

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - ICIAG

TIAGO MARQUES ANANIAS

BATATA SEQUEIRO SOB APLICAÇÃO DE LITHOTHAMNIUM

Uberlândia-MG

2025

TIAGO MARQUES ANANIAS

BATATA SEQUEIRO SOB APLICAÇÃO DE LITHOTHAMNIUM

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

Uberlândia-MG

2025

TIAGO MARQUES ANANIAS

BATATA SEQUEIRO SOB APLICAÇÃO DE LITHOTHAMNIUM

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Uberlândia como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

Uberlândia, 12/05/2025

Banca Examinadora:

Maikon Ribeiro de Almeida Maximiano – Mestre em Agronomia (UFU)

Primeiro Membro da Banca

Thaís Farias dos Santos – Engenheira Agrônoma (UFU)

Segundo Membro da Banca

José Magno Queiroz Luz – Professor Doutor (UFU)

Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Quero começar expressando minha profunda gratidão a Deus por este momento. Sou imensamente grato pelas bênçãos ao longo dessa jornada, que me sustentaram e me guiaram até aqui. Agradeço de coração ao meu pai, Fábio, e à minha mãe, Graciele, pelo amor incondicional, pela dedicação e por sempre acreditarem em mim. Com o auxílio de vocês, obtive muitas conquistas e sou eternamente grato pelo exemplo e apoio que me deram. Estendo minha gratidão aos meus familiares, que, com seu carinho, incentivo e suporte foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente em cada etapa. Vocês fizeram toda a diferença na minha caminhada.

Também quero agradecer à Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de cursar Agronomia, um curso que me transformou e abriu tantas portas para o meu futuro. Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência e pela chance de desenvolver um projeto que foi fundamental para o meu crescimento pessoal e profissional. Sua orientação foi um verdadeiro presente.

Por fim, não posso deixar de agradecer ao GEPOM (Grupo de Estudo e Pesquisa em Olericultura e Medicinais), pelo aprendizado e pelo ambiente acolhedor que me proporcionou. Vocês foram parte indispensável dessa conquista. Muito obrigado a todos!

## RESUMO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma hortaliça de grande relevância econômica e alimentar, cultivada e consumida em larga escala em diversas partes do mundo. Além disso, é uma cultura que possui uma alta demanda por nutrientes para atingir produções satisfatórias. O *Lithothamnium* sp. é uma alga marinha rica em nutrientes, como carbonatos de cálcio e magnésio, que promove efeito positivo no crescimento das plantas. O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de fertilizantes à base da alga marinha *Lithothamnium* sp. sobre o desenvolvimento, sanidade e produtividade da cultura da batata (*Solanum tuberosum*), cultivar Ágata, em sistema de sequeiro. O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Esperança, em Nova Ponte (MG), durante a safra 2023/2024, utilizando doses crescentes dos produtos Lithoplus e Lithotop (0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup>). As aplicações ocorreram aos 28 e 41 dias após o plantio (DAP), e a análise dos efeitos se deu por meio de avaliações nutricionais, biométricas, fitossanitárias, de produtividade e de sanidade dos tubérculos produzidos. A batata, por ser altamente exigente em nutrientes, respondeu positivamente ao uso dos fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp. Os resultados mostraram que o tratamento 2, com 20 kg ha<sup>-1</sup>, apresentou maior desenvolvimento vegetativo inicial das raízes e da parte aérea. A incidência e severidade da doença pinta preta (*Alternaria* spp.) foram baixas em todos os tratamentos. Já o tratamento 3, dose de (40 kg ha<sup>-1</sup>), promoveu o maior rendimento produtivo, especialmente nas classes de maior valor comercial (Especial e Primeira), superando inclusive a testemunha (sem fertilizante), que teve a menor produtividade. Em relação à matéria seca dos tubérculos e à incidência de doenças na casca, não houve diferença entre os tratamentos, mantendo-se todos dentro dos padrões esperados para a cultivar Ágata. A análise de regressão indicou que as doses ideais para maior produtividade situam-se em 43,75 kg ha<sup>-1</sup>. O *Lithothamnium* sp. apresenta potencial agrônômico relevante, promovendo melhorias no crescimento vegetativo e na produtividade da batata.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L. *Lithothamnium* sp. Doses. Produtividade.

## ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a vegetable of great economic and nutritional relevance, cultivated and consumed on a large scale in various parts of the world. Moreover, it is a crop with a high nutrient demand to achieve satisfactory yields. *Lithothamnium* sp. is a marine alga rich in nutrients, such as calcium and magnesium carbonates, which promotes a positive effect on plant growth. This study aimed to evaluate the effects of applying fertilizers based on the marine alga *Lithothamnium* sp. on the development, health, and productivity of the potato crop (*Solanum tuberosum*), cultivar Ágata, under rainfed conditions. The experiment was conducted at Fazenda Boa Esperança, in Nova Ponte (MG), during the 2023/2024 growing season, using increasing doses of the products Lithoplus and Lithotop (0, 20, 40, 60, and 80 kg ha<sup>-1</sup>). Applications were carried out at 28 and 41 days after planting (DAP), and the effects were analyzed through nutritional, biometric, phytosanitary, productivity, and tuber health assessments. Due to its high nutrient requirements, potato responded positively to the use of fertilizers based on *Lithothamnium* sp. The results showed that treatment 2, with 20 kg ha<sup>-1</sup>, promoted greater initial vegetative development of roots and shoots. The incidence and severity of early blight (*Alternaria* spp.) were low across all treatments. Treatment 3, with a dose of 40 kg ha<sup>-1</sup>, achieved the highest productive yield, especially in the higher commercial value classes (Special and First), even surpassing the control (without fertilizer), which had the lowest productivity. Regarding tuber dry matter and disease incidence on the skin, there were no differences among treatments, all remaining within the expected standards for the Ágata cultivar. Regression analysis indicated that the optimal dose for maximum productivity is approximately 43.75 kg ha<sup>-1</sup>. *Lithothamnium* sp. demonstrates relevant agronomic potential, promoting improvements in vegetative growth and potato yield.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L. *Lithothamnium* sp. Doses. Productivity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Frente do experimento.....	15
Gráfico 1 - Climograma.....	16
Figura 2 - Pesagem fertilizante.....	17
Figura 3 - Medição (a) e identificação de parcela (b).....	17
Figura 4 - Aplicação dos fertilizantes.....	18
Figura 5 - Altura de maior haste (a) e número de tubérculos (b).....	19
Figura 6 - Peso de massa fresca (a), massa seca da parte aérea (b).....	19
Figura 7 - Peso de massa fresca (a), massa seca de raiz (b).....	19
Figura 8 - Diagrama referência para avaliação de pinta-preta na cultura da batata.....	20
Figura 9 - Colheita.....	20
Figura 10 - Classificação e pesagem.....	21
Figura 11 - Avaliação doenças em tubérculos.....	21
Figura 12 - Matéria fresca (a) e seca (b) dos tubérculos.....	22
Figura 13 - Modelos ajustados relacionados às principais classes de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tratamentos referentes aos tipos e doses de fertilizantes.....	16
Tabela 2 -	Estado nutricional das plantas de batata a partir da análise foliar, cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	23
Tabela 3 -	Avaliação do crescimento vegetativo aos 41 dias após o plantio de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	24
Tabela 4 -	Avaliação do crescimento vegetativo aos 56 dias após o plantio de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	25
Tabela 5 -	Avaliação da incidência e severidade de Pinta Preta, de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	26
Tabela 6 -	Produtividade de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha <i>Lithothamnium</i> sp.....	27
Tabela 7 -	Porcentagem Matéria seca dos tubérculos aos 125 dias após o plantio.....	29
Tabela 8 -	Avaliação dos tubérculos com sintomas de doenças na casca.....	29



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>A CULTURA DA BATATA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>CULTIVAR ÁGATA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>ADUBAÇÃO DA CULTURA NA BATATA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b><i>LITHOTHAMNIUM</i> SP. ....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma cultura de grande importância econômica, pois é amplamente consumida por diversos países (ADAMA, 2022). Por ser um alimento mundialmente apreciado, a batata encontra-se na quarta posição no ranking de alimentos com maior consumo, ficando atrás apenas dos cereais como arroz, trigo e milho (ZHOU *et al.*, 2019).

No Brasil, foram 117 mil hectares de área plantada, resultando em 3,89 milhões de toneladas produzidas, com um rendimento médio de 33 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2022). Dentre os estados produtores, destacam-se Minas Gerais (32,44%), Paraná (20,24%) e São Paulo (17,59%), que lideram a produção nacional, segundo dados do IBGE (2021). No mercado brasileiro, há dois tipos segmentos principais: consumo fresco e indústria. A indústria se subdivide em batata para chips e batata pré-frita congelada, geralmente em formato de palito (SILVA; CARVALHO, 2015).

A adubação possui um papel fundamental para o desenvolvimento e produtividade da batata, sendo considerada uma das hortaliças mais exigentes nesse quesito (FILGUEIRA, 2008). Essa prática é essencial para determinar a qualidade e quantidade dos tubérculos produzidos.

Os nutrientes essenciais cálcio (Ca) e magnésio (Mg) desempenham papéis importantes na planta. O cálcio é um nutriente indispensável para o desenvolvimento das plantas, atuando principalmente no sistema intracelular ao permanecer em sua forma iônica. Ele participa ativamente do metabolismo secundário e exerce diversas funções nos tecidos vegetais, além de proporciona um melhor desenvolvimento das raízes (YAMAMOTO, 2011). Já o magnésio tem um papel central na fotossíntese, pois está presente nas moléculas da clorofila e atua como ativador enzimático (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

O *Lithothamnium* sp. é um gênero de alga marinha rica em cálcio e magnésio, considerado uma fonte natural rica em nutrientes para o uso agrônômico. Os sedimentos marinhos, formados por fragmentos de algas calcáreas acumulados no fundo do mar, são considerados recursos minerais (DIAS, 2000).

A escolha deste tema justificou-se pela crescente necessidade do uso de fertilizantes sustentáveis e pela alta demanda por maior eficiência da produção de batatas, diante de lacunas no conhecimento sobre o uso de *Lithothamnium* sp. O uso dessa e de outras algas na agricultura vem crescendo, mas ainda necessita de mais estudos sobre seus efeitos nas culturas, dosagens ideais, métodos e formas de aplicação.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos na cultura da batata a partir das aplicações dos fertilizantes à base de cálcio e magnésio (Lithoplus + Lithotop), ambos de origem marinha (*Lithothamnium* sp.), em diferentes doses (0, 10, 20, 30 e 40 kg por hectare). As avaliações foram realizadas em diversas características da cultura, como biometria, incidência de doenças e produtividade. O propósito final é obter um entendimento mais aprofundado sobre a aplicação das diferentes doses e verificar os efeitos positivos durante o desenvolvimento da batata.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma planta originária da América Latina, mais especificamente da Cordilheira dos Andes, onde era consumida pelas populações nativas há mais de 8000 anos, sendo introduzida no continente europeu por volta de 1570 (LOPES; BUSO, 1999). A batata pertence a classe das dicotiledôneas, da família Solanaceae, do gênero *Solanum* (com mais de 2000 espécies, sendo cerca de 160 tuberíferas). Possui apenas cerca de 20 espécies cultivadas, com diversas espécies silvestres importantes para melhoramento genético (SILVA; LOPES, 2015).

Dentre as principais características morfológica da cultura da batata, destaca-se o seu porte herbáceo, possuindo um sistema radicular com raízes superficiais e fibrosas, cujo enraizamento é relativamente raso, podendo chegar até 50 cm de profundidade. O seu ciclo fenológico pode ser dividido em: emergência, crescimento vegetativo, tuberização, enchimento dos tubérculos e senescência (ADAMA, 2022).

Segundo Filgueira (2003), a batata possui um ciclo anual e é uma hortaliça com expressiva relevância, evidenciada tanto pela ampla extensão das áreas cultivadas quanto pelos elevados índices de produtividade. A batateira apresenta elevada taxa de crescimento vegetativo e rápido progresso nos estádios fenológicos, destacando-se pelo seu curto ciclo de desenvolvimento, sendo uma planta exigente na questão nutricional. A maior parte dos macronutrientes absorvidos pela batateira é direcionada para os tubérculos, os quais acumulam aproximadamente 78% do fósforo (P), 68% do potássio (K), 65% do nitrogênio (N) e do enxofre (S), 33% do magnésio (Mg) e 9% do cálcio (Ca) (FERNANDES; SORATTO, 2012).

De acordo com Alves, Ferreira e Nick (2015), valores de pH entre 5,5 a 6,0 são fundamentais para o plantio da batata, pois oferece condições para o desenvolvimento da cultura. Regiões com fotoperíodos longos e temperaturas amenas (entre 15 °C e 20 °C) durante

a estação de crescimento também favorecem maiores produtividades de batata (SILVA; LOPES, 2015).

A batata é uma hortaliça de abrangência mundial, que faz parte da dieta de mais de um bilhão de pessoas. China, Índia, Rússia, Ucrânia e EUA lideram a produção mundial, somando 376,45 milhões de toneladas, o que representa 54,7% da produção global. O Brasil apresenta produtividade equivalente de 1% desse total (NUNES, 2020). Em 2018, o consumo de batatas pré-fritas congeladas no Brasil cresceu significativamente: cerca de 530.000 toneladas sendo 200.000 nacionais e 330.000 importadas, correspondendo a 2,5kg/pessoa/ano (SHIMOYAMA, 2019).

Nesse sentido, o diretor-geral da Food and Agriculture Organization (FAO) expressa a ideia de que as batatas podem contribuir ainda mais para a história e a segurança alimentar mundial. A produção integral da cultura pode dobrar nos próximos 10 anos (SEEDNews, 2022). Segundo dados divulgados pelo IBGE, a produção nacional de batata-inglesa em 2025, somando as três safras do ano, deve atingir cerca de 4,5 milhões de toneladas, possibilitando leve aumento quando comparado com o ano anterior.

De acordo com a Embrapa (2023), a adoção de tecnologias e produtos inovadores demonstram ter um papel de extrema importância para melhorar os aspectos da produtividade e manejo da bataticultura, assegurando a sustentabilidade e a competitividade do setor no Brasil.

## 2.2 Cultivar Ágata

Segundo Tavares de Melo *et al.* (2003), a variedade Ágata é originada do cruzamento entre Búhm52/72 e Sirco. Foi lançada na Holanda em 1990 e devido à sua precocidade, produtividade e excelente apresentação dos tubérculos, conquistou o mercado brasileiro, tornando-se amplamente cultivada.

Além da elevada produtividade, apresenta casca amarela e lisa, boa aparência dos tubérculos e maior precocidade (PINTO *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2011). A variedade Ágata apresenta curta dormência e tubérculos ovais, sendo consumida principalmente de forma cozida, devido aos baixos teores de matéria seca. No entanto, é suscetível às principais doenças, às podridões, à sarna comum e também à requeima das folhas. (PEETEN *et al.*, 2011).

Segundo Lobato (2007), a cultivar Ágata pode produzir mais de 50 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos bem formados e de aparência lisa, atendendo às necessidades do mercado brasileiro, que valoriza a estética dos produtos em detrimento de sua qualidade intrínseca.

### 2.3 Adubação da cultura na batata

A cultura da batata apresenta uma alta demanda nutricional, exigindo o uso de fertilizantes de forma consciente, já que quantidades insuficientes podem limitar o progresso das plantas. Enquanto o excesso pode causar problemas como toxidez, salinidade e dificultar a absorção dos nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento, devido ao efeito de antagonismo entre os elementos (SORATTO; SILVA; FERNANDES, 2015). Desse modo, a adubação faz-se um fator de extrema atenção e cuidado, garantindo o bom desenvolvimento da cultura da batata.

De acordo com Silva *et al.* (2000), o alto custo de produção das lavouras de batata está diretamente relacionado com a quantidade significativa de fertilizantes químicos utilizada. Altas doses de adubo na batateira resultam em uma aplicação superior à capacidade de absorção da planta, ocasionando o acúmulo de resíduos desses insumos no solo após a colheita.

Segundo Mallmann (2001), o conhecimento aprofundado sobre as questões da adubação é o caminho para obter-se bons rendimentos, oferecer produtos de qualidade ao consumidor, reduzir gastos com a produção e minimizar os impactos ambientais. Assim, uma adubação eficiente considera os momentos específicos do crescimento da planta, nos quais haverá maior demanda nutricional.

Na cultura da batata, a exigência nutricional pode variar de acordo com o estágio fenológico em que a planta se encontra. A absorção de nutrientes ocorre quase linearmente a partir dos 20 dias após o plantio (DECHEN; CARMELO; DEON, 2006). Para melhor aproveitamento da adubação nitrogenada e potássica, recomenda-se o parcelamento, pois essa prática oferece vantagens como a menor perda por lixiviação de potássio e nitrogênio, redução da volatilização do nitrogênio e diminuição do efeito salino no solo (GUIMARÃES, 2013).

A fertilização nitrogenada para a batata, em solos brasileiros, tem como prescrição adubações que variam de 60 a 250 kg ha<sup>-1</sup> dependendo das condições nutricionais do solo. Já para aqueles em que os níveis de fósforo disponível se encontram abaixo do ideal, é recomendada adubação fosfatada entre 450-500 kg ha<sup>-1</sup>. A adubação potássica pode chegar a 350 kg ha<sup>-1</sup> (SORATTO; SILVA; FERNANDES, 2015).

O elemento cálcio apresenta uma expressiva relevância nutricional na batateira, pois possui funções morfológicas e estruturais na planta. De acordo com Fontes (1987), a ausência desse macronutriente pode resultar em tubérculos menores, embonecamento, manchas e necroses internas, além de deixar a planta mais vulnerável ao ataque de doenças, visto que o cálcio atua como componente estrutural essencial nas plantas.

A adubação foliar representa uma estratégia eficaz tanto para corrigir deficiências nutricionais quanto para complementar a fertilização do solo. A adubação foliar proporciona à planta de batata um melhor aproveitamento dos nutrientes, pois também são absorvidos pelas folhas (ABREU *et al.*, 2007). Embora os avanços tecnológicos tenham contribuído para o manejo da batata, é importante realizar pesquisas adicionais para aprofundar a compreensão da dinâmica dos nutrientes nas plantas de batata (SILVA, 2018).

## 2.4 *Lithothamnium* sp.

*Lithothamnium* sp. é um gênero de algas calcárias que pode se desenvolver em águas com profundidade de até 200 metros. Sua comercialização ocorre no Brasil e no exterior, sendo utilizado na agricultura como fertilizante natural, condicionador de solo, bioestimulante e promotor da atividade microbiológica (MACHADO, 2024). A indústria de uso e comercialização do *Lithothamnium* sp. iniciou-se e desenvolveu-se na França a partir do final da Segunda Guerra Mundial (MELO; MOURA, 2009).

As demandas da agricultura vêm recorrendo a práticas sustentáveis e uso de recursos naturais provenientes do fundo do mar para enfrentar desafios do setor de fertilizantes, a fim de melhorar a produtividade. Um exemplo disso é o uso do *Lithothamnium calcareum*, um biomineral marinho que tem sido incorporado à adubação vegetal. (VIEIRA, 2016). Em conformidade com a Instrução Normativa nº 39 de 8 de agosto de 2018, o gênero *Lithothamnium* sp., pertencente às algas marinhas vermelhas, constitui o único classificado na categoria de fertilizante mineral, considerando-se apenas sua fração mineral (BRASIL, 2018). Trata-se de uma alga com aspecto calcário, pois absorve o carbonato de cálcio e magnésio (MELO; MOURA, 2009).

Constituídas por carbonatos biogênicos de cálcio e magnésio, as algas fornecem macro e micronutrientes indispensáveis, que desempenham funções fisiológicas de grande importância para o desenvolvimento vegetativo das plantas. Essa composição natural as diferencia dos fertilizantes tradicionais (MACHADO, 2024). Segundo Ramos *et al.* (2023), o uso de *Lithothamnium* sp. como bioestimulante tem demonstrado melhorias significativas no crescimento vegetal, em variadas características biométricas das plantas.

O extrato de algas marinhas, quando utilizado juntamente com um sistema de irrigação na cultura da batata, potencializa a eficiência fotoquímica e reduz os efeitos do estresse hídrico, aumentando a produtividade decorrente do acúmulo e transporte de fotoassimilados pela planta de batata. (NUNES *et al.*, 2024). De acordo Backes *et al.* (2017), o extrato de alga influencia

o desenvolvimento vegetativo da batateira e possibilita a produção de tubérculos com maior diâmetro.

Os oligoelementos nas as algas calcárias, além do carbonato de cálcio e magnésio, proporcionam uma melhor condição no ambiente físico-químico das plantas (DIAS, 2000). O *Lithothamnium* sp. oferece eficácia comparável à do calcário dolomítico comercial na correção da acidez do solo e na saturação por bases, pois eleva os teores de cálcio e magnésio do sistema (MELO; FURTINI NETO, 2003). O cálcio fornecido pelas algas calcárias participa da formação das paredes celulares, da neutralização de ácidos orgânicos, da resistência tecidual e do desenvolvimento radicular (DIAS, 2000).

O *Lithothamnium* sp. se destaca como um recurso natural de origem marinha, com significativo potencial para uso na agricultura. Sua composição natural o diferencia dos fertilizantes convencionais, posicionando-o como uma opção viável e inovadora para atender às demandas da agricultura por soluções sustentáveis e eficazes, aproveitando os recursos provenientes do fundo do mar.

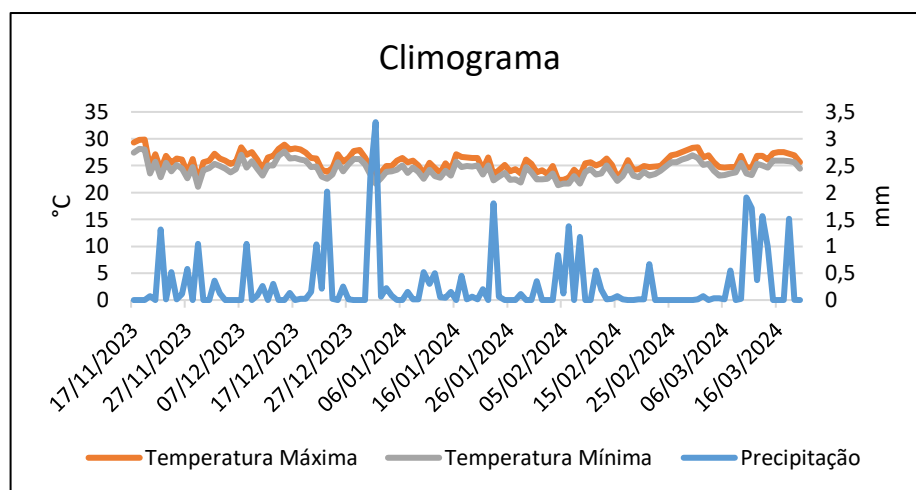
### 3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Esperança, situada no município de Nova Ponte, em Minas Gerais. A região possui clima tropical do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos. As atividades de campo tiveram início no dia 17 de novembro de 2023, com o plantio, e se estenderam até 20 de março de 2024, data da colheita. A dessecação da área foi realizada em 15 de fevereiro de 2024, marcando os 90 dias após o plantio (DAP).



**Figura 1.** Frente do experimento. Fonte: O autor, 2024.

Durante esse período, houve condições climáticas típicas de verão, com ocorrência de precipitação na maior parte dos dias (Figura 1). As médias das temperaturas máximas foram de 25,7 °C e das mínimas, de 24,3 °C, com precipitação total de 750 mm durante toda a condução do experimento. A temperatura média máxima foi de 29,8 °C no dia 19/11, e a mínima, de 21,7 °C no dia 29/11.



**Gráfico 1.** Precipitação, temperaturas máximas e mínimas registradas na região de Nova Ponte, durante a condução do experimento. Fonte: INMET, 2024.

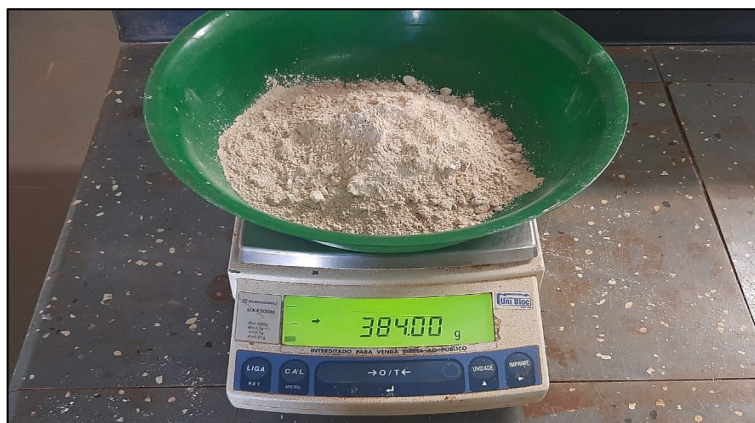
Os tratamentos utilizados, detalhados na Tabela 1, consistiram em diferentes dosagens dos produtos Lithoplus e Lithothop, aplicados nas quantidades de 10, 20, 30 e 40 kg ha<sup>-1</sup>. A primeira aplicação de *Lithothamnium* sp. foi realizada aos 28 DAP, e a segunda, aos 41 DAP. O tratamento controle foi absoluto, ou seja, sem qualquer tipo de fertilização. O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento, totalizando 30 parcelas experimentais.

**Tabela 1.** Tratamentos referentes aos tipos e doses de fertilizantes.

TRAT.	FERTILIZANTE	DOSE kg ha <sup>-1</sup>	ÉPOCA	FERTILIZANTE	DOSE kg ha <sup>-1</sup>	ÉPOCA
1	Testemunha	0	28 DAP	Testemunha	0	41 DAP
2	LITHOPLUS	10	28 DAP	LITHOTOP	10	41 DAP
3	LITHOPLUS	20	28 DAP	LITHOTOP	20	41 DAP
4	LITHOPLUS	30	28 DAP	LITHOTOP	30	41 DAP
5	LITHOPLUS	40	28 DAP	LITHOTOP	40	41 DAP



Fonte: O autor, 2024.



**Figura 2.** Pesagem fertilizante. Fonte: O autor, 2024.

Ambos os fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp. (Lithoplus e Lithotop) foram pesados em uma balança de precisão no Laboratório de Fitotecnia da UFU – campus Umuarama. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas seguindo o padrão e as recomendações técnicas da fazenda, indicadas pelo responsável técnico da área.



**Figura 3.** Medição (a) e identificação de parcela (b). Fonte: O autor, 2024.

A parcela foi constituída de 4 linhas, espaçadas entre si por 0,8 m, com 8 m de comprimento cada, totalizando 25,6 m<sup>2</sup>. Foi adotado, como parcela útil, as 2 linhas centrais e os 4 m centrais dessas linhas, totalizando 8 metros lineares de área útil em cada parcela.



**Figura 4.** Aplicação dos fertilizantes. Fonte: O autor, 2024.

As aplicações dos fertilizantes foram realizadas com um regador de metal com capacidade de 10 litros com vazão de 156,25 mL por segundo. A fertirrigação foi realizada diretamente na linha de plantio, sendo o volume por linha de 1250 mL, totalizando 5 litros por parcela.

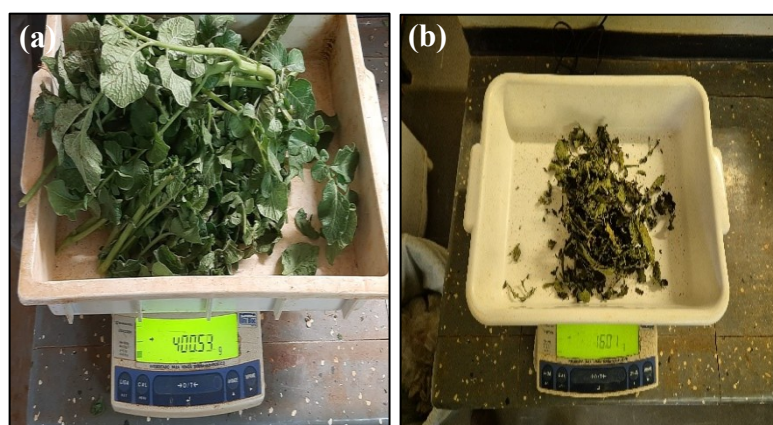
O controle fitossanitário e os demais tratos culturais ficaram sob responsabilidade do técnico da fazenda. A adubação de plantio da batata foi realizada com 1.407 kg ha<sup>-1</sup> do 04-28-08 e coberturas com Ureia 100 kg ha<sup>-1</sup>, Calimag 650 kg ha<sup>-1</sup>, KCl 200 kg ha<sup>-1</sup>, 09-00-24 500 kg ha<sup>-1</sup>, 04-28-08 1000 kg ha<sup>-1</sup>.

A fim de determinar o estado nutricional da planta via análise foliar, aos 56 DAP procedeu-se à coleta das folhas diagnósticas (3<sup>a</sup> folha do tufo apical, coletando 8 folhas por parcela e  $\pm$  30 dias após a emergência), seguindo os procedimentos metodológicos de Lorenzi *et al.* (1997). O material passou por análise nutricional, abrangendo nitrogênio, fósforo e potássio.

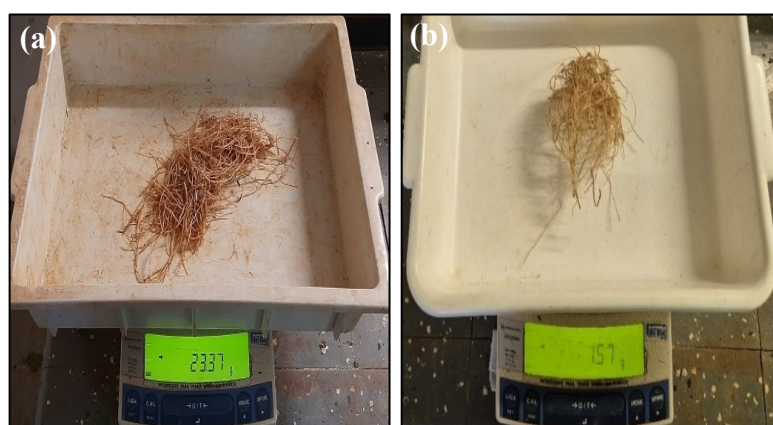
As amostras foram remetidas ao Laboratório Safrar, situado em Uberlândia-MG. A partir dos resultados obtidos, os estados nutricionais foram confrontados com as faixas consideradas adequadas, de acordo com Pauletti e Motta (2019). Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das plantas, duas plantas por parcela foram coletadas aos 41 e 56 dias após o plantio, sendo analisados os seguintes parâmetros:



**Figura 5.** Altura de maior haste (a) e número de tubérculos (b). Fonte: O autor, 2024.



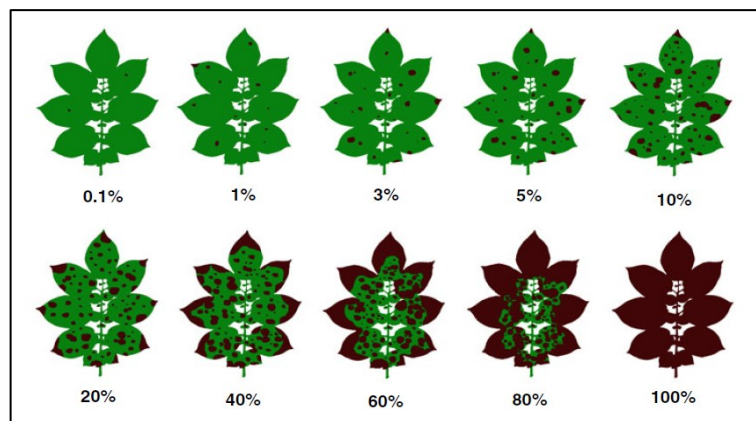
**Figura 6.** Peso de massa fresca (a), massa seca da parte aérea (b). Fonte: O autor, 2024.



**Figura 7.** Peso de massa fresca (a), massa seca de raiz (b). Fonte: O autor, 2024.

Também foi realizada análise da incidência e severidade da *Alternaria* spp. (Pinta Preta) aos 71 DAP para batata sequeiro. Nessa avaliação, foram consideradas as plantas da parcela útil, avaliadas quanto à severidade conforme escala diagramática proposta por Duarte *et al.* (2013).





**Figura 8.** Diagrama referência para avaliação de pinta-preta na cultura da batata. Fonte: Duarte et al. 2013.

A operação de colheita do experimento foi efetuada aos 125 DAP, 35 dias após a dessecação, de forma semi-mecanizada, com o uso de uma arracandeira. Após a colheita, procedeu-se à classificação dos tubérculos. A produtividade foi determinada a partir da pesagem dos tubérculos coletados de cada parcela, os quais foram classificados em: Especial (42-70 mm), Primeira (33-42 mm), Segunda (28-33 mm), Florão (>70 mm) e Descarte (tubérculos danificados), de acordo com classificação proposta por Almeida (2022). A classe Total é a soma de todas as classes, enquanto na Comercial subtrai-se a classe Descarte. Com base no peso das classes, estimou-se a produtividade em  $t\ ha^{-1}$ .



**Figura 9.** Colheita. Fonte: O autor, 2024.



**Figura 10.** Classificação e pesagem. Fonte: O autor, 2024.

A avaliação dos tubérculos ocorreu aos 125 DAP. Uma amostra contendo 30 tubérculos das classes Especial e Primeira foi levada e avaliada no Laboratório de Fitotecnia da UFU quanto à porcentagem de tubérculos com sintomas de doenças na casca e severidade dos sintomas por meio escala de notas citada por Granja, Hirano e Silva (2013) na qual: nota 1 = 0 a 3% com sintomas de lesão do patógeno, 2 = de 3 a 6%; 3 = acima de 6 a 13%; 4 = acima de 13 a 25% e 5 = acima de 25% da superfície atacada pelo patógeno em relação à superfície total do tubérculo.



**Figura 11.** Avaliação de doenças em tubérculos. Fonte: O Autor, 2024.

Para determinar a matéria seca dos tubérculos colhidos utilizou-se 3 tubérculos da classe Especial por parcela, cortados de forma regular e levados à estufa a 65°C até obtenção de peso constante.



**Figura 12.** Matéria fresca (a) e seca (b) dos tubérculos. Fonte: O autor, 2024.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F (Fisher de Snedecor) e à comparação de médias pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Para a característica de produtividade, optou-se pelo teste SNK ao nível de 10% de probabilidade.

Além disso, foi realizada análise de regressão para avaliar o comportamento das variáveis em função dos tratamentos aplicados. As interpretações estatísticas dos dados foram executadas com o auxílio do software estatístico R, versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2023).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do estado nutricional foliar realizada aos 56 DAP na cultivar Ágata, a partir da aplicação do *Lithothamnium* sp., evidencia na tabela 2, que em relação aos macronutrientes, as concentrações de nitrogênio, potássio e cálcio nas folhas de todos os tratamentos encontraram-se dentro da faixa de referência proposta por Pauletti e Motta (2019). O nutriente fósforo, em todos os teores encontrados nos cinco tratamentos, esteve relativamente acima da faixa de referência, em média,  $0,78 \text{ g kg}^{-1}$  a mais que o valor máximo proposto (Tabela 2).

Para o magnésio, a faixa de referência indica limites de 3 a  $12 \text{ g kg}^{-1}$ ; nesse caso, apenas os tratamentos 2 e 3 estavam abaixo do recomendado, porém com valores de teores próximos ao limite mínimo, de  $2,98$  e  $2,82 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. No entanto, de acordo com a faixa de referência da cultura da batata proposta por Martinez *et al.* (1999), o magnésio dos tratamentos 2 e 3 estariam dentro da faixa de referência (Tabela 2).

Em relação ao enxofre, todos os tratamentos e a testemunha mostraram valores dentro da faixa referencial de  $2,5$ - $5 \text{ g kg}^{-1}$ , exceto, o tratamento 3, que apresentou apenas  $1,60 \text{ g kg}^{-1}$  de enxofre nas folhas. O valor observado no tratamento 3 aos 56 DAP indica uma deficiência

causada pela falta do nutriente enxofre, que, por sua vez, pode afetar as folhas mais novas, apresentando coloração clorótica e com crescimento lento nas plantas de batata. (SORATTO; SILVA; FERNANDES, 2015).

Entretanto, os micronutrientes, manganês, zinco e boro apresentaram teores foliares acima da faixa de referência descrita por Lorenzi *et al.* (1997) para todos os tratamentos, incluindo a testemunha, indicando que o solo possui um baixo PH, contribuindo para o aumento da disponibilidade desses elementos na solução do solo (RAIJ *et al.*, 1997; FERNANDES, 2010). Já para o elemento cobre, exclusivamente a testemunha não atingiu o valor mínimo da faixa de referência do valor nutricional; os demais tratamentos apresentaram valores dentro do ideal. De acordo com Soratto *et al.* (2015), a deficiência de cobre pode ser notada nas folhas mais jovens, apresentando menor turgidez e sintomas de murcha.

Por fim, no nutriente ferro observou-se que apenas os tratamentos 2 e 3 estavam dentro da faixa de referência. As doses mais altas de *Lithothamnium* sp. (60 e 80 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente dos tratamentos 4 e 5, indicam que a maior quantidade de cálcio presente nos tratamentos pode ter influenciado na dinâmica do ferro na solução do solo. Em solos com maior teor de carbonato de cálcio, o ferro se converte para uma forma menos solúvel (MACHADO, 2024).

**Tabela 2.** Estado nutricional das plantas de batata a partir da análise foliar, cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp.

Tratamento kg ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g/kg						mg/kg				
<b>T1 = 0</b>	42,02	6,13	92,55	9,33	3,10	3,18	6,40	47,54	462,43	125,18	130,79
<b>T2 = 20</b>	40,39	5,50	84,03	11,10	2,98	2,60	12,70	64,16	463,84	126,24	136,54
<b>T3 = 40</b>	43,07	5,56	92,55	10,43	2,82	1,60	15,33	51,38	452,55	163,52	129,74
<b>T4 = 60</b>	41,32	5,70	84,03	11,24	3,15	2,91	13,22	41,15	434,21	128,37	133,77
<b>T5 = 80</b>	42,60	6,05	92,55	11,47	3,06	2,64	15,34	44,35	424,34	137,96	127,10
<b>Faixa de referência*</b>	40-60	2,5-5	40-115	7,5-20	3-12	2,5-5	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

\* Pauletti e Motta (2019).

Na primeira mensuração do crescimento vegetativo, aos 41 DAP, os tratamentos não apresentaram variação significativa em relação ao número e à altura das hastes (Tabela 3). Em contrapartida, verificou-se um aumento entre os tratamentos quanto à massa fresca e seca das

raízes e da parte aérea, indicando um efeito positivo dos fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp. no crescimento da cultura da batata, quando comparado com a testemunha (dose 0 kg ha<sup>-1</sup>).

O presente experimento evidenciou um aumento na massa fresca radicular, com o tratamento 2 alcançando 13,32 g, sendo 53% mais pesado que testemunha (8,68 g), enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 3). No que diz respeito à massa seca da raiz, os valores registrados no tratamento 2 foram semelhantes, do ponto de vista estatístico, aos do tratamento 4 (60 kg ha<sup>-1</sup>), e superiores ao tratamento 5 (80 kg ha<sup>-1</sup>), que teve 41% a menos de massa seca da raiz (Tabela 3).

No estudo de Negreiros (2015), também foi observado um efeito positivo em relação ao crescimento vegetativo e desenvolvimento das raízes na cultura do melão; o uso de *Lithothamnium* sp. possibilitou melhor desempenho e qualidade dessa hortaliça com dose de 1 kg ha<sup>-1</sup>.

Em relação à massa fresca e seca da parte aérea, o tratamento 2 teve destaque mais uma vez, obtendo valores superiores aos da testemunha, sendo aproximadamente 55% mais pesado em ambas as variáveis (Tabela 3). Contudo, para a massa fresca, os resultados do tratamento 2 foram estatisticamente equivalentes aos do tratamento 3, enquanto para a massa seca, o tratamento 2 mostrou desempenho similar ao do tratamento 4 (Tabela 3).

Portanto, para o experimento da batata, esses resultados mostram uma influência positiva dos insumos à base de *Lithothamnium* sp. no desenvolvimento inicial das plantas, bem como, maior enraizamento em relação à testemunha. De acordo com Melo e Furtini Neto (2003), o fator que explica o desempenho melhor das plantas que recebem *Lithothamnium* sp. está ligado ao seu efeito de neutralização da acidez do solo, o que torna evidente a melhora na disponibilidade de nutrientes. Isso ocorre porque há um aumento na absorção desses elementos pelas raízes, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

**Tabela 3.** Avaliação do crescimento vegetativo aos 41 dias após o plantio de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp.

Tratamento kg ha <sup>-1</sup>	Número de hastes	Tamanho da haste (cm)	Massa fresca da raiz (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa fresca da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
<b>T1 = 0</b>	4 a	61,41 a	8,68 b	0,82 cb	255,61 b	21,21 b
<b>T2 = 20</b>	5 a	59,33 a	13,32 a	1,24 a	395,82 a	33,02 a
<b>T3 = 40</b>	5 a	61,74 a	10,78 ab	1,14 ba	362,49 a	28,82 ab
<b>T4 = 60</b>	5 a	63,89 a	11,69 ab	1,26 a	343,26 ab	30,64 a



<b>T5 = 80</b>	4 a	58,10 a	10,85 ab	0,73 c	225,91 ab	25,94 ab
<b>CV (%)</b>	22,51	9,02	18,91	18,06	15,26	16,24

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação realizada aos 56 DAP (Tabela 4), foi possível observar certa semelhança com os dados da primeira avaliação (Tabela 3), pois também não houve diferenciação no tamanho da haste entre os tratamentos. No entanto, novamente, a massa fresca e seca das raízes e da parte aérea das plantas apresentou valores expressivamente superiores em comparação à testemunha, sem diferenças marcantes entre as doses (Tabela 4).

Portanto, os resultados encontrados para o crescimento vegetativo para a cultivar Ágata (Tabelas 3 e 4) podem ser explicados pela presença de cálcio e magnésio fornecidos pelo *Lithothamnium* sp., que favorecem o desenvolvimento radicular e o crescimento vegetativo (MELO; FURTINI NETO, 2003).

Nesse sentido, é provável que o cálcio proveniente do *Lithothamnium* sp. tenha influenciado maior estruturação da planta de batata, aumentando o peso da massa fresca e seca da raiz e da parte aérea em todos os tratamentos que receberam doses do fertilizante (Tabela 3 e 4). Esse nutriente tem grande participação da composição da parede celular, além de melhorar o ambiente físico químico do solo, possibilitando maior crescimento das raízes devido à redução da toxicidade causada pelo alumínio (DIAS, 2000).

No trabalho realizado por Amatussi et al. (2020) constatou-se semelhança nos dados encontrados, pois o uso do *Lithothamnium* sp. na cultura do tomate proporcionou maior enraizamento, crescimento de planta e produtividade reforçando a similaridade com os dados encontrados na batata.

**Tabela 4.** Avaliação do crescimento vegetativo aos 56 dias após o plantio de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp.

<b>Tratamento</b> kg ha <sup>-1</sup>	<b>Tamanho da</b> <b>haste (cm)</b>	<b>Massa fresca</b> <b>raiz (g)</b>	<b>Massa seca</b> <b>raiz (g)</b>	<b>Massa fresca da</b> <b>parte aérea (g)</b>	<b>Massa seca da</b> <b>parte aérea (g)</b>
<b>T1 = 0</b>	81,97 a	8,84 b	1,25 b	649,08 b	66,16 c
<b>T2 = 20</b>	83,87 a	12,44 a	1,57 a	865,32 a	96,69 a
<b>T3 = 40</b>	83,83 a	12,73 a	1,59 a	722,77 ab	76,55 bc
<b>T4 = 60</b>	82,90 a	12,18 a	1,54 ab	808,94 a	87,00 ab
<b>T5 = 80</b>	81,60 a	12,13 a	1,45 ab	828,53 a	78,73 bc

CV (%)	4,00	14,97	11,58	10,95	11,36
--------	------	-------	-------	-------	-------

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação a avaliação aos 71 DAP (Tabela 5), analisou a incidência (porcentagem de plantas infectadas) e severidade (porcentagem de doença na folha) de pinta preta (*Alternaria* spp.), verificou-se que, para incidência, o tratamento 2 apresentou o maior valor, sendo 44%, seguido pelo tratamento 5, testemunha e os tratamentos 3 e 4, com 39, 35, 34 e 33%, respectivamente.

Entretanto, no que diz respeito à severidade, conforme escala diagramática proposta por Duarte *et al.* (2013) (Figura 8), a testemunha e o tratamento 2 apresentaram 3% de severidade, sendo os maiores valores observados. Os demais tratamentos apenas com 1%. Ainda assim, todos tratamentos apresentaram baixa severidade da doença, de acordo com o diagrama de Duarte *et al.* (2013).

Portanto, o estado nutricional das plantas está diretamente ligado às reações fisiológicas do metabolismo; o aumento da respiração, da permeabilidade celular e da translocação de nutrientes favorece a disponibilidade desses compostos aos patógenos (MALLMANN, 2001).

O *Lithothamnium* sp. pode ter melhorado o ambiente de cultivo da batata, possivelmente contribuindo diretamente no processo fisiológico das plantas. Observando os dados da tabela 5 verifica-se que houve baixa incidência e severidade da doença nos tratamentos que receberam aplicação dos fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp., especialmente nos tratamentos 3, 4 e 5. De acordo com Ramos *et al.* (2023) o *Lithothamnium* sp., por ser uma fonte natural de cálcio, magnésio e micronutrientes, pode contribuir para a ativação de mecanismos de defesa.

Segundo Mallmann (2001), baixos teores de cálcio favorecem o surgimento de doenças ao aumentar o fluxo de compostos do citoplasma e comprometer a parede celular, facilitando a ação de enzimas como a galacturonase, que é inibida pelo cálcio. Entretanto, é possível verificar uma baixa interação da doença na tabela 5, indicando um bom estado nutricional das plantas, principalmente as que receberam maiores doses de *Lithothamnium* sp. (entre 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup>).

Em suma, tanto a incidência quanto a severidade não foram altas, o que também pode ser explicado pelo fato de que surgimento de doenças normalmente ocorre com maior intensidade e severidade nas últimas semanas do ciclo. De acordo com Pereira e Daniels (2003) *apud* Amaral *et al.* (2012), as doenças fúngicas geralmente se manifestam no final do ciclo.

Nesse sentido, foi prevista uma nova análise 15 dias após a primeira, aos 86 DAP. No entanto, nessa ocasião, 100% das plantas apresentavam pouca ou nenhuma parte aérea

remanescente, o que inviabilizou uma análise mais precisa. Vale lembrar que, nesse período, ocorreu alta pluviosidade (Gráfico 1).

**Tabela 5.** Porcentagem da Incidência e severidade de Pinta Preta, de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp. 71 DAP.

Avaliação foliar aos 71 DAP		
Tratamento (kg ha <sup>-1</sup> )	Incidência (%)	Severidade (%)
T1 = 0	35	3
T2 = 20	44	3
T3 = 40	34	1
T4 = 60	33	1
T5 = 80	39	1

Com relação à produtividade, nas classes Especial, TCM (Especial + Primeira) e Total Comercial, a dose intermediária de 40 kg ha<sup>-1</sup> (Tratamento 3) proporcionou a maior produtividade, menor média de descarte em relação à dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> (tratamento 4) e, ainda, similaridade entre as demais na classe Florão. Nas classes de maior valor comercial (Especial e Primeira), a testemunha apresentou desempenho inferior em comparação a todos os tratamentos, evidenciando um efeito benéfico dos fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp. sobre a produtividade (Tabela 6).

De modo geral, em estudos similares com *Lithothamnium* sp., observou-se aumento de produtividade melhora de diversas características biométricas, destacando o seu efeito positivo. Esse fato é relatado por diferentes autores, como Franco (2017), que obteve maior incremento na massa de frutos, massa de polpa, sólidos solúveis, espessura de casca e diâmetro de caule na cultura da melancia.

Negreiros (2015) observou que, na cultura do melão, o uso de *Lithothamnium* sp. teve impacto positivo na produtividade e resultou em frutos com maior espessura de casca. Fernandes *et al.* (2002) constataram aumento no vigor, peso de frutos e no desenvolvimento das plantas de pimentão com a adição de *Lithothamnium* sp. ao húmus de minhoca.

**Tabela 6.** Produtividade de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp., Especial + Primeira (TCM), total comercial (Total Com).

Doses		Classes (t ha-1)					
(kg ha <sup>-1</sup> )	Especial	Primeira	TCM	Segunda	Florão	Total Com	Descarte

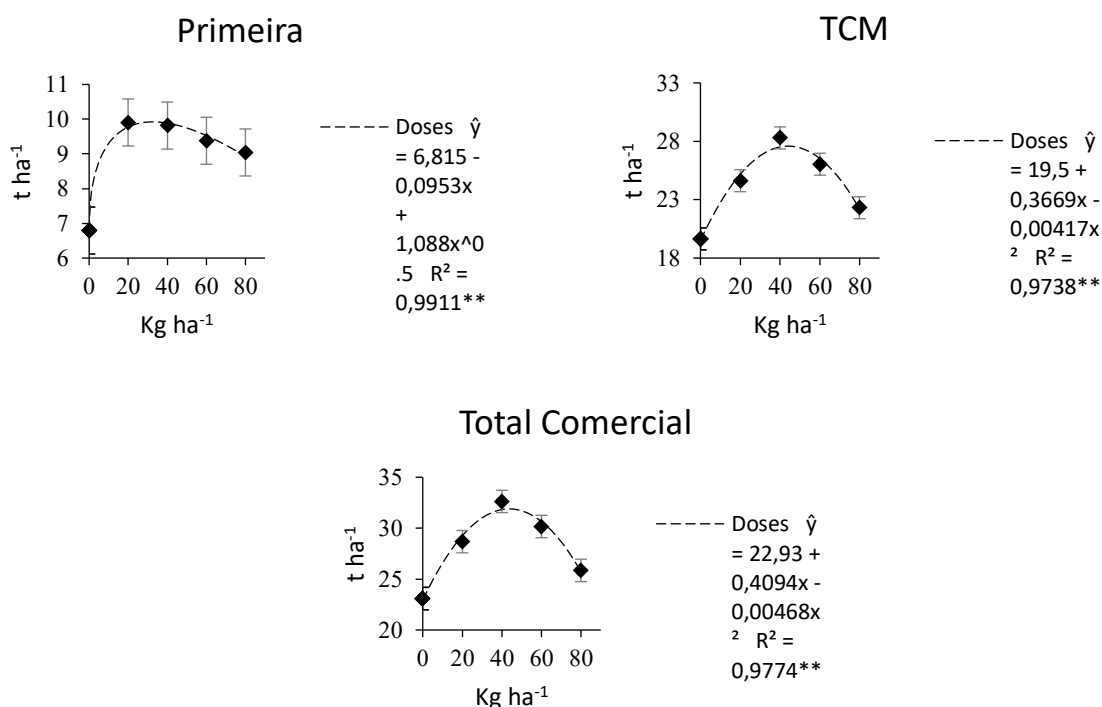
<b>T1 = 0</b>	12,85 d	6,79 b	19,65 d	1,85 a	1,59 ab	23,09 d	1,95 b
<b>T2 = 20</b>	14,72 c	9,91 a	24,62 b	2,77 a	1,28 b	28,68 b	1,92 c
<b>T3 = 40</b>	18,47 a	9,82 a	28,29 a	2,73 a	1,61 ab	32,62 a	2,39 b
<b>T4 = 60</b>	16,66 b	9,38 a	26,04 b	1,96 a	2,17 a	30,16 b	3,81 a
<b>T5 = 80</b>	13,27 d	9,04 a	22,31 c	1,94 a	1,60 ab	25,85 c	2,52 b
<b>CV%</b>	8,44	13,05	6,74	27,58	26,75	6,78	37,4
<b>P-valor</b>	0,001	0,004	0,001	0,066	0,072	0,001	0,036

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste SNK ao nível de 10%. P-valor: probabilidade atribuída ao teste F da ANOVA. R versão 4.3.2.

A análise de regressão é uma ferramenta importante que tem como finalidade avaliar e quantificar a relação entre variáveis. Para o experimento, foi adotado o uso da regressão quadrática, a fim de avaliar o ponto máximo e mínimo das principais classes de batata. Nas classes Primeira, TCM e Total Comercial, observam-se diferentes pontos máximos estimados de produtividade (Figura 13).

Na classe Primeira, são produzidas 9,923 t ha<sup>-1</sup> ao aplicar 32,61 kg ha<sup>-1</sup> dos fertilizantes à base de *Lithothamnium* sp., (Lithoplus + Lithotop). Na classe TCM a dose de 44,05 kg ha<sup>-1</sup> proporciona um ápice de 27,58 t ha<sup>-1</sup> (Figura 13). Por fim, na produção/classe Total Comercial estima-se máximas 31,89 t ha<sup>-1</sup> com o uso de 43,75 kg ha<sup>-1</sup>.

**Figura 13.** Modelos ajustados relacionados às principais classes de batata cv. Ágata em sistema sequeiro fertilizada com produto à base da alga marinha *Lithothamnium* sp.



$\hat{Y}$ : estimativa de produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ).  $R^2$ : coeficiente de ajuste do modelo estatístico.

Esses resultados mostram que as batatas de maior valor de mercado, Especial e Primeira, assim como a produtividade total, têm melhor dose por volta de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tratamento 3). As doses mais elevadas de *Lithothamnium sp.* resultaram, de modo geral, em menor desempenho agrônomo, o que pode estar associado ao excesso de cálcio no meio edáfico.

Esse desequilíbrio pode ocasionar antagonismo iônico, reduzindo a absorção de magnésio e potássio, que são macronutrientes essenciais envolvidos diretamente na produtividade e qualidade fisiológica dos tubérculos. Segundo Soraes (1975), há um antagonismo marcante entre os cátions cálcio, magnésio e potássio, de forma que o aumento da concentração de um deles no solo pode prejudicar a absorção dos outros pelas plantas.

Vale destacar que as produtividades, em geral, foram baixas, o que pode ser explicado pelas condições ambientais adversas, bem como a alta pluviosidade durante o experimento, no qual houve precipitação total de 750 mm (Figura 1). A necessidade hídrica ao longo do ciclo fenológico da cultura da batata varia entre 250 e 550 mm, dependendo das condições edafoclimáticas e do manejo adotado (ADAMA, 2022).

**Tabela 7.** Porcentagem Matéria seca dos tubérculos aos 125 dias após o plantio

Tratamento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Matéria seca dos tubérculos (%)
T1 = 0	11,87
T2 = 20	11,61
T3 = 40	11,50
T4 = 60	11,62
T5 = 80	11,54

No que diz respeito às análises dos tubérculos colhidos quanto à matéria seca, não houve diferença entre os tratamentos, tendo em média 11,63%. Esse valor está dentro do esperado para a cultivar Ágata. Entretanto, a média encontrada está um pouco abaixo do valor da matéria seca encontrada no estudo de Fernandes (2010), que foi de 14,1%.

**Tabela 8.** Avaliação dos tubérculos com sintomas de doenças na casca.

Tratamento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Incidência (%)	Severidade
	Avaliação dos tubérculos aos 125 DAP	
T1 = 0	41,34	1

<b>T2 = 20</b>	40,00	1
<b>T3 = 40</b>	51,34	1
<b>T4 = 60</b>	54,00	1
<b>T5 = 80</b>	39,32	1

---

Para a porcentagem de tubérculos com incidência (sintomas de doenças na casca) e a severidade desses sintomas, também não houve diferença entre os tratamentos, tendo em média 45% de tubérculos com sintomas de uma ou mais doenças. O mesmo ocorreu para severidade, também sem diferença entre os tratamentos e com média muito baixa, sendo todos tratamentos classificados com nota 1, ou seja, menos de 3% da área do tubérculo afetada (GRANJA; HIRANO; SILVA, 2013).

Os dados obtidos contribuem para aprofundar o estudo acerca do uso de *Lithothamnium* sp. na cultura da batata. Porém, são necessárias mais pesquisas para ampliar a compreensão dos efeitos que seu uso pode gerar nessa cultura. Portanto, é necessária uma investigação mais aprofundada sobre esse gênero de alga marinha, com a finalidade de consolidar o *Lithothamnium* sp. como uma alternativa viável e sustentável para o uso agrônomo.

## 5 CONCLUSÃO

Os fertilizantes à base da alga marinha *Lithothamnium* sp. influenciam o crescimento da planta de batata, proporcionando maior desenvolvimento das raízes e da parte aérea, além de reduzir a severidade de pinta preta. Também favorecem uma maior produtividade e a produção de tubérculos de classes de maior valor comercial (Especial e Primeira).

O tratamento 2 proporcionou um maior desenvolvimento vegetativo, tanto na massa fresca quanto na massa seca das raízes e da parte aérea. O tratamento 3 promoveu os melhores valores para a produtividade, especificamente a dose de 43,75 kg ha<sup>-1</sup> para a classe total comercial (Total Com).

## REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. **Micronutrientes**. In: NOVAIS, R. F. et al. (org.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: SBCS/UFV, 2007. p. 645–736.
- ADAMA (ed.). **Cultura da batata: tudo o que você precisa saber**. 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/cultura-da-batata/>. Acesso em: 18 abr. 2025.
- ALMEIDA, Maikon Douglas Ribeiro. **FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NO PLANTIO E COBERTURA EM BATATA**. 2022. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- ALVES, F. M.; FERREIRA, M. G.; NICK, C. **Batata do plantio à colheita**. Universidade Federal de Viçosa, 2015. Disponível em: <https://design.jet.com.br/editoraufv/documentos/Batata%20do%20plantio%20%C3%A0%20colheita.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2025.
- AMATUSSI, J. O.; MÓGOR, A. F.; MÓGOR, G.; LARA, G. B. de. Novo uso de algas calcárias como bioestimulante vegetal. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 3, p. 2023-2030, 2020.
- BACKES, C.; BÔAS, R. L. V.; SANTOS, A. J. M.; RIBON, A. A.; BARDIVIESSO, D. M. Aplicação foliar de extrato de alga na cultura da batata. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p.53-57, out./dez. 2017.ISSN 2358-6303
- BRASIL. Instrução Normativa nº 39, de 8 de agosto de 2018. Dispõe sobre as regras para produção, registro, comercialização e uso de fertilizantes minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 ago. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-39-2018-fert-minerais-versao-publicada-dou-10-8-18.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- DECHEN, A. R.; DEON, M. D.; CARMELLO, Q. A. C. Adubação com hora marcada. **Batata Show**, Itapetininga, SP, n. 15, p. 14, ago. 2006. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista/edicao-15/>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- DIAS, Gilberto. Granulados bioclásticos: algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, p. 307-318, 2000.
- DO AMARAL, Adans Oliveira et al. **A viabilidade econômica da cultura da batata**. CEP, v. 95070, p. 560, 2012.
- DO NASCIMENTO, Ronaldo et al. Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 364-369, 2009.
- DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; JÚNIOR, A. F. N.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Development and validation of a set

of standard area diagrams to estimate severity of potato early blight. **Eur J Plant Pathol**, v. 137, p. 249-257, 2013.

EMBRAPA. Como plantar batata. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/como-plantar>. Acesso em: 21 abr. 2025.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. **Nutrição mineral, calagem e adubação da batateira**. Botucatu: FEPAF; Itapetininga: ABBA, 2012. 121 p.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; SILVA, B. L.; SOUZA-SCHLICK, G. D. de. Produtividade e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de inverno. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 502–508, 2011.

FERNANDES, A.M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)** 2010. 158f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP, Botucatu, 2010.

FERNANDES, D. L. et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de pimentão, sob diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 1-4, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. 2008. Novo Manual de Olericultura: **agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Viçosa: UFV, 421 p.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: **agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ed. Viçosa: UFV, 2003, 412 p.

FONTES, P.C.R. Preparo do solo, nutrição mineral e adubação. In: REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Coord.). **Produção de batata**. Brasília, DF: Linha Gráfica, 1987. P. 40-56.

FRANCO, José Edvaldo Amorim. **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELANCIA EM SOLO SOB APLICAÇÃO DE LITHOTHAMNIUM E COBERTURA MORTA**. 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina-Pi, 2017.

GRANJA, Newton do P; HIRANO, Elcio; SILVA, Giovani O da. Metodologia para avaliação do índice de severidade de doença em amostras de tubérculos de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 520-521, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362013000400002>.

GUIMARÃES, João Paulo Apolinário. **Desenvolvimento, produtividade e qualidade de tubérculos de batata, cultivar Jelly, sob adubação com fertilizantes organominerais líquidos**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Estatística da produção agrícola. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Em março, **IBGE prevê safra de 327,6 milhões de toneladas para 2025**. 11 abr. 2025. Disponível em:



<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/43098-em-marco-ibge-preve-safra-de-327-6-milhoes-de-toneladas-para-2025>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LOBATO, Bras. Santa Ágata. **Revista Batata Show**, edição 17, p. 43, 2007. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista/edicao-17/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LOPES, Carlos Alberto; BUSO, José Amauri (org.). **A cultura da batata**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 187 p. (Coleção Plantar, 42). ISBN 85-7383-067-0.

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P. A.; MIRANDA FILHO, H. S.; RAIJ, B.van. 1997. **Raízes e tubérculos**. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas. p. 221-229. (Boletim Técnico, 100).

MACHADO, Anderson Wolf. Ferro - **tudo o que você precisa saber sobre este adubo**. Agrolink, 2024. Disponível em: [https://www.google.com/search?q=https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/ferro--tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-esteadubo\\_467530.html](https://www.google.com/search?q=https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes/ferro--tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-esteadubo_467530.html). Acesso em: 14 fev. 2025.

MACHADO, Anderson Wolf. **Fertilizantes com algas: Lithothamnium**. Agrolink, 23 out. 2024. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-com-algas--lithothamnium-\\_457493.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-com-algas--lithothamnium-_457493.html). Acesso em: 23 abr. 2025.

MACHADO, Anderson Wolf. **Lithothamnium – Fertilizantes com algas marinhas**. Agrolink, 23 out. 2024. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-com-algas--lithothamnium-\\_457493.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/fertilizantes-com-algas--lithothamnium-_457493.html). Acesso em: 16 fev. 2025.

MALLMANN, Nicolau. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no Centro-Oeste Paranaense**. 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

MELO, Paulo César de; FURTINI NETO, Antonio Eduardo. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 508-519, 2003.

MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.99-107, 2009.

NEGREIROS, Andréia Mitsa Paiva. **Crescimento, produção e qualidade do melão produzido sob Lithothamnium**. 2015.

NUNES, G. F.; MOREIRA, L. G.; DINIZ, N. M.; JACINTO, A. C. P.; PRADO, J. R. do; CHARLO, H. C. de O.; CASTELLI, R. Seaweed extract-based fertilizer and water stress on

potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 48, 2024, p. 1-42. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/vBshCYTJz6tyvMcGs46YGYK/?lang=en>

NUNES, José Luis da Silva. **Importância da cultura da batata**. Agrolink, 2020. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/batata/informacoes-da-cultura/informacoes-gerais/importancia-da-cultura-da-batata\\_438196.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/batata/informacoes-da-cultura/informacoes-gerais/importancia-da-cultura-da-batata_438196.html). Acesso em: 07 jan. 2025.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: **Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NEPAR-SCS)**, 2019. 289 p.

PEETEN, M. G.; FOLKERTSMA, S.; SCHIPPER, J. K.; BAARVELD, H. R.; KLEIN, S. **Catálogo Holandês de Variedades de Batata**. Haia: NIVAP, 2011. 285 p.

PEREIRA, Arione da Silva; DANIELS, Júlio. **O Cultivo da Batata na Região Sul do Brasil**. 1ª. ed. Brasília, Embrapa, 2003.

PINTO, C. A. B. P.; TEIXEIRA, A. L.; NEDER, D. G.; ARAÚJO, R. R.; SOARES, A. R. O.; RIBEIRO, G. H. M. R.; LEPRE, A. L. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 399–405, 2010.

R CORE TEAM. R: **O Projeto R para Computação Estatística**. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 18 jun. 2024.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, Elmo Pereira de et al. Lithothamnion sp. como bioestimulante no cultivo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, e76273, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/76273/40212>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SEEDNews. **Segundo o Diretor-Geral da FAO, QU Dongyu, é possível dobrar a produção global de batata em 10 anos**. 31 maio 2022. Disponível em: <https://seednews.com.br/linha-verde/1784-segundo-o-diretor-geral-da-fao-qu-dongyu-e-possivel-dobrar-a-producao-global-de-batata-em-10-anos>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SHIMOYAMA, Natalino. Mudanças no consumo. Revista Cultivar HF, Itapetininga: **Associação Brasileira da Batata**, n. 94, out./nov. 2019. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/wp-content/uploads/2019/11/94-Mudan%C3%A7as-no-Consumo.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V.; ALVARENGA, M. A. R. Efeito residual da adubação da batata sobre a produção do milho-verde em cultivo sucessivo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, nº11, p. 2151–2155. 2000.

SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F. Industrialização. In: SILVA, G. O.; LOPES, C. A. **Sistema de produção da batata**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 164-165. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028425/1/SistemadeProducao-da-Batata.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SILVA, Giovani Olegário da; LOPES, Carlos Alberto. **Sistema de produção da batata**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028425/1/SistemadeProducaoBatata.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SILVA, Jarbas dos Reis. **Fertilizantes organominerais associados a cálcio em cultivo de batateira Ágata**. Uberlândia, MG, 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia.

SOARES, Edmir. **Influência da relação entre teores trocáveis de cálcio e magnésio do solo na absorção de potássio pelo centeio (Secale cereale L.)**. 1975. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975. doi:10.11606/D.11.1975.tde-20240301-153701. Acesso em: 2025-04-30.

SORATTO, R. P.; SILVA, G. O.; FERNANDES, A. M. **Sistema de produção da batata**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 252 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028425/1/SistemadeProducaoBatata.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N. & OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. et al., ed. **Fertilidade do solo**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.206-268.

TAVARES DE MELO, P. C.; PRADO GRANJA, N. do; MIRANDA FILHO, H. da S.; SUGAWARA, A. C.; FERREIRA DE OLIVEIRA, R. Análise do crescimento da cultivar de batata “Ágata”. **Revista Batata Show**, edição 8, p. 16, 2003.

VIEIRA, Cibele. Agricultura adota suplementos minerais marinhos. **Revista Cultivar**, 18 out. 2016. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/agricultura-adota-suplementos-minerais-marinhos>. Acesso em: 23 abr. 2025.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S., ed. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p. 299-322.

YAMAMOTO, Euriann Lopes Marques et al. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, n. 2, p. 6, 2011.

ZHOU, L; UM, T-H; MA, M-M; ZHANG, R-F; SUN, Q-H; XU, Y-W. 2019. Nutritional evaluation of different cultivars of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from China by grey relational analysis (GRA) and its application in potato steamed bread making. **Journal of Integrative Agriculture** 18(1): 231–245.