

ADRIANO RANK

**RISCO DE INTRODUÇÃO DE *Lobesia botrana* EM ÁREAS ADEQUADAS
AO CULTIVO DE UVAS NO MUNDO USANDO MODELAGEM MAXENT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Rank, Adriano, 1968-

R198r
2019

Risco de introdução de *Lobesia botrana* em áreas adequadas ao cultivo de uvas no mundo usando modelagem Maxent / Adriano Rank. – Viçosa, MG, 2019.
v, 26 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Elisângela Gomes Fidelis de Moraes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 22-26.

1. *Lobesia botrana*. 2. Fitossanidade. 3. Pragas agrícolas.
4. Uva. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

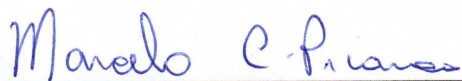
CDD 22. ed. 632.6578

ADRIANO RANK

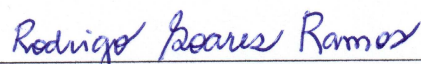
**RISCO DE INTRODUÇÃO DE *Lobesia botrana* EM ÁREAS ADEQUADAS
AO CULTIVO DE UVAS NO MUNDO USANDO MODELAGEM MAXENT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

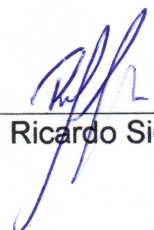
APROVADA: 25 de fevereiro de 2019.



Marcelo Coutinho Picanço




Rodrigo Soares Ramos



Ricardo Siqueira da Silva



Paulo Antonio Santana Junior



Elisângela Gomes Fidelis
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus agradecimentos às seguintes pessoas ou entidades que contribuíram para a realização deste trabalho.

À professora e orientadora Elisangela Gomes Fidelis, que com seu enorme conhecimento e capacidade, enriqueceu demais a discussão e revisão dos trabalhos.

Especial agradecimento ao professor Marcelo Coutinho Picanço que com seu entusiasmo e abnegação sempre me incentivou durante a elaboração do trabalho.

Aos colegas Ricardo Siqueira da Silva, Rodrigo Soares Ramos e Paulo Antônio Santana Júnior que colaboraram demais com os dados que compõem esta tese, sempre se esforçando para que o trabalho fosse rico em informações.

Agradeço à minha mãe Alice, minha irmã Silvana e à minha esposa Fátima pelo grande incentivo e carinho.

Finalmente, agradeço a Universidade Federal de Viçosa por ter me acolhido, fazendo com que eu tivesse grande orgulho de fazer parte desta renomada instituição de ensino. Ressalto também a convivência amigável com os professores e funcionários deste Mestrado Profissional.

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Dados de ocorrência de <i>Lobesia botrana</i> e <i>Vitis vinifera</i> em aeroportos	3
2.2 Camadas de dados ambientais	4
2.3 Desenvolvimento e validação de modelos.....	4
2.4 Níveis de risco de <i>L. botrana</i>	6
3. RESULTADOS.....	6
4. DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	21
6. REFERÊNCIAS	22

RESUMO

RANK, Adriano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Risco de introdução de *Lobesia botrana* em áreas adequadas ao cultivo de uvas no mundo usando modelagem MaxEnt.** Orientadora: Elisângela Gomes Fidelis.

A traça-europeia-dos-cachos-da-videira, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) é uma praga que tem grande potencial de causar danos à videira. Tendo em vista que *L. botrana* é uma das principais pragas da videira no mundo, faz-se necessário analisar o risco de entrada e os locais com alto potencial de instalação da praga. O objetivo deste estudo foi detectar as regiões mais propensas à ocorrência de *L. botrana* e seu hospedeiro, *Vitis vinifera*, no mundo, relacionando os dados bioclimáticos e de regiões de ocorrência das duas espécies através da utilização do programa de modelagem de nicho ecológico por meio do software MaxEnt. Fez-se também o levantamento de localização de 3700 aeroportos ao redor do mundo para evidenciar as possíveis entradas de pessoas e materiais infestados pela praga entre os diferentes países. As variáveis climáticas que mais influenciaram o estabelecimento de *L. botrana* foram: média anual de temperatura, precipitação média anual e variação anual de temperatura. De acordo com os resultados obtidos pelo programa de modelagem, as regiões com maior possibilidade de ocorrência de *L. botrana* e *V. vinifera*, são as que apresentam temperaturas médias anuais próximas a 13°C, precipitação média anual entre 600 e 700 mm, variação anual de temperatura próxima a 28°C, intervalo médio diário de temperatura de 10°C e precipitação do mês mais frio em torno de 20 mm, características são encontradas em quase todas as regiões viníferas do planeta. Este estudo possibilitou determinar a relação entre as preferências ambientais de *L. botrana* e *V. vinifera* e identificação dos locais de ocorrência de ambas as espécies, tornando possível escolher os locais para focar ações de combate e prevenção, evitando assim, a instalação da praga.

ABSTRACT

RANK, Adriano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Risk of introduction of *Lobesia botrana* into world suitable areas for grape cultivation using MaxEnt modeling.** Adviser: Elisângela Gomes Fidelis.

The European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) is a pest that has a great potential to cause damage to the vine. Considering *L. botrana* is one of the main pests of the vine in the world, it's necessary to analyze the entrance risk and places with high potential of installation of the pest. This study has an objective to detect the most prone regions in the world for the occurrence of *L. botrana* and its main host, *Vitis vinifera*, relating the bioclimatic and occurrence regions of the two species through the use of the ecological niche modeling program: the MaxEnt software. A survey was also made of the location of 3700 airports around the world to highlight the possible influx of people and material infested by the pest among different countries. The climatic variables that most influenced the establishment of *L. botrana* were annual average temperature, annual mean precipitation and annual temperature variation. According to the results obtained by the modeling program, the regions with the greatest possibility of occurrence of *L. botrana* and *V. vinifera* are those that present average annual temperatures close to 13°C, mean annual precipitation between 600 and 700 mm, annual variation of temperature around 28°C, average daily temperature range of 10°C and precipitation of the coldest month around 20mm, these characteristics are found in almost all the vinifera regions of the planet. This study made it possible to determine the relationship between the environmental preferences of *L. botrana* and *V. vinifera* and identification with the occurrence location of both species, making it possible to choose locations to focus on combat and preventive actions, thus avoiding the installation of the pest.

1. INTRODUÇÃO

A traça-europeia-dos-cachos-da-videira, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae), tem potencial para causar grandes danos à atividade vitivinícola do Brasil. Se pegarmos como exemplo o impacto econômico que a *Cydia pomonella* causou à cultura da maçã quando foi introduzida no Brasil e considerar os custos de controle, prejuízos ambientais, perda de mercado por motivo de barreiras técnicas na exportação, as perdas foram estimadas no ano de 2007 em US\$ 113 milhões (Kovaleski, et al 2015). As lagartas desta praga podem causar danos diretos danificando os cachos de uva, e indiretos causando a entrada de patógenos, principalmente a podridão da uva madura por *Botrytis cinerea* (Hickel et al. 2010).

Por ser um inseto altamente influenciado pelas condições climáticas, seu ciclo biológico e população podem variar bastante a cada ano, podendo ter de 3 a 4 gerações por ano. Os indivíduos adultos têm alta atividade em temperaturas próximas a 25° C. A umidade relativa apropriada para o desenvolvimento do inseto fica entre 40 e 70% (Ioriatti et al. 2012).

Lobesia botrana é nativa do continente europeu, sendo endêmica em todas as regiões produtoras da Europa e principal praga da videira na região do Mar Mediterrâneo. Porém, a praga já foi detectada no Chile, Argentina e na Califórnia (EUA), indicando uma expansão na distribuição da praga para essas novas regiões produtoras de uva nas Américas (Hickel et al. 2010). Uma das principais causas de disseminação desta praga nas Américas foi o fluxo turístico associado ao material vegetal associado ao turismo, assim como o trânsito de veículos e embalagens de regiões com presença da praga.

O primeiro registro no continente americano ocorreu em 2008 no norte do Atacama no Chile. Na sequência houve registros no Vale do Napa, Estados Unidos em 2009 e na Província de Mendoza, Argentina em 2010 (Botton et al. 2014).

Esta praga ainda não teve ocorrência detectada no Brasil em virtude do intenso monitoramento de cargas nas regiões fronteiriças, pois o maior risco de introdução desta praga pode acontecer no transporte de uvas de mesa importada da Argentina e Chile.

A Europa e países próximos ao Mar Negro são as regiões mais importantes da atividade vinícola mundial, contendo 58% da área total de vinhedos cultivados do mundo (OIV 2017). A região das Américas tem ao redor de 14% do plantio de vinhedos do mundo e tem adquirido importância mundial em virtude da expansão da cultura na região. Porém, a região que tem registrado um crescimento bastante acentuado e adquirindo grande representatividade a nível mundial é a Ásia, com destaque para a China. Atualmente esta região contém 13% da área plantada no mundo, mas a previsão é que esta área aumente muito nos próximos anos.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de uva, sendo responsável por cerca de 54,2% da produção nacional. Se somarmos a produção gaúcha com as produções dos outros dois Estados da região: Paraná (7,5%) e Santa Catarina (5%), obtém-se um total de 67% de participação destes Estados na produção total de uvas no Brasil. A região Sudeste responde por 14,5% da produção e os Estados do Nordeste, principalmente Pernambuco (11,7%) e Bahia (6,7%) têm produções representativas (Fachinello et al. 2011).

Lobesia botrana está entre as 20 pragas quarentenárias ausentes de maior prioridade para o Brasil (Laranjeira et al. 2017). O risco de sua introdução no país é alto, já que há um intenso e crescente comércio de uva para o consumo *in natura* proveniente de países que já tem a praga instalada, como Chile e Argentina (Botton et al. 2014). Além disso, as principais regiões vitivinícolas do Brasil têm áreas de cultivo de plantas que também são hospedeiras da praga, como por exemplo, a *Prunus domestica* - ameixeira ou ameixeira europeia, a *Diospyros kaki* – caqui-japonês e a *Actinidia chinensis* – kiwi.

Tendo em vista que *L. botrana* é considerada como praga quarentenária ausente que representa grande ameaça à viticultura brasileira, há a necessidade de análise de risco de entrada desta importante praga no país.

A Análise de Risco de Pragas (ARP) faz parte de importantes procedimentos fitossanitários previstos pelas Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMF). Estas normas foram estabelecidas pela Comissão Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIPV) para a padronização de procedimentos que são adotados pelos países participantes

da Organização Mundial do Comércio (OMC). Essa padronização de normas contribui para a diminuição das chances de ingresso de pragas exóticas nos diversos países, além de evitar práticas desleais como imposição de obstáculos comerciais à entrada de produtos nos países.

A ARP pode ser realizada para um organismo que não tenha sido reconhecido previamente como praga, uma praga conhecida, para vias de ingresso ou para avaliação e estabelecimento de políticas fitossanitárias.

O objetivo deste trabalho é detectar as regiões mais propensas à ocorrência de *L. botrana* e seu principal hospedeiro, *V. vinifera*, no mundo, através de informações de dados climáticos e de regiões de ocorrência das duas espécies, utilizando o MaxEnt.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dados de ocorrência de *Lobesia botrana* e *Vitis vinifera* em aeroportos

Os dados de ocorrência para *L. botrana* e *V. vinifera* utilizados nesse trabalho foram obtidos de literatura como CABI Plantwise, EPPO e GBIF. Um total de 69 dados para *L. botrana* e 545 dados para *V. vinifera* foram obtidos e, quanto mais registros obtidos, melhor será a predição dos modelos. Os dados obtidos foram pontos de coordenadas georreferenciadas, com latitude e longitude da posição que indica a existência comprovada das duas espécies estudadas. Para tornar compatíveis o uso destes dados, já que muitas vezes estão em formatos não adequados para a leitura do MaxEnt, há a necessidade de conversão dos mesmos para a geração do modelo de nicho ecológico.

Foram realizadas a filtragem dos dados por meio da filtragem espacial pelo pacote spThin no software R com a finalidade de minimizar a autocorrelação espacial que é o grau de associação espacial presente nos conjuntos de dados, o que pode impedir a separação dos pontos utilizados para teste (Aiello-Lammens et al., 2015).

O tratamento destes dados é necessário para que se evite pontos fora dos limites da região e pontos com valores irreais. Todas os pontos de ocorrência remanescentes estão a pelo menos a uma distância de 10 Km após este processo de filtragem (Boria et al., 2014; Veloz, 2009). Essa distância

garante que cada célula tenha apenas um único ponto de ocorrência. Os dados foram transformados em formatos compatíveis para que o MaxEnt pudesse fazer a leitura dos mesmos.

Já que há muita disseminação de organismos exóticos entre os países através do fluxo de pessoas e transporte de materiais infectados, foi evidenciada a localização de 3700 aeroportos ativos distribuídos em todo o mundo (OpenFlights, 2018).

2.2 Camadas de dados ambientais

Inicialmente, consideramos dezenove variáveis de parâmetros bioclimáticos (Tabela 1), do conjunto de dados WorldClim (Hijmans et al., 2005) (<http://www.worldclim.org/>), com uma resolução espacial de 2,5 min (~5 km). Esta é uma resolução de alta qualidade, suficiente para suportar variáveis climáticas em escala global (Daly, 2006; Ramos et al., 2018). A temperatura média baseou-se em dados climáticos mensais para temperatura, média e temperatura máximas, mínimas e precipitação em dados que abrangem 1960-1990. Outros parâmetros foram extraídos de variáveis sazonais e índices extremos climáticos (Hijmans et al., 2005).

O SDMtools no software ArcGIS foi utilizado para remover variáveis com alta correlação, de modo que apenas uma variável de um grupo com alta correlação foi incluída (coeficiente de correlação de Pearson, $r \geq 0,75$). Valores superiores a 0,75 são descritos por Kumar et al. (2014) como relativamente forte para a seleção de variáveis (Kumar et al., 2014).

2.3 Desenvolvimento e validação de modelos

Os modelos gerados pela etapa de modelagem devem ser validados, ou seja, passam por teste estatísticos que analisam se estes modelos são adequados. Distribuições globais de *L. botrana* e *V. vinifera* foram obtidas a partir do modelo baseado em entropia máxima ou do algoritmo MaxEnt versão 3.3.3k (Phillips et al., 2006). O MaxEnt, que realiza as modelagens, constitui um método de aprendizado que prevê a distribuição de probabilidade baseada no princípio da máxima entropia, que revela as condições aproximadas para uma distribuição de possibilidades desconhecida (Phillips et al., 2006). Este

software foi escolhido por ser o programa mais adequado para esta pesquisa, pois requer somente dados de presença disponíveis para a praga e seu hospedeiro (Kumar et al., 2009; Kumar and Stohlgren, 2009). O MaxEnt gera um índice de adequação que varia entre 0 para inadequado e 1 para adequação ideal. Um total de 50.000 pontos (background) foram selecionados aleatoriamente para cada espécie representando áreas de ocorrência atual. Um viés de amostragem foi gerado em que os dados foram coletados sem amostragem de fontes externas. Isso foi gerado usando uma estimativa de densidade do kernel no SDMToolbox (Brown, 2014; Jarnevich et al., 2015). A superfície de polarização compensa a intensidade da amostragem e o possível viés de amostragem (Jarnevich et al., 2015).

Os modelos para *L. botrana* e *V. vinifera* foram baseados em ajustes nas configurações padrão do MaxEnt para certas combinações de tipos de recursos, bem como o multiplicador de regularização (RM) (Jarnevich et al., 2015; Merow et al., 2013). Combinamos conjuntos de características lineares [L], quadráticas [Q], produto [P], limiar [T] e charneira [H] – seleção auto *features* com o RM para controlar o número de parâmetros e, assim, a complexidade do modelo para ambas as espécies.

Usamos a opção MaxEnt "*fade-by-clamping*" para eliminar extrapolações fora da faixa ambiental (Owens et al., 2013). A contribuição preditiva das variáveis ambientais foi estimada usando a técnica "jackknife". MaxEnt gera curvas de resposta e escolhemos apenas aquelas que representam relações entre probabilidades de presença para cada espécie, em termos de cada preditor ambiental. Todas as curvas de resposta foram avaliadas com base na lógica biológica e aquelas que falharam neste teste foram eliminadas. Para validação foram utilizados os seguintes critérios. O teste de sensibilidade de 0% e Taxas de Omissão (OR) de 10% (Kumar et al., 2015; Liu et al., 2013) e a AUCcv (área sob a curva ROC [receiver operating characteristic]) foram usadas para averiguar o desempenho dos modelos (Peterson et al., 2008). O teste de sensibilidade verifica se o modelo detecta bem a presença da espécie-alvo. A Taxa de Omissão afere se o modelo não omitiu a existência de localidades onde a espécie-alvo verdadeiramente ocorre e as áreas sobre a curva ROC são dados de teste de validação do MaxEnt e permitem interpretar resultados como, por exemplo, a probabilidade

de se sortear dois pontos, um no conjunto de presença e outro no de ausência e o modelo conseguir prever os dois corretamente. Para calcular isso, uma validação cruzada de 10 vezes foi executada no MaxEnt. AUCcv também foi usado para discriminar a presença de dados de background. Um valor AUCcv de 0,5 indica que as previsões não excedem aleatórias; valores abaixo de 0,5 estão abaixo do aleatório; 0,5-0,7 representa desempenho ruim; 0,7-0,9 representa desempenho satisfatório a moderado; e valores acima de 0,9 taxa como alto desempenho (Peterson et al., 2011). No caso da Taxa de Omissão (OR), o valor em 10% é 0,10; e o valor de teste de sensibilidade em 0% é 0; baixo desempenho é indicado quando o valor excede a taxa prevista (Boria et al., 2014). O software ArcGIS 10.3.1 foi usado para extrair as saídas MaxEnt em relação os níveis de risco para a invasão de *L. botrana* de áreas adequadas para cultivo de *V. vinifera*.

2.4 Níveis de risco de *L. botrana*

Foi escolhido o “Maximum Test Sensitivity Plus Specificity” (MTSPS) para determinar as classes de adequabilidade da distribuição de *L. botrana* em cultivos de *V. vinifera* que estão em risco de invasão da praga. Foram utilizadas duas classes (adequadas e inadequadas) para ambas as espécies.

Os valores para *L. botrana* foram: de zero a 0,2605 para não adequado e maior que 0,2605 até 1 para adequado. Para *V. vinifera*, os valores foram: de zero até 0,2863 para não adequado e maior que 0,2863 até 1 para adequado.

3. RESULTADOS

A uva, *V. vinifera*, é plantada em todos os continentes, com extensas áreas na Europa, Oriente Médio e Ásia (Figura 1a). Também há plantios concentrados ao sul da América do Sul, América do Norte e Central, África de Oceania (Figura 1a). É uma espécie que não se adapta bem em áreas próximas à linha do Equador, principalmente porque estas áreas têm temperaturas médias anuais altas. A temperatura média anual ideal para a espécie é 12,9°C e esta variável ambiental contribui com mais de 80% nas variáveis consideradas nos modelos de nicho de *V. vinifera*. A espécie *L.*

botrana está amplamente distribuída no mundo. Há ocorrências na América do Norte, Central e do Sul, Europa, Ásia e Oceania (Figura 1b).

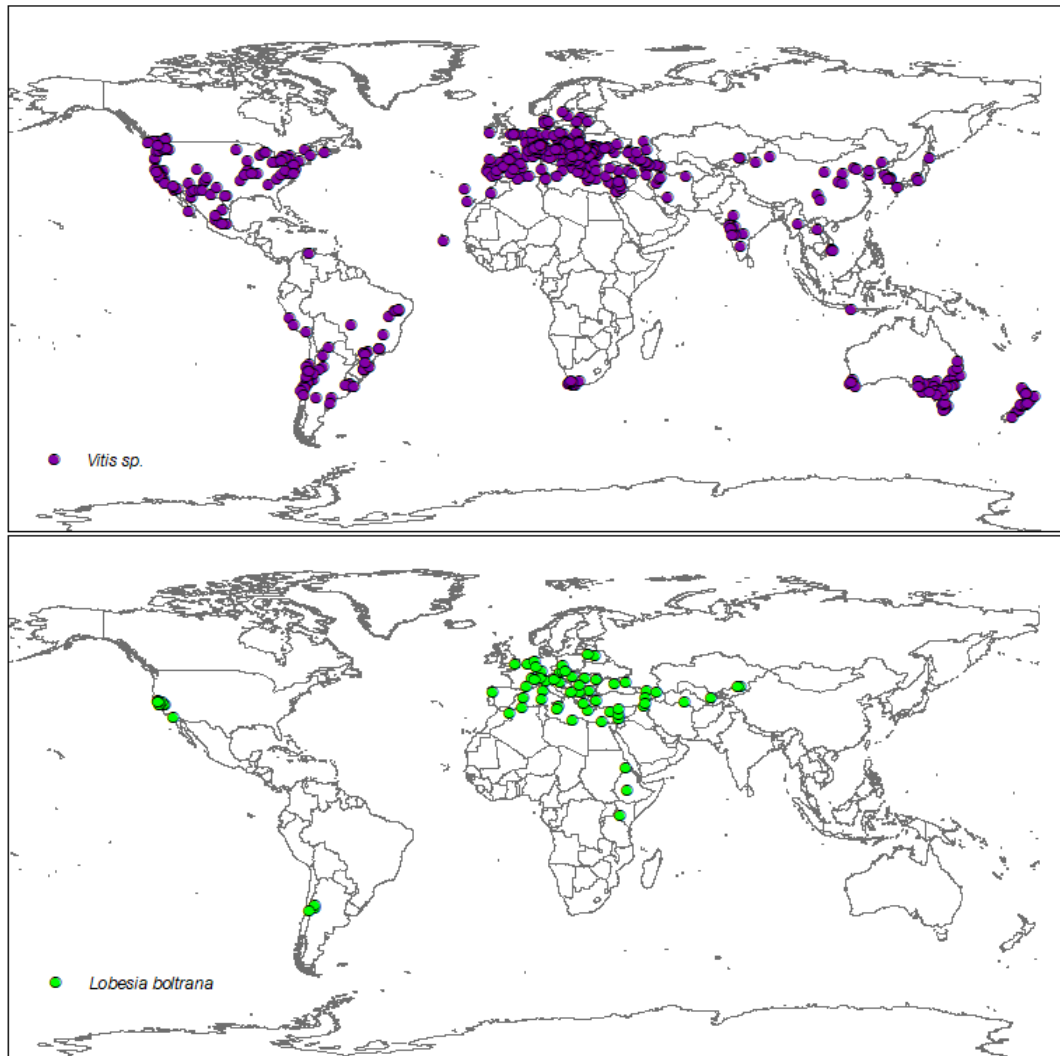


Figura 1. A distribuição global conhecida de (a) *Vitis vinifera* e (b) *Lobesia botrana*.

O critério de seleção das variáveis é uma etapa importante no processo de modelagem das espécies, pois variáveis ambientais importantes melhoram muito o desempenho dos modelos e a relevância dos resultados obtidos. Foram utilizadas 19 variáveis bioclimáticas, todas relacionadas a temperatura ou precipitação, elementos climáticos que são importantes para a distribuição do inseto e desenvolvimento da planta. Essas variáveis climáticas podem influenciar em maior ou menor grau o crescimento e desenvolvimento das espécies estudadas (Quadro 1, Tabelas 1 e 2). Foram consideradas seis

variáveis bioclimáticas que não estão correlacionadas entre si no modelo estudado e que têm relevância biológica para as duas espécies.

O teste de Jackknife indica que as variáveis ambientais que mais influenciam a distribuição de *L. botrana* (Tabela 1) e *V. vinifera* (Tabela 2) foram temperatura média anual (bio1; °C), variação anual de temperatura (bio7; °C), precipitação média anual (bio12; mm), Variação média da temperatura diurna (bio2; °C), precipitação do mês mais seco (bio14; mm) e sazonalidade de precipitação (CV) (bio15) (Tabela 2).

Há maior probabilidade de presença de *L. botrana* em áreas com temperatura média anual de 13,3°C e precipitação média anual de 629 mm (Tabela 1) e de *V. vinifera* em áreas com temperatura média anual de 12,9°C e precipitação média anual de 746 mm (Tabela 2).

Quadro 1. Correlação cruzada (coeficiente de correlação de Pearson, r) entre variáveis ambientais.

	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19
bio2	0.521																		
bio3	0.839	0.387																	
bio4	-0.833	-0.210	-0.891																
bio5	0.896	0.707	0.613	-0.513															
bio6	0.968	0.355	0.888	-0.936	0.764														
bio7	-0.730	0.015	-0.826	0.971	-0.358	-0.876													
bio8	0.812	0.533	0.638	-0.501	0.845	0.704	-0.387												
bio9	0.938	0.439	0.808	-0.861	0.792	0.949	-0.781	0.609											
bio10	0.935	0.621	0.660	-0.585	0.988	0.825	-0.455	0.865	0.831										
bio11	0.980	0.425	0.891	-0.926	0.795	0.996	-0.847	0.731	0.950	0.848									
bio12	0.378	-0.245	0.565	-0.554	0.119	0.486	-0.615	0.252	0.375	0.200	0.454								
bio13	0.455	-0.104	0.581	-0.567	0.233	0.527	-0.589	0.370	0.413	0.303	0.511	0.896							
bio14	0.055	-0.375	0.221	-0.245	-0.139	0.167	-0.346	-0.066	0.107	-0.075	0.123	0.709	0.392						
bio15	0.367	0.514	0.282	-0.190	0.429	0.269	-0.069	0.449	0.260	0.412	0.317	-0.173	0.138	-0.517					
bio16	0.445	-0.124	0.581	-0.569	0.215	0.522	-0.595	0.352	0.408	0.286	0.504	0.922	0.993	0.429	0.094				
bio17	0.083	-0.372	0.255	-0.275	-0.121	0.197	-0.375	-0.044	0.135	-0.054	0.153	0.744	0.429	0.994	-0.515	0.466			
bio18	0.224	-0.202	0.353	-0.337	0.026	0.282	-0.389	0.254	0.153	0.100	0.265	0.797	0.743	0.558	-0.104	0.761	0.581		
bio19	0.249	-0.242	0.431	-0.405	0.055	0.357	-0.475	0.074	0.307	0.112	0.316	0.754	0.584	0.671	-0.273	0.610	0.698	0.374	

Tabela 1. Variáveis ambientais consideradas nos modelos de nicho de *Lobesia botrana* e contribuição percentual média das variáveis ambientais no modelo de distribuição de *Lobesia botrana*; os valores foram calculados em média em 10 execuções repetidas. As estatísticas gerais foram calculadas usando todas as ocorrências (n = 69). (Mínimo = mínimo, Máximo = máximo e DP = desvio padrão).

Variável*	Percentual da contribuição	Importância da Premutação	Min.	Max.	Média	Desvio Padrão
Temperatura média anual (bio1; °C)	66.7	56.7	-13.0	27.2	13.3	4.8
Varição anual de temperatura (bio7; °C)	14.7	8.7	-17.8	44.7	28.6	6.2
Precipitação média anual (bio12; mm)	8.4	19.7	94	1975	629	310.9
Varição média da temperatura diurna (bio2; °C)	5.2	8	5.6	16.1	10.7	2.7
Precipitação do mês mais seco (bio14; mm)	4.8	6	0	140	21	25.9
Sazonalidade da precipitação (CV) (bio15)	0.1	0.9	10	124	55.4	30.5
Isotermalidade (bio3)	-	-	2.1	8.1	3.8	1.2
Sazonalidade da temperatura (SD x 100) (bio4)	-	-	790	10703	6316	2764
Temperatura do mês mais quente (bio5; °C)	-	-	10.4	43.2	28.7	5.5
Temperatura mínima do mês mais frio (bio6; °C)	-	-	-13.6	16.3	1.62	6.1
Temperatura média do trimestre mais chuvoso (bio8; °C)	-	-	-7.9	26.9	12.5	5.8
Temperatura média do trimestre mais seco (bio9; °C)	-	-	-7.0	30.7	14.8	10.8
Temperatura média do trimestre mais quente (bio10; °C)	-	-	5.8	30.9	21.3	4.4
Temperatura média do trimestre mais frio (bio11; °C)	-	-	-7.9	24.9	5.2	6.5
Precipitação do mês mais chuvoso (bio13; mm)	-	-	20	199	99.2	42.3
Precipitação do trimestre mais chuvoso (bio16; mm)	-	-	51	554	261	110.9
Precipitação do trimestre mais seco (bio17; mm)	-	-	0	436	72.9	80.5
Precipitação do trimestre mais quente (bio18; mm)	-	-	0	468	117.5	114.3
Precipitação do trimestre mais frio (bio19; mm)	-	-	9	554	199.2	128.3

*Variáveis em negrito usadas no modelo final

Tabela 2. Variáveis ambientais consideradas nos modelos de nicho de *Vitis vinifera* e contribuição percentual média das variáveis ambientais no modelo de distribuição de *Vitis vinifera*; os valores foram calculados em média em 10 execuções repetidas. As estatísticas gerais foram calculadas usando todas as ocorrências (n = 545). (Mínimo = mínimo, Máximo = máximo e DP = desvio padrão).

Variável*	Percentual da contribuição	Importância da Premutação	Min.	Max.	Média	Desvio Padrão
Temperatura média anual (bio1; °C)	80.3	80.6	-4.4	26.7	12.9	3.4
Precipitação média anual (bio12; mm)	8.9	7.9	8	2941	746.1	291.1
Varição anual de temperatura (bio7; °C)	6.7	5.9	10.4	50.2	27.4	5.4
Varição média da temperatura diurna (bio2; °C)	3.6	4.1	5.2	18.8	10.4	2.0
Precipitação do mês mais seco (bio14; mm)	0.4	1.3	0	123	29	19.4
Sazonalidade da precipitação (CV) (bio15)	0.1	0.2	9	154	44.5	25.2
Isotermalidade (bio3)	-	-	2.1	8.4	3.8	1.0
Sazonalidade da temperatura (SD x 100) (bio4)	-	-	540	13291	6006	1866
Temperatura do mês mais quente (bio5; °C)	-	-	10.7	42.1	27.3	3.1
Temperatura mínima do mês mais frio (bio6; °C)	-	-	-23.2	21.3	-0.77	5.3
Temperatura média do trimestre mais chuvoso (bio8; °C)	-	-	-4.7	29.1	14.4	5.2
Temperatura média do trimestre mais seco (bio9; °C)	-	-	-13.0	28.0	11.5	9.0
Temperatura média do trimestre mais quente (bio10; °C)	-	-	3.6	32.0	20.5	2.7
Temperatura média do trimestre mais frio (bio11; °C)	-	-	-13.3	25.7	5.1	5.5
Precipitação do mês mais chuvoso (bio13; mm)	-	-	20	199	99.2	42.3
Precipitação do trimestre mais chuvoso (bio16; mm)	-	-	3	657	109.8	46.6
Precipitação do trimestre mais seco (bio17; mm)	-	-	0	410	99.8	62.3
Precipitação do trimestre mais quente (bio18; mm)	-	-	0	1668	182.6	106.6
Precipitação do trimestre mais frio (bio19; mm)	-	-	0	849	192.6	110.1

*Variáveis em negrito usadas no modelo final.

A performance dos modelos realizados no MaxEnt para determinar o potencial de distribuição de ambas as espécies excedeu o aleatório, utilizando valores de teste AUCcv superiores a 0,5 (Figura 5 e 6). Com base na validação cruzada de 10 vezes, os valores médios de AUCcv foi de 0.924 para *L. botrana* (Figura 2) e 0.924 para *V. vinifera* (Figura 3). Esses modelos também apresentaram baixas taxas de omissão, com valores de treinamento a 0% de 0,0476 e de 0,1714 a 10% para *L. botrana*. Para *V. vinifera* os valores de treinamento a 0% de 0,0019 e de 0,324 a 10%. O modelo utilizado para *L. botrana* incluiu uma combinação de seis variáveis ambientais com as características: linear, quadrática, produto, dobra e limite (LQPHT - autofeatures), multiplicador de regularização = 1,0. Da mesma forma, para *V. vinifera*, o modelo apresentou seis variáveis ambientais, características LQPHT - autofeatures, multiplicador de regularização = 1.

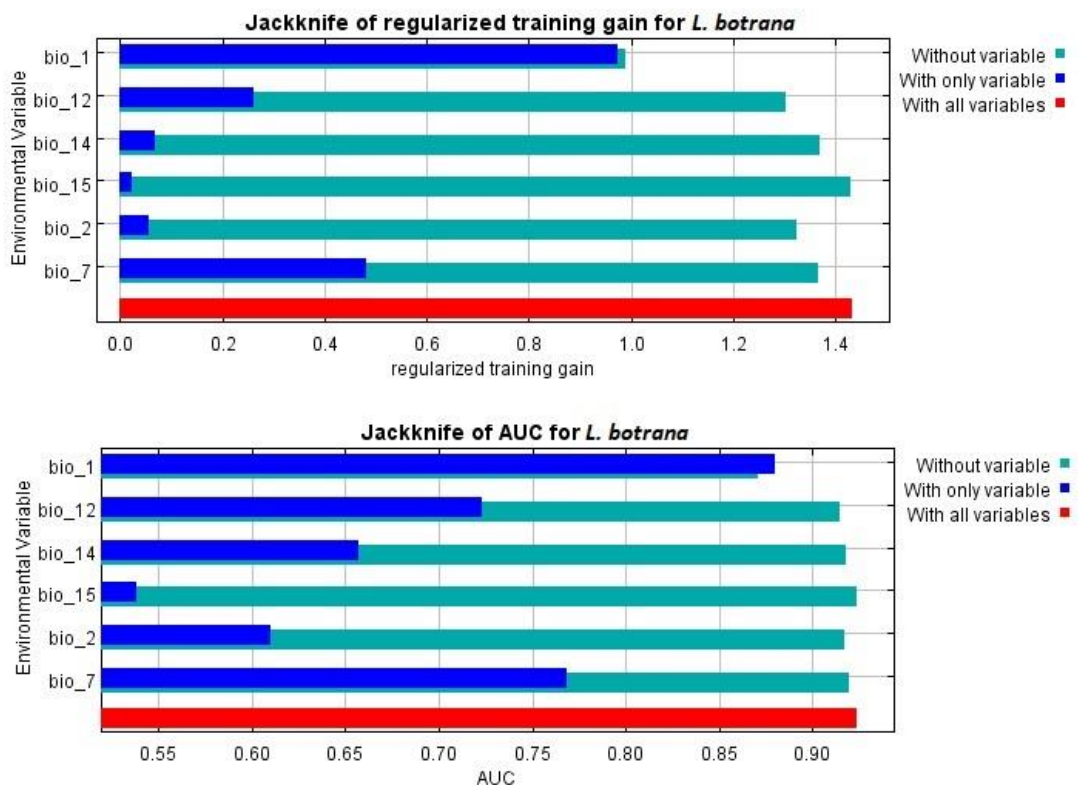


Figura 2. Importância relativa das variáveis ambientais com base no teste de JackKnife (A) Ganho de treinamento regularizado e (B) AUC no modelo de *Lobesia botrana*.

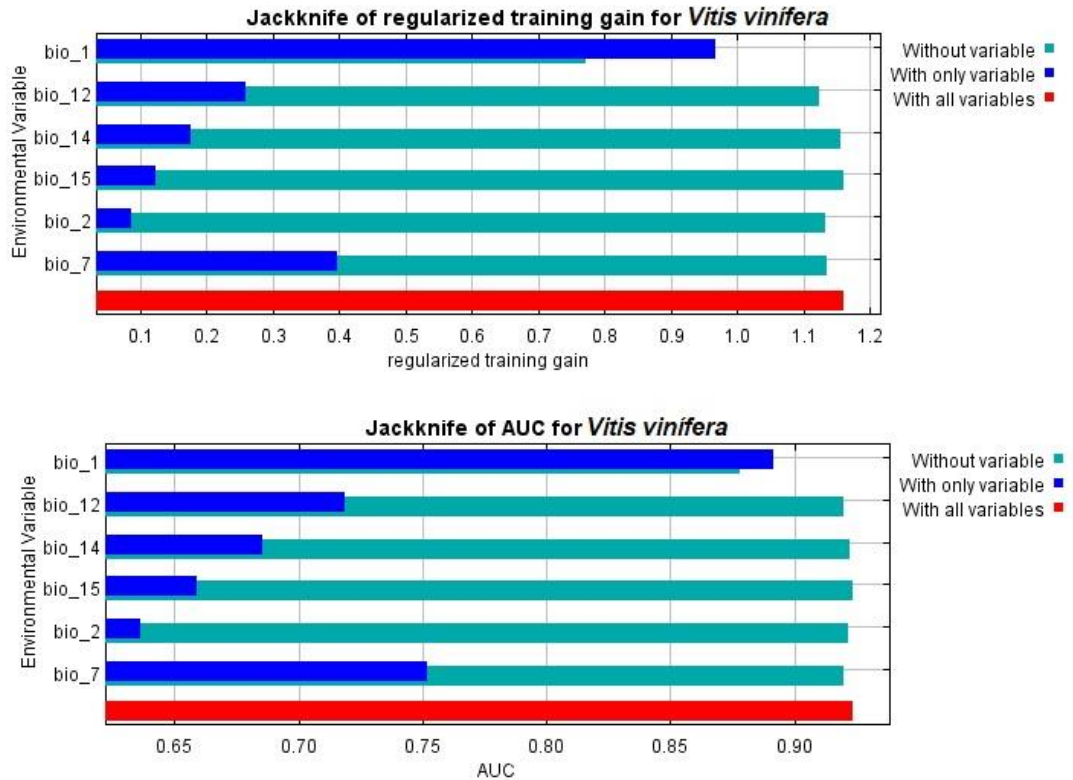


Figura 3. Importância relativa das variáveis ambientais com base no teste de JackKnife (A) Ganho de treinamento regularizado e (B) AUC no modelo de *Vitis vinifera*.

A probabilidade de presença de *L. botrana* é maior em áreas de baixa temperatura média diurna (10-17°C) e o mesmo ocorre para *V. vinifera* (Figuras 4 e 5). A probabilidade para a presença de ambas as espécies é maior em áreas com baixa precipitação, diminuindo com um aumento na precipitação (Figuras 4 e 5), e maior para ambas as espécies quando a sazonalidade de precipitação é a menor possível (Figuras 4 e 5), e quando a variação anual de temperatura é de 20-30°C para *L. botrana* e *V. vinifera* (Figuras 4 e 5).

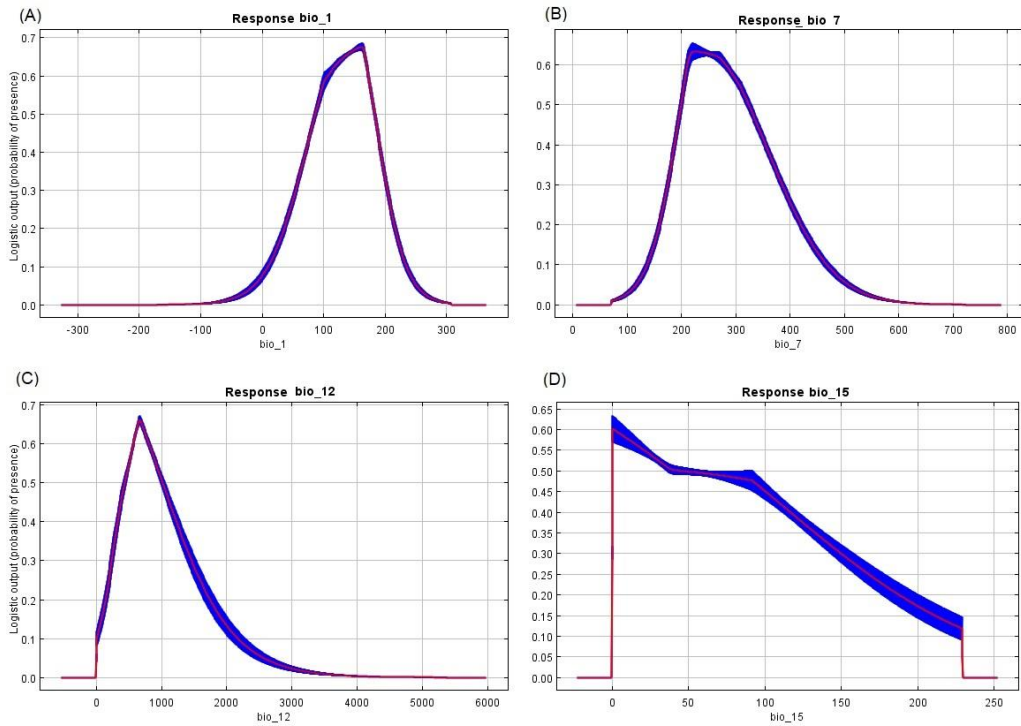


Figura 4. Curvas resposta dos melhores preditores de *Lobesia botrana*: Temperatura média anual (bio1; °C), Variação anual de temperatura (bio7; °C), Precipitação anual (bio12; mm) e Sazonalidade de Precipitação (Coeficiente de Variação) (bio 15; mm).

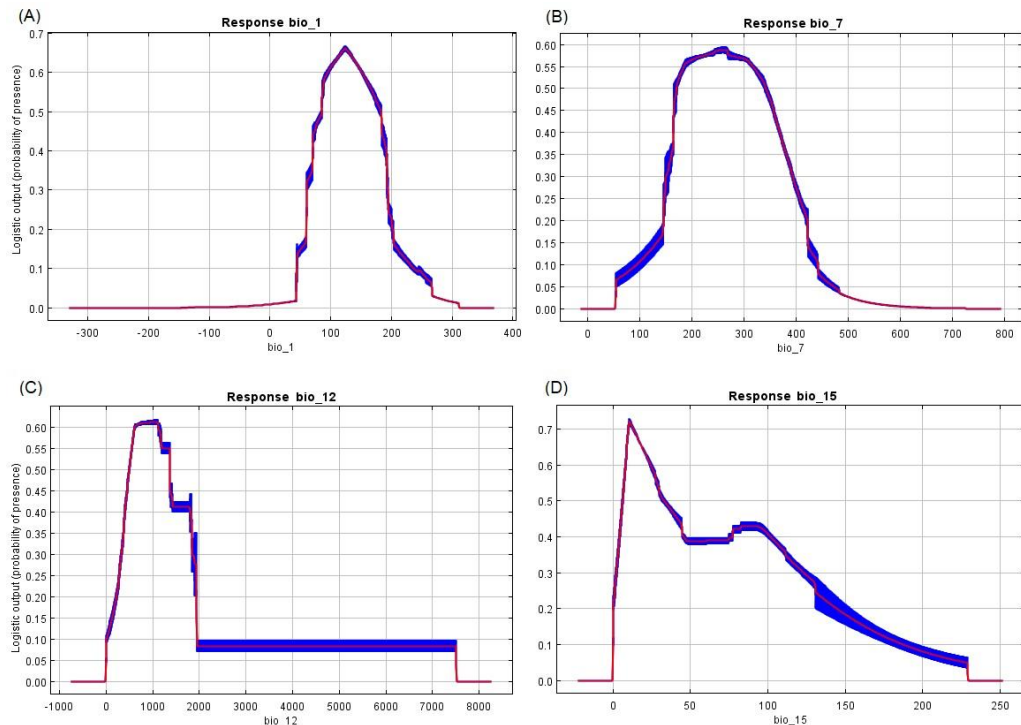


Figura 5. Curvas resposta dos melhores preditores de *Vitis vinifera*: Temperatura média anual (bio1; °C), Variação anual de temperatura (bio7; °C), precipitação anual (bio12; mm) e Sazonalidade de Precipitação (Coeficiente de Variação) (bio 15; mm).

As previsões obtidas pelo modelo ajustado no MaxEnt para *Vitis vinifera*. *L. botrana* possui uma concordância com as distribuições conhecidas dessas espécies (Figuras 1 e 6).

O modelo de *V. vinifera* evidencia regiões da Nova Zelândia e Austrália na Oceania, Índia, China, Coreia do Sul, Japão nas regiões centrais e leste da Ásia e Irã, Uzbequistão e Turquia na região oeste da Ásia, Estados Unidos e México na América do Norte, Brasil, Chile, Uruguai, Peru e Argentina na América do Sul, África do Sul, Marrocos, Egito e Argélia na África e em quase todos os países da Europa como Rússia, Bélgica, República Tcheca, Grécia, Áustria, Croácia, Hungria, Romênia, Bulgária, Moldávia, Ucrânia, Geórgia, Sérvia onde também se situam grandes produtores vinícolas mundiais como Portugal, Espanha, França, Alemanha e Itália que são adequadas para o cultivo de *V. vinifera* e concordando com as ocorrências conhecidas (Figuras 1a e 6a).

O modelo para *L. botrana* evidencia áreas muito adequadas para essa espécie na parte meridional da América do Sul, sul da África e Oceania, Estados Unidos, Europa, Ásia Menor, países do Cáucaso, leste da China e Japão (Figura 6b).

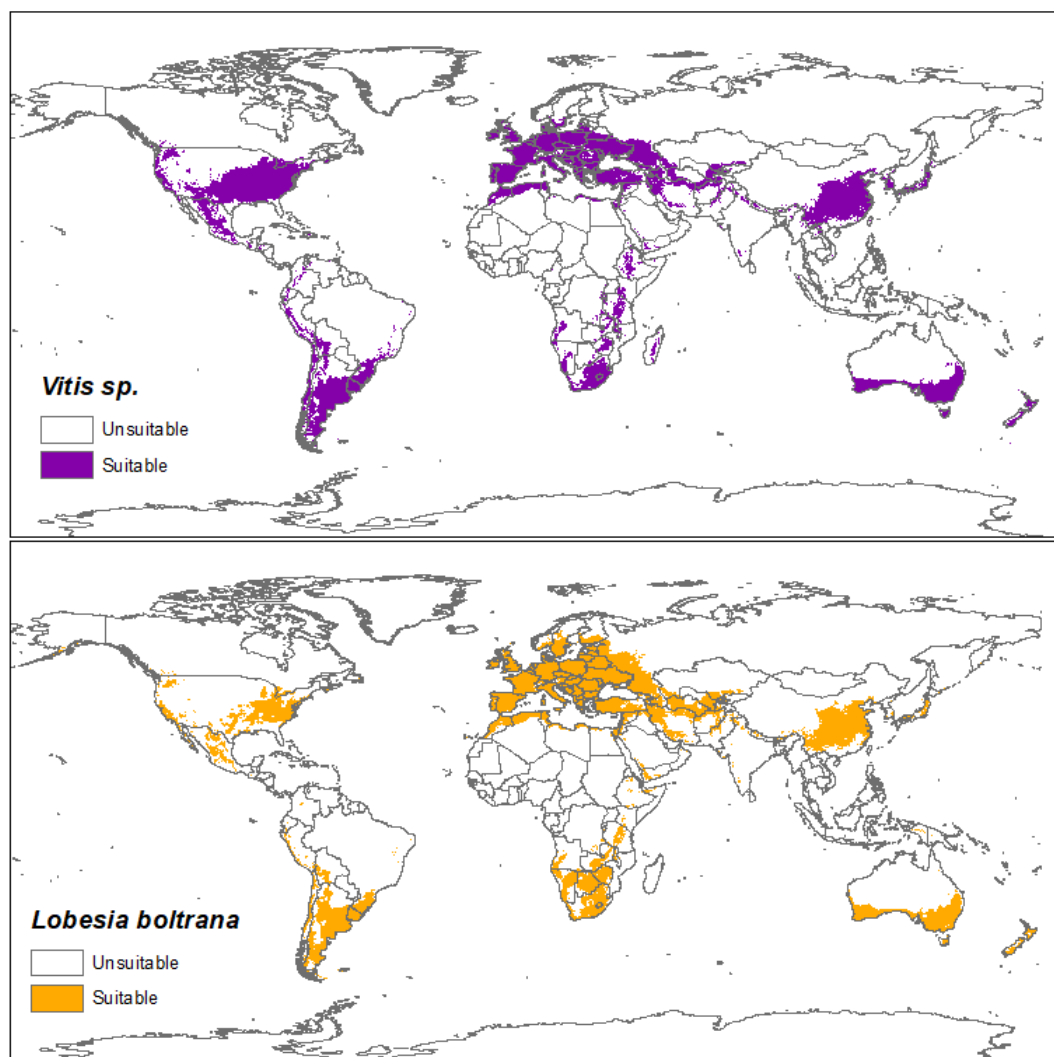


Figura 6. As áreas adequadas em potencial para (a) *Vitis vinifera* e (b) *Lobesia botrana* no tempo atual (d) usando o modelo MaxEnt.

Em relação à distribuição global conhecida de *L. botrana*, observa-se que há coincidência com regiões de maior concentração de aeroportos (Figura 7a), principalmente na Nova Zelândia e Austrália na Oceania, Japão, China e Índia nas regiões centrais e leste da Ásia, Irã, Uzbequistão, Iêmen, Arábia Saudita e Turquia na região oeste da Ásia, Estados Unidos e México na América do Norte, Brasil, Chile, Uruguai, Bolívia, Equador, Colômbia, Peru e Argentina na América do Sul, África do Sul, Marrocos, Egito, Namíbia, Angola, Zimbabue, Tanzânia, Quênia e Argélia na África e em quase todos os países da Europa como Rússia, Bélgica, República Tcheca, Grécia, Áustria, Croácia, Hungria, Romênia, Bulgária, Moldávia, Ucrânia, Geórgia, Sérvia, Portugal, Espanha, França, Alemanha, Itália, Inglaterra, Irlanda, Irlanda do Norte,

Escócia, Suécia, Noruega, Lituânia, Belarus, Ucrânia, Holanda, Suíça, Eslovênia, Luxemburgo e Dinamarca.

As áreas adequadas tanto para *L. botrana*, quanto para *V. vinifera* se concentram no sul da América do Sul, em países como Chile e Argentina; região central do México; leste e oeste dos Estados Unidos; Europa; Oriente Médio; região do Cáucaso; regiões norte e sul da África; leste da China; Japão; sul da Austrália e Nova Zelândia. Destes locais, já houve ocorrência de *L. botrana* apenas no norte da África, Europa, Oriente Médio e região do Cáucaso e nas Américas, no Chile, Argentina e costa oeste dos Estados Unidos (Figura 7b). Os demais locais apresentam risco de introdução e estabelecimento da praga.

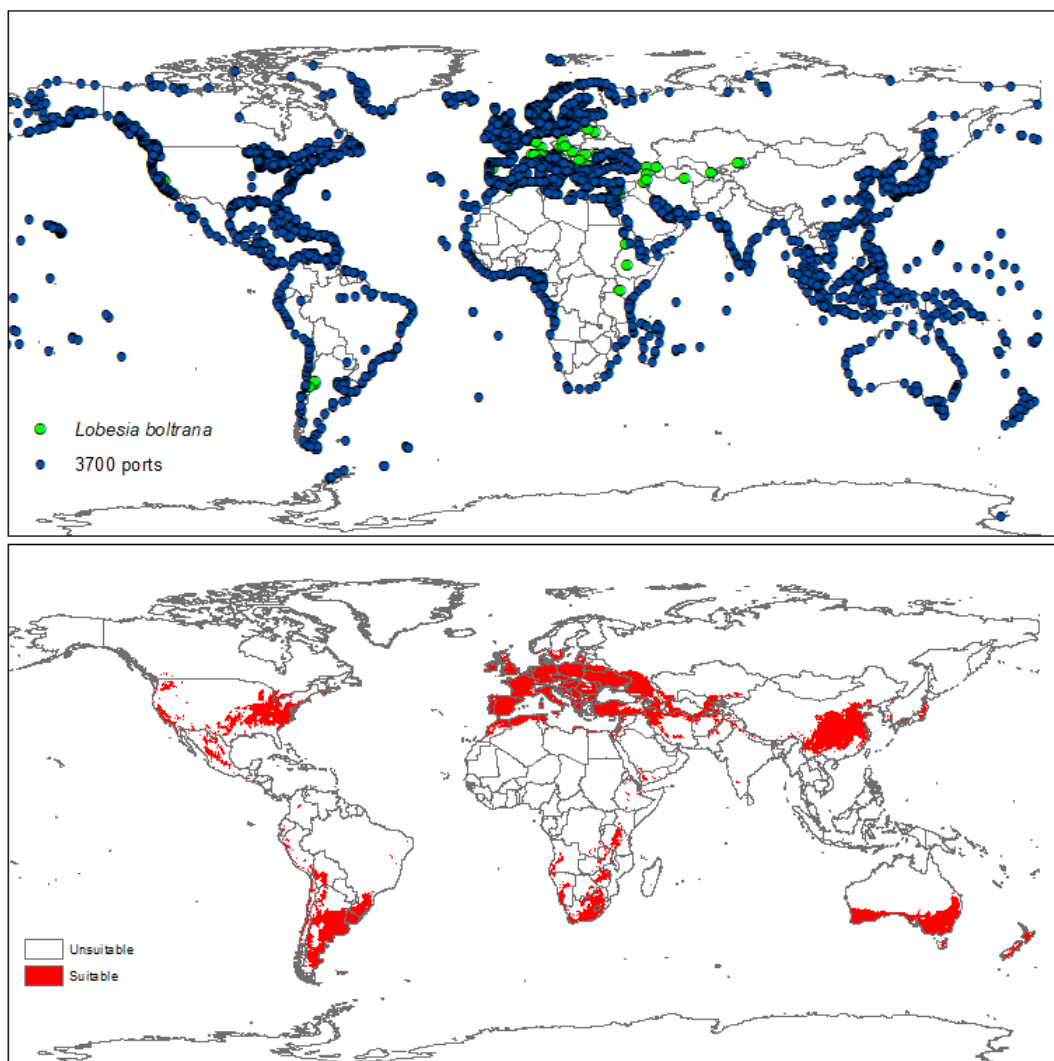


Figura 7. (a) A distribuição global conhecida de *Lobesia botrana* e aeroportos. (b) Áreas adequadas para *Lobesia botrana* e *Vitis vinifera*.

No Brasil, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, leste do Paraná, uma pequena região no sul de São Paulo, algumas pequenas áreas na região central da Bahia e norte da Paraíba apresentam áreas adequadas para *L. botrana* e seu principal hospedeiro, *V. vinifera* (Figura 8).

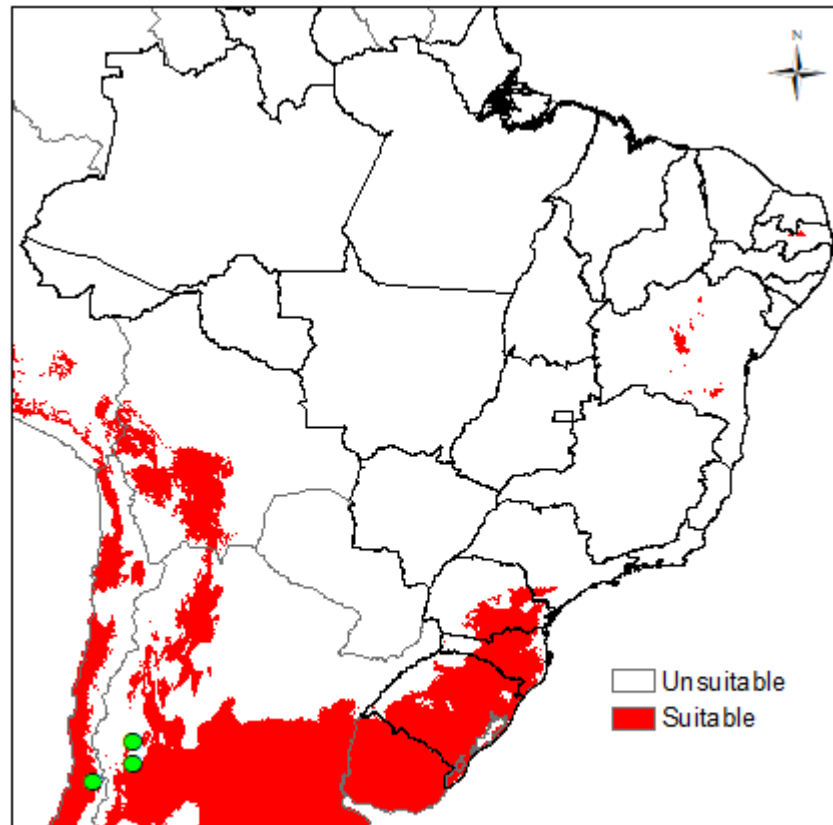


Figura 8. Áreas adequadas para *Lobesia botrana* e *Vitis vinifera* usando MaxEnt.

4. DISCUSSÃO

Os modelos apresentados aqui mostram um alto grau de confiabilidade, pois, a performance dos modelos apresentados para determinar o potencial de distribuição de ambas as espécies excedeu o aleatório, demonstrando uma alta concordância entre a ocorrência de *L. botrana* e distribuição do cultivo de *V. vinifera*. As previsões obtidas pelo modelo ajustado no MaxEnt para *Vitis*

vinifera. *L. botrana* possui uma concordância com as distribuições conhecidas dessas espécies.

Em toda a Europa, norte e sul da África, Ásia Menor, região do Cáucaso, Japão, leste e oeste dos Estados Unidos, sul da América do Sul e China ocorrem condições altamente favoráveis tanto para *L. botrana* como para o cultivo de *Vitis vinífera*.

Existe a necessidade de um estudo sobre o de risco de introdução de *L. botrana* no Brasil, já que segundo os estudos de modelagem, praticamente toda a região sul do país tem áreas adequadas para a sua ocorrência, onde estão cultivadas extensas áreas de vitivinicultura. A entrada desta praga na região traria um grande impacto econômico, seja por danos diretos da praga, como também aumento dos custos de controle e perda de mercado por causa de barreiras fitossanitárias.

Há relatos de ocorrência de *L. botrana* e *V. vinifera* em todos os continentes, e a interação entre ambas as espécies tem maior chance de ocorrer em regiões de clima subtropical úmido ou temperado, com temperaturas médias anuais próximas a 13°C, com precipitação média anual entre 600 e 700 mm, variação anual de temperatura próxima a 28°C, intervalo médio diário de temperatura de 10°C e precipitação do mês mais frio em torno de 20 mm. Estas características são encontradas em quase todas as regiões vitiviníferas do planeta. A modelagem mostra alto risco de invasão e estabelecimento da espécie *L. botrana* nas regiões produtoras do Sul do Brasil, Argentina e Chile, sendo que nestes dois últimos países já houve relatos da presença da praga (CABI 2018).

A variação média anual de temperatura, precipitação média anual e variação anual de temperatura também tiveram grande influência sobre esta praga. Há que se ressaltar que a taxa de desenvolvimento desta praga não tem uma resposta linear em relação às temperaturas registradas, fazendo com que houvesse o desenvolvimento de programas de modelagem mais específicos para as localidades e respectivo período de ocorrência, estes modelos acabaram por serem chamados de modelos não lineares, pois o crescimento do organismo, quando estudado em certo período e tempo, tende a não ser uniforme, com períodos de rápido crescimento e expansão, que com o passar do tempo tendem a se estabilizar (Wagner et. Al. 2009).

Lobesia botrana é um inseto nativo do continente europeu, sendo uma espécie endêmica estando presente em quase todo o continente, com registros incidentais em países como Finlândia e Suécia.

A existência da praga *L. botrana* no Chile e Argentina aliada ao intenso comércio entre os três países em função do Mercosul e a proximidade geográfica com os Estados do Sul do Brasil, onde está localizada a maioria das áreas de cultivo da videira, criam uma situação propícia para a introdução da praga no Brasil.

Os países do Mercosul, notadamente Chile, Uruguai e Argentina, utilizam principalmente o modal rodoviário para a comercialização de produtos dentro do bloco econômico. Os principais postos alfandegários por onde essas mercadorias dos países vizinhos chegam ao nosso país estão nos estados do sul. Mercadorias que vêm da Argentina entram principalmente pelos postos alfandegários de São Borja, Uruguaiana, Porto Xavier, Porto Meira e Porto Mauá no Rio Grande do Sul, Dionísio Cerqueira e São Miguel do Oeste em Santa Catarina e em Foz do Iguaçu no Paraná. Mercadorias que chegam pelo Uruguai entram principalmente pelos postos alfandegários de Jaguarão e Santana do Livramento (Ares, 2018).

A principal rota de escoamento de mercadorias vindas da Argentina e do Chile é a Rota 14, uma das rodovias mais movimentadas do país vizinho, com 1.127 km, que se estende desde a região próxima de Buenos Aires até Bernardo de Irigoyen, cidade que faz fronteira com o Brasil na altura de Dionísio Cerqueira em Santa Catarina (Revista Vial, 2010). A maior parte do traçado desta rodovia vem margeando as divisas dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A elaboração destes mapas de modelos de distribuição potencial de espécies são de grande importância pela obtenção de novas informações que podem auxiliar na criação de um plano estratégico para evitar a introdução de *L. botrana* no Brasil, pois dá a compreensão de distribuição da espécie e identifica com clareza as regiões do país com condições mais favoráveis para sua ocorrência, se tornando um importante instrumento para tomada de decisões das autoridades sanitárias para o estabelecimento de prioridades na fiscalização de produtos agropecuários que têm entrada ou transitam pelas regiões de maior risco. Este estudo acrescenta importantes informações, pois

além de demonstrar a alta adequação da região sul do Brasil para a introdução de *L. botrana*, a região está geograficamente muito próxima a países onde a praga está presente. Além disso, esses países têm intenso comércio com o Brasil, utilizando principalmente o modal rodoviário que entram em nosso país notadamente pelas fronteiras dos estados do sul.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os índices de similaridade obtidos, ambas as espécies apresentam nichos ecológicos semelhantes na maioria das regiões estudadas. O nicho ecológico é o conjunto de variáveis ambientais relacionadas à espécie e seu poder de adaptação ao local onde se encontra. Como ambas as espécies apresentam esta similaridade o resultado é que ambas as espécies têm um padrão de distribuição muito parecido. As variáveis que mais influenciaram a distribuição das espécies foram *L. botrana* e *V. vinifera* foram temperatura média anual, variação anual de temperatura, precipitação média anual, intervalo médio diurno da temperatura, precipitação do mês mais seco e sazonalidade de precipitação.

Este estudo de modelagem das espécies *L. botrana* e *V. vinifera* permite saber os locais mais adequados para ocorrência das duas espécies e determina uma relação mais exata entre as preferências ambientais de cada espécie e a probabilidade de ocorrência em locais em que ainda não há registros de ocorrência, podendo assim, identificar as principais áreas para a realização de ações de combate e prevenção para evitar a instalação da espécie alvo, como por exemplo, fiscalização do trânsito de vegetais, partes de vegetais e subprodutos, avaliação e controle fitossanitário, com definição de requisitos fitossanitários no trânsito de plantas, produtos e derivados de origem vegetal e subprodutos e acompanhamento de e avaliação dos programas e ações voltados à sanidade vegetal e também a maior atenção às ações de pesquisa, transferência de tecnologia e comunicação para se evitar a entrada desta praga no Brasil.

6. REFERÊNCIAS

- Aiello-Lammens, M.E., Boria, R. A., Radosavljevic, A., Vilela, B., Anderson, R. P. (2015). spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, 38, 541-545.
- Ares, S. D. S. (2018). O transporte rodoviário no comércio internacional do Brasil com os países-membros do Mercosul.
- Armendáriz, I., Campillo, G., Pérez-Sanz, A., Capilla, C., Juárez, J. S., & Miranda, L. (2007). La polilla del racimo (*Lobesia botrana*) en la Denominación de Origen Arribes, años 2004 a 2006. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 33, 477-489.
- Barbosa, F., Alexandre, J., Morais, E., Lohmann, T., & da Silva, M. L. (2017). Priorização de pragas quarentenárias ausentes: metodologia e lista das 20 pragas mais importantes. *Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Boria, R. A., Olson, L. E., Goodman, S. M., Anderson, R. P. (2014). Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling*, 275, 73-77.
- Botton, M., Arioli, C. J., & Machota Junior, R. (2015). Manejo de pragas. *Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)*.
- Botton, M., Nondillo, A., Carbonari, J., & Lucchi, A. (2014). Traça europeia dos cachos da videira *Lobesia botrana*: uma praga em expansão nas Américas. *Embrapa Uva e Vinho-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Brown, J. L. (2014). SDM toolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 5, 694-700.
- Cabi. Recuperado em 23 de abril, 2018 em <https://www.cabi.org/isc/datasheet/42794>

Camargo, U. A., Tonietto, J., & Hoffmann, A. (2011). Progressos na viticultura brasileira. Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE).

Daly, C. (2006). Guidelines for assessing the suitability of spatial climate data sets. *International journal of climatology*, 26, 707-721.

Fachinello, J. C., Pasa, M. D. S., Schmitz, J. D., & Betemps, D. L. (2011). Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1), 109-120.

Gallardo, A., Ocete, R., Lopez, M. A., Maistrello, L., Ortega, F., Semedo, A., & Soria, F. J. (2009). Forecasting the flight activity of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller)(Lepidoptera, Tortricidae) in southwestern Spain. *Journal of Applied Entomology*, 133(8), 626-632.

Goulart, R., Jr.; Mondardo, M.; Reiter, J. M. W. (2017). *Relatório sobre a Fruticultura Catarinense: Fruticultura em números - Safra 2014/15*. Florianópolis: Epagri (Epagri. Documentos, 271).

Hickel, E. R. et al. (2010). *Pragas da videira e seu controle no Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri.

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P.G., Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25, 1965-1978.

Loratti, C.; Lucchi, A.; Varela, L. Grape berry moths in Western European vineyards and their recent movement into the New World. In: Bostanian, N. J.; Vincent, C.; Isaacs, R. *Arthropod management in Vineyards: pests, approaches, and future directions*. Springer, 2012. p. 339-360.

Jarnevich, C. S., Stohlgren, T. J., Kumar, S., Morissette, J. T., Holcombe, T. R. (2015). Caveats for correlative species distribution modeling. *Ecological Informatics* 29, 6-15.

Kovaleski, A., Carbonari, J., & Albuquerque, M. Traça-da-maçã, *Cydia pomonella* (L.). (2015). Embrapa Uva e Vinho-Capítulo em livro científico (ALICE).

Kumar, S., Neven, L. G., Yee, W. L. (2014). Evaluating correlative and mechanistic niche models for assessing the risk of pest establishment. *Ecosphere*, 5, 1-23.

Kumar, S., Neven, L. G., Zhu, H., Zhang, R. (2015). Assessing the global risk of establishment of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) using CLIMEX and MaxEnt niche models. *Journal of Economic Entomology*, 108, 1708-1719.

Kumar, S., Spaulding, S.A., Stohlgren, T. J., Hermann, K. A., Schmidt, T. S., Bahls, L. L. (2009). Potential habitat distribution for the freshwater diatom *Didymosphenia geminata* in the continental US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 415-420.

Kumar, S., Stohlgren, T. J. (2009). Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 1, 94-98.

Laranjeira, F. F. L.; Alexandre, J. R.; Morais, E. F.; Lohmann, T. R.; Silva, M. L. da. *Priorização de pragas quarentenárias ausentes: metodologia e lista das 20 pragas mais importantes*. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documentos (Série de Documentos 220) (2017). Recuperado em 18 de fevereiro, 2019, de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083129>.

Liu, C., White, M., Newell, G. (2013). Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography*, 40, 778-789.

Martins, M. F. D. O. (2013). Análise de risco de praga (ARP) para *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae).

Merow, C., Smith, M. J., Silander, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058-1069.

Aurand, J. (2017). OIV Statistical Report on World Vitiviniculture. International Organization of Vine and Wine: Paris, France.

OpenFlights (2018). Recuperado em 4 de junho, 2018, de <https://openflights.org/data.html>.

Owens, H. L., Campbell, L. P., Dornak, L. L., Saupe, E. E., Barve, N., Soberón, J., Ingenloff, K., Lira-Noriega, A., Hensz, C.M., Myers, C.E. (2013). Constraints on interpretation of ecological niche models by limited environmental ranges on calibration areas. *Ecological Modelling*, 263, 10-18.

Peterson, A., Soberon, J., Pearson, R., Anderson, R., Martinez-Meyer, E. (2011). *Ecological Niches and Geographical Distributions Princeton*. Oxford: Princeton University Press.

Peterson, A. T., Papeş, M., Soberón, J. (2008). Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*, 213, 63-72.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.

Plantwise. Recuperado em 22 de abril, 2018, de <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=42794>.

Ramos, R. S., Kumar, L., Shabani, F., Picanço, M. C. (2018). Mapping global risk levels of *Bemisia tabaci* in areas of suitability for open field tomato cultivation under current and future climates. *Plos One*, 13, e0198925.

Revista Vial. Recuperado em 25 de fevereiro, 2018, de <http://revistavial.com/ruta-14-ampliacion-de-la-ruta-nacional-del-mercosur-26163/>.

Roditakis, N. E.; Karandinos, M. G. (2001). Effect of photoperiod and temperature on pupal diapause induction of grape berry moth *Lobesia botrana*. *Physiological Entomology*, Oxford, 26, 329- 340.

Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande Sul.
Recuperado em 14 de fevereiro, 2018, de
<http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/uva-e-maca>.

COMO, A. D. R. D. P. (2015). Andréa Ramos Stancioli (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Viçosa).

Veloz, S. D. (2009). Spatially autocorrelated sampling falsely inflates measures of accuracy for presence-only niche models. *Journal of Biogeography*, 36, 2290-2299.