelos de nichos ecológicos para espécies, Máxima Entropia (Maxent 3.3.3k).

Na criação do modelo de Máxima Entropia foram utilizadas as seguintes configurações: Auto características (características dependentes do tamanho da amostra), saída em formato logístico, gerações aleatórias, cinco repetições com validação cruzada, valor de regularização (1), Máximo de interações (2000), Limite de convergência (10^{-5}), número de máximo de pontos em background (20000) e método Jackknife para estimar quais as variáveis são as mais importantes para o modelo. O modelo foi desenvolvido com base em todos os dados de ocorrência de *N. idaeus* e *N. californicus* e projetado sobre o mapa do Brasil para avaliar a distribuição geográfica potencial destes ácaros.

Após a elaboração dos modelos no programa MAXENT, os mapas de distribuição potencial foram importados para o sistema de informação do Arcmap (ARCGIS 10.1), onde foram gerados os mapas de distribuição representando a probabilidade de estabelecimento de ambas as espécies avaliadas.

O teste de Jackknife (PHILLIPS *et al.*, 2012) foi utilizado para avaliar a importância de cada variável do modelo. Ao se fazer isso, obtêm-se informações sobre a importância de cada variável em termos de como cada uma contribui para explicar a distribuição da espécie e ainda a quantidade de informação única que cada variável fornece ao modelo.

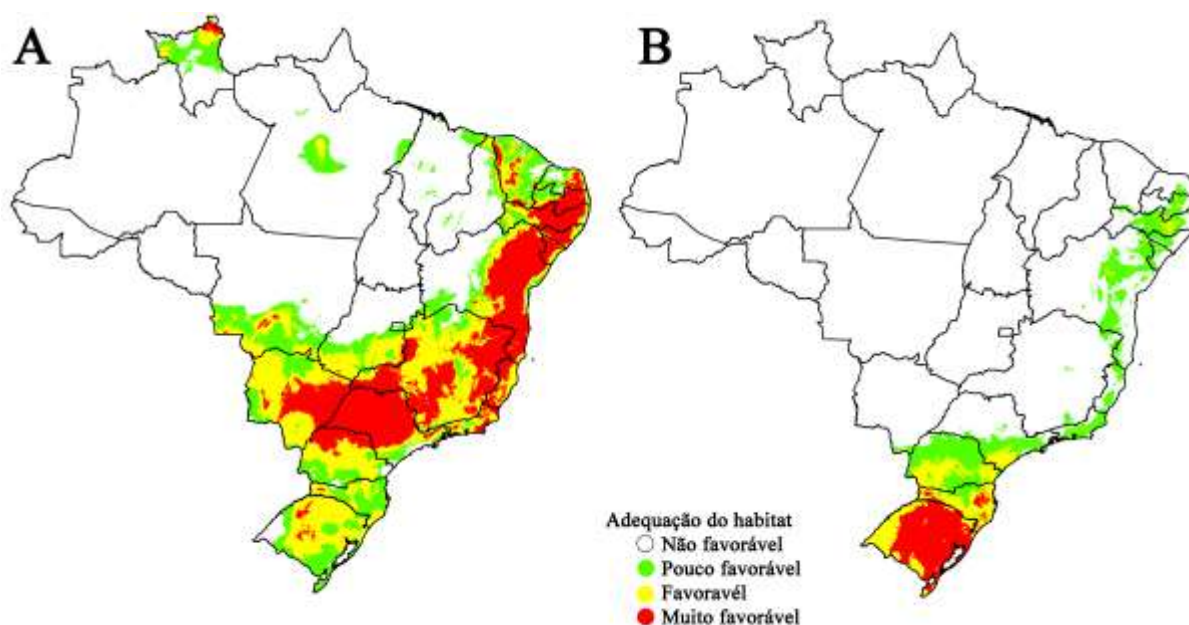
O gráfico da curva ROC (*Receiver Operator Characteristic*) que relaciona a sensibilidade (proporção de presenças observadas previstas corretamente) com a especificidade (proporção de ausências observadas / pseudo-ausências incorretamente previstas), foi utilizada para testar os resultados. O significado dessa curva é quantificado pela área entre a curva e o eixo das abscissas (AUC) e tem valores que variam tipicamente de 0,5 (não melhor do que o esperado por acaso) e 1,0 (ajuste perfeito). Valores inferiores a 0,5 indicam que o modelo se encaixa pior do que aleatório (BALDWIN, 2009).

Na padronização dos resultados, a probabilidade de estabelecimento foi dividida em quatro classes para facilitar a comparação e o entendimento dos mapas. A essas classes foi estabelecido um comportamento padrão para a dinâmica da população desses predadores. A classe 1 (0 – 25%, não favorável) indica onde o ácaro não se estabelece; classe 2 (26 – 50%, pouco favorável) corresponde as áreas onde o ácaro pode se estabelecer, porém seu desenvolvimento é lento e as populações são baixas, necessitando de constante reentrada (ou liberações); classe 3 (51 – 75% favorável) corresponde as áreas onde o ácaro pode se estabelecer e desenvolver-se normalmente; classe 4 (76 – 100% muito favorável) corresponde as áreas onde o ácaro encontra condições ótimas para seu desenvolvimento e reprodução.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos resultantes do intercruzamento da distribuição geográfica das espécies de predadores com os dados ambientais, preveem uma área de estabelecimento no Brasil bem maior para *N. idaeus* do que para *N. californicus* (FIGURA 2). As medidas de desempenho das áreas (AUC) sobre a curva ROC, estimadas nos modelos, apresentaram valores médios de 0,972 para *N. idaeus* e 0,963 para *N. californicus*, com desvios padrão médios de 0,020 e 0,012 respectivamente.

Figura 2: Potencial de distribuição das espécies *Neoseiulus idaeus* (A), *Neoseiulus californicus* (B) no Brasil



As variáveis ambientais utilizadas como preditoras dos modelos, apresentaram percentuais de contribuições diferentes para cada espécie de predador em estudo (TABELA 1). Para *N. idaeus*, as maiores contribuições foram obtidas pelas Isolinhas (BIO3), variável que indica a posição geográfica de uma sequência de pontos na superfície com a mesma temperatura (STEINKE, 2012). Contribuições relevantes foram obtidas pelas variáveis: sazonalidade da temperatura (BIO4), temperatura média do trimestre mais frio (BIO11) e precipitação do mês mais seco (BIO14). As demais variáveis apresentaram baixa contribuições nesse modelo.

Para *N. californicus*, as variáveis que apresentaram maiores contribuições na obtenção do modelo foram: temperatura média anual (BIO1), variação de temperatura anual (BIO7), temperatura mínima mensal (BIO6), variação média diurna (BIO2) e temperatura do trimestre

mais frio (BIO11). As demais variáveis apresentaram baixa contribuição na predição desse modelo.

Tabela 3: Contribuições das variáveis ambientais nas predições dos modelos

CÓDIGO	Variáveis	Contribuição (%)	
		<i>N. idaeus</i>	<i>N. californicus</i>
BIO1	Temperatura média anual	3,2	19,1
BIO2	Variação média diurna [Temp. média mês (max-min)]	3,4	10,5
BIO3	Isolinhas (BIO2/BIO7) * (100)	46,5	1,6
BIO4	Sazonalidade da temperatura (desv. Pad. * 100)	11,9	5,4
BIO5	Temperatura máxima mensal	2,4	6,4
BIO6	Temperatura mínima mensal	0,0	11,8
BIO7	Variação de temperatura anual (BIO5-BIO6)	0,2	15,5
BIO8	Temperatura média do trimestre mais chuvoso	0,4	2,0
BIO9	Temperatura média do trimestre mais seco	0,1	4,1
BIO10	Temperatura média do trimestre mais quente	1,5	4,4
BIO11	Temperatura média do trimestre mais frio	9,8	7,0
BIO12	Precipitação anual	6,5	3,0
BIO13	Precipitação do mês mais chuvoso	1,3	0,7
BIO14	Precipitação do mês mais seco	8,3	0,7
BIO15	Sazonalidade da precipitação (Coef. de variação)	0,9	0,8
BIO16	Precipitação do trimestre mais chuvoso	2,4	0,4
BIO17	Precipitação do trimestre mais seco	0,2	0,5
BIO18	Precipitação do trimestre mais quente	0,6	2,2
BIO19	Precipitação do trimestre mais frio	2,4	3,7

As ocorrências previstas nos modelos estão de acordo com os dados reais de relatos dos predadores (FIGURA 1). No entanto, as previsões (extrapolações) indicam que há mais *habitats* com potencial de estabelecimento desses predadores do que os atualmente encontrados (FIGURA 2). De acordo com o modelo obtido para *N. idaeus*, as áreas que apresentam condições muito favoráveis para o estabelecimento desse predador, abrange grande parte da costa Leste brasileira, desde a região Nordeste (extensa área do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) até a região Sudeste do país (no Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais).

O clima dessa extensa área é o Tropical atlântico (úmido), sua ocorrência abrange toda região litorânea, desde o Rio Grande do Norte ao Leste de São Paulo. Caracteriza-se principalmente por sofrer influência da massa tropical atlântica, responsável por provocar chuvas nas regiões em que tal clima é recorrente. O termômetro costuma marcar temperaturas entre 18 e 26°C e o clima é úmido e chuvoso na maior parte do ano (INMET, 2017).

Estados da região Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e o Estado do Ceará (Nordeste), também apresentaram localidades muito favoráveis ao estabelecimento de *N. idaeus*, porém em menor

proporção, em comparação as regiões anteriores (FIGURA 2A). Já na região Norte, apenas o estado de Roraima e pequena parte do Pará, apresentaram condições de estabelecimento. Nessas áreas, as condições previstas são de favorável a pouco favorável, embora no norte de Roraima tenha apresentado localidades com condições muito favoráveis de estabelecimento.

Nas outras regiões, principalmente nas fronteiras entre os estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, que se caracteriza como a nova fronteira agrícola do Brasil, assim como, os estados que compõe a Bacia Amazônica (Amazonas, Acre, Rondônia, Parte do Mato Grosso e do Pará), as condições previstas para o estabelecimento desse predador é de não favorável.

Nessas regiões, as condições climáticas são peculiares de sua localização, em especial, a temperatura, umidade relativa do ar e o índice pluviométrico. Na região Norte, o clima é classificado como Equatorial, apresentando elevada temperatura (média anual variando de 26 - 30°C), precipitação (> 2500 mm/ano) e umidade do ar (em torno de 95%) (INMET, 2017). Já na região de fronteira entre os estados da Bahia, Piauí, Tocantins e Maranhão, o clima é o Tropical, apresentando elevada temperatura (média anual variando de 26 - 30°C), porém, com precipitação e umidade relativa do ar com maior variação anual (INMET, 2017).

No modelo obtido para *N. californicus*, a condição de muito favorável foi prevista somente para a região Sul do país (no estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina) (FIGURA 2B). É possível que nessa região as condições ambientais sejam semelhantes aos locais onde *N. californicus* foi descrito, principalmente a temperatura com variação média anual de 12 - 24°C (INMET, 2017). Nos estados, Paraná e São Paulo, foram previstas localidades com condições favoráveis e pouco favoráveis ao estabelecimento desse predador. As mesmas condições se observam para os Estados do litoral Leste, porém em menor proporção. Possivelmente esses locais sejam de altitudes elevadas e com baixas temperaturas.

Para esse predador, observa-se que a condição que mais influência seu estabelecimento é a temperatura, demonstrando preferência por temperaturas amenas na maior parte do ano, observadas apenas na região Sul do Brasil e em locais de altitudes elevadas. Vale ressaltar, que grande parte do território brasileiro se situa na região entre o trópico de capricórnio e a linha do Equador. Por causa de sua localização a condição climática de temperatura é elevada, com temperatura média anual superior a 25°C (26 - 30°C) (INMET, 2016), essa condição térmica se mostra desfavoráveis ao estabelecimento desse predador, como foi observado nesse estudo (área branca no mapa) (FIGURA 2B).

Segundo Uddin *et al.* (2017), *N. californicus* apresenta um bom estabelecimento quando submetido a temperatura de 25°C. Seu ciclo de vida torna-se mais curto a medida que a temperatura aumenta, crescendo a taxa de mortalidade, e em temperatura inferior, desenvolve-se normalmente, porém de forma mais lenta. Seu limiar térmico inferior é de 10°C, o que

implica dizer, que em temperaturas abaixo desse valor *N. californicus* tem seu desenvolvimento paralisado.

No entanto, *N. californicus* tem sido indicado e amplamente utilizado em programas de manejo integrado de pragas em diversas culturas no Brasil (BARBOSA *et al.*, 2017). Em condições controladas, esse predador tem se mostrado bastante efetivo no controle de ácaros tetraniquídeos, em especial de *T. urticae* (GRECO; SÁNCHEZ; LILJESTROM, 2005; FRAULO; LIBURD, 2007). Essa espécie de predador pode ser facilmente obtida por produtores, uma vez que, são comercializados e produzidos em larga escala (produto biológico) por diferentes empresas (KOPPERT, PROMIP). Seu custo é economicamente viável, especialmente a pequenos e médios produtores, quando se comparado ao controle realizado com acaricidas (MONTEIRO *et al.*, 2006).

Como observado nesse estudo, sua liberação em condição de campo tem sido limitada pelos fatores ambientais dominantes na maior parte do país, que os impossibilita a uma maior abrangência de sua atuação como agentes de controle biológico de pragas. Nessa conjectura, *N. idaeus* se apresenta como uma boa alternativa a *N. californicus*, tendo em vista pertencerem ao mesmo gênero e por se assemelhar em diversas características, principalmente na preferência alimentar (tetraniquídeos).

Por ser um predador encontrado naturalmente no Brasil, associados a plantas nativas e cultivadas em diversas regiões, desde o Nordeste ao Sul, e em outros países da América Latina, são bem adaptadas as condições que lhes são impostas de variação ambiental dessas localidades. Essa condição possibilita uma maior abrangência de áreas onde esse predador pode ser utilizado. Trabalhos realizados em locais de pesquisas, têm demonstrado a potencialidade deste predador no controle de ácaros-praga em diversos cultivos (COLLIER *et al.*, 2007; REICHERT *et al.*, 2017). Embora, a utilização de *N. idaeus* em caráter experimental já ocorra há algum tempo, sua comercialização ainda não foi estabelecida para os produtores.

Sabe-se, que a implementação de um programa de controle biológico deve passar por várias etapas, dentre elas, a determinação da forma de criação massal da espécie e o registro nos órgãos reguladores, que constituem as etapas mais demoradas do processo até que o produto esteja disponível ao produtor. Vale ressaltar que, como *N. californicus* já é produzido em larga escala principalmente na região Sul e Suldeste do Brasil é possível que as técnicas utilizadas para este predador possam ser adaptadas a criação de *N. idaeus*, viabilizando a produção e comercialização do mesmo.

3. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstra que *N. californicus* e *N. idaeus* apresentam nichos ecológicos distintos. *Neoseiulus californicus* apresenta predominância de nichos ótimos para seu estabelecimento na região Sul do Brasil enquanto que *N. idaeus* apresenta nichos ótimos de estabelecimento em todas as regiões do Brasil, especialmente no litoral do Nordeste. Dessa forma, para algumas regiões onde o estabelecimento de *N. californicus* é pouco provável, como a região litorânea do Nordeste, *N. idaeus* surge como alternativa.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A.; SILVA E. N.; NICHOLLS, C. I. O papel da biodiversidade no manejo de pragas, Holos. Ribeirão Preto, 2003. p.226.
- ARCGIS: Software. Disponível em < <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html> >. Acessado em 10 de maio de 2017.
- AMARO, G.; MORAES, E. G. F. Distribuição Geográfica Potencial do Ácaro-vermelho-das-palmeiras na América do Sul. **Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA)**, 2014.
- BARBOSA, M. F. C. *et al.* **Controle biológico com ácaros predadores**. E seu papel no manejo integrado de pragas. 1. ed. São Paulo. 2017. 69 p.
- BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A. I. Parasitóides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: PARRA, J. R. P. et al. (eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.
- BUITENHUIS, R.; SHIPP, L.; SCOTT – DUPREE, C. Dispersal of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on potted greenhouse chrysanthemum. **Biological Control**, v. 52, p. 110 - 114. 2010.
- CARRILLO, D.; MORAES, G. J. de; PEÑA, J. E. Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. Cham: Springer International, 2015. 328 p.
- CAVALCANTE, A. C. C. *et al.* Potential of Five Brazilian Populations of Phytoseiidae (Acari) for the Biological Control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 29 - 33. 2015.
- CAVALCANTE, A. C. C.; MORAES, G. J. de. Ácaros predadores nativos (Acari: Phytoseiidae): un potencial desconocido para el control biológico de la mosca-blanca en Brasil, 2016. In: <https://www.researchgate.net/publication/309651186>. Acesso em 18 maio de 2017.
- CAVALCANTE, A. C. C. *et al.* *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 43, p. 10 – 15. 2017.
- CHORAZY, A. *et al.* Distribution of *Amblydromalus limonicus* in northeastern Spain and diversity of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in tomato and other vegetable crops after its introduction. **Experimental and Applied Acarology**, v. 69, p. 465 – 478. 2016.
- COLLIER, K. F. S.; LIMA, J. O. G.; ALBUQUERQUE, G. S. Predacious Mites in Papaya (*Carica papaya* L.) Orchards: In Search of a Biological Control Agent of Phytophagous Mite Pests. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6, p. 799 - 803. 2004.
- COLLIER, K. F. S. *et al.* *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in papaya: performance on different prey stage – host plant combinations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 41, p. 27 – 36. 2007.

COLLIER, K. F. S.; LIMA, J. O. G. de. Toxicidade de agroquímicos a *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (acari: phytoseiidae) e a *Polyphagotarsonemus Latus* (Banks) e *Tetranychus urticae* Koch (acari: tarsonemidae, tetranychidae) criados em mamoeiro (*Carica papaya* L.). Revista Cereus, v. 2, n. 2, p. 1 - 9, 2011.

DEMITE, P. R. *et al.* Phytoseiidae Database. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae>. Acesso em 20/05/2017.

DOMINGOS, C. A. *et al.* Mites on grapevines in northeast Brazil: occurrence, population dynamics and within-plant distribution. **International Journal of Acarology**, v. 40, p. 1 - 7. 2014.

FERLA, N. J.; MARCHETTI, M. M.; GONÇALVES, D. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 1 - 8, 2007.

FERLA, N. J. *et al.* Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Zootaxa**, v. 2976, p. 15 - 31. 2011.

FIGUEIREDO, S. M. M. *et al.* Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 167 - 174, 2015.

FRAULO, A. B.; LIBURD, O. E. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, p. 109 - 119, 2007.

GALLO, D. *et al.* 2002. Entomologia Agrícola. FEALQ, Piracicaba, 920 p.

GARCIA, I.P.; CHIAVEGATO, L.G. Resposta funcional e reprodutiva de *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) (Acari: Phytoseiidae) a diferentes densidades de ovos de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **Científica**, São Paulo, v. 25, n.1, p. 35 - 43, 1997.

GERSON, U.; SMILEY, R. L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Malden: Blackwell, 2003. 539 p.

GIOVANELLI, J. G. R. **Modelagem de nicho ecológico de anuros da Mata Atlântica**. 2009. 100 f. Mestrado (Biociências) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2009.

GRECO, N. M.; SÁNCHEZ, N. E.; LILJESTHRÖM, G. G. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. **Experimental and Applied Acarology**, v. 37, p. 57 - 66, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE. Estatística da produção agrícola. Brasília, DF, 2017. 77 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. In: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 10/07/2017.

ISMAEL, L. L. *et al.* Resíduos de agrotóxicos em alimentos: preocupação ambiental e de saúde para população paraibana. **Revista Verde**, Pombal - PB, v. 10, n.3, p 24 - 29, 2015.

LINDQUIST, E. E.; KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. (2009). Order Mesostigmata. In: Krantz GW, Walter DE (eds) **A manual of acarology**, 3rd edn. Texas Tech University Press, Lubbock, p. 124 - 232.

MARAFELI, P. P. *et al.* Life history of *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) fed with castor bean (*Ricinus communis* L.) pollen in laboratory conditions. **Brazilian Journal Biology**, v. 74, n. 3, p. 691 - 697, 2014.

MASSARO, M.; MARTIN, J. P. I.; MORAES, G. J. de. Factitious food for mass production of predaceous phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) commonly found in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 70, p. 411 - 420, 2016.

MCGREGOR, E. A. Two new mites in the genus *Typhlodromus* (Acarina: Phytoseiidae). **Bulletin, Southern California Academy of Sciences**, v. 53, n 2, p. 89 - 92, 1954.

MCMURTRY, J. A.; OATMAN, F. R.; FLESCNER, C. A. Phytoseiid mites on some tree and row crops and adjacent wild plants in Southern California. **Jornal of Economic Entomology**, v. 64, n. 2, p. 405 - 408, 1970.

MCMURTRY, J. A. Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in ther Mediterranean Region. **Entomophaga**, v. 22, n. 1, p. 19 - 30, 1977.

MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 291 - 321, 1997.

MCMURTRY, J. A.; MORAES, G. J. de; SOURASSOU, N. F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic & Applied Acarology**, v. 18, n. 4, p. 297 - 320, 2013.

MCMURTRY, J. A.; SOURASSOU, N. F.; DEMITE, P. R. The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as Biological Control Agents. **Springer International Publishing Switzerland**, p. 133 - 149, 2015.

MEYER, G. A.; KOVALESK, A.; SANHUEZA, R. M. V. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae, McGregor): o ácaro predador dominante em pomares comerciais de macieira conduzidos nos sistema convencional e produção integrada. Bento Gonsalves, RS: Embrapa uva e vinho, 2008. 12 p.

MESSELINK, G. J. *et al.* Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. **Biological Control**, v. 44, p. 372 - 379, 2008.

MINEIRO, J. L. C. *et al.* **Pragas Introduzidas no Brasil - Insetos e Ácaros**. Ácaro-vermelho-da-macieira, *Pononychus ulmi* (Koch). 1. ed. São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2015. 908 p.

MONTEIRO, L. B. Criação de ácaros fitófagos e predadores: um caso de produção de *Neoseiulus californicus* em produtores de maçã. In: PARRA, J. R. P. *et al.* (eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

- MORAES, G. J. de. Perspectivas para o uso de predadores no controle de ácaros fitófagos no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 263 - 270, 1992.
- MORAES, G. J. de *et al.* Alternative plant habitats for common phytoseiid predators of the cassava green mite (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) in northeast Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, v. 17, p. 77 - 90. 1993.
- MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: PARRA, J. R. P. *et al.* (eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.
- MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 308 p.
- MURIENNE, J.; GUILBERT, E.; GRANDCOLAS, P. Species' diversity in the New Caledonian endemic genera *Cephalidiosus* and *Nobarnus* (Insecta: Heteroptera: Tingidae), an approach using phylogeny and species' distribution modelling. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 97, p. 177 - 184, 2009.
- PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609 p.
- PAVAN, W. **Técnicas de engenharia de software aplicadas à modelagem e simulação de doenças de plantas**. 2007. 182 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo. 2007.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p. 231 - 259, 2006.
- PHILLIPS, S. J.; DUDIK, M.; SCHAPIRE, R. E (2012). A Brief Tutorial on Maxent. AT & T Labs - Research, Princeton University, and the Center for Biodiversity and conservation, American Museum of Natural History. <http://www.cs.princeton.edu./shapire/maxent/>. Accessed on 28 may 2017.
- PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N. P.; SILVA, A. M. C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 12, p. 4669 - 4678, 2014.
- PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.3.3k). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Acesso em 15 de maio de 2017.
- POLETTI, M. Controle biológico aplicado do ácaro rajado em cultivo protegido: viabilidade no emprego dos ácaros predadores. In PINTO, AS., NAVA, DE., ROSSI, MM. and MALERBO-SOUZA, DT. (Orgs.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: FEALQ. p. 193 - 203. 2006.
- POLETTI, M. **Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro**

- rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).** 2007. 166 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
- POLETTI, M.; COLLETTE, L.; OMOTO, C. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **BioAssay**, v.3, p. 1 - 14, 2008.
- RAIS, D. S.; SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da. Detecção e monitoramento da resistência do trips *Frankliniella occidentalis* ao inseticida espinosade. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.35 - 40, 2013.
- REICHERT, M. B. *et al.* Mite fauna (Acari) in soybean agroecosystem in the northwestern Region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v.19, n. 2, p. 123 - 136, 2014.
- REICHERT, M. B. *et al.* Biological performance of the predatory mite *Neoseiulus idaeus* (Phytoseiidae): a candidate for the control of tetranychid mites in Brazilian soybean crops. **Brazilian Journal of Biology**, SV, SN, SP, 2017.
- SABELIS, M.W.; DICKE, M. 1985. Long-range dispersal and searching behaviour. In: Helle, W. & M.W. Sabelis (orgs.). World Crop Pests. **Spider mites their biology, natural enemies and control**. Elsevier, v. 1B, p. 141 - 160.
- SATO, M. E. *et al.* Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida Clorfenapir. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 89 - 95, 2007.
- SATO, M. E. *et al.* Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a Abamectin e Fenpyroximate em diversas culturas no estado de São Paulo. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 217 - 223, 2009.
- SILVA, M. Z. *et al.* Interspecific interactions involving *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and *Agistemus brasiliensis* (Acari: Stigmaeidae) as predators of *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimenta and Applied Acarology**, v. 65, p. 319 - 329, 2015.
- SOUZA – PIMENTEL, *et al.* Reproductive parameters of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) fed with *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) in laboratory. **Brazilian Journal of Biology**. v. 77, n. 1, p. 162 - 169, 2017.
- STILING, P. Why do natural enemies fail in classical biological control programs? **American Entomologist**, v.?, n.?, p 31 - 37,1993.
- THE IPM PRACTITIONER. **Monitoring the field of pest management**, v. 34, n. 11/12, p. 1 - 48, 2015.
- WATANABE, M. A. *et al.* Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agricola**, v 51, p. 75 - 81. 1994.