UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CERRO LARGO**
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS KIELING ADAMS

RISCO CLIMÁTICO DE OCORRÊNCIA DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* NO RIO GRANDE DO SUL

CERRO LARGO
2025

LUCAS KIELING ADAMS

RISCO CLIMÁTICO DE OCORRENCIA DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* NO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Adams, Lucas Kieling
RISCO CLIMÁTICO DE OCORRÊNCIA DE SPODOPTERA FRUGIPERDA NO RIO GRANDE DO SUL / Lucas Kieling Adams. -- 2025.
36 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

1. Spodoptera Frugiperda. 2. Lagarta do cartucho. 3. Milho. 4. Soja. I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCAS KIELING ADAMS

RISCO CLIMÁTICO DE OCORRENCIA DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* NO RIO GRANDE DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br
Documento assinado digitalmente
SIDINEI ZWICK RADONS
Data: 04/12/2025 09:57:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons– UFFS
Orientador

gov.br
Documento assinado digitalmente
JULIANE LUDWIG
Data: 02/12/2025 10:21:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof.ª Drª. Juliane Ludwig– UFFS
Avaliadora

gov.br
Documento assinado digitalmente
LETICIA WELTER
Data: 24/11/2025 08:30:13-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Eng. Agrôn. Leticia Welter– UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho, a todos aqueles que durante
a elaboração deste de alguma forma me auxiliaram
sem sua ajuda nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Após a conclusão deste trabalho, primeiramente agradeço a Deus por tudo aquilo que tenho, creio e sou.

Agradeço aos amigos, colegas e professores, que durante a elaboração deste trabalho sabem que sou grato, sem sua colaboração, ajuda e orientação nada disto seria possível.

Agradeço principalmente a minha família por todo o apoio que tive durante todos estes anos, e também por tudo aquilo que já fizeram por mim, deixo aqui minha profunda gratidão!

RESUMO

O Brasil é um importante produtor de milho e soja sendo um dos principais produtores mundiais de ambos, o estado do Rio Grande do Sul possui grande significância como produtor destes no país. A *Spodoptera frugiperda*, é um inseto da ordem *Spodoptera*, composta por mais de 15 espécies de pragas agrícolas, devido ao seu habito mastigador, a *S. frugiperda* se alimenta das folhas das plantas de soja e milho, e também de suas inflorescências, podendo ocasionar danos significativos a produtividade devido à redução na fotossíntese, estande de plantas e número órgãos reprodutivos. O seu desenvolvimento é influenciado diretamente pela temperatura, para o desenvolvimento de ovos até adultos são necessárias temperaturas superiores a 12,52 °C, e uma soma térmica de 391,61°C para uma geração completa da praga se desenvolver. O presente trabalho teve como objetivo calcular o número de gerações mensais da praga no Rio Grande do Sul, assim correlacionando estes a localização geográfica e elaborando mapas de gerações através destes dados. Usando dados climáticos do Instituto nacional de meteorologia calculou-se o número mensal de gerações. Desta forma meses com maior temperatura como dezembro, janeiro, fevereiro e dezembro possuem maiores números de gerações, gerando também um maior risco da praga a campo, meses mais frios como junho e julho possuem os menores números de gerações do ano. A altitude, latitude e longitude possuem relação significativa com o número de gerações da praga por essas terem influência direta sob fatores necessários para o desenvolvimento da mesma, portanto com esses valores é possível estimar o número de gerações mensais e anual da praga para todo o estado.

Palavras-chave: lagarta do cartucho; soja; insetos praga; milho.

ABSTRACT

Brazil is a major producer of corn and soybeans, being one of the world's leading producers of both. The state of Rio Grande do Sul is highly significant as a producer of these crops in the country. Spodoptera frugiperda, an insect of the order Spodoptera, which comprises more than 15 species of agricultural pests, feeds on the leaves and inflorescences of soybean and corn plants due to its chewing habits, potentially causing significant damage to productivity due to reduced photosynthesis, plant stand, and number of reproductive organs. Its development is directly influenced by temperature; temperatures above 12.52 °C are necessary for the development from eggs to adults, and a total thermal of 391.61 °C is required for a complete generation of the pest to develop. This study aimed to calculate the number of monthly generations of the pest in Rio Grande do Sul, correlating them with geographic location and creating generation maps from this data. Using climate data from the National Institute of Meteorology, the monthly number of generations was calculated. Thus, months with higher temperatures, such as December, January, February, and December, have a higher number of generations, also generating a greater risk of the pest in the field. Colder months, such as June and July, have the lowest number of generations of the year. Altitude, latitude, and longitude have a significant relationship with the number of generations of the pest because they directly influence factors necessary for its development. Therefore, with these values, it is possible to estimate the monthly and annual number of generations of the pest for the entire state.

Keywords: fall armyworm; soybean; insect pests; corn.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo da lagarta *Spodoptera frugiperda.*.....14
Figura 2 - Lagarta presente no cartucho do milho.....16
Figura 3 - Análise boxplot do número de gerações de *Spodoptera frugiperda* no estado do Rio Grande do Sul 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número médio mensal de gerações onde letras diferentes diferem significativamente a 5% de erro 24
Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman e respetivo p-valor (p) entre Latitude (Lat), Longitude (Long) e Altitude (Alt) de 44 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e número de gerações de *Spodoptera frugiperda*.....26
Tabela 3: Equações para estimativa do número mensal/anual de gerações de *Spodoptera frugiperda* no Rio Grande do Sul 27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 REVISÃO DE LITERATURA 13
2.1 O GENERO SPODOPTERA 13
2.2 SPODOPTERA FRUGIPERDA 13
2.2.1 Ciclo 13
2.3 CULTURAS AFETADAS PELA LAGARTA-DO-CARTUCHO (*SPODOPTERA FRUGIPERDA)* 15
2.3.1 Milho 15
2.3.1.1 Milho e a lagarta 15
2.3.2 Soja 17
2.3.2.1 Soja e a lagarta 17
2.3.3 Plantas daninhas e *Spodoptera frugiperda* 17
2.4 MANEJO INTEGRADO DA *SPODOPTERA FRUGIPERDA* 18
2.5 RISCO CLIMÁTICO DE OCORRÊNCIA DE PRAGAS AGRICOLAS 19
3 MATERIAL E MÉTODOS 21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
4.1 RELAÇÃO ENTRE NUMERO DE GERAÇÕES E LOCALIZAÇÃO 25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 31
REFERÊNCIAS 32
APÊNDICE A – Gerações mensais e anuais de *S. frugiperda* por estação meteorológica no estado do Rio Grande do Sul ... 35

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Spodoptera* da ordem Lepidoptera, possui mais de 30 espécies das quais pelo menos 15 são consideradas pragas agrícolas, dentro destas a *Spodoptera frugiperda*, possui uma importância significativa. Sendo um inseto de metamorfose completa tendo suas quatros fases completas ovo, larva, adulto e pupa, tem a fase de larva com importância agrícola na qual se alimenta de diversas culturas agrícolas e outros hospedeiros. Como todo inseto tem seu desenvolvimento influenciado pelas condições meteorológicas especialmente a temperatura, onde está influência diretamente seu ciclo de vida em dias devido ao acumulo de soma térmica (Cruz, 1995; Zenker; Specht; Corseuil, 2007; Plessis, Schlemmer, Berg, 2020).

O milho (*Zea mays)*, e a soja (*Glycine max*) são as principais comodities agrícolas produzidas no Brasil, onde o país possui lugar de destaque na produção mundial. No Brasil o estado do Rio Grande do Sul possui área significativa cultivada com ambas as culturas, que possuem os mais diversos usos pela sociedade. A *S. frugiperda* se alimenta de ambos estes causando danos significativo a produtividade, onde em pode reduzir a área foliar em ambas as culturas, porém tendo especificidade de dano por cultura, no caso do milho está pode se alimentar dos órgãos reprodutivos da planta. Já na soja além pode ocasionar também a redução do estande de plantas devido a alimentação do colo da planta. Ainda a gravidade deste ataque varia diretamente de acordo com o estágio fenológico em que este ocorre (Cruz 2008; Scoton, 2022; Conab, 2025).

Para reduzir, os danos ocasionados pela lagarta, são adotadas diversas medidas de controle do inseto, desde o uso de plantas transgênicas com resistência genética a lagartas, uso de inimigos naturais da praga e o uso de inseticidas químicos. Em geral o melhor nível de controle e viabilidade econômica deste se atinge quando combinado ambos os tipos de controle de forma racional (Chaves, *et al.* 2012; Rosa, Barcelos, 2012; Netto, 2017).

Este trabalho teve como objetivo calcular o risco climático mensal de ocorrência da lagarta do cartucho no estado do Rio Grande do Sul. Desta forma caracterizando sua distribuição ao longo do ano, e discutindo as suas variações e correlações com as variáveis climatológicas e espaciais. Assim estimando o número de gerações da praga para todo o estado

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O GENERO SPODOPTERA

O gênero *Spodoptera* oriundo da família Noctuidae, ordem Lepidoptera, foi categorizado por Achille Guenée em 1852. O gênero é representado por mariposas cujas asas anteriores possuem cor variando de tons de cinza até marrom, tendo asas com tamanho de 8 a 22 milímetros. Composto por aproximadamente trinta espécies distribuídas amplamente pelo mundo, onde pelo menos 15 destas são consideradas pragas agrícolas, em geral polífagas, se alimentando de diversas culturas como soja, milho, arroz, batata, entre outros. Ambas são insetos de desenvolvimento completo, composto por 4 fases distintas, ovo, larva, adulto e pupa, dentre estas a fase de lagarta é a prejudicial à agricultura na qual o inseto se alimenta de partes das plantas ocasionando redução na eficiência fotossintética, reduzindo a quantidade de órgão reprodutivos por área ou mesmo número de plantas (Zenker; Specht; Corseuil, 2007).

2.2 SPODOPTERA FRUGIPERDA

Um dos principais insetos-praga do gênero *Spodoptera* é a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Considerada uma importante praga das culturas de importância econômica, atacando em todos os estágios de desenvolvimento da planta e com ocorrência em todo o país. Devido ao seu habito mastigador, esta pode reduzir o significativamente a produtividade dependendo do estágio fenológico de ataque, população e outros (Cruz, 2008).

2.2.1 Ciclo

A espécie apresenta metamorfose completa, passando por quatro fases distintas como: ovo, larva, pupa e adulto. Uma mariposa pode colocar em média 300 ovos, podendo chegar até 13 posturas. O período de incubação é variável de acordo com principalmente a temperatura sendo de aproximadamente dois dias nos dias de temperatura média próximas a 26,7°C, à medida que a temperatura média diminui, esse período aumenta, passando para cerca de quatro dias quando a temperatura se aproxima de 20°C (Cruz, 1995).

Durante o estágio larval, a *S. frugiperda* mede entre 1,9mm a 35mm, passando por seis instares. Cada instar possui duas fases: uma ativa, na qual a larva se alimenta, e outra inativa, na qual não há alimentação. A duração desses estágios é influenciada pela temperatura: em condições mais frias, o desenvolvimento é mais lento; em temperaturas elevadas, acelera-se. Após aproximadamente 20 dias, a lavar encerra seu desenvolvimento. Nesse período o consumo foliar é elevado, reduzindo a taxa fotossintética e, consequentemente, o acúmulo de fotoassimilados (Cruz, 1995; Cruz, 2008).

Ao final da fase de larva a maioria das lagartas, desloca-se para o solo para construir seu casulo, embora em alguns casos a pupação possa ocorrer dentro do cartucho do milho por exemplo. Essa fase de transformação de larva a pupa dura de um a cinco dias dependendo das condições de temperatura, onde temperaturas acima de 27°C aceleram o desenvolvimento. O período pupal varia de 6 a 55 dias também influenciado diretamente pela temperatura. Logo após, ocorre a emergência das mariposas, fase adulta do inseto, essa emergência tem como temperatura ótima a faixa entre 21°C a 26,7°C. A temperatura mínima necessária para o desenvolvimento completo de ovos a adultos é de 12,52 °C, sendo requerida uma soma térmica de 391,61 °C acima de 12,52°C (Plessis, Schlemmer, Berg, 2020).

A figura 1 demonstra as imagens do ciclo da praga, onde o interesse agrícola ocorre nas fases de lagarta, onde o dano econômico ocorre na cultura. A *S. frugiperda* por se tratar de um inseto polífago pode gerar danos em diversas culturas agrícolas como soja e milho (Zenker; Specht; Corseuil, 2007).

Figura 1 - Ciclo da lagarta *Spodoptera frugiperda.*



Fonte: Tavares, 2019.

2.3 CULTURAS AFETADAS PELA LAGARTA-DO-CARTUCHO (*SPODOPTERA FRUGIPERDA)*

2.3.1 Milho

O milho (*Zea mays)*, tem como sua origem o melhoramento genético e domesticação do teosinto (*Zea mays* ssp. mexicana), decorrido pela ação do homem ao decorrer de milênios. O seu cultivo ocorre em praticamente todos os continentes do mundo, este se deve a grande possibilidade de usos da cultura. A maior parte da sua produção é destinada à alimentação animal, embora uma parcela significativa também seja utilizada na alimentação humana e na indústria (Cruz *et al.*, 2008; Barros, Calado, 2014; Strazzi, 2015).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, respondendo por cerca de 10% da produção mundial, ficando atras dos Estados Unidos e da China, que representam 31% e 24% respectivamente. Para a safra atual (24/25) a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estima que o Brasil tenha aproximadamente 21,14 milhões de hectares semeados com a cultura, com uma produtividade média de 5,8 toneladas por hectare e uma produção de aproximadamente 123 milhões de toneladas. Dentro deste contexto o estado do Rio Grande do Sul é responsável por 719,6 mil hectares plantados e uma produtividade média de 5,95 toneladas por hectare totalizando 5,51 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2025; USDA, 2025).

2.3.1.1 Milho e a lagarta

O milho é hospedeiro de uma ampla variedade de insetos fitófagos, que se alimentam de diferentes estruturas da planta gerando prejuízos econômicos ao produtor. O dano a cultura varia de acordo com o estágio fenológico em que a planta se encontra, condições climáticas, sistema de cultivo e outros fatores. Em geral o período mais sensível a ação de insetos ocorre entre 8 a 10 folhas, fase essencial para definição do potencial produtivo. O milho tem um número menor de plantas por unidade de área quando comparada com outras culturas como por exemplo soja, trazendo assim uma maior importância quanto a manutenção da sanidade de cada

planta, assim contribuindo de forma adequada com o rendimento final da cultura. (Cruz, Viana, Waquil, 2002; Cruz 2008).

As larvas recém eclodidas da lagarta *S. frugiperda* se alimentam das cascas dos ovos, e após isso passam a se alimentar das partes mais macias da planta deixando para trás a epiderme membranosa, assim trazendo um sintoma característico de pontos translúcidos na folha, no seu segundo instar a largar fura completamente as folhas (Figura 2), indo em direção do cartucho do milho, neste a lagarta se alimenta de tecidos macios, podendo penetrar no colmo e assim danificar o ponto de crescimento, causando a morte das folhas novas do cartucho. Pode também ocasionar morte do ponto de inserção da espiga, gerando a possibilidade de perca total da produção de grãos daquela planta. Ainda, a lagarta pode gerar também danos secundários por gerar aberturas nos tecidos da planta para possíveis infecção de doenças (Cruz, 2008).

Figura 2 - Lagarta presente no cartucho do milho.



Fonte: autor, 2025.

De acordo com o obtido por Lima, Assmann (2015), os maiores prejuízos das infestações da lagarta ocorrem nos estágios fenológicos V6 a v10, este possivelmente devido a drástica redução da área foliar e também dos danos causados nos primórdios das estruturas reprodutivas. Esse dano reflete diretamente na produtividade, e por consequência na viabilidade econômica da atividade.

2.3.2 Soja

A soja (*Glycine max*), é uma das principais culturas agrícolas do Brasil muito utilizada na produção de óleo vegetal, ração animal e outros. O Brasil é o principal produtor mundial, na safra 24/25 foi cultivada em uma área de 47 milhões de hectares, com uma produção de 171,4 milhões de toneladas e uma produtividade de 3621 kg. Neste mesmo período de tempo o estado do Rio Grande do Sul foi responsável por uma área cultivada de 7,1 milhões de hectares, com uma produção de 16,6 milhões de toneladas tendo uma produtividade 2342 quilogramas por hectare (Landgraf, 2010; CONAB, 2025)

2.3.2.1 Soja e a lagarta

Em seus instares iniciais a *S. frugiperda*, provoca um pequeno consumo de folhas de soja, progredindo até o terceiro instar, quando esse consumo aumenta drasticamente, atingindo 74 cm^2 em todo o ciclo de vida da lagarta sem nenhum tipo de controle. Diferentemente do milho, quando o ataque ocorre no desenvolvimento vegetativo até estágios reprodutivos iniciais (R.3), a soja tem a capacidade compensatória de se recuperar do ataque emitindo mais ramos laterais, trifólios e flores. Os maiores riscos de danos a cultura, ocorrem quando há redução do número de plantas por hectare pela ação da *S. frugiperda*, devido a lagarta se alimentar do caule da planta nos primeiros dias de emergência, cortando o caule e ocasionando a morte da planta, quando a lagarta de alimenta da vagem também ocorrem danos significativos a produtividade (Scoton, 2022).

2.3.3 Plantas daninhas e *Spodoptera frugiperda*

As plantas daninhas prejudicam a cultura não somente através da competição direta, mas também por servirem de abrigo para pragas e doenças. A lagarta-do-cartucho tem a capacidade de além de sobreviver em culturas agrícolas como milho

e soja, utilizar de plantas invasoras como meio de sobrevivência. Os números de sobrevivência da praga a campo em plantas daninhas como capins, sorgo ou mesmo milho e soja involuntários são elevados, já em plantas como buva, trapoeraba, caruru e outras daninhas em geral, são inferiores, mas mesmo assim servindo como ponte verde para a cultura sucessora (Pessoa, 2020).

Visando um controle eficiente da lagarta-do-cartucho é importante um controle eficiente das daninhas, evitando assim uma ponte verde entre a presença da praga em plantas daninhas e sua posterior migração para culturas agrícolas.

2.4 MANEJO INTEGRADO DA *SPODOPTERA FRUGIPERDA*

Devido ao seu potencial significativo de gerar dano econômico as culturas da soja e milho, um controle adequado da *Spodoptera frugiperda* é indispensável para atingir uma boa produtividade, e em consequência uma rentabilidade econômica da atividade. O uso de técnicas de manejo integrado de pragas auxilia em um controle eficiente da praga, onde este é elaborado tendo em base medidas de controle como controle cultural, biológico e químico, estes utilizados de forma conjunta e racional, onde cada manejo é pensado para atingir a sua máxima eficiência e sua real necessidade de uso (Chaves, *et al.* 2012).

A principal forma de controle da lagarta, é através do controle cultural com o uso de biotecnologias, cultivares de milho e soja geneticamente modificados reduzem drasticamente a necessidade do uso de outros métodos de controle, através de tecnologias que trazem resistência genética a lagartas. Primeiramente oriundas da bactéria *Bacillus thurigiensis* que produzem proteínas do tipo cry tóxicas ao gênero *Spodoptera,* agora transferidas ao código genético do milho e soja fazendo com que a planta passe a produzir estas proteínas. A morte do inseto ocorre devido a transformação da proteína em cristais nas células epiteliais do tubo digestivo do inseto ocasionando sua ruptura. Sua liberação para utilização no Brasil se deu em 2007, já na safra 12/13 contando com uma área cultivada com mais de 81% do milho no Brasil utilizando destas tecnologias. Ao decorrer de alguns anos ainda surgiram outras tecnologias como proteínas do tipo viptera (Netto, 2017).

O controle biológico utiliza de parasitoides, predadores e patógenos no controle do inseto, sendo muito utilizadas bactérias do gênero *Bacillus*, que causam a morte da lagarta. Existem diversas outras formas de controle, uma destas é a partir da

utilização vespas do gênero *Trichogramma*, estas parasitam ovos da lagarta-do-cartucho inibindo seu desenvolvimento, também são utilizados fungos como *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* estes se desenvolvendo sobre o corpo da lagarta e ocasionando sua morte. Cabe salientar que o controle biológico não tem função de eliminar completamente a população da praga, e sim manter este estrategicamente inferior ao nível de dano econômico (Valicente, 2008; Chaves, 2012)

Outra forma de controle muito utilizada é através do uso de inseticidas químicos, que podem apresentar efeitos adversos sobre a saúde humana e outros organismos não alvo, além do agravante da crescente resistência da praga. Apesar disso, ainda podem proporcionar resultados satisfatórios. Existem diversos inseticidas químicos registrados para o controle da *S. frugiperda* tendo sua eficiência variando de acordo com a molécula, em geral trazendo um controle satisfatório da praga (Rosa, Barcelos, 2012).

2.5 RISCO CLIMÁTICO DE OCORRÊNCIA DE PRAGAS AGRICOLAS

O desenvolvimento dos insetos é diretamente relacionado com as condições meteorológicas, onde a temperatura é um dos principais fatores com influência sobre o ciclo de vida destes, influenciando diretamente a velocidade de desenvolvimento, alimentação, fecundidade e tamanho de populações dos insetos. Para a grande maioria dos insetos a faixa tolerável de temperatura é entre 10°C e 38°C, havendo uma temperatura ideal e uma temperatura mínima para que ocorra desenvolvimento especifica para cada espécie. Ainda essa temperatura ideal para desenvolvimento pode variar entre as fases de desenvolvimento do inseto (Rodrigues, Bueno, Sampaio, Soglia, 2004).

Os insetos não possuem a capacidade de termo regular sua temperatura corporal, portanto esta temperatura é próxima a temperatura ambiente, vindo desta a influência da temperatura no ciclo de vida do inseto. Em geral no caso de temperaturas elevadas o ciclo de vida do inseto é reduzido, ou vice versa, quanto maior a velocidade de desenvolvimento de um inseto, mais rapidamente sua população aumenta, no caso de pragas agrícolas maior o prejuízo a cultura (Sampaio, Krechemer, Marchioro, 2020).

O desenvolvimento da *Spodoptera frugiperda* não é diferente, tendo a temperatura mínima necessária para o desenvolvimento completo de ovos a adultos

de 12,52 °C, e uma soma térmica de 391,61 °C requerida para o ciclo completo da praga. Desta forma temperaturas superiores ocasionam um ciclo mais rápido de desenvolvimento e por consequência uma população superior da praga a campo, gerando desta forma maiores danos a cultura tornando necessário medidas de controle da praga (Plessis, Schlemmer, Berg, 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os valores de risco foram calculados utilizando como base os dados meteorológicos disponibilizados publicamente pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O estado do Rio Grande do Sul é composto por 44 estações meteorológicas automáticas (Quadro 1) com registro horário de dados. Foi utilizada a série de dados disponibilizada desde a abertura de cada estação até o final do ano de 2024.

Quadro 1: Estações meteorológicas Instituto Nacional de Meteorologia no estado do Rio Grande do Sul.

Município	Lat	Long	Alt	Município	Lat	Long	Alt
Alegrete	-29,71	-55,53	121	P. Alegre- Belém Novo	-30,19	-51,18	3
Bagé	-31,35	-54,01	230	Quarai	-30,37	-56,44	124
Bento Goncalves	-29,17	-51,53	640	Rio Grande	-32,03	-52,10	2
Caçapava Do Sul	-30,55	-53,47	420	Rio Pardo	-29,87	-52,38	111
Camaquã	-30,81	-51,83	91	Santa Maria	-29,71	-53,70	95
Cambara Do Sul	-29,05	-50,15	1017	Santa Rosa	-27,89	-54,48	276
Campo Bom	-29,67	-51,06	24	Sta. Vitoria Do Palmar	-33,74	-53,37	26
Canela	-29,37	-50,83	830	Santiago	-29,19	-54,89	394
Canguçu	-31,41	-52,70	462	Santo augusto	-27,85	-53,79	490
Capão Do Leao (Pelotas)	-31,80	-52,41	13	São Borja	-28,65	-56,02	83
Cruz Alta	-28,60	-53,67	432	São Gabriel	-30,34	-54,31	126
Dom Pedrito	-31,00	-54,62	150	São Jose Dos Ausentes	-28,75	-50,06	1244
Encruzilhada Do Sul	-30,54	-52,52	428	São Luiz Gonzaga	-28,42	-54,96	245
Erechim	-27,66	-52,31	765	São Vicente do Sul	-29,70	-54,69	134
Frederico Westphalen	-27,40	-53,41	490	Serafina Correa	-28,70	-51,87	545
Ibirubá	-28,65	-53,11	456	Soledade	-28,85	-52,56	667
Jaguarão	-32,54	-53,38	47	Teutônia	-29,45	-51,82	81
Lagoa Vermelha	-28,22	-51,51	843	Torres	-29,35	-49,73	5
Mostardas	-31,25	-50,91	10	Tramandaí	-30,01	-50,14	1
Palmeira Das Missões	-27,92	-53,32	631	Tupanciretã	-29,89	-53,83	462
Passo Fundo	-28,23	-52,40	684	Uruguaiana	-29,84	-57,08	62
Porto Alegre	-30,05	-51,17	47	Vacaria	-28,51	-50,88	986

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os dados meteorológicos foram organizados em planilhas eletrônicas, onde todos os anos de cada estação foram compilados em uma única planilha. Para este estudo, considerou-se apenas a variável temperatura. Após isso foi realizada a média diária dos dados por estação. Posteriormente, foi realizado o cálculo da soma térmica

(°C dia) diária e sua soma acumulada mensal, considerando a temperatura mínima para o desenvolvimento da *S. frugiperda* de 12,52 °C (Plessis, Schlemmer, Berg, 2020). Obteve-se desta forma a equação abaixo.

$$Soma\ térmica = temperatura\ média\ diária - 12{,}52$$

Onde a soma térmica é resultado da temperatura média diária menos 12,52 °C, os valores negativos foram desconsiderados. Assim, somando os valores de soma térmica de todos os dias do mês pode se calcular a soma térmica acumulada mensal. Segundo Plessis, Schlemmer, Berg (2020) para o desenvolvimento completo de uma geração de *S. frugiperda,* de ovos até adultos, é necessária uma soma térmica de 391,61 °C. Assim, o número de gerações foi calculado pela, seguinte equação:

$$N°\ de\ gerações = {soma\ térmica\ acumulada\ mensal}/{391{,}61}$$

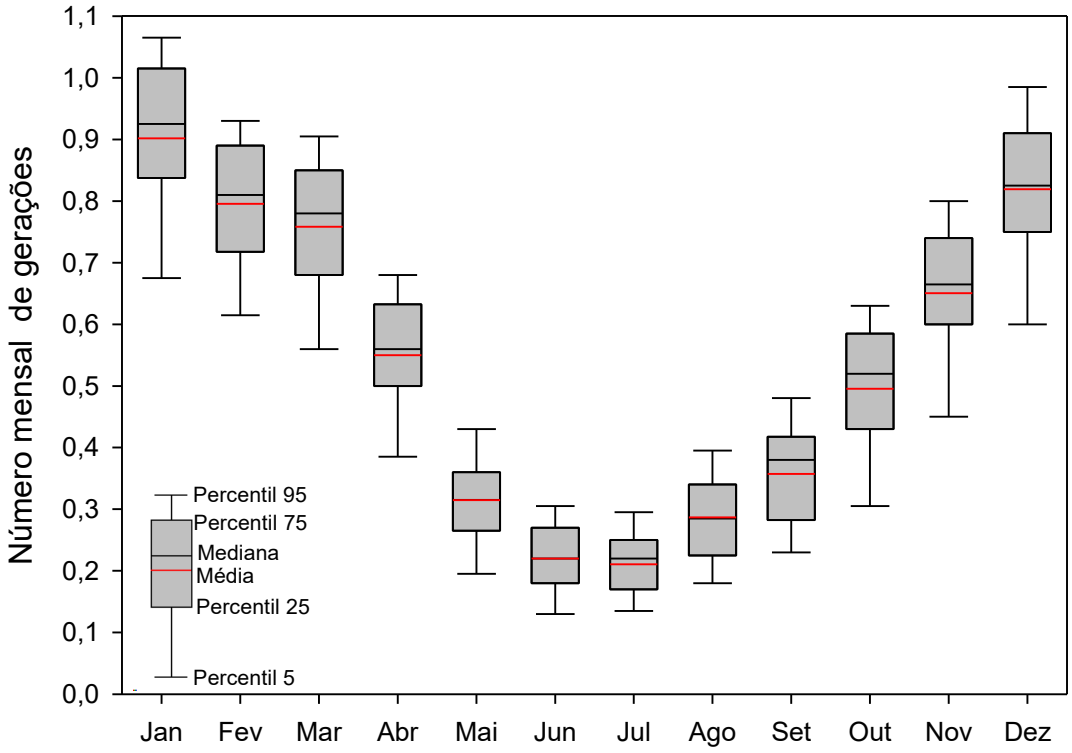
Assim se obteve o número de gerações mensais da praga. Estes resultados foram correlacionados com os dados de latitude, longitude e altitude por meio das análises de correlação de Sperman e Pearson, ao nível de 5% de significância, além de regressão linear múltipla. As análises foram realizadas no utilizando o software SigmaPlot.

Após, foi utilizado de software de cartografia digital para criar mapas considerando a relação dos dados de latitude, longitude e altitude com o número de gerações de *S. frugiperda.* Isso permitiu extrapolar os valores mensais e anuais, para toda a área do estado do Rio Grande do Sul, superando a barreira física imposta pela reduzida quantidade estações meteorológicas, que não representam de forma completamente e precisa toda a extensão geográfica do estado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao calcular a soma térmica, obteve-se a variação do número mensal de gerações de *S. frugiperda* para cada estação meteorológica (Figura 1). O número de gerações durante os meses entre outubro e abril, com maiores temperaturas médias do ar, foi superior quando comparado aos demais meses do ano. Porém, durante estes meses de maior temperatura do ar, a variação do número de gerações dentro do estado também foi superior comparado aos meses entre maio e setembro, com um menor número mensal de gerações, porém uma menor variabilidade de gerações entre os diferentes locais.

Figura 3 - Análise boxplot do número de gerações de *Spodoptera frugiperda* no estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Ao analisar os dados obtidos das estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia, percebe-se o motivo causa da diferença entre o número mínimo e máximo de gerações mensais dentro do estado em meses de maior temperatura do ar, como janeiro. As temperaturas médias dentro do estado possuem uma grande variação entre uma estação e outra influenciando diretamente na soma térmica e,

consequentemente, gerando um número de gerações com maior variabilidade dentro do estado. Em contraste, nos meses mais frios, como junho, ocorre menor discrepância entre uma estação e outra, resultando uma maior similaridade de dados, gerando um número de gerações mais próximo a média (Wrege, *et al*., 2011; INMET, 2025;).

Ao comparar a média mensal das gerações do estado verificou-se que o mês de janeiro demonstrou o maior número médio de gerações (Tabela 1), devido às elevadas temperaturas médias do ar no estado, seguido pelos meses de fevereiro e dezembro que não diferiram significativamente a 5% de probabilidade de erro, com 0,80 e 0,82 gerações respectivamente. Em seguida, observa-se que março (0,76), novembro (0,65 gerações), abril (0,55 gerações), outubro (0,50 gerações), setembro (0,36 gerações) e maio (0,32 gerações). Os menores valores ocorreram em junho (0,22 gerações) e julho (0,21 gerações), os quais não diferiram significativamente entre. Estes valores se devem as baixas temperaturas no estado durante estes meses, assim ocasionando um menor acumulo de graus dia pelo inseto, necessitando um número maior de dias para uma nova geração da praga (Wrege, *et. al*., 2011).

Tabela 1: Número médio mensal de gerações onde letras diferentes diferem significativamente a 5% de erro

Mês	Número de gerações	Mês	Número de gerações
Janeiro	0,90 a	Julho	0,21 i
Fevereiro	0,80 b	Agosto	0,29 h
Março	0,76 c	Setembro	0,36 g
Abril	0,55 e	Outubro	0,50 f
Maio	0,32 h	Novembro	0,65 d
Junho	0,22 i	Dezembro	0,82 b
Ano	6,38	CV (%)	21,05

*Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade de erro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O coeficiente de variação de 21,05% indica uma variação moderada do número de gerações entre os meses do ano, influenciado pelo comportamento de aumento da população em meses de maior soma térmica e redução em meses de menor soma.

O número anual médio de gerações do estado foi de 6,38. Os municípios de São Borja e São Luiz Gonzaga apresentaram o maior número de gerações anuais, correspondendo a 8,50 gerações (Apêndice A), ambos reconhecidos como importantes produtores de milho, principalmente irrigado, ocupando a primeira e quinta colocação de área cultivada com milho irrigado no estado. Em contraste, São José dos Ausentes e Vacaria apresentaram o menor número médio de gerações 2,7 e 4 respectivamente, devido as temperaturas médias anuais baixas, que desfavorece o acúmulo de graus dia necessários para o desenvolvimento da praga. Assim, municípios com maior risco de ocorrência como São Luiz Gonzaga, São Borja demandam medidas mais intensivas de controle da praga, como monitoramento constante, uso de químicos e outras tecnologias, especialmente quando comparadas com municípios com menores números de gerações (Rio Grande do Sul, 2024; INMET, 2025).

4.1 RELAÇÃO ENTRE NUMERO DE GERAÇÕES E LOCALIZAÇÃO

Ao correlacionar os dados de latitude, longitude e altitude das estações meteorológicas com o número de gerações mensais de *Spodoptera frugiperda*, utilizando análises de regressão nos testes de Person e Spearman no software SigmaPlot, na maioria dos meses, ambas as análises indicaram as mesmas variáveis com correlação significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2). Embora as variáveis significativas variem entre os meses, a altitude apresentou, de forma consistente a maior correlação com o número de gerações. Essa correlação foi significativa em praticamente todos os meses, exceto em agosto na análise de Pearson e em julho, agosto e setembro na análise de Spearman.

Segundo Fritzsons (2015), existe uma forte correlação entre altitude e temperatura média durante o verão e outono no Rio Grande do Sul. Na primavera, essa correlação passa a ser moderada. Em média, ocorre uma redução de aproximadamente 0,75 °C na temperatura a cada 100 metros de elevação em relação ao nível do mar. Esse comportamento explica diretamente a influência da altitude sobre o número de gerações da praga.

Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman e respetivo p-valor (p) entre Latitude (Lat), Longitude (Long) e Altitude (Alt) de 44 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e número de gerações de *Spodoptera frugiperda.*

Mês	Pearson						Spearman					
	Lat	p	Long	p	Alt	p	Lat	p	Long	p	Alt	p
Janeiro	-0,16	0,28	-0,58	0,00*	-0,86	0,00*	-0,18	0,24	-0,5	0,00*	-0,68	0,00*
Fevereiro	-0,19	0,22	-0,51	0,00*	-0,89	0,00*	-0,20	0,19	-0,39	0,01*	-0,76	0,00*
Março	-0,16	0,28	-0,37	0,01*	-0,88	0,00*	-0,16	0,28	-0,25	0,10	-0,79	0,00*
Abril	-0,02	0,87	-0,33	0,03*	-0,81	0,00*	0,02	0,90	-0,22	0,16	-0,69	0,00*
Maio	-0,03	0,85	-0,22	0,16	-0,79	0,00*	-0,02	0,90	-0,18	0,25	-0,72	0,00*
Junho	0,27	0,07	-0,29	0,06	-0,58	0,00*	0,25	0,10	-0,28	0,07	-0,46	0,00*
Julho	0,53	0,00*	-0,36	0,01*	-0,34	0,02*	0,48	0,00*	-0,36	0,02*	-0,20	0,18
Agosto	0,57	0,00*	-0,43	0,00*	-0,29	0,06	0,48	0,00*	-0,45	0,00*	-0,15	0,34
Setembro	0,52	0,00*	-0,38	0,01*	-0,36	0,01*	0,45	0,00*	-0,37	0,01*	-0,22	0,14
Outubro	0,31	0,04*	-0,50	0,00*	-0,58	0,00*	0,29	0,05*	-0,44	0,00*	-0,40	0,01*
Novembro	0,15	0,32	-0,63	0,00*	-0,66	0,00*	0,19	0,20	-0,57	0,00*	-0,42	0,00*
Dezembro	0,07	0,65	-0,64	0,00*	-0,72	0,00*	0,09	0,54	-0,58	0,00*	-0,48	0,00*
Ano	0,11	0,47	-0,50	0,00*	-0,73	0,00*	0,12	0,45	-0,42	0,00*	-0,55	0,00*

*Correlação significativa a 5% de erro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

De acordo com o obtido por Cagnelutti, Maluf, Matzenauer e Stolz (2006), a latitude influencia a temperatura mínima média do ar no estado do Rio Grande do Sul, em determinados meses do ano, especialmente devido a interações com frentes frias. Latitude menor implica maior incidência solar direta, aumentando a temperatura; contudo, em escala estadual, esse efeito é reduzido. Ainda assim, tais fatores justificam a correlação observada entre latitude e número de gerações, especialmente nos meses mais frios.

A partir das correlações entre altitude, latitude e longitude e o número de gerações, foram ajustadas equações mensais para estimar o número de gerações de acordo com as características geográficas de cada local (Tabela 3). As equações apresentaram elevados coeficientes de determinação (R^2), indicando ajuste adequado dos modelos de regressão linear múltipla às variáveis mensais e anual. O erro padão mensal foi baixo, demonstrando pouca variabilidade em relação às médias; já o erro padrão da equação anual foi maior (0,301), refletindo maior dispersão dos dados.

Tabela 3: Equações para estimativa do número mensal/anual de gerações de *Spodoptera frugiperda* no Rio Grande do Sul

Mês	Equação	R^2	Erro padrão
Jan	n = 1,165 + (0,0427 * Lat) - (0,0219 * Long) - (0,000453 * Alt)	0,899	0,048
Fev	n = 1,358 + (0,0391 * Lat) - (0,0140 * Long) - (0,000408 * Alt)	0,934	0,033
Mar	n = 2,480 + (0,0526 * Lat) - (0,000477 * Alt)	0,895	0,044
Abr	n = 2,355 + (0,0560 * Lat) - (0,000414 * Alt)	0,853	0,046
Mai	n = 1,413 + (0,0341 * Lat) - (0,000253 * Alt)	0,676	0,047
Jun	n = 1,653 + (0,0461 * Lat) - (0,000210 * Alt)	0,777	0,033
Jul	n = 1,455 + (0,0402 * Lat) - (0,000147 * Alt)	0,613	0,038
Ago	n = 2,131 + (0,0601 * Lat) - (0,000197 * Alt)	0,793	0,036
Set	n = 2,390 + (0,0652 * Lat) - (0,000277 * Alt)	0,844	0,036
Out	n = 2,221 + (0,0749 * Lat) - (0,0118 * Long) - (0,000364 * Alt)	0,897	0,038
Nov	n = 1,248 + (0,0675 * Lat) - (0,0291 * Long) - (0,000396 * Alt)	0,890	0,048
Dez	n = 1,292 + (0,0627 * Lat) - (0,0289 * Long) - (0,000393 * Alt)	0,896	0,046
Ano	n = 19,549 + (0,632 * Lat) - (0,131 * Long) - (0,00401 * Alt)	0,940	0,301

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A Figura 4 demonstra os mapas mensais e anual (Figura 5) elaborados pelas equações propostas na Tabela 3, utilizando dados altimétricos e geográficos do estado. Os mapas, elaborados no formato de nuvem de pontos, evidenciam a distribuição espacial do número de gerações. Observa-se um comportamento cíclico ao longo do ano, com pico de gerações em janeiro. Nesse mês, a maior parte do estado apresenta valores elevados (representados em vermelho), com exceção da região nordeste e a serra do sudoeste do estado, onde as temperaturas médias desta época são inferiores (Wrege, *et al*., 2011).

Já na região nordeste, sudoeste e na depressão central, onde as altitudes são inferiores e as temperaturas médias mais elevadas, ocorre há um maior número de gerações da praga. A partir de fevereiro, o número de gerações decresce gradualmente até a metade do ano (junho) mês que atinge o menor número de gerações do ano. Nesse período os maiores números de gerações estão localizados próximos a costa do rio Uruguai. A partir de julho o número de gerações passa a aumentar gradativamente nas regiões noroeste, sudoeste, centro oeste e centro leste, retomando o pico no mês de janeiro (Wrege, *et. al*., 2011).

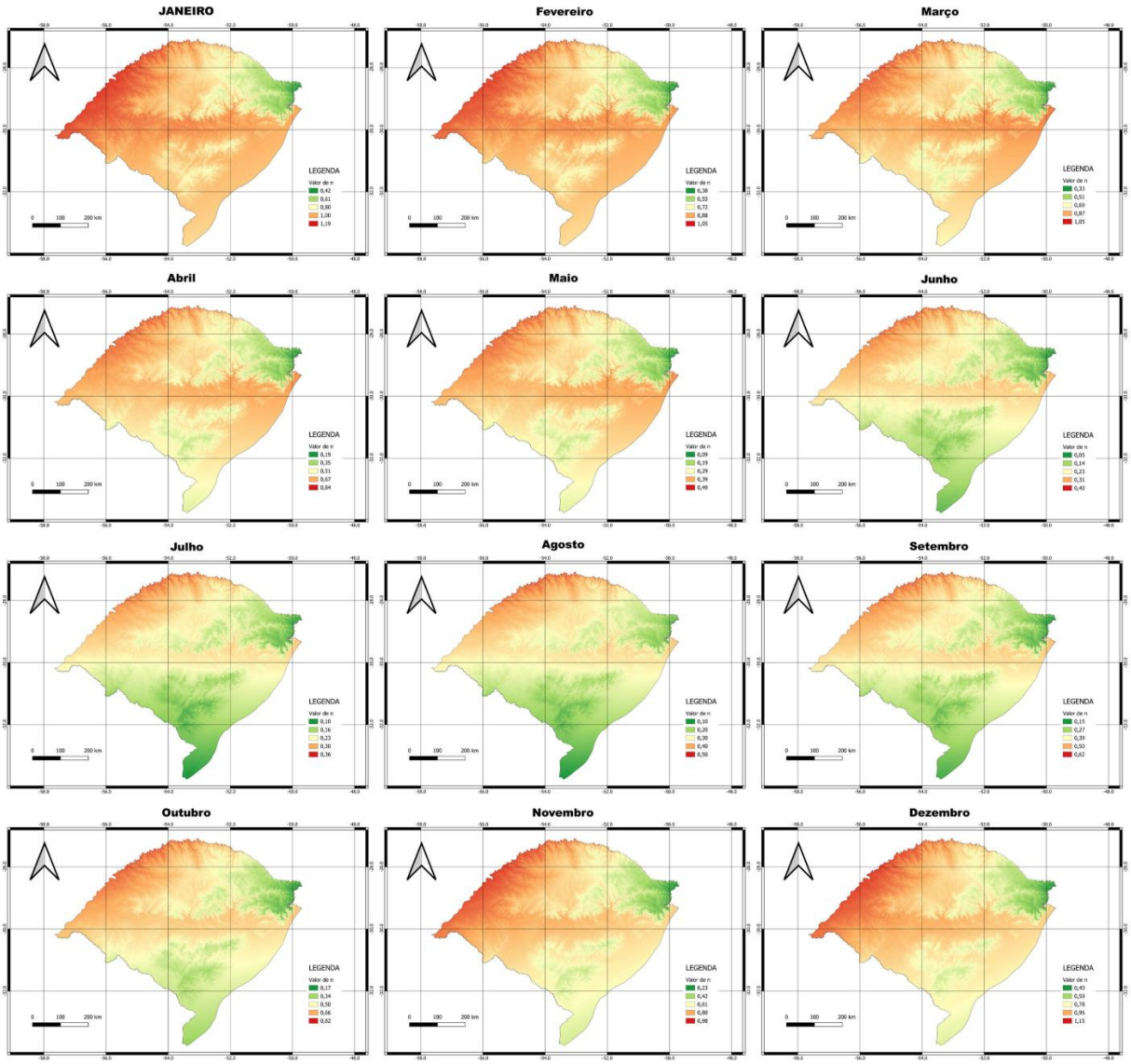
No Rio Grande do Sul, o período preferencial utilizado pelos agricultores para a semeadura do milho primeira safra, ocorre entre os meses de agosto e setembro.

Durante o desenvolvimento vegetativo inicial da cultura, o risco é de 0,50 e 0,62 gerações de praga principalmente nas regiões de menor altitude como o Noroeste, Centro oeste e Centro leste. Nas demais regiões, o risco de ocorrência da praga é baixo. Para o milho semeado nos entre agosto e setembro, o maior risco de ocorrência de *S. frugiperda*, concentra-se nos meses de setembro, outubro e novembro, quando se alinham dois fatores importantes, o primeiro, o maior número de gerações da praga a campo e, o segundo, o estádio rápido desenvolvimento vegetativo e do desenvolvimento dos primórdios dos órgãos reprodutivos da planta, fase altamente suscetível ao ataque. Esse risco ainda é mais elevado no caso do milho segunda safra, cultivado principalmente nos meses de dezembro e janeiro, quando há um número maior de gerações mensais da largarta (Cruz, 1995; Cruz, 2008; MAPA, 2025).

Para a cultura da soja, o cultivo é permitido a partir do primeiro dia de outubro, onde a cultura já é semeada com um risco significativo de ocorrência da lagarta a campo, o caso se agrada mais com soja cultivado no mês de novembro quando esse valor é superior. Nos meses de dezembro e janeiro, quando ocorre o cultivo da soja safrinha cultivada após a cultura do milho o risco é maior ainda especialmente em regiões mais quentes. Em ambos os casos é necessário um monitoramento constante visando prevenir os danos da praga a campo, especialmente quanto ao estabelecimento do estande adequado de plantas (MAPA, 2025).

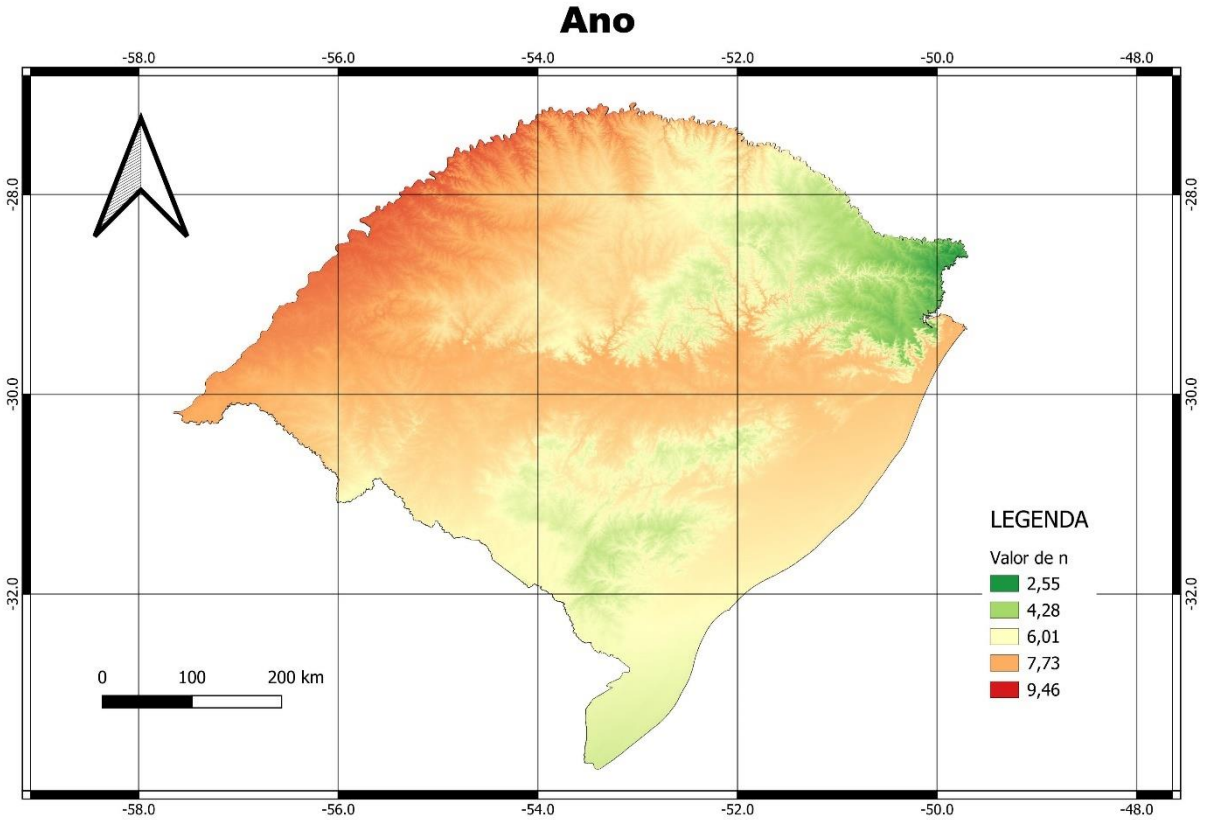
O uso de equações baseadas em latitude, longitude e altitude apresenta grande vantagem em relação aos mapas gerados exclusivamente por dados observados de estações meteorológicas, que no caso do Rio Grande do Sul se limitam a 44 unidades. Isso restringe a representatividade espacial dos modelos; já as equações permitem ampla extrapolação para todo o território, superando essa limitação física.

Figura 4 - Mapas de gerações mensais (n) de *Spodoptera frugiperda* no estado do Rio Grande do Sul



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Figura 5 – Mapa anual de gerações (n) de *Spodoptera frugiperda* no estado do Rio Grande do Sul



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

O conhecimento do número de gerações mensais da praga, e do risco associado constitui uma ferramenta estratégica importante. Esse conhecimento de regiões com menor ou maior risco de ocorrência pode ser utilizado, por exemplo para o posicionamento de híbridos com tecnologias com maior ou menor proteção para a praga, ou mesmo posicionar o uso de inseticidas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lagarta *Spodoptera frugiperda*, responde diretamente ao acúmulo de soma térmica, portanto meses de maior temperatura média possuem maiores números de gerações da praga. O mês de janeiro possui o maior risco da praga a campo seguido por dezembro e fevereiro, ambos sem diferença estatística. Os meses de junho e julho também não diferiram estatisticamente com os menores valores do ano.

Os meses maior temperatura média entre outubro e abril por possuírem uma maior variação de temperatura média dentro do estado, possuem uma maior variação entre o número de gerações. Já em meses de temperatura média inferior entre maio a setembro, nos quais a temperatura média é mais uniforme dentro do estado os resultados de gerações possuem uma menor variação em relação à média. As regiões de maiores temperaturas médias como noroeste, sudoeste, centro oeste e centro leste, possuem, portanto, maiores números de gerações da praga.

A altitude, latitude e longitude possuem influência sobre as gerações da praga, por terem relação direta com fatores envolvidos no desenvolvimento da mesma. Portanto ao saber estes dados pode se calcular o número de gerações mensais ou anuais em qualquer localização do estado.

REFERÊNCIAS

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do MIlho**. 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804>. Acesso em: 7 abr. 2025.

CARGNELUTTI, A.; MALUF, J.; MATZENAUER, R.; STOLZ, A. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, jun. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/grfCBwzQQhZnn9Y9hMysnWg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 de out. 2025.

CHAVES, F. Manejo integrado da Lagarta-do-Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) do Milho em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). **Congresso nacional de milho e sorgo**, 2012. Disponível em: < https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/932946/1/Manejointegrado.pdf>. Acesso em 15 de nov. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Milho.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das safras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 07 de abril de 2025.

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Circular Técnica Embrapa**. 1995. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15437047.pdf.> Acesso em: 7 abr. 2025.

CRUZ, I; VIANA, P.; WAQUIL, J. Cultivo do milho Pragas da Fase Vegetativa e reprodutiva. **Comunicado técnico**, 2002. Disponível em < https://core.ac.uk/download/pdf/15429137.pdf>. Acesso em 24 de abr. 2025.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; *et al*. **A cultura do milho**. 2008. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/491689>. Acesso em: 7 abr. 2025.

FRITZSONS, E.; WREGE, M.; MANTOVANI, L.: Altitude e Temperatura: Estudo do gradiente térmico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, Jul, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1022990/1/2015ElleniceRBCAltitude.pdf>. Acesso 29 out. 2025.

Instituto Nacional de Meteorologia. Dados históricos anuais. 2025. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso 29 out. 2025.

LANDGRAF, L. Soja: alimentação e saúde e novos usos. **Embrapa,** 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18123381/soja-alimentacao-e-saude-e-novos-usos>. Acesso em 12 de nov. 2025.

NETTO, J. **Efeito0s de proteínas Cry e VIP nos parâmetros biológicas de populações de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e injurias nas plantas de milho por lepidópteros.** 2017. Disponível em: < https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/2a6d580a-4cf8-4a76-9957-a5491860a6a2/content>. Acesso em 15 nov. 2025.

PESSOA, M. Controle eficiente de plantas daninhas pode ajudar no manejo da lagarta-do-cartucho. **Embrapa**, 2020. Diponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56933024/controle-eficiente-de-plantas-daninhas-pode-ajudar-no-manejo-da-lagarta-do-cartucho>. Acessoe m: 13 nov. 2025.

PLESSIS, H.; SCHLEMMER, M.; BERG, J. **The effect of temperature on the Development of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2020.

Rio Grande do Sul. Radiografia da agropecuária gaúcha. Porto Alegre: Departamento de Governanças de Sistemas Produtivos, 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202408/26113434-rag-2024-22-08-24-final-capa-atualizada.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

RODRIGUES, S.; BUENO, V.; SAMPAIO, M.; SOGLIA, M. **Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae).** 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/gKcXsF6QRhWY3BCVy4xW7ny/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 17 nov. 2025.

ROSA, A. P.; BARCELOS, H. **Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho**. 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15444122.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2025.

SAMPAIO, F.; KRECHEMER, F.; MARCHIORO, C. **Temperature-dependent development models describing the effects of temperature on the development of *Spodoptera eridania*.** 2020. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.6101>. Acesso em: 17 nov. 2025.

SCOTON, A. **Comportamento e danos de lagartas *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na soja *Glycine max* (L.) Merril.** 2022.

Disponível em: < https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/5013/1/AnaMariaNascimentoScoton.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production – Corn**. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0440000>. Acesso em: 07 abr. 2025.

VALICENTE, F. Controle biológico da lagarta do cartucho Spodoptera frugiperda com Bacillus thurigiensis. **Circular Técnica Embrapa**, 2008. Disponível em: < https://core.ac.uk/download/pdf/15429299.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2025'

WREGE, M. *Et. al.* **Atlas Climático Rio Grande do Sul**. Jun, 2011 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316994347_Atlas_climatico_do_Rio_Grande_do_Sul >. Acesso em 29 out. 2025.

Ministério de Agricultura e Pecuária, Zoneamento Agrícola de Risco Climático. 2025. Disponível em: < https://www.plantiocerto.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 29 de out. de 2025.

ZENKER, M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. **Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae).** Disponível em: < https://www.scielo.br/j/rbzool/a/pNDQ59QXFHZLChfsKNrqsdb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 10 nov. 2025.

APÊNDICE A – Gerações mensais e anuais de *S. frugiperda* por estação meteorológica no estado do Rio Grande do Sul

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
ALEGRETE	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	7,3
BAGE	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	6,0
BENTO GONCALVES	0,8	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	5,6
CACAPAVA DO SUL	0,8	0,7	0,7	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	5,4
CAMAQUA	0,9	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	6,2
CAMBARA DO SUL	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	3,8
CAMPO BOM	1,1	0,9	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	7,8
CANELA	0,6	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	4,2
CANGUCU	0,7	0,7	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	4,8
CAPAO DO LEAO (PELOTAS)	1,0	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	6,1
CRUZ ALTA	0,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	6,4
DOM PEDRITO	1,0	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	6,7
ENCRUZILHADA DO SUL	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	5,8
ERECHIM	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	5,9
FREDERICO WESTPHALEN	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	7,2
IBIRUBA	0,9	0,8	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	6,9
JAGUARAO	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	5,7
LAGOA VERMELHA	0,7	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	5,2
MOSTARDAS	0,9	0,9	0,9	0,7	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	6,8
PALMEIRA DAS MISSOES	0,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	6,6
PASSO FUNDO	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	5,9
PORTO ALEGRE	1,0	0,9	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	7,4
PORTO ALEGRE- BELEM NOVO	1,0	0,9	1,0	0,7	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	7,5
QUARAI	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	7,0
RIO GRANDE	0,9	0,8	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	6,2
RIO PARDO	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	7,0
SANTA MARIA	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	7,1
SANTA ROSA	1,0	0,9	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	8,0
SANTA VITORIA DO PALMAR - BARRA DO CHUI	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	5,1
SANTIAGO	1,0	0,8	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	6,9
SANTO AUGUSTO	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	0,9	7,1
SAO BORJA	1,1	1,0	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	8,5
SAO GABRIEL	1,1	0,9	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	7,4
SAO JOSE DOS AUSENTES	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	2,7
SAO LUIZ GONZAGA	1,1	1,0	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	8,5
SAO VICENTE DO SUL	1,0	0,9	0,8	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	7,1
SERAFINA CORREA	0,9	0,7	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	6,0
SOLEDADE	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	5,5
TEUTONIA	1,0	0,9	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	7,6
TORRES	0,9	0,9	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	6,8
TRAMANDAI	1,0	0,9	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	7,1
TUPANCIRETA	0,9	0,8	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	6,6
URUGUAIANA	1,1	1,0	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	7,7
VACARIA	0,6	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	4,0
MÉDIA GERAL	0,9	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	6,4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.