



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MAIKON DOUGLAS RIBEIRO ALMEIDA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NO PLANTIO E  
COBERTURA EM BATATA

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2022

MAIKON DOUGLAS RIBEIRO ALMEIDA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NO PLANTIO E  
COBERTURA EM BATATA

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2022

MAIKON DOUGLAS RIBEIRO ALMEIDA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS GRANULADOS NO PLANTIO E  
COBERTURA EM BATATA

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em: 18 de março de 2022.

Prof. Dra. Renata Castoldi

UFU – Uberlândia MG

Prof. Dr. Wedisson Oliveira Santos

UFU – Uberlândia MG

Prof. Dr. Fabiano Guimarães Silva

IFGoiano – Rio Verde GO

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

A447 2022	<p>Almeida, Maikon Douglas Ribeiro, 1994- Fertilizantes organominerais granulados no plantio e cobertura em batata [recurso eletrônico] / Maikon Douglas Ribeiro Almeida. - 2022.</p> <p>Orientador: José Magno Queiroz Luz. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.190">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.190</a> Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Agronomia. I. Luz, José Magno Queiroz, 1967-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Agronomia. III. Título.</p> <p>CDU: 631</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppga.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 010/2022, PPGAGRO				
Data:	Dezoito de março de dois mil e vinte e dois.	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	19:00
Matrícula do Discente:	12112AGR009				
Nome do Discente:	Maikon Douglas Ribeiro Almeida				
Título do Trabalho:	Fertilizantes organominerais granulados no plantio e cobertura em batata				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Renata Castoldi - UFU; Wedisson Oliveira Santos - UFU; Fabiano Guimarães Silva - IFGoiano; José Magno Queiroz Luz - UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. José Magno Queiroz Luz, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **José Magno Queiroz Luz, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/03/2022, às 19:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Castoldi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/03/2022, às 19:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wedisson Oliveira Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/03/2022, às 19:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiano Guimarães Silva, Usuário Externo**, em 23/03/2022, às 07:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3420741** e o código CRC **DBD72BA3**.

*A Deus em primeiro lugar*

*Aos meus pais e irmãs*

*À família e amigos.*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus por todo o cuidado e bênçãos derramadas.

A minha mãe Euvânia pela fé e imenso apoio, sendo a maior referência de resiliência.

As minhas irmãs Ketlen, Thaís e Lorrane, meus sobrinhos e toda a família pela torcida.

Ao meu padrasto Adeilson que sempre confiou e indicou que seguisse este caminho.

Aos meus avós Beni, Elza e João (*in memoriam*) que são exemplos de superação de vida.

Aos meus amigos Wanderson, Rosana, Larissa, Heliomar e Juliana.

Aos membros do GEPOM, que ajudaram na condução do experimento.

À Agrícola Wehrmann pela concessão de área e de todo suporte necessário.

À AgroCP por disponibilizar o fertilizante organomineral e prestar assistência.

Ao professor José Magno pela excelente orientação, possibilitando esta meta acadêmica.

À secretaria, coordenação e professores do Programa pelas contribuições.

À CAPES pela concessão de bolsa e fomento em pesquisa.

À banca composta por excelentes profissionais.

Muito obrigado!

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”

— Simone de Beauvoir.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Cultura da batata .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Funcionamento e metabolismo .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. Cultivar Agata.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3. Cultivar Atlantic .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Demanda nutricional .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Fertilizantes organominerais .....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Local e características gerais .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Delineamento experimental.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Condução .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4. Características avaliadas.....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Análise estatística .....</b>	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Cultivar Agata .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.1. Aspectos Nutricionais .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.2. Crescimento e fisiologia.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.3. Produtividade.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Cultivar Atlantic .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.1. Aspectos de nutrição.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2. Crescimento e fisiologia.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.3. Produtividade e sólidos solúveis .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. Abordagem geral.....</b>	<b>31</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Composição química e nutricional de tubérculos de batata sob a referência de quantidade em 100 g com casca. ....	3
<b>TABELA 2.</b> Faixas de suficiência nutricional para teores foliares de nutrientes na cultura da batata. ....	8
<b>TABELA 3.</b> Características químicas dos solos das áreas experimentais. ....	14
<b>TABELA 4.</b> Adubações de plantio e cobertura, formulados e doses relacionadas aos tratamentos para as duas cultivares, de acordo com a recomendação técnica, Cristalina GO. ....	14
<b>TABELA 5.</b> Médias do estado nutricional em folhas para N, P e K, com os tecidos vegetais amostrados aos 48 DAP e do índice relativo de clorofila (SPAD) de batata, cv. Agata. ....	19
<b>TABELA 6.</b> Médias das variáveis de crescimento da batata, cv. Agata: número de tubérculos por planta (NT), número de hastes por planta (NH), comprimento da maior haste (CH), massa fresca de tubérculos (MFT) e a massa seca de hastes (MSH), folhas (MSF), tubérculos (MST) e da planta inteira (MSTotal). ....	20
<b>TABELA 7.</b> Médias de fisiologia para transpiração e fotossíntese de batata, cv. Agata. ....	22
<b>TABELA 8.</b> Médias da classificação e produtividade de batatas, cv. Agata. ....	24
<b>TABELA 9.</b> Médias de produtividade do Descarte e da porcentagem da classe Especial de batatas, cv. Agata. ....	25
<b>TABELA 10.</b> Médias do estado nutricional em folhas para N, P e K, com os tecidos vegetais amostrados aos 48 DAP e do índice relativo de clorofila (SPAD) de batata, cv. Atlantic. ....	26
<b>TABELA 11.</b> Médias das variáveis de crescimento da batata, cv. Atlantic: número de tubérculos por planta (NT), número de hastes por planta (NH), comprimento da maior haste (CH), massa fresca de tubérculos (MFT) e a massa seca de hastes (MSH), folhas (MSF), tubérculos (MST) e da planta inteira (MSTotal). ....	27
<b>TABELA 12.</b> Médias de fisiologia para transpiração e fotossíntese de batata, cv. Atlantic. ....	28
<b>TABELA 13.</b> Médias da classificação e produtividade de batatas, cv. Atlantic. ....	29
<b>TABELA 14.</b> Médias de produtividade do Descarte e da porcentagem da classe Especial de batatas, cv. Atlantic. ....	30
<b>TABELA 15.</b> Médias dos teores de sólidos solúveis de batatas, cv. Atlantic. ....	31

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1.</b> Climograma do município de Cristalina GO (Climatempo, 2021). .....	13
<b>FIGURA 2.</b> Classes de batatas Agata utilizadas em pós-colheita na Agrícola Wehrmann .....	16
<b>FIGURA 3.</b> Classes de batatas Atlantic utilizadas em pós-colheita na Agrícola Wehrmann.....	17

## RESUMO

RIBEIRO ALMEIDA, Maikon Douglas. **Fertilizantes organominerais granulados no plantio e cobertura em batata**. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.<sup>1</sup>

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é, entre as olerícolas, a cultura mais importante no Brasil e no mundo, estando entre os alimentos mais consumidos. Os fertilizantes são preponderantes para conseguir altas produtividades, sendo plantas altamente exigentes em nutrientes. Os fertilizantes organominerais crescem no mercado, promovendo efeitos benéficos à agricultura, economia e meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do fertilizante organomineral granulado no desenvolvimento, produtividade e qualidade da cultura da batata, nas cultivares Agata e Atlantic. Dois experimentos com mesmo o arranjo, porém com duas cultivares distintas (Agata e Atlantic), foram implantados em Cristalina GO, no período típico de outono-inverno, em latossolo vermelho distrófico de textura argilosa. Os tratamentos consistiram de: 100, 75 e 50% da dose recomendada de fertilizante mineral; 100, 75 e 50% da dose recomendada do fertilizante organomineral e uma testemunha (sem adubação). Foram avaliados: diagnose foliar aos 48 DAP; índice relativo de clorofila (SPAD); características de crescimento e desenvolvimento: número de tubérculos e hastes, comprimento da maior haste, massa fresca de tubérculos e massa seca de hastes, folhas, tubérculos e total; parâmetros fisiológicos de transpiração e fotossíntese; produtividade entre classes e total; e teor de sólidos solúveis para Atlantic. Após análise de variância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Na cultivar Agata os teores foliares de N, P e K ficaram dentro ou ligeiramente acima da faixa ideal, com menores valores de K para 50% organomineral em relação à testemunha. Não houve diferença em relação à clorofila. A adubação com 100% organomineral proporcionou melhor crescimento vegetativo da parte aérea, tubérculos e massa seca. Na produtividade total, a dose de 100% organomineral não diferiu da 100% mineral e 75% organomineral. Essa última proporcionou maior porcentagem da classe Especial, de maior valor comercial, em relação a 100% mineral. Para a Atlantic os níveis de N, P e K nas folhas se encontraram na idealidade e não diferiram. Também não houve diferença para o índice SPAD. A adubação 75% organomineral foi proporcional a 100% mineral para as variáveis de crescimento, exceto em relação à massa seca de hastes. As adubações 100 e 75% organomineral foram similares a 100% mineral para produtividade da classe Especial, assim como para a total, pois para esta as médias dos tratamentos foram iguais. Houve maior porcentagem de classe Especial quando aplicado 100% organomineral e na ausência de adubação. Nas duas cultivares as maiores doses de adubações reduziu a taxa de transpiração e fotossíntese devido ao estresse salino. O teor de sólidos solúveis para a cultivar Atlantic, bem como a produtividade das classes Primeira, Segunda e Descarte de ambas as cultivares não foram influenciadas pelas diferentes fontes e doses de fertilizantes. A adubação com 75% organomineral proporcionou crescimento, desenvolvimento e produtividade similares ao 100% mineral para as cultivares Agata e Atlantic, sendo viável sua utilização, enquanto maiores reduções podem comprometê-las. A adubação 100% organomineral proporcionou os maiores rendimentos.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L., fertilizantes, organomineral granulado, Agata, Atlantic.

<sup>1</sup> Orientador: José Magno Queiroz Luz - UFU.

## ABSTRACT

RIBEIRO ALMEIDA, Maikon Douglas. **Granulated organomineral fertilizers in potato planting and covering**. Dissertation (Master's degree in Agronomy) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022, 60 p.<sup>1</sup>

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is, among the vegetable crops, the most important crop in Brazil and in the world, being among the most consumed foods. Fertilizers are essential to achieve high yields, as plants are highly demanding in terms of nutrients. Organomineral fertilizers grow in the market, promoting beneficial effects on agriculture, economy and the environment. The objective of this work was to evaluate the influence of granulated organomineral fertilizer on the development, productivity and quality of the potato crop, in cultivars Agata and Atlantic. Two experiments with the same arrangement, but with two different cultivars (Agata and Atlantic), were implanted in Cristalina GO, in the typical autumn-winter period, in dystrophic red latosols with a clayey texture. The treatments consisted of: 100, 75 and 50% of the recommended dose of mineral fertilizer; 100, 75 and 50% of the recommended dose of the organomineral fertilizer and a control (without fertilization). The following were evaluated: foliar diagnosis at 48 days after planting; relative chlorophyll index (SPAD); growth and development characteristics: number of tubers and stems, length of the longest stem, fresh mass of tubers and dry mass of stems, leaves, tubers and total; physiological parameters of transpiration and photosynthesis; productivity between classes and total; and soluble solids content for Atlantic. After analysis of variance, the means were compared using the Tukey test ( $P < 0.05$ ). In the cultivar Agata, leaf N, P and K levels were within or slightly above the ideal range, with lower K values for 50% organomineral in relation to the control. There was no difference in relation to chlorophyll. Fertilization with 100% organomineral provided better vegetative growth of shoots, tubers and dry mass. In terms of total productivity, the dose of 100% organomineral did not differ from 100% mineral and 75% organomineral. The latter provided a higher percentage of the Special class, with higher commercial value, in relation to 100% mineral. For Atlantic, the N, P and K levels in the leaves were ideal and did not differ. There was also no difference for the SPAD index. The 75% organomineral fertilization was proportional to 100% mineral for the growth variables, except for stem dry mass. Fertilizations 100 and 75% organomineral were similar to 100% mineral for productivity of the Special class, as well as for the total, because for this the averages of the treatments were the same. There was a higher percentage of Special class when 100% organomineral was applied and in the absence of fertilization. In both cultivars, the highest doses of fertilization reduced the rate of transpiration and photosynthesis due to saline stress. The soluble solids content for the Atlantic cultivar, as well as the productivity of the First, Second and Discard classes of both cultivars were not influenced by the different sources and doses of fertilizers. Fertilizing with 75% organomineral provided growth, development and productivity similar to 100% mineral for cultivars Agata and Atlantic, making its use viable, while greater reductions can compromise them. The 100% organomineral fertilization provided the highest yields.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L., fertilizers, granulated organomineral, Agata, Atlantic.

<sup>1</sup> Advisor: José Magno Queiroz Luz - UFU.

## 1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é, entre as olerícolas, a cultura mais importante no Brasil e no mundo, devido ao seu cultivo complexo, ciclo curto e produtividade elevada (FILGUEIRA, 2008). Ocupa o quarto lugar entre os alimentos mais consumidos no mundo, sendo superada apenas pelos cereais: arroz, trigo e milho (LIANG et al., 2019).

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2021), em 2020 foram produzidas 359,07 milhões de t de batata em todo o mundo, cultivadas em cerca de 16,5 milhões ha. Nesse mesmo ano o Brasil produziu 3,76 milhões de t em 117,25 mil ha de solo. A produtividade brasileira de 32,06 t ha<sup>-1</sup> foi maior que a média mundial, totalizada em 21,76 t ha<sup>-1</sup>.

O cultivo de batata no Brasil apresenta dois segmentos principais: o mercado de consumo fresco e a indústria. O segmento industrial segue em dois tipos que são a batata para chips e a batata pré-frita congelada, principalmente em forma de palito.

Dentre os componentes para se conseguir altas produtividades na cultura, porém que encarecem o produto final estão os fertilizantes. Segundo Filgueira (2008), a adubação é um dos principais fatores que influenciam na produtividade e, dentre as hortaliças, a batata é considerada uma das espécies mais exigentes em adubação, sendo essa prática essencial na determinação da qualidade e quantidade de tubérculos produzidos.

Pinheiro et al. (2022) relatam que a pandemia pelo vírus da COVID-19 provocou o fechamento de diversos terminais portuários em todo o mundo, a falta de contêineres em países exportadores, além de problematizar toda a cadeia de importações, inferindo diretamente na economia brasileira devido ao aumento do dólar e, consequentemente, no encarecimento dos custos de fretes internacionais para os fertilizantes.

Avanços tecnológicos e científicos estão permitindo, ao longo dos tempos, que altas produtividades sejam atingidas concomitantes à diminuição da necessidade de fertilizantes minerais e ainda viáveis financeiramente para os produtores, com bons rendimentos (Pramanick et al., 2017).

Visando otimizar a produção de batatas e aumentar a eficiência do uso de nutrientes, é necessário o estudo para cada cultivar individualmente e em seu ambiente de cultivo, podendo assim, obter informações sobre o acúmulo de nutriente pela cultura, e com isso otimizar o uso de fertilizantes (FERNANDES et al., 2011). Outro aspecto que deve ser lavado em consideração é o tipo de fertilizante e sua formulação, podendo ser orgânico, mineral e organomineral com nutrientes isolados, de combinação em mistura de grânulos ou ainda em mistura granulada.

Fertilizantes orgânicos apresentam como principal desvantagem a baixa concentração de nutrientes, o que acarretará na aplicação de uma elevada quantidade para atender a demanda das plantas (MALAVOLTA et al., 2002). Porém, se torna uma opção viável ao solo quando é utilizada uma fonte orgânica em junção com os minerais, principalmente por causa da fração orgânica, à qual possibilita a melhora localizada nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (Oliveira, 2018). Nesse contexto, os fertilizantes organominerais são combinações de fontes orgânicas enriquecidas com fertilizantes minerais em proporções que atendem as exigências legais (BRASIL, 2009).

Pela maior sustentabilidade e da importância desse termo cada vez mais recorrente, os fertilizantes organominerais, que utilizam de fontes orgânicas em sua composição, crescem na agricultura devido ao aproveitamento e a reutilização de resíduos, promovendo efeitos benéficos à produção agrícola, à economia e ao meio ambiente (CORRÊA et al., 2016).

A redução da lixiviação, a liberação gradual de nutrientes e a maior disponibilidade de P são as principais vantagens que os fertilizantes organominerais oferecem (Silva; Lana, 2018), salvo as exceções de produtos e/ou fatores que estão envolvidos na inibição de seus efeitos.

Na perspectiva de aumentar a eficiência no suprimento de nutrientes através do manejo da adubação, do entendimento da dinâmica nutricional e do uso de novas alternativas frente ao uso corriqueiro de fertilizantes exclusivamente minerais, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do fertilizante organomineral granulado no desenvolvimento, produtividade e qualidade da cultura da batata, cultivares Agata e Atlantic, nas condições de Cristalina GO.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cultura da batata

A batata é uma solanácea anual e dicotiledônea de ciclo curto, com centro de origem próximo à Cordilheira dos Andes no continente sul-americano. A subespécie spp. *tuberosum* se espalhou por todo o mundo, sendo melhorada. Os 4 estádios de desenvolvimento sequenciais, iniciando pela semeadura, se dividem com a emergência (1), início da tuberização (2), enchimento dos tubérculos (3) e maturação (4) (FILGUEIRA, 2008).

A olerícola se tornou uma das principais culturas alimentares no globo, juntamente com arroz, trigo, milho e soja (Navarre; Pavék, 2014), sendo destinada ao mercado como vegetal fresca para indústria de chips e de pré-fritas, e para batata-semente, em 65, 15, 12 e 8%, respectivamente (Associação Brasileira da Batata - ABBA, 2021a). As cultivares mais utilizadas nos sistemas de produção são: Agata, Cupido, Asterix, Atlantic e Markies, representando, nesta ordem, 50, 20, 12, 7 e 2% (RIBEIRO et al., 2017).

Para a alimentação humana a batata é considerada um alimento completo, já que possui concentrações equilibradas e relevantes de carboidratos, nutrientes minerais, proteínas e vitaminas (Tabela 1). Também é uma cultura importante para produção de amido (Ellis et al. 1998), o que propicia outros usos e subprodutos.

**Tabela 1.** Composição química e nutricional de tubérculos de batata sob a referência de quantidade em 100 g com casca.

Componentes	Quantidade
Água	79,40 %
Carboidrato	17,60 %
Proteínas	1,80 %
Sais	1,10 %
Gorduras	0,10 %
Calorias	78,50 Kc
Vitamina A	45 UI
Vitamina B1 (tiamina)	165 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	320 mg
Vitamina B5 (niacina)	1 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	15 mg

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2021a).

A produção mundial em 2020 foi de 359,07 milhões de t de batata, cultivadas em cerca de



16,5 milhões ha. O Brasil produziu 3,76 milhões de t em 117,25 mil ha de solo. A produtividade brasileira de 32,06 t ha<sup>-1</sup> foi maior que a média mundial, totalizada em 21,76 t ha<sup>-1</sup>, conforme relatórios da FAO (2021). Em relação aos estados, Minas Gerais (32,44%), Paraná (20,24%) e São Paulo (17,59%) são os principais produtores nacionais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2021).

A bataticultura gera divisas para o país, com impactos socioeconômicos como a geração de empregos. Aproximadamente 2 mil produtores geram mais 30 mil postos de trabalho diretos e indiretos (RAMPAZZO, 2020).

Em relação ao comércio, Rampazzo (2020) pontua que o baixo poder de compra da população brasileira induz à retração no mercado, assim como as importações, a baixa exigência em qualidade e em características intrínsecas das cultivares. Melhorar a apresentação dos produtos, incluir a rastreabilidade e investir em marcas, poderiam amenizar o problema e ainda aumentar o consumo *per capita*, beneficiando toda a cadeia de produção, como ocorre em outros países, especialmente os mais desenvolvidos.

### **2.1.1. Funcionamento e metalismo**

Órgãos que sintetizam fotoassimilados nas plantas são chamados de fonte, sendo mais relevantes as folhas que realizam a quase totalidade da fotossíntese na planta. Já o local onde os assimilados se acumulam é chamado de dreno (VENKATESWARLU; VISPERAS, 1987). Caso o dreno apresente baixa capacidade, o rendimento final tende a ser pequeno, mas, mesmo que a capacidade dele seja alta, não haverá garantias de elevados rendimentos se a capacidade da fonte for baixa (LI et al., 2016).

Os tubérculos são os órgãos de rendimento na cultura da batata, que se formam em um tipo de caule como dreno subterrâneo, denominados estolões, se desenvolvendo em condições favoráveis (FERNIE; WILLMITZER, 2001). A formação do estolão, a expansão dos seus ápices, a indução ao alargamento do tubérculo e o armazenamento de reservas como amido e proteínas compõem suas etapas de formação (Viola et al., 2001).

A batata é uma planta C3, o que implica dizer que as folhas fornecem os nutrientes para o crescimento e expansão de tubérculos, ainda que os tecidos foliares sejam os sítios receptores de estímulos do ambiente. As folhas se desenvolvem nas hastes emitidas a partir dos estolões, permitindo a produção a fotossíntese e a energia necessária para as plantas. O aumento da taxa de tuberização induz a redução da expansão de folhas novas e senescência das mais velhas (CASTRO; CAMPOS, 2020).

O processo de tuberização é regulado pela ação de fitormônios e influenciado por fatores ambientais, fisiológicos e genéticos (NOOKARAJU et al., 2012), como o fotoperíodo, temperatura e aumento de citocinina e ácido jasmônico (CASTRO; CAMPOS, 2020).

Os dias curtos, temperaturas amenas e alta luminosidade induzem as folhas a emitirem um sinal aos estolões para iniciar a tuberização (HANNAPEL et al., 2017). Tang et al. (2018) relatam que as cultivares modernas têm o desenvolvimento ideal quando submetidas à temperaturas em torno de 20 °C, com janela de 5° acima para o crescimento da parte aérea e 5° abaixo para a produção de tubérculos.

A batata apresenta uma maior sensibilidade ao estresse hídrico, principalmente durante a fase de enchimento de tubérculos, quando a absorção de água é primordial (SINGH, 1969). A falta de água pode diminuir a taxa de fotossíntese, a área foliar, o número de tubérculos por haste e o peso médio dos tubérculos, podendo reduzir, também, a produtividade (IERNA; MAUROMICALE, 2006).

Mesmo com aproximadamente 4.000 variedades no mundo (ZAHEER; AKHTAR, 2016), há uma carência de cultivares adaptadas às condições ambientais brasileiras e também adequadas às exigências das indústrias. Cultivares europeias ou norte-americanas são utilizadas no sistema de produção nacional (BRAUN et al., 2010).

Com todas as mudanças tecnológicas e avanços na produção de batata-semente, o Brasil ainda depende da importação, oriunda em sua maioria da Europa Ocidental e da América do Norte, os quais oferecem alta qualidade genética de tubérculos (SILVA, 2017). De tal forma, Calori et al. (2014) associam o fato ao baixo rendimento com o desenvolvimento de 3 a 11 tubérculos por planta somados ao baixo nível de tecnificação nacional e carência de investimentos para esta finalidade.

Diante das condições climáticas do país, é possível cultivar a batata durante todos os meses do ano, dependendo da região, podendo ter até três safras, sendo elas: safra da seca (janeiro a março); safra de inverno (maio a julho); e safra das águas (agosto a novembro), sendo que esta última corresponde por cerca de 50% da produção brasileira total (MIRANDA et al., 2003). Não obstante, é comum a produção em duas safras, sendo a de inverno (maio a setembro) e a de águas (outubro a fevereiro) (CARDOSO et al., 2015).

Além da grande influência do ambiente sobre as características fenotípicas da batata (TILLAULT; YEVTUSHENKO, 2019), as novas demandas da rede *fast-food* têm alterado os padrões do consumo, substituindo o fresco para as batatas processadas (AMADO et al., 2014).

Características como alta taxa de crescimento associada à produtividade, ciclo curto e baixa eficiência na absorção de nutrientes do solo fazem com que a cultura da batata seja muito exigente nutricionalmente (SORATTO et al., 2017). De fato, em solos de baixa fertilidade pode-se consumir

até cerca de 8 a 10 vezes mais fertilizantes no cultivo de batata comparado à graníferas tradicionais.

Diante das preocupações atuais com os sistemas produtivos, é altamente desejável a busca por alternativas que cumpram as premissas do desenvolvimento sustentável, idealmente atendendo aos seus vieses econômico, social ou ambiental (MALAQUIAS et al., 2017).

### **2.1.2. Cultivar Agata**

A cultivar holandesa Agata (Búhm52/72 x Sirco) é própria para consumo fresco, sendo consistente quando cozida e pouca esporádica ao enegrecimento após cozinhar. Apresenta maturação precoce a muito precoce com dormência curta até semi longa. Possui baixo teor de matéria seca, tubérculos grandes de forma oval e uniforme, pele amarela com tendência lisa, polpa amarela clara e olhos superficiais. Apresenta potencial de atingir altas produtividades com tendência de uniformidade e alta resistência ao escurecimento por impacto. A planta apresenta porte baixo, hastes finas na cor verde e com pouca floração, com tuberização precoce, por volta de 35 DAP - dias após o plantio (RIBEIRO et al., 2017; ABBA, 2021b).

A Agata é suscetível a infecções foliares pelo patógeno *Phytophthora infestans*, mas é moderadamente resistente a infecções nos tubérculos; moderadamente resistente ao vírus do enrolamento-da-folha, bastante suscetível ao vírus X e bastante resistente ao vírus Yn; imune a verrugose; resistente à nematoide de cisto Ro1; e bastante suscetível à sarna comum (ABBA, 2021b).

### **2.1.3. Cultivar Atlantic**

A cultivar Atlantic (Wauseon x B5141-6) é de origem estadunidense e tem qualidade específica para processamento na forma de rodela fritas ou chips. Possui potencial de alto rendimento e elevado teor de matéria seca. Os tubérculos são ovais-arredondados, com película branca e meio áspera, polpa branca, olhos pouco-profundos. A planta tem porte médio a alto, de hábito vertical, hastes vigorosas e flores arroxeadas. Em relação à fitossanidade, é muito susceptível à requeima, ao vírus Y, à murchadeira e ao coração oco. É pouco susceptível à sarna comum (ABBA, 2021c; ABBA, 2021d).

## **2.2. Demanda nutricional**

Para Fernandes et al. (2015) a produção de batatas exige grande quantidade de nutrientes por conta do alto rendimento imposto e do seu ciclo curto, enquanto Misgina et al. (2016) menciona

que o manejo nutricional na agricultura de forma mais assertiva é essencial para obtenção de altos rendimentos e da boa qualidade de produtos.

As principais funções das raízes são relacionadas à absorção de água e nutrientes. O provimento dos nutrientes vai influenciar as dimensões e a morfologia do sistema radicular (DREW, 1975). Mais especificamente, Sattelmacher et al. (1993) mencionam que esse efeito vai depender do nutriente em questão, dos teores e da faixa considerada, dos métodos de aplicação e ainda das condições do ambiente.

Fatores externos influenciam diretamente a extração de nutrientes, como a época de plantio, luminosidade, umidade e temperatura, relacionando-se às características genéticas, ciclo e idade. Se torna essencial conhecer as características das cultivares para manejo adequado da adubação (FERNANDES et al., 2011), considerando ainda as necessidades nutricionais mais altas da batata (VAN NIEKERK et al., 2016), inclusive supracitadas.

O N é um nutriente essencial diretamente relacionado no que diz respeito à produtividade e qualidade, sendo imprescindível para uma produção agrícola e sua qualidade (MEISE et al., 2017). O N influencia a formação de área foliar, tempo da vida ativa, teor de clorofila, tamanho e tempo de formação dos tubérculos e na produtividade da batata (Goffart et al., 2008), justamente por estruturar proteínas e cloroplastos (MENGEL et al., 2001).

Sendo assim o N interfere diretamente no processo fotossintético, devido à participação na clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2004). Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) representam as principais formas disponíveis de N às plantas (BRAUN et al., 2013).

O P é essencial para as plantas e na cultura da batata pode influenciar no tamanho, peso, quantidade de matéria seca e teores de amido, ou seja, sobre qualidade do produto (Rosen et al., 2014). Esse elemento é absorvido como ortofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) e apresenta elevada mobilidade na planta.

A síntese de fotoassimilados, alocação de C em carboidratos, translocação de nutrientes e a conservação e transferência de energia representam as principais funções de P (Shen et al., 2011), enquanto sua deficiência reduz a fotossíntese e, consequentemente a produtividade vegetal (TAROUCO et al., 2021).

Para López-Arredondo et al. (2014) a indisponibilidade de P é comum nos solos tropicais brasileiros, típicos de Cerrado e geralmente ácidos, pois complexos estáveis com cátions de cálcio, magnésio, alumínio, ferro e minerais argilosos podem ser formados, tornando-o facilmente imóvel, entretanto isso varia de acordo com as áreas de cultivo, os quais podem apresentar uma fertilidade mais elevada e/ou adquirida ao longo dos anos.

No Cerrado brasileiro a sua limitação de P reduz a produtividade das culturas (LIMA et al.,

2007). Na contramão, grande quantidade é necessária para produção de batata, pois ela possui alta demanda e baixa eficiência na absorção (DECHASSA et al., 2003).

O K é outro nutriente essencial e crítico, absorvido como cátion monovalente ( $K^+$ ), sendo responsável pela atividade de enzimas, translocação de assimilados, síntese de nitrogênio e de amido, sendo móvel na planta e no solo. É exigido em altas quantidades pela batata (WESTERMANN et al., 1994).

O K é responsável por estabelecer o potencial osmótico necessário para transportar sacarose aos tubérculos (CAKMAK et al., 1994) e mantém a fotossíntese para que ocorra a difusão de  $CO_2$ . (TRÄNKNER et al., 2018). Desta forma, sua deficiência restringe a formação de amido, induz o acúmulo de sacarose nas folhas e remete sobre a qualidade final (KOCH et al., 2019).

De acordo com Fernandes e Soratto (2012), a quantidade de macronutrientes primários a serem extraídos do solo para que uma tonelada de batata seja produzida está entre 2,4 - 8,2 de N, 0,3 - 1,2 kg de P e 3,7 - 13,3 kg de K. A absorção de K pode exceder a de N numa relação de 1,5:1 nos tubérculos de batata com alta produtividade (ALLISON et al. 2011). Ainda assim, o N é o nutriente mais limitante na produção, seguido pelo P, ficando à dependência das disponibilidades do solo (TAROUCO et al., 2021).

Na partição dos elementos, teores próximos a 78% de P, 68% de K e 65% de N absorvidos pelas plantas são alocados nos tubérculos. Considerando o ciclo entre 90 a 110 dias, a absorção máxima de N e P ocorre entre 45 a 70 DAP, enquanto K é majoritariamente absorvido entre 40 a 60 dias (EMBRAPA, 2021b).

Com relação aos teores de nutrientes nas folhas, a literatura de Prezoti e Martins (2013) traz como referência o estado nutricional ideal para faixa de suficiência, com valores médios de macro e micronutrientes considerados adequados para a cultura da batata (Tabela 2).

**Tabela 2.** Faixas de suficiência nutricional para teores foliares de nutrientes na cultura da batata.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
<b>Faixa ideal*</b>	40-50	2,5-5,0	40-65	10-20	30-50	2,5-5	25-50	7-20	50-100	30-250	20-60

\*Fonte: Prezoti e Martins (2013).

A época de maior demanda por macronutrientes, conforme estudos realizados por Fernandes et al. (2011) ocorre na fase inicial de enchimento dos tubérculos (42 a 70 DAP). O acúmulo pode variar pela época de safra em  $K > N > P$  ou  $N > K > P$  (Yorinori, 2003), dependendo também do cultivar.

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (2020),

os custos de produção envolvendo os fertilizantes na bataticultura podem ser superiores a 19%, os quais vão depender da variedade, do local de cultivo e das condições ambientais responsáveis. Vale ressaltar que a atual valorização do dólar e o cenário global de pandemia pela covid-19, devem impactar em até 30% os custos gerais de produção, com insumos agrícolas tidos como indispensáveis cada vez mais onerosos (AGROLINK, 2020).

### **2.3. Fertilizantes organominerais**

Visando otimizar a produção de batatas e aumentar a eficiência de uso de nutrientes, é necessário o estudo para cada cultivar em seu ambiente de cultivo, podendo assim, obter informações sobre o acúmulo de nutriente pela cultura, e com isso otimizar o uso de fertilizantes (FERNANDES et al., 2011). Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o tipo de fertilizante e sua formulação, podendo ser orgânico, mineral e organomineral com nutrientes isolados ou em combinação de nutrientes em grânulos misturados em uma só embalagem ou ainda em mistura granulada.

A matéria orgânica contém os nutrientes N, P e S, liberando-os gradativamente à medida que complexos são formados e as perdas minimizadas (ROYO, 2010), mas os fertilizantes orgânicos podem ser vistos como um problema, devido à baixa concentração de nutrientes, o que acarretará na aplicação de elevadas quantidades para atender a demanda das plantas (MALAVOLTA et al., 2002).

Ainda assim, se torna uma opção viável quando é utilizada uma fonte orgânica em junção com os minerais, principalmente por causa da fração orgânica, à qual possibilita a melhora nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (OLIVEIRA, 2018). Nesse contexto, os fertilizantes organominerais são combinações de fontes orgânicas enriquecidas com nutrientes minerais em proporções que atendem as exigências da lei.

A Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 estabelece especificações de garantias, tolerâncias, requisitos para o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura (BRASIL, 2009).

Segundo o documento, o fertilizante organomineral deve apresentar mínimos: 8% de carbono orgânico; capacidade de troca catiônica de 80 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; 10% de macronutrientes primários isolados (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) ou em misturas; 5% de macronutrientes secundários e umidade máxima de 30%. Os granulados, conforme o capítulo III, deve atender à granulometria de peneiração, sendo retido mínimos 95% em 1 mm e 5% máximos em 4 mm (BRASIL, 2009).

Os fertilizantes na forma granulada podem ser obtidos pela inserção da mistura pronta em pó em um disco granulador para ganhar estrutura, seguida pela secagem em estufa de circulação forçada do ar a 65 °C por 24 h (FRAZÃO, 2013). A caracterização química desses fertilizantes deve seguir metodologias específicas.

Então, para a formulação desse tipo de fertilizante organomineral, os fertilizantes devem ser submetidos ao processo de granulação, secagem e padronização, independente da tecnologia empregada em cada etapa ou processo de desenvolvimento (BENITES et al., 2010).

Tejada et al. (2005) explicam que as aplicações de fertilizantes organominerais no solo são realizadas de duas formas: via formulação ou como mistura de fontes minerais e orgânicas. A redução da lixiviação, a liberação gradual de nutrientes e a maior disponibilidade de P são as principais vantagens que os fertilizantes organominerais oferecem (SILVA; LANA, 2018), salvo as exceções de produtos e/ou fatores que estão envolvidos na inibição de seus efeitos.

Além disso, tais produtos oferecem melhor desenvolvimento do sistema radicular, da retenção de água, diminuição da erosão, da acidificação do solo e da necessidade do uso de calcário, redução dos custos operacionais e, conseqüentemente, condicionando o aumento da microbiota do solo. Ao passar do tempo pode ocorrer o enriquecimento em fertilidade do solo e a diminuição das exigências em adubação (LEVRERO, 2009).

A matéria orgânica presente nos organominerais gera cargas negativas que aumentam a troca de cátions (CTC). Solos com baixos teores de matéria orgânica lixiviam nutrientes com mais facilidade, em vista disso a utilização de fertilizantes organominerais proporcionará ao solo maior capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas por lixiviação, e disponibilizando-os para as raízes das plantas (ROSSET, 2016). No decorrer do desenvolvimento das plantas ocorre uma progressiva solubilização desse tipo de fertilizante, ainda que ele apresente potencial químico reativo inferior ao mineral (KIEHL, 2008).

O conteúdo orgânico nos grânulos dos fertilizantes deve diminuir a lixiviação de N e de K devido à insolubilidade em água, complexar metais como Fe, Al e Mn (Leite; Galvão, 2008), e ainda, favorecer a adsorção de P pelas plantas, devido à competição pelos sítios com os ânions de ácidos orgânicos, diminuindo o processo natural de fixação de P lábil (CARMO et al., 2014; FERREIRA, 2014). A oferta de cargas negativas pode disponibilizar mais P, influenciando positivamente no crescimento vegetal (FRAZÃO, 2013).

No solo, biologicamente, os microrganismos quimioautotóxicos são beneficiados pela mineralização de N e S orgânico, enquanto os quimioheterotróficos através do fornecimento de C, energia e nutrientes das partículas orgânicas presentes nos fertilizantes que apresentam esta fonte. Já fisicamente, os organominerais melhoram a agregação do solo através da infiltração da água e

sua retenção, a porosidade, aeração e da densidade do solo (ARAÚJO, 2007).

Uma das frações da matéria orgânica presentes em fertilizantes organominerais, são as substâncias húmicas, que são compostos orgânicos que foram sintetizados a partir da decomposição por microrganismo. Tem por característica o melhor condicionamento da flora microbiana em torno do sistema radicular, melhorando na aeração do solo e retenção de água, além do poder de facilitar a liberação de nutrientes (SOUZA et al., 2006). Essas substâncias correspondem na maioria dos solos a 70 – 80% da matéria orgânica nas formas de ácidos húmicos, fúlvicos e humina, conforme a solubilidade diferencial em meios ácidos ou alcalinos (PRIMO et al., 2011).

Gradualmente na solução do solo, espera-se que ocorra a liberação de nutrientes conforme a demanda pelas plantas (Severino et al., 2004), inclusive dos micronutrientes que são complexados e ficam mais disponíveis (LEITE; GALVÃO, 2008). Assim, em todo o ciclo as necessidades da cultura tendem a serem supridas (Rodrigues, et al. 2015), como por exemplo na oferta de N de origem orgânica com alto residual, podendo diminuir a necessidade de cobertura e custos com mecanização, contrastando com o N de origem mineral (KIEHL, 1999).

O tempo para que ocorra a mineralização dos nutrientes contidos na matéria orgânica depende da relação C/N (Carbono-Nitrogênio), deste modo, quanto maior os teores de N, mais veloz será este processo, o qual irá disponibilizar os nutrientes para as culturas (KIEHL, 1985).

Royo (2010) descreve que os adubos organominerais são viáveis para os produtores, independentemente do poder aquisitivo, podendo apresentar maior rendimento em relação aos minerais devido aos menores custos, a depender dos percentuais de nutrientes. A explicação se dá principalmente pelas matérias-primas utilizadas e por apresentar uma relativa menor exigência de investimentos e construção de grandes infraestruturas para a produção dos produtos (OLIVEIRA et al., 2016).

Além do financeiro e o benefício químico, físico e biológico do solo, com maiores índices de nutrientes e matéria orgânica, a fonte organomineral é mais benéfica ao meio ambiente (Royo, 2010). O adubo é produzido a partir de resíduos orgânicos, restos de culturas e subprodutos das indústrias, como por exemplo: turfas, esterco, tortas, farinha de ossos, resíduos agroindustriais ou sucroalcooleiros (ROCHA et al., 2015). Sendo assim, reutiliza resíduos que são passivos ao meio ambiente, tornando-se sustentavelmente benéfico.

O uso de fertilizantes organominerais na olericultura carece de estudos, tendo poucos trabalhos relacionados. Todavia, Ferreira (2015) comparou a adubação mineral com a organomineral em batata, obtendo resultados favoráveis para a adubação organomineral quando se compara teor de matéria orgânica e condições químicas no solo após a colheita.



Quando se analisou os custos, Ferreira (2015) observou maior custo de aquisição do adubo organomineral em relação ao mineral, porém verificou-se que 75% ou mesmo 50% do organomineral tem estatisticamente o mesmo potencial de produtividade. Assim, constatou a ocorrência de um menor custo de transporte e distribuição do fertilizante.

Benites et al. (2010) estimaram que os organominerais representariam 25% do consumo nutricional em 2020, diminuindo a demanda brasileira pela importação de N, P e K do mercado externo. Por sua vez, Rocha et al. (2015) apontaram crescimento de 10% de aumento na comercialização na última década, estimadas em 3,4 milhões de t de fertilizantes organominerais oriundos de diversas matérias-primas.

De acordo com a fase de desenvolvimento da cultura as exigências nutricionais da batata variam, portanto, quando aplicado em doses ideais, o fertilizante organomineral tende a ser mais eficiente justamente por oferecer liberação mais gradual. Normalmente, a adubação organomineral é mais eficiente que a aplicação exclusiva com material orgânico ou mineral. A combinação dos dois tipos de adubos vem sendo praticada há décadas em algumas regiões, obtendo resultados bastante satisfatórios dentro da olericultura (LUZ et al., 2010), no entanto, os dois tipos de fertilizantes em um só produto são mais recente e ainda faltam pesquisas desse tipo de fertilizante em hortaliças dentre elas a batata.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

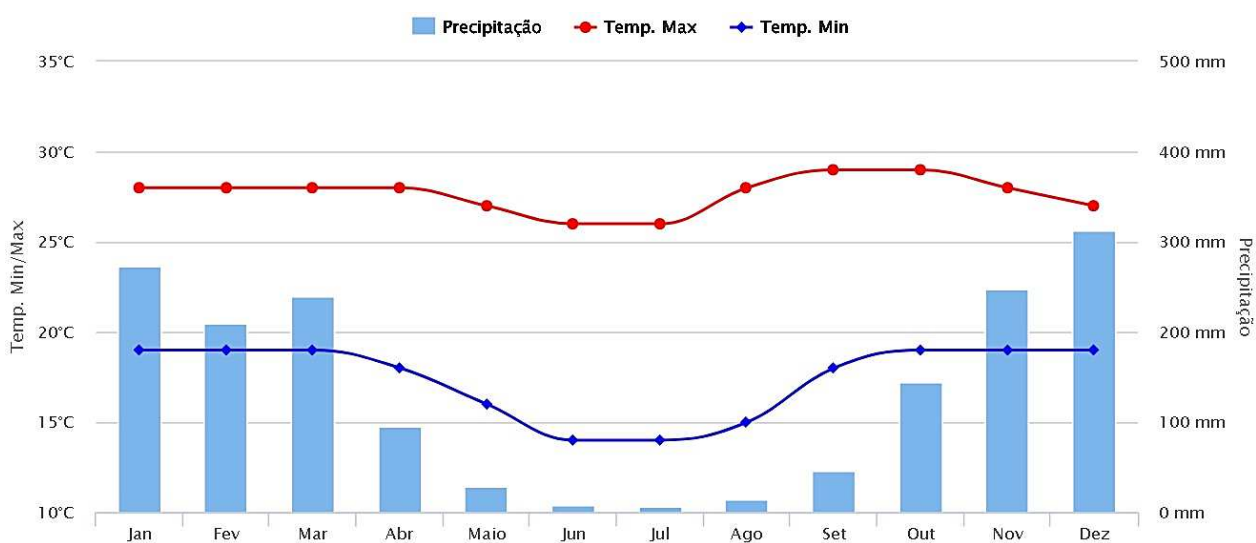
#### 3.1. Local e características gerais

Dois experimentos com mesmo arranjo, diferindo as cultivares, foram realizados em área de cultivo da empresa Agrícola Wehrmann, em Cristalina GO. A região apresenta clima do tipo Aw (tocante ao Cwa) de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, verão quente e úmido com inverno frio e seco. Ambos os ensaios foram conduzidos no ano de 2021 em período típico de outono-inverno, onde nas condições do Cerrado tem-se, em geral, baixa precipitação pluviométrica e temperaturas amenas.

O primeiro ensaio, com a variedade Agata, foi implantado na Fazenda Taboca (16°04'26,7" S; 47°20'21,2" W; 898 m de altitude). O experimento foi conduzido entre 28 de maio a 24 de setembro, plantio e colheita, respectivamente, com dessecação em 30 de agosto.

O segundo ensaio, com a variedade Atlantic, foi realizado na Fazenda Asa Branca (16°11'10,0" S; 47°31'12,8" W; 999 m de altitude). O experimento foi instalado em 28 de maio, e a colheita ocorreu em 08 de outubro do mesmo ano, sem a dessecação.

As condições e registros climáticos anual da região foram levantados (Figura 1).



**Figura 1.** Climograma do município de Cristalina GO (Climatempo, 2021).

Os solos das áreas de condução experimental são Latossolos Vermelhos distróficos (LVd), textura argilosa (Tabela 3). O preparo do solo da área foi realizado de acordo com o recomendado para o cultivo da batata, com uma aração seguida de gradagem niveladora com posterior abertura dos sulcos na profundidade de 15 cm, aproximadamente.

As adubações de plantio e cobertura relacionadas aos tratamentos foram estabelecidas de

acordo com recomendações técnicas de profissionais, considerando a fertilidade do solo das áreas cultivadas, o uso de fertirrigação e as exigências nutricionais das cultivares.

Foram utilizados para o cultivo de Agata e Atlantic, tubérculos-semente certificados de primeira geração, produzidos pela própria empresa.

**Tabela 3.** Características químicas dos solos das áreas experimentais.

Solo	pH	Fe	Cu	Zn	Mn	B	K	P	S	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	H+Al	MO	V
		mg dm <sup>-3</sup>								cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		dag kg <sup>-1</sup>		%	
A	5,24	24,49	1,58	3,00	14,18	0,91	155,20	9,90	18,67	2,59	0,52	7,90	4,39	2,30	43,54
B	6,27	44,18	5,44	27,40	28,96	0,74	95,53	125,22	7,85	3,76	1,07	8,91	3,83	3,61	56,62

A: área de Agata. B: área de Atlantic. pH: em água. P e K: Mehlich<sup>-1</sup>. Fe, Cu, Mn e Fe: DPTA em pH 7,3. Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. S-SO<sub>4</sub>: Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>. B: BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,125% à quente.

### 3.2. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de plantio espaçadas entre si por 0,8 m contendo 8,0 m de comprimento, totalizando 25,6 m<sup>2</sup>. O número de plantas totais e da unidade experimental variaram de acordo com o espaçamento entre plantas.

O espaçamento considerou as características de adensamento das cultivares e o tipo de batata-semente utilizado: II (diâmetro entre 40 e 50mm), conforme classificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (1987), perfazendo o intervalo de 27 cm (46.296,29 tubérculos ha<sup>-1</sup>) para a Agata e 31 cm (40.322,58 tubérculos ha<sup>-1</sup>) para a Atlantic, aproximadamente.

Os tratamentos 1, 2 e 3 corresponderam a 100, 75 e 50% da dose recomendada do fertilizante mineral, enquanto os tratamentos 4, 5 e 6 corresponderam similarmente às doses recomendadas, mas com organomineral, produzidos a partir de resíduos do processamento da celulose. O tratamento 7 compôs a testemunha: sem adubação, conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Adubações de plantio e cobertura, formulados e doses relacionadas aos tratamentos para as duas cultivares, de acordo com a recomendação técnica, Cristalina GO.

Tratamentos	Plantio			Cobertura			
	Formulado	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )		Formulado	Dose (kg ha <sup>-1</sup> )		
		Ambas	Agata		Atlantic	Agata	Atlantic
100% M	03-35-06	2.300	1.500	20-00-20	K-Mag *	350	500

75% M	03-35-06	1.725	1.125	20-00-20	K-Mag *	262,5	375
50% M	03-35-06	1.150	750	20-00-20	K-Mag *	175	250
100% OM	02-21-04	3.833	2.500	14-00-14	00-00-21	500	500
75% OM	02-21-04	2.875	1.875	14-00-14	00-00-21	375	375
50% OM	02-21-04	1.917	1.250	14-00-14	00-00-21	250	250
Testemunha	-	-	-	-	-	-	-

---

M: fertilizante mineral. OM: fertilizante organomineral. \*: K-Mag Mosaic: 21% K<sub>2</sub>O + 21% S + 10% Mg.

### 3.3. Condução

As adubações de plantio e semeadura dos tubérculos-semente foram realizadas de forma manual, utilizando enxadas para incorporação. As adubações de cobertura foram realizadas aos 15 dias após o plantio (DAP), com a amontoa de forma mecanizada. Demais tratos culturais, incluindo o manejo fitossanitário e irrigação, seguiram padrões de manejo da empresa.

Realizaram-se também adubações foliares. Para Agata, foram realizadas duas adubações foliares: MAP, magnésio (Stoller), manganês (Starter) e Aminosan, nas doses 10,0 kg; 3,0 L; 2,0 L; e 1,0 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em 30 e 65 DAP.

Já para a cultivar Atlantic, foram realizadas três fertirrigações, com ureia, sulfato de magnésio, sulfato de manganês e sulfato de zinco, nas quantidades de 50,0; 10,0; 3,0; e 1,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, compreendendo a mesma época supracitada.

A colheita foi realizada de forma manual, considerando-se como parcela útil as 2 linhas centrais da parcela, com 4 m de comprimento, resultando em 6,4 m<sup>2</sup>. Em seguida, os tubérculos foram classificados. O método consiste em dividir os tecidos vegetais pelo comprimento do eixo longitudinal. As cultivares Agata e Atlantic foram colhidas aos 118 e 132 DAP, respectivamente.

### 3.4. Características avaliadas

Para a diagnose do estado nutricional por meio de análise foliar, aos 48 DAP foi realizada a coleta das folhas diagnósticas (3ª folha do tufo apical, considerando 6 folhas por parcela), conforme metodologia de Lorenzi et al. (1997). O material foi submetido à análise do estado nutricional para N, P e K em laboratório externo, através de N - [N Total]: Digestão Sulfúrica; P e K: Digestão Nitro Perclórico.

Com o intuito de verificar as condições das plantas de batata em relação aos teores de N, foram feitas medições utilizando o aparelho portátil SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), que mensura o índice relativo da clorofila, índice SPAD ou simplesmente a intensidade da cor verde, conforme Minotti et al. (1994). As leituras foram realizadas no folíolo terminal da quarta

folha completamente expandida a partir do ápice da planta, fazendo-as em 3 plantas por parcela e 3 leituras por planta. Tais medições ocorreram aos 72 DAP.

No mesmo dia, parâmetros de trocas gasosas como a transpiração e a fotossíntese foram analisados para estudar possível influência dos tratamentos sobre as cultivares. Foi utilizado um analisador de gases a infravermelho (IRGA), modelo LI-6800 e marca LI-COR, cedido pelo Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde GO. Também foi avaliado o folíolo terminal da quarta folha composta completamente expandida a partir do ápice da planta, porém, 1 análise em 2 plantas diferentes da parcela, no período da manhã.

Foram realizadas avaliações de crescimento, coletando duas plantas por parcela aos 72 DAP. Cada planta foi seccionada em folhas, hastes e tubérculos. Mediu-se o número de hastes, o comprimento da maior haste – da inserção na semente até o ápice, utilizando balcão com fita milimétrica –, os pesos de matéria fresca e seca de parte aérea e raízes, número e peso de tubérculos, pesados em balança analítica. A massa seca total, ou seja, da planta inteira (MSTotal) referiu-se à soma de massa seca de hastes, folhas e tubérculos, podendo ser obtida a massa média de tubérculos por planta através da relação entre o número de tubérculos e a massa fresca. As amostras dos tecidos vegetais, incluindo os tubérculos fatiados para este fim, foram acondicionados em sacos de papel para secagem em estufa à 65 °C com circulação forçada de ar por 120 h, atingindo massa constante. Tais análises ocorreram no laboratório de Fitotecnia da UFU, *Campus* Umuarama.

Para estimar a produtividade, todos os tubérculos colhidos da parcela útil foram classificados e pesados entre as classes: Florão (maior que 70 mm), Especial (42-70 mm), Primeira (33-42 mm), Segunda (28-33 mm), Diversas (até 28 mm) e Descarte (tubérculos com danos e sem valor comercial). A soma das classes, exceto o que é descartado, compõe a produção total. A representação das classificações está disposta na Figura 2 (cv. Agata) e Figura 3 (cv. Atlantic).



**Figura 2.** Classes de batatas Agata utilizadas em pós-colheita na Agrícola Wehrmann.

Da esquerda para a direita: Diversas, Descarte, Segunda, Primeira, Especial e Florão.

Escala do objeto (trena): 20 cm. Fonte: O autor (2021).

Considerou-se um hectare com 12.500 m lineares de plantio, descontados 5 % de área em função de carregadores para pulverização e rodados do pivô de irrigação. Desta forma, foi mensurada a produtividade em  $t\ ha^{-1}$ .



**Figura 3.** Classes de batatas Atlantic utilizadas em pós-colheita na Agrícola Wehrmann.

Da esquerda para a direita: Diversas/Descarte, Segunda, Primeira e Especial.

Escala do objeto (trena): 30 cm. Fonte: O autor (2021).

Amostras de tubérculos da classe Especial de cada parcela foram utilizadas para quantificação de sólidos solúveis, somente para a Atlantic, que tem segmento industrial. As medições foram feitas com metodologias comumente realizadas nas indústrias, por meio da técnica do densímetro. Ela consiste em retirar uma amostra de 3,63 kg, que são imersas em tanque de 100 L de água, para aferir a massa submersa de tubérculos. Assim foi estimada a massa específica da amostra relacionada ao teor de sólidos da batata *in natura*, expressos em porcentagem. As etapas de classificação e de sólidos solúveis foram realizadas na Agrícola Wehrmann.

### 3.5 Análise estatística

Foi avaliado o atendimento aos pressupostos de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e de aditividade de blocos pelos testes de Shapiro-Wilk, Levene e Tukey, respectivamente, ao nível  $>1\%$  de probabilidade.

Para as poucas variáveis que não atingiram tal probabilidade, houve a transformação de dados pela função  $\sqrt{x}$ , entretanto, não atingiram a significância mínima.

Realizou-se o teste F da análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível 5%, utilizando o pacote “ExpDes.pt” (FERREIRA et al., 2013). Todas as análises foram realizadas pelo software estatístico R, versão 4.1.1. (R CORE TEAM, 2021).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Cultivar Agata

#### 4.1.1. Aspectos Nutricionais

Os teores de nutriente foram comparados entre os tratamentos (Tabela 5), e também analisados descritivamente quanto à faixa adequada de acordo com a literatura. Isso aconteceu para os macronutrientes primários, conforme proposto inicialmente e considerado a literatura de Prezoti e Martins (2013).

Para o teor de N, todos os tratamentos promoveram teores superiores à faixa de suficiência (40 a 50 g kg<sup>-1</sup>). Em relação ao P, houve excesso na concentração para todas as adubações, exceto na testemunha, considerando a faixa adequada (2,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>). Não houve diferença para esses dois nutrientes, sendo assim as diferentes fontes e doses não influenciaram sobre os teores de foliares de N e P.

Já em relação ao K, os teores estavam dentro da faixa adequada (40 a 65 g kg<sup>-1</sup>) e houve diferença entre os tratamentos, sendo que o a testemunha apresentou maior concentração do nutriente em relação ao tratamento com a adubação 50% organomineral, mas não diferindo das demais.

Os teores de N, P e K, em geral, se apresentaram próximos às faixas de suficiência. Inclusive não houve a observância de sintomas de excesso ou deficiência de nutrientes durante toda a condução do experimento, que somente ocorrem quando as alterações moleculares e fisiológicas já são extremas.

Os resultados diferem dos achados de Oliveira (2018), que avaliando fertilização com adubo organomineral em cultivares de batata na mesma empresa observou valores inferiores aos preconizados pela literatura em teores de N, P e K para a batata Agata. Por outro lado, Fernandes et al. (2011) analisando os macronutrientes em algumas cultivares de batata, encontraram, nas folhas de Agata, valores de N, P e K superiores à faixa ideal, considerando uma literatura com teores compatíveis aos da Tabela 2. Além disso, afirmaram que mesmo em condições de alta disponibilidade de P no solo, ocorre baixa extração do que é aplicado.

De acordo com Raij et al. (1997), quando o solo possui previamente quantidades altas de P e ainda é feita a adubação, os teores foliares tendem a ser maiores. No entanto, considerando a fertilidade do solo (Tabela 4), o teor de P referente à área conduzida com esta variedade foi de 9,90 mg dm<sup>-3</sup>, valor considerado de média disponibilidade.

Sendo assim, a variedade Agata teve uma boa absorção de fósforo mesmo na ausência da

adubação. Vale ainda lembrar que os óxidos de ferro e alumínio presentes nos latossolos, como o qual foi cultivada, podem influenciar na adsorção de F (SILVA et al., 2011), o que provavelmente não aconteceu.

As disponibilidades dos nutrientes são alteradas conforme a mineralização da matéria orgânica, processo indispensável para a absorção e, desta forma, os fertilizantes organominerais suprem a demanda nutricional que vai sendo utilizada pelas plantas, mantendo bons níveis na solução do solo (PAWLETT et al., 2015).

As doses e as fontes de macronutrientes aplicados não influenciaram no índice relativo de clorofila ou índice SPAD (Tabela 6).

Esses achados são similares aos de Cardoso et al. (2011), que avaliando o índice SPAD na batateira Agata sob níveis de N e K três vezes durante o ciclo (30, 55 e 80 DAP), não encontraram diferenças para o SPAD. Para eles esta análise pode diagnosticar deficiência nutricional e possibilitar correções no manejo, como também podem aferir a proximidade da data de colheita através da expressão da coloração verde clorofilada, perfazendo, de tal forma, a necessidade de mais estudos.

**Tabela 5.** Médias do estado nutricional em folhas para N, P e K, com os tecidos vegetais amostrados aos 48 DAP e do índice relativo de clorofila (SPAD) de batata, cv. Agata.

Tratamentos	N	P	K	SPAD
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
Faixa ideal	40 - 50	2,5 - 5,0	40 - 65	-
100% M	65,33 a	5,50 a	45,17 ab	44,08 a
75% M	60,93 a	5,57 a	47,67 ab	45,23 a
50% M	59,87 a	5,77 a	48,33 ab	40,65 a
100% OM	64,23 a	6,20 a	47,17 ab	41,68 a
75% OM	62,17 a	5,97 a	48,33 ab	42,56 a
50% OM	63,77 a	5,20 a	44,17 b	40,98 a
Testemunha	59,67 a	4,93 a	51,17 a	39,84 a
<i>S-Wilk</i>	0,9685	0,9615	0,9266	0,9383
<i>F Levene</i>	1,8792	3,3687	4,1301	3,0767
<i>F Tukey</i>	1,0882	0,0025	3,4690	0,0491
P Anova	0,2465 <sup>NS</sup>	0,0833 <sup>NS</sup>	0,0480 *	0,5199 <sup>NS</sup>
CV (%)	5,00	8,53	4,80	8,37

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

As medições de SPAD no terço final do ciclo foram baseadas no trabalho de Giletto et al.



(2010), os quais afirmam que as leituras devem ocorrer em períodos mais tardios do desenvolvimento, podendo ser úteis para definir a quantidade de N exigida pela cultura de batata. Dessa forma as leituras devem ser realizadas após os estágios de desenvolvimento inicial da cultura de batata (47-62 DAP), uma vez já que neste período as leituras são muito altas, demonstrando que as plantas de batata contem níveis suficientes de N na fase inicial do seu desenvolvimento, quando na realidade, se fossem avaliadas após esse período poderiam demonstrar o contrário.

Busato et al. (2010) e Coelho et al. (2010), avaliando o estado nutricional mediante a adubação nitrogenada, mencionaram sobre a eficácia do monitoramento em tempo real dos níveis de nitrogênio na batata, bem como da acessibilidade do aparelho clorofilômetro SPAD, facilidade de uso e a positiva capacidade não destrutiva do tecido foliar analisado.

#### 4.1.2. Crescimento e fisiologia

Algumas variáveis de crescimento da batata foram influenciadas pelos fertilizantes, conforme Tabela 6.

**Tabela 6.** Médias das variáveis de crescimento da batata, cv. Agata: número de tubérculos por planta (NT), número de hastes por planta (NH), comprimento da maior haste (CH), massa fresca de tubérculos (MFT) e a massa seca de hastes (MSH), folhas (MSF), tubérculos (MST) e da planta inteira (MSTotal).

Tratamentos	NT	NH	CH	MFT	MSH	MSF	MST	MSTotal
	----- unidade -----		cm	-----		t ha <sup>-1</sup>	-----	-----
100% M	16,17 b	3,33 c	77,33 bc	59,72 ab	0,74 b	1,39 a	8,88 a	11,00 ab
75% M	12,67 c	4,17 b	84,00 ab	42,14 b	0,78 b	1,50 a	7,65 a	9,93 b
50% M	15,67 b	5,50 a	80,50 abc	58,64 ab	1,14 a	1,42 a	11,44 a	13,99 a
100% OM	19,67 a	4,53 ab	85,17 ab	71,87 a	0,87 ab	1,47 a	10,08 a	12,42 ab
75% OM	14,17 bc	4,67 a	87,50 a	54,62 ab	0,94 ab	1,32 a	10,36 a	12,63 ab
50% OM	15,50 b	5,00 a	77,83 bc	53,27 b	0,89 ab	1,25 a	9,10 a	11,24 ab
Testemunha	14,50 bc	5,17 a	76,00 c	43,90 b	0,90 ab	1,61 a	7,28 a	9,80 b
<i>S-Wilk</i>	0,9495	0,9146	0,9184	0,9355	0,9468	0,9473	0,9614	0,9348
<i>F Levene</i>	0,8846	2,5358	0,3141	0,9074	2,1952	4,4159	1,1946	1,7766
<i>F Tukey</i>	5,1581	0,0244	0,7902	0,0123	3,6678	1,1770	0,0583	0,2359
<b>P Anova</b>	0,0001 *	0,0001 *	0,0308 *	0,0017 *	0,0083 *	0,4106 <sup>NS</sup>	0,0589 <sup>NS</sup>	0,0297 *
<b>CV (%)</b>	5,43	5,26	5,04	11,72	11,04	13,73	16,55	12,13

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo

e <sup>NS</sup>: não significativo para  $<0,05$  de probabilidade na análise de variância ou a  $>0,01$  para análise de pressupostos.

A adubação com 100% organomineral resultou em maior número de tubérculos por planta (19,67) e de hastes por plantas (4,53) que a 100% mineral (16,17 e 3,33). A 75% organomineral também foi maior para NH (4,67) em relação a 100% mineral (3,33) e ainda com valores maiores que a média de 3,98 encontrada por Tartaro et al. (2021) em estudos sobre os tamanhos de tubérculos para cultivo.

O comprimento da maior haste com 75% organomineral (87,50 cm) foi maior que 100% mineral (77,33 cm). Utilizando 100% organomineral, a massa fresca de tubérculos ( $71,87 \text{ t ha}^{-1}$ ) não diferiu da 100% mineral ( $59,72 \text{ t ha}^{-1}$ ), mas foi superior a 75% mineral ( $42,14 \text{ t ha}^{-1}$ ). A 75% organomineral foi igual a 100% mineral.

As fontes e doses não influenciaram na massa seca de folhas e de tubérculos. Já sobre a massa seca total, 75% e 100% organomineral e a 100% mineral promoveram efeitos equivalentes; somente a 50% mineral proporcionou maior produção de matéria seca ( $13,99 \text{ t ha}^{-1}$ ) comparado a testemunha ( $9,80 \text{ t ha}^{-1}$ ).

Os resultados diferem de Gigo (2017), que avaliando a adubação organomineral em diferentes níveis na cultivar Agata obteve menores valores para NT, CH, MFT, MSF, MST e MSTotal, enquanto NH foram maiores. Para a MSH foram similares, mas a 100% organomineral foi inferior aos demais níveis. De modo geral, o autor observou que a dose de 40 ou 60% organomineral foi a que proporcionou atributos de crescimento similares a adubação mineral.

Silva (2021), avaliando a produção de batata Agata, também em Cristalina GO, encontrou somente valores de CH inferiores a este trabalho, evidenciando as diferenças e importância das particularidades de cada fator envolvido na produção.

Nos parâmetros fisiológicos da batata (Tabela 8), a adubação com 50% organomineral apresentou taxa fotossintética ( $11,2257 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) maior que as plantas adubadas com 100% mineral ( $7,5095 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), assim como da testemunha ( $7,0031 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Ao mesmo passo, a 50% organomineral induziu maior transpiração ( $0,002948 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) que a 100% organomineral ( $0,001261 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e 50% mineral ( $0,001264 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Percebe-se que as nas maiores doses de fertilizantes as taxas de fotossíntese de folíolos foram menores.

A transpiração é responsável pelo fluxo de seiva bruta, realizando a reposição de água perdida para o ambiente, explicada pela teoria “tensão-coesão-adesão”, amplamente aceita. Ela está diretamente relacionada com a fotossíntese: quanto maior é a abertura estomática, essencial para a captação de gás carbônico, mais as plantas transpiram e perdem água, aumentando, então, a taxa fotossintética.

Considerando a promoção de melhores condições para a realização de fotossíntese, ou seja, oferta de nutrientes, essa tende a aumentar e atingir mais facilmente o ponto de compensação e se igualar à respiração. Nesse caso, o que é produzido em uma reação é igualmente gasto pela outra, e vice-versa. Acima desse ponto o que é produzido pela fotossíntese torna-se saldo líquido. Mas, mesmo em condições ideais, talvez ocorra algum estresse nas plantas, ocasionando a diminuição da transpiração e, conseqüentemente, da fotossíntese.

Possivelmente, houve um estresse salino nas plantas de batata que receberam mais fertilizantes, considerando, também, o uso de fertirrigação via pivô central, a qual soma-se às aplicações de plantio e cobertura. Quanto à testemunha, esta estava limitada as condições ideais para realizar suas reações vitais, uma vez que as plantas não receberam os nutrientes essenciais para estes processos metabólicos em boas quantidades.

Uma vez em estresse salino, acontece a desnaturação proteica e a desestabilização de membranas, inibindo a fotossíntese e o seu crescimento vegetal acima do solo (TAIZ et al., 2017). As altas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo reduzem o potencial osmótico e hídrico, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas (ALVES et al., 2011).

Para reduzir a perda de água, as plantas diminuem a condutância estomática e, com o fechamento estomático, ocorrem mudanças na fotossíntese líquida e na eficiência no uso da água (OLIVEIRA et al., 2017).

Além do efeito osmótico há o efeito iônico dado pelo aumento de íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e da relação  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ . Com a redução na disponibilidade de água, o ajuste osmótico nas células vegetais é essencial para que haja a manutenção da turgescência e a entrada de água para o crescimento celular (WILLADINO; CAMARA, 2010).

**Tabela 7.** Médias de fisiologia para transpiração e fotossíntese de batata, cv. Agata.

<b>Tratamentos</b>	<b>Transpiração</b> $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<b>Fotossíntese</b> $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
100% M	0,001787 ab	7,5095 bc
75% M	0,001784 ab	8,8506 abc
50% M	0,001264 b	10,7539 ab
100% OM	0,001261 b	8,8209 abc
75% OM	0,002001 ab	9,6953 abc
50% OM	0,002948 a	11,2257 a
Testemunha	0,002064 ab	7,0031 c
<b><i>S-Wilk</i></b>	0,9580	0,9742
<b><i>F Levene</i></b>	0,7257	1,2505
<b><i>F Tukey</i></b>	68,8965 <sup>NS</sup>	0,3394

<b>P Anova</b>	0,0424 *	0,0047 *
<b>CV (%)</b>	42,24	18,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $<0,05$  de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para  $<0,05$  de probabilidade na análise de variância ou a  $>0,01$  para análise de pressupostos.

Estudos na cultura da soja realizados por Sousa et al. (2018) constataram a diminuição da condutância estomática com o acréscimo da salinidade, porém, isso em menores intensidades ao utilizar insumos orgânicos. Neste trabalho é possível observar que os fertilizantes organominerais proporcionaram uma ligeira maior taxa de fotossíntese líquida que as fontes minerais, tal que, a presença de matéria orgânica pode ter causado uma atenuação no estresse salino.

Vitti et al. (1994) pontuam o índice salino dos principais fertilizantes utilizados na agricultura, com os nitrogenados apresentando, nesta ordem, maiores índices: nitrato de amônio, nitrato de sódio, ureia, nitrato de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, DAP e MAP. Entre os fertilizantes potássicos tem-se, respectivamente: cloreto de potássio, nitrato de potássio, sulfato de potássio, de potássio e magnésio e nitrato de sódio e potássio.

Outro fator que pode ter contribuído para a diminuição da fotossíntese líquida nos tratamentos com maior dose de fertilizantes é o aumento de respiração, tanto a de manutenção quando a de crescimento, uma vez que a fotossíntese líquida é dada pela subtração entre a fotossíntese bruta e a respiração total das plantas (KLUGE et al., 2015).

#### **4.1.3. Produtividade**

Com relação à classificação, 6 divisões foram feitas para a pós-colheita de batata Agata (Figura 2), sendo que cada uma possui um nicho comercial e, conseqüente, os valores agregados diferem. A produtividade calculada foi comparada entre os tratamentos (Tabela 8).

Houve maior produtividade da classe Total com as adubações de 100% organomineral ( $70,81 \text{ t ha}^{-1}$ ), 75% organomineral ( $69,35 \text{ t ha}^{-1}$ ) e 100% mineral ( $69,88 \text{ t ha}^{-1}$ ), não diferindo de 50% organomineral ( $68,39 \text{ t ha}^{-1}$ ). Desta forma, até as menores doses de fonte organomineral foram similares à dose mineral recomendada. Na classe Especial, a adubação com 75% organomineral produziu mais ( $62,46 \text{ t ha}^{-1}$ ) em relação a dose 75% e 50% mineral ( $59,19$  e  $56,63 \text{ t ha}^{-1}$ ). Todas as adubações nessas duas classes foram superiores à testemunha.

A adubação 100% organomineral proporcionou maior produtividade de batatas Florão ( $1,42 \text{ t ha}^{-1}$ ). Mais batatas da classe Diversas foram produzidas com a adubação 100% mineral ( $4,42 \text{ t ha}^{-1}$ ). As diferentes fontes e doses não diferiram em relação às classes Primeira e Segunda.

Nota-se, principalmente para as classes Especial e Total que a batata Agata foi altamente responsiva aos tratamentos abordando diferentes fontes de N, P e K e alterações nas dosagens.

A produtividade das classes Especial, Primeira, Segunda e Total, independentemente do tratamento, foi superior às encontradas por Oliveira (2018). Esse autor obteve na Total as maiores e iguais médias com a adubação 100% mineral, 100% organomineral e 80% organomineral (39,5; 37,8 e 38 t ha<sup>-1</sup>), logo, produtividades mais baixas que a este trabalho. Mesmo assim, a redução percentual da dose respondeu igualmente à adubação mineral recomendada.

Os dados também diferem de Gigo (2017), mas, seu estudo apontou produtividades satisfatórias de tubérculos com fertilizante organomineral na dose de 40% da recomendação, o que pode ser próxima a esta pesquisa, visto que a 50% organomineral não diferiu da 100% mineral para a produção total de tubérculos por hectare.

**Tabela 8.** Médias da classificação e produtividade de batatas, cv. Agata.

Tratamentos	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )					
	Especial	Primeira	Segunda	Diversas	Florão	Total
100% M	59,61 abc	4,772 a	1,08 a	4,42 a	0,00 b	69,88 a
75% M	59,19 bc	4,70 a	1,13 a	0,94 b	0,38 b	66,34 b
50% M	56,63 c	4,40 a	1,02 a	0,87 b	0,00 b	62,92 c
100% OM	61,81 ab	4,36 a	1,10 a	2,12 b	1,42 a	70,81 a
75% OM	62,46 a	4,26 a	0,95 a	1,68 b	0,00 b	69,35 a
50% OM	60,35 ab	5,27 a	1,45 a	1,32 b	0,00 b	68,39 ab
Testemunha	52,57 d	5,04 a	1,32 a	0,75 b	0,00 b	59,67 d
<b>S-Wilk</b>	0,9525	0,9530	0,9608	0,9166	0,9373	0,9849
<b>F Levene</b>	2,568	2,3060	0,7656	1,9713	6,9711 <sup>NS</sup>	0,4826
<b>F Tukey</b>	0,0206	0,0817	3,2728	8,8687 <sup>NS</sup>	10,2515 <sup>NS</sup>	0,8872
<b>P Anova</b>	0,0001 *	0,3241 <sup>NS</sup>	0,0850 <sup>NS</sup>	0,0001 *	0,0001 *	0,0001 *
<b>CV (%)</b>	2,33	14,27	20,19	34,35	86,29	1,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

As médias da classe Descarte e o percentual que a classe Especial representa na produção total/classe Total (% Especial), estão descritos na Tabela 9. Não houve diferenças entre as fontes e doses de fertilizantes sobre o Descarte. Apesar disso, houve influência sobre representatividade da classe de maior importância econômica.

A adubação com 75% organomineral proporcionou maior quantidade da classe Especial

(90,08%) em relação a 100% mineral (85,32%). As doses de 50% mineral (90,01%) e 75% mineral (89,22%) também foram melhores que a 100% mineral. Em relação aos organominerais, a dose 100% (87,29%) apresentou porcentagens similares a metade dela, ou seja, 50% organomineral (88,24%) e da testemunha (88,11%).

**Tabela 9.** Médias de produtividade do Descarte e da porcentagem da classe Especial de batatas, cv. Agata.

Tratamentos	Descarte (t ha <sup>-1</sup> )	% Especial
100% M	0,99 a	85,32 b
75% M	0,33 a	89,22 a
50% M	0,58 a	90,01 a
100% OM	0,83 a	87,29 ab
75% OM	0,47 a	90,08 a
50% OM	0,44 a	88,24 ab
Testemunha	0,41 a	88,11 ab
<i>S-Wilk</i>	0,9059	0,9827
<i>F Levene</i>	2,7677	2,2224
<i>F Tukey</i>	8,8687 <sup>NS</sup>	0,1164
<b>P Anova</b>	0,0980 <sup>NS</sup>	0.0006 *
<b>CV (%)</b>	57,03	1,46

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

## 4.2. Cultivar Atlantic

### 4.2.1. Aspectos de nutrição

Os teores de nutrientes foram comparados entre os tratamentos (Tabela 10), e também à faixa adequada de acordo com a literatura. Isso aconteceu para os macronutrientes primários, N, P e K, como idealizado.

Constatou-se que não houve diferença entre os tratamentos para os teores foliares de N, P e K. Os teores de N, em todos os tratamentos, foram superiores à faixa de suficiência (40 a 50 g kg<sup>-1</sup>). Já para P, seus teores em todos os tratamentos foram considerados suficientes (2,5 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>), assim como para K (40 a 65 g kg<sup>-1</sup>).

No contexto, os teores de N, P e K estavam relativamente próximos aos limiares de idealidade considerados. Essa afirmativa apresenta maior seguridade com a não observância de

sintomas de excesso ou deficiência nutricional durante toda a condução do experimento.

Os resultados diferem dos achados de Oliveira (2018), que observou baixa concentração foliar de P e K na cultivar Atlantic, quando estudou a aplicação de um fertilizante organomineral no cultivo de batateira na mesma região.

Já Fernandes et al. (2011), analisando o dinâmica de macronutrientes em cultivares de batata, encontraram nas folhas da Atlantic, valores de N e K superiores à faixa ideal, enquanto P atendeu a suficiência, considerando teores de literatura compatíveis aos deste trabalho (Tabela 2).

**Tabela 10.** Médias do estado nutricional em folhas para N, P e K, com os tecidos vegetais amostrados aos 48 DAP e do índice relativo de clorofila (SPAD) de batata, cv. Atlantic.

Tratamentos	N	P	K	SPAD
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
Faixa ideal	40 - 50	2,5 - 5,0	40 - 65	-
100% M	50,37 a	4,83 a	47,17 a	38,76 a
75% M	54,60 a	4,60 a	43,67 a	39,90 a
50% M	51,40 a	4,47 a	40,50 a	39,47 a
100% OM	53,07 a	4,80 a	45,00 a	41,24 a
75% OM	57,37 a	4,33 a	44,67 a	39,27 a
50% OM	55,30 a	4,37 a	43,00 a	38,08 a
Testemunha	53,00 a	4,20 a	40,50 a	37,48 a
<i>S-Wilk</i>	0,9654	0,9828	0,9707	0,9522
<i>F Levene</i>	2,0801	1,8397	0,8667	0,4692
<i>F Tukey</i>	0,0084	0,0083	0,4370	0,6314
P Anova	0,3137 <sup>NS</sup>	0,4065 <sup>NS</sup>	0,6326 <sup>NS</sup>	0,8681 <sup>NS</sup>
CV (%)	6,65	8,71	11,28	8,67

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

Curiosamente, Luz et al. (2013) avaliando a influência da adubação fosfatada nos teores foliares constataram que os teores de P nas folhas de plantas de batata diminuíram com o aumento da dose do fertilizante, com efeito de diluição.

Quando o solo possui previamente elevada disponibilidade de P e ainda é feita a adubação, os teores foliares tendem a ser maiores (RAIJ et al., 1997), mas, considerando o laudo do solo (Tabela 3), o teor de P no solo referente à área de condução foi de 125,22 mg dm<sup>-3</sup>, valor considerado muito bom, facilitando a adsorção de P na solução do solo pelo sistema radicular.

As doses de macronutrientes não influenciaram no índice relativo de clorofila de batata

Atlantic (Tabela 10), não havendo influência dos tratamentos para o índice relativo de clorofila. Resultados também similares aos de Cardoso et al. (2011) ao avaliarem o SPAD no limbo foliar de batata sob o parcelamento e doses de N e P.

#### 4.2.2. Crescimento e fisiologia

Algumas variáveis de desenvolvimento de Atlantic foram influenciadas pelos fertilizantes, conforme Tabela 11. A massa seca total (MSTotal) refere-se à soma de massa seca de hastes, folhas e tubérculos. A massa média de tubérculos por planta pode ser obtida através da relação entre o número de tubérculos e a massa fresca.

**Tabela 11.** Médias das variáveis de crescimento da batata, cv. Atlantic: número de tubérculos por planta (NT), número de hastes por planta (NH), comprimento da maior haste (CH), massa fresca de tubérculos (MFT) e a massa seca de hastes (MSH), folhas (MSF), tubérculos (MST) e da planta inteira (MSTotal).

Tratamentos	NT	NH	CH	MFT	MSH	MSF	MST	MSTotal
	----- unidade -----		cm			t ha <sup>-1</sup>		
100% M	12,5 ab	6,33 a	82,83 a	48,71 a	1,09 a	1,39 ab	10,64 ab	13,13 a
75% M	11,83 ab	6,67 a	85,83 a	45,24 a	0,95 ab	1,25 ab	9,62 ab	11,82 ab
50% M	10,50 ab	6,83 a	79,50 a	46,31 a	0,90 abc	1,28 ab	11,30 a	13,49 a
100% OM	12,83 a	5,17 a	88,00 a	52,69 a	0,81 bc	1,03 b	8,04 b	9,89 b
75% OM	9,67 ab	5,67 a	85,50 a	45,29 a	0,85 bc	1,43 a	9,65 ab	11,95 ab
50% OM	11,17 ab	5,67 a	81,00 a	41,63 a	0,73 c	1,14 ab	9,55 ab	11,42 ab
Testemunha	9,50 b	6,83 a	78,66 a	43,48 a	0,85 bc	1,20 ab	9,30 ab	11,35 ab
<b>S-Wilk</b>	0,9581	0,9745	0,9308	0,9552	0,9425	0,9637	0,9075	0,9100
<b>F Levene</b>	0,8405	1,4563	4,4091	0,7880	3,9293	1,1098	0,5971	0,5126
<b>F Tukey</b>	8,9941	0,0618	1,0579	0,1084	0,0007	0,0391	1,3078	2,5992
<b>P Anova</b>	0,0182 *	0,0770 <sup>NS</sup>	0,2922 <sup>NS</sup>	0,0966 <sup>NS</sup>	0,0021 *	0,0281 *	0,0480 *	0,0236 *
<b>CV (%)</b>	10,16	11,67	6,21	8,82	8,47	10,2	10,54	8,97

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

Nessa cultivar, o número de hastes, o comprimento da maior haste e a massa fresca de tubérculos não diferiram entre as fontes de doses de fertilizantes. O número de tubérculos produzidos na testemunha (9,50) foi menor que a 100% organomineral (12,83). A maior massa



seca de hastes foi proporcionada pela 100% mineral, não diferindo de sua redução porcentual.

Por outro lado, a 75% organomineral inferiu em maior massa seca de folhas (1,43 t ha<sup>-1</sup>) que a 100% organomineral (1,03 t ha<sup>-1</sup>). Essa, por sua vez, induziu à menor massa seca de tubérculos (8,04 t ha<sup>-1</sup>), assim como da massa seca total (9,89 t ha<sup>-1</sup>), em relação à dose 50% mineral (11,30 e 13,49 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Guimarães (2007) observou em Atlantic valores máximos em acúmulo de matéria seca de 1,83 t ha<sup>-1</sup> em folhas, 0,61 t ha<sup>-1</sup> de hastes, 11,5 t ha<sup>-1</sup> nos tubérculos e 54,2 t ha<sup>-1</sup> em matéria fresca de tubérculos, enquanto estes tratamentos produziram maiores valores de massa seca de hastes, ao passo de menores em massa seca de folhas e tubérculos. A média de massa fresca de tubérculos que mais se aproximou dos valores do autor foi a de 100% organomineral, com 52,69 t ha<sup>-1</sup>.

Nos parâmetros fisiológicos da batata Atlantic (Tabela 12), mesmo não diferindo a transpiração entre os tratamentos, nota-se que as taxas de fotossíntese com 100% mineral (19,2892 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), 75% mineral (20,0306 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 100% organomineral (20,1171 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foram inferiores em relação à adubação 50% organomineral (26,0636 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). A testemunha (18,0055 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) igualmente.

**Tabela 12.** Médias de fisiologia para transpiração e fotossíntese de batata, cv. Atlantic.

<b>Tratamentos</b>	<b>Transpiração</b> mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	<b>Fotossíntese</b> µmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
100% M	0,011418 a	19,2892 c
75% M	0,012666 a	20,0306 bc
50% M	0,013266 a	21,9948 abc
100% OM	0,013126 a	20,1171 bc
75% OM	0,012978 a	23,7652 ab
50% OM	0,012955 a	26,0636 a
Testemunha	0,013199 a	18,0055 c
<b><i>S-Wilk</i></b>	0,9598	0,9805
<b><i>F Levene</i></b>	2,1349	0,5565
<b><i>F Tukey</i></b>	0,0161	0,0666
<b>P Anova</b>	0,8876 <sup>NS</sup>	0,0001 *
<b>CV (%)</b>	16,43	8,26

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

Percebe-se que as adubações que continham maiores doses proporcionaram as menores taxas de fotossíntese de folíolos, igualmente como ocorrido com a cultivar Agata. O que pode

justificar esta redução é a possível ocorrência de um estresse salino promovido pela maior quantidade de fertilizantes aplicados, como explicado anteriormente, para a cv. Agata (Tabela 7).

#### 4.2.3. Produtividade e sólidos solúveis

Com relação à classificação, a empresa realiza 5 divisões para Atlantic (Figura 3), sendo que cada uma possui uma finalidade ou nicho comercial diferente e, consequente, os valores agregados diferem. A produtividade calculada foi comparada entre os tratamentos (Tabela 13).

**Tabela 13.** Médias da classificação e produtividade de batatas, cv. Atlantic.

Tratamentos	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )				
	Especial	Primeira	Segunda	Diversas	Total
100% M	46,04 ab	1,94 a	0,44 a	2,86 ab	51,28 a
75% M	43,11 bc	2,24 a	0,52 a	4,06 a	49,93 a
50% M	42,27 cd	2,23 a	0,48 a	3,91 a	48,90 a
100% OM	47,63 a	1,92 a	0,50 a	1,47 bc	51,52 a
75% OM	44,78 abc	2,64 a	0,54 a	1,52 bc	49,49 a
50% OM	43,17 bc	2,36 a	0,39 a	1,87 bc	47,80 a
Testemunha	38,79 d	1,56 a	0,35 a	0,72 c	41,44 b
<i>S-Wilk</i>	0,9503	0,9574	0,9462	0,9626	0,9309
<i>F Levene</i>	1,1224	3,4358	1,9907	1,8535	0,3623
<i>F Tukey</i>	0,1035	0,4130	0,7627	5,4445	0,0299
<b>P Anova</b>	0,0001 *	0,1436 <sup>NS</sup>	0,1165 <sup>NS</sup>	0,0001 *	0,0001 *
<b>CV (%)</b>	3,5	24,23	20,85	27,28	3,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

Houve maior ou igual produtividade de classe Total em todos os tratamentos em que foi realizada adubação, independente da fonte e da dose. Com a dose 100% organomineral houve maior produção na classe Especial (47,63 t ha<sup>-1</sup>), enquanto se obteve similaridade em produtividade entre a dose 75% organomineral (44,78 t ha<sup>-1</sup>) e a 100% mineral (46,04 t ha<sup>-1</sup>).

Por outro lado, ao utilizar 75% e 50% mineral houve maior produção da classe Diversas (4,06 e 3,91 t ha<sup>-1</sup>) em relação às doses com organominerais e da testemunha. Para as classes Primeira e Segunda, não houve diferença entre os tratamentos. Nota-se alta resposta em produção de batatas com uso de fertilizantes, visivelmente ao comparar os valores de produtividade entre as

adubações e a testemunha em ambas as cultivares.

Comparando dados a produtividade em todas as doses da classe Especial, exceto a testemunha e a 50% mineral, foram maiores que os achados de Oliveira (2018), o qual não observou diferença entre os níveis de adubação organomineral para esta classe. Ainda encontrou produtividade da Total com 100% mineral e 100% organomineral em 47,3 e 50,7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo inferiores as mesmas doses neste trabalho: 51,28 e 51,52 t ha<sup>-1</sup>.

Ainda assim, em ambos os trabalhos, a produtividade total com a adubação mineral recomendada não diferiu da fonte organomineral e nem de sua dose inferior, ou seja, a redução no percentual da dose com a fonte organomineral proporcionou produtividades satisfatórias e similares ao que é comumente realizado na agricultura.

As médias de Descarte e o percentual que a classe Especial representa na produção total estão descritos na Tabela 14. Não houve diferenças entre as fontes e doses de fertilizantes sobre o Descarte. Porém, houve influência sobre a principal classe.

**Tabela 14.** Médias de produtividade do Descarte e da porcentagem da classe Especial de batatas, cv. Atlantic.

<b>Tratamentos</b>	<b>Descarte (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>% Especial</b>
100% M	0,06 a	89,75 c
75% M	0,06 a	86,35 d
50% M	0,05 a	86,42 d
100% OM	0,00 a	92,45 ab
75% OM	0,00 a	90,51 bc
50% OM	0,00 a	90,30 bc
Testemunha	0,02 a	93,62 a
<i>S-Wilk</i>	0,9150	0,9111
<i>F Levene</i>	1,8987	1,1072
<i>F Tukey</i>	9,6115 <sup>NS</sup>	2,6235
<b>P Anova</b>	0.6198 <sup>NS</sup>	0,0001 *
<b>CV (%)</b>	238,79	1,24

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

A adubação com 100% organomineral proporcionou maior representação da classe Especial (92,45%) que todas as fontes minerais: 100% mineral (89,75%), 75% mineral (86,35%) e 50% mineral (86,42%). Entretanto, não diferiu da testemunha (93,62%). A 75% organomineral

(90,51%) não diferiu da 100% mineral (89,75%).

Em relação aos teores de sólidos solúveis de batata, cv. Atlantic, os tratamentos relacionados a diferentes fertilizantes e doses foram comparados (Tabela 15). Não houve diferença entre os tratamentos, portanto, as diferentes fontes de fertilizantes e doses avaliadas não influenciaram no teor de sólidos solúveis da batata.

Considerando as safras de inverno e o cultivo na mesma região, os percentuais encontrados estão acima dos achados de Coury (2019), quando avaliou a aplicação foliar de sulfato de potássio em diferentes épocas.

Cardoso et al. (2015) encontraram teores de sólidos solúveis mais baixos, exceto quando aplicaram 40% de organomineral para avaliar diferentes doses do fertilizante. No presente trabalho as adubações com 50% e 75% organomineral, assim como 50% mineral e a testemunha, produziram teores de sólidos solúveis superiores aos 19,45% encontrados pelos autores.

**Tabela 15.** Médias dos teores de sólidos solúveis de batatas, cv. Atlantic.

Tratamentos	Sólidos solúveis (%)
100% M	19,00 a
75% M	19,10 a
50% M	19,80 a
100% OM	19,20 a
75% OM	19,63 a
50% OM	19,57 a
Testemunha	20,73 a
<i>S-Wilk</i>	0,9730
<i>F Levene</i>	1,9982
<i>F Tukey</i>	0,0085
<b>P Anova</b>	0,2620 <sup>NS</sup>
<b>CV (%)</b>	4,28

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade. S-Wilk: valor do teste de Shapiro-Wilk. F Levene: valor do teste de Levene. F Tukey: valor do teste de Tukey para aditividade de blocos. P Anova: probabilidade F de Snedecor da ANOVA. CV: coeficiente de variação. \*: significativo e <sup>NS</sup>: não significativo para <0,05 de probabilidade na análise de variância ou a >0,01 para análise de pressupostos.

Os sólidos solúveis estão, inclusive, superiores a 18%, teor mínimo descrito por Tfouni et al. (2003) para garantia da qualidade.

#### 4.3. Abordagem geral

O teste de Tukey para aditividade possibilita verificar se dois termos possuem efeitos aditivos, neste caso, se as médias são deslocadas igualmente entre os blocos. Valores inferiores ao nível de significância rejeitam a hipótese que assume a aditividade e, assim, constata-se que os blocos influenciam sobre os efeitos dos tratamentos.

Neste trabalho ocorreram alguns efeitos não aditivos de natureza desconhecida, descritos nas Tabelas 7, 8, 9 e 14 pela significância de “*F Tukey*”. Também na Tabela 8 nota-se a não homocedasticidade em produtividade da classe Florão pelo “*F Levene*”, justificada pela aleatoriedade de sua ocorrência, fato sustentado pelo alto coeficiente de variação (CV: 86,29%).

Outro ponto relevante é o percentual de matéria seca sendo possível aferir, de modo geral, que a cultivar Atlantic apresenta maior percentual de matéria seca do que a cultivar Agata. Isso ocorre pelo fato da cultivar Atlantic ser destinada à indústria chips e, portanto, apresentar menor quantidade de água, o que diminui a retenção de óleo e melhora a crocância. Todavia, a maior quantidade de água favorece a firmeza de cozimento, essenciais para a cultivar Agata (MELO, 1999).

Considerando principalmente a classe Especial, que possui maior valor agregado comercial, as duas cultivares foram responsivas às dosagens, resultados similares aos de Oliveira (2018). Esse, contudo, apontou a Agata com as maiores alterações em produtividade relacionada às adubações com organominerais.

De modo geral, a aplicação com fonte organomineral resultou em maiores produtividades totais e entre classes, assim como encontrado por Cardoso et al. (2015). Isto fica melhor visualizado quando doses inferiores de fonte organomineral apresentam efeito similar à dose de fertilizante mineral recomendada.

Vale salientar que a produtividade da batateira no país, fundamentalmente àquelas cultivadas em condições tropicais como no estudo em questão, tem aumentado ao longo dos últimos anos, ao analisar trabalhos. Esse incremento tem inúmeros motivos, como a tecnificação e qualificação, melhoria na qualidade da batata-semente, diminuição de problemas fitossanitários com prevenção e controle, mecanização, adubação, irrigação, entre outros. Resumidamente o rendimento é maior devido ao aumento do nível tecnológico, promovido por investimentos.

As perdas de amônia pela volatilização são recorrentes na agricultura e se dá por inúmeras razões, principalmente por fatores ambientais e eficiência de produtos. A mistura de ureia a outros fertilizantes e o desenvolvimento de novos fertilizantes que visem minimizar essas perdas, como os fertilizantes polimerizados e os organominerais, estão cada vez mais presentes no mercado.

Machado (2015) menciona que os organominerais podem diminuir a volatilização de  $\text{NH}_3$ , quando comparados às fontes tradicionais como a ureia em exclusiva. As tecnologias de novos

produtos para fertilizantes nitrogenados podem reduzir as perdas, aumentar a eficiência na aplicação, disponibilidade, absorção de N pelas plantas e, conseqüentemente, promover melhor desenvolvimento de plantas e uma maior produtividade.

A associação de matéria orgânica nos granulados dos fertilizantes, a decomposição e a presença dos ácidos orgânicos pode ter influenciado positivamente na solubilização e o fornecimento de fósforo da fonte mineral. Talvez também tenha diminuído a adsorção do P aplicado no solo e a sua fixação, ficando ainda mais disponível para as plantas e proporcionando melhor desenvolvimento (TROEH; THOMPSON, 2007; GOEDERT; OLIVEIRA, 2007).

De tal forma, a adubação organomineral, ou seja, a associação da matéria orgânica com a fonte mineral tende a apresentar melhor desempenho agrônomo em relação ao fertilizante exclusivamente mineral, enrijecendo com os achados de Frazão (2013) ao estudar a eficiência agrônoma de fertilizantes organominerais granulados à base de cama de frango e fontes de P, escolhendo a cultura do milho para avaliações.

Candido (2013) ao avaliar o desenvolvimento inicial do cafeeiro, encontrou que uma das fontes de fertilizantes organominerais granulados, para suprir o teor de P das plantas, a quantidade aplicada representou 67% da quantidade de superfosfato simples e correspondeu à recuperação de 16,35% do P fornecido, concluindo que houve uma maior eficiência agrônoma desses em relação ao mineral.

Em relação ao potássio, Teixeira (2013) ao estudar a biodisponibilidade de P e K provenientes de fonte mineral e organomineral na cana-de-açúcar, verificou que nos tratamentos que receberam a adubação organomineral, as quantidades trocáveis de K nas camadas superficiais dos solos foram maiores, enquanto os teores não diferiram da adubação mineral nas camadas mais profundas. Segundo o estudo, as perdas pela lixiviação de K foram dependentes do tipo de fertilizante e as maiores quantidades de K na solução percolada foram promovidas pelo fertilizante mineral.

Entretanto, De Castro Dias et al. (2020) relata que os fertilizantes organominerais granulados, produzidos a partir da mistura de turfa e cloreto de potássio, proporcionaram resultados semelhantes ao KCl comercial em todos os cultivos analisados para o acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas.

Um cuidado singular quanto à aplicação de adubos deve ser dado devido à ocorrência de estresses vegetais nas plantas. O aumento da salinidade na solução do solo pelo excesso de fertilizantes provoca alterações no potencial osmótico e desequilíbrio nutricional, independente da presença de água e nutrientes, que deixam de ser absorvidos (Silva et al, 2013), devido a interrupção de processos metabólicos primordiais, já que os sais não substituem outros nutrientes

no metabolismo vegetal.

Argumenta-se em tempo, que a mensuração do tamanho da área foliar é uma boa ferramenta para verificar se os parâmetros fisiológicos de trocas gasosas respondem efetivamente por toda a planta, uma vez que as taxas de transpiração e fotossíntese são multiplicadas pela respectiva área calculada. Contudo, nesta pesquisa não foi possível o cálculo devido à alta umidade e partículas de solo aderidas as plantas, somados à distância do local com o laboratório de análise, acarretando rápida deterioração dos tecidos vegetais foliares e inviabilizando os resultados pela logística.

A produção de fertilizantes organominerais na forma granulada, oferecendo ao mercado produtos que sejam apropriados para misturas com fertilizantes granulados convencionais representa o principal desafio tecnológico para ampliação do uso desses fertilizantes no Brasil (BENITES et al., 2010).

De acordo com o mesmo, o setor se enquadra a negócios locais, associando-se a outros sistemas já existentes, sendo uma alternativa somatória para as empresas, independente do porte. Tal modelo pode gerar mais empregos que as grandes indústrias de fertilizantes. Assim, o Plano Nacional de Fertilizantes criado pelo Ministério da Agricultura sugere medidas de incentivo às pequenas e médias empresas regionais para a produção de fertilizantes organominerais.

Diante da complexidade dos fatores envolvidos e que juntamente corroboram sobre o processo de produção, entende-se a necessidade analisar o contexto, mas também considerar cada unicidade envolvida e desenvolver novos estudos que avaliem as respostas da batata e de suas cultivares quanto aos novos fertilizantes.

Isso recai especialmente aos organominerais, aos que utilizem da tecnologia de formato granulado e, ainda, aos que usam de resíduos celulósicos como fonte de C orgânico, para se conhecer com mais precisão a eficiência relativa dos insumos fertilizantes, o potencial agrônomo, econômico e sustentável. Consequentemente, no futuro próximo, deve haver um maior efeito sobre as discussões.

## 5. CONCLUSÕES

O fertilizante organomineral granulado proporciona adequada absorção de nutrientes pelas plantas, bons índices SPAD e teores de sólidos solúveis na cultivar Atlantic, enquanto o desenvolvimento das plantas com a dose 75% organomineral, ou mesmo a 100% organomineral, se torna igualmente responsiva à dose 100% mineral.

O aumento na aplicação de fertilizantes somados à fertirrigação pode induzir as plantas ao estresse salino nas cultivares Agata e Atlantic. Portanto, um manejo adequado da adubação deve visar e promover o aumento da produção vegetal.

A adubação com 75% organomineral proporciona produtividades das classes: Total, Especial e do porcentual dessa, iguais aos fertilizantes com 100% mineral, em ambas as cultivares, sendo viável sua utilização, enquanto maiores reduções podem comprometê-las. A adubação com fertilizante 100% organomineral granulado destaca-se com os maiores rendimentos de batata.



## REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Custo de produção:** Fertilizantes estão mais caros. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/fertilizantes-estao-mais-caros\\_435438.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/fertilizantes-estao-mais-caros_435438.html). Acesso em: 18 ago. 2021.
- ALLISON, M. F.; FOWLER, J. H.; ALLEN, E. J. Responses of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. **The Journal of Agricultural Science**, v. 136, n. 4, p. 407-426, 2001. DOI: 10.1017/S0021859601008863.
- ALVES, F. A.; FERREIRA-SILVA, S. L.; DA SILVEIRA, J. A.; PEREIRA, V. L. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 602-608, 2011. DOI: 10.5039/agraria.v6i4a1257.
- ARAÚJO, J. F. **Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.) no submédio São Francisco**. 2007. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Botucatu, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA – ABBA. **Agata:** Qualidades Agronômicas e Características Morfológicas. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/variedades/Agata/>. Acesso em: 22 set. 2021b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA – ABBA. **Atlantic:** Qualidades Agronômicas e Características Morfológicas. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/variedades/Atlantic/>. Acesso em: 22 set. 2021c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA – ABBA. **Situação Atual da Produção de Batata no Brasil**. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/materias-das-revistas/situacao-atual-da-producao-de-batata-no-brasil/>. Acesso em: 20 dez. 2021a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA – ABBA. **Variedades de batata Atlantic**. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/materias-das-revistas/variedades-de-batata-Atlantic/>. Acesso em: 24 set. 2021d.
- BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J. P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MUELLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2016. 149 p.

BENITES, V. D. M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. *In: Workshop internacional y taller nacional valorización de residuos, oportunidad para la innovación.*

Anais [...] CIDGRO, 2013. Pucón, Chile. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/981423>. Acesso em: 08 jan. 2022.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, secção 1, p. 20, 2009.

BRAUN, H.; COELHO, F. S.; DE CASTRO SILVA, M. C.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R.; BUSATO, C. Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado de nitrogênio nas plantas de batata. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 3, p. 185-195, 2013. DOI: 10.4322/rca.2013.028.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECOM, P. R. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 285-293, 2010. DOI: 10.1590/S1413-70542010000200003.

BUSATO, C.; FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; CECOM, P. R. Seasonal variation and threshold values for chlorophyll meter readings on leaves of potato cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v. 33, n. 14, p. 2148-2156, 2010. DOI: 10.1080/01904167.2010.519087.

CAKMAK, I.; HENGELER, C.; MARSCHNER, H. Changes in phloem export of sucrose in leaves in response to phosphorus, potassium and magnesium deficiency in bean plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 45, n. 9, p. 1251-1257, 1994. DOI: 10.1093/jxb/45.9.1251.

CALORI, A. H.; FACTOR, T. L.; FELTRAN, J. C.; PURQUERIO, L. F. V. Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v. 66, p. 42-51, 2014.

CANDIDO, A. O. **Desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica sob fontes de fósforo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia; Recursos Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO,

S. N. Índice SPAD no limbo foliar da batateira sob parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 159-167, 2011. DOI: 10.1590/S1806-66902011000100020.

CARDOSO, A. F.; LUZ, J. M. Q.; LANA, R. M. Q. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função do fertilizante organomineral e safras de plantio. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 80-89, 2015. DOI: 10.1590/1983-21252015v28n409rc.

CARMO, D. L.; TAKAHASHI, H. Y. U.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Crescimento de mudas de cafeeiro recém-plantadas: efeito de fontes e doses de fósforo. **Coffee Science**, v. 9, p. 196-206, 2014.

CARSTENSEN, A.; HERDEAN, A.; SCHMIDT, S. B.; SHARMA, A.; SPETEA, C.; PRIBIL, M.; HUSTED, S. The impacts of phosphorus deficiency on the photosynthetic electron transport chain. **Plant Physiology**, v. 177, n. 1, p. 271-284, 2018. DOI: 10.1104/pp.17.01624.

CASTRO, P. R. C.; CAMPOS, G. R. Ecofisiologia da batata. *In*: MERENDA, A. M. C. M. P. **Batata: desafios fitossanitários e manejo sustentável**. 1. ed. – Jaboticabal, SP, p. 55-71, 2020.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. Especial Batata: Gestão Sustentável. *In*: **Revista Hortifruti Brasil**, n. 205, 2020. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/bataticultura-se-capitaliza-em-plena-pandemia.aspx>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Cristalina, BR**. 2021. Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/climatologia/2034/cristalina-go>. Acesso em: 22 fev. 2021.

COELHO, F. S.; FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M.; NEVES, J. C. L.; SILVA, M. C. D. C. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1175-1183, 2010. DOI: 10.1590/S0100-06832010000400017.

CORREIA, J. C.; GROHSKOPF, M. A.; NICOLOSO, R. D. S.; LOURENÇO, K. S.; MARTINI, R. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 916-924, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000800003.

COURY, F. G. **Produtividade e qualidade de batata com aplicação de sulfato de potássio**. 2019. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

DE CASTRO DIAS, R.; DE CASTRO, T. A. V. T.; DA MOTA GONÇALVES, R. G.; POLIDORO, J. C.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G.; STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, P. C. Acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas em função da fonte fertilizante e do solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33506-33518, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-053.

DECHASSA, N.; SCHENK, M. K.; CLAASSEN, N.; STEINGROBE, B. Phosphorus efficiency of cabbage (*Brassica oleraceae* L. var. capitata), carrot (*Daucus carota* L.), and potato (*Solanum tuberosum* L.). **Plant and Soil**, v. 250, n. 2, p. 215-224, 2003. DOI: 10.1023/A:1022804112388.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Adubação**. Sistemas de Produção, 8, Versão Eletrônica, 2. ed. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/adubacao>. Acesso em: 24 dez. 2021b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Composição nutricional**. Sistemas de Produção, 8, Versão Eletrônica, 2. ed. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/composicao-nutricional>. Acesso em: 21 dez. 2021a.

FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia; Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

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

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; PILON, C. Soil phosphorus increases dry matter and nutrient accumulation and allocation in potato cultivars. **American Journal of Potato Research**, v. 92, n. 1, p. 117-127, 2015. DOI: 10.1007/s12230-014-9422-8.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I-macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2039-2056, 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000600020.

FERREIRA, D. M. **Produção e qualidade de batata cultivar Agata sob adubação mineral e organomineral**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia; Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Package ‘ExpDes.pt’: Pacote Experimental Designs. **R package version**, v. 1, n. 2, 2013.

FERREIRA, N. R. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais sólidos e fluidos em relação à disponibilidade de fósforo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **FAOSTAT: Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 07 out. 2021.

FRAZÃO, J. J. **Eficiência agrônômica de fertilizantes organominerais granulados À base de cama de frango e fontes de fósforo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GIGO, S. **Crescimento e produtividade da cultivar de batata Agata sob fertilização organomineral**. 2017. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

GOEDERT, W. J.; OLIVEIRA, S. A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 991-1015.

GUIMARÃES, T. G. Crescimento e absorção de nutrientes pela batata cultivar Atlantic em condições de cultivo de inverno no Brasil Central (2007). **Embrapa Cerrados (INFOTECA-E)**, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78327/1/p2007-05.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola**

**Municipal (PAM)** - Tabelas 2019. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 07 abr. 2021.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. 2. ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 2008. 160 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: Editora Degaspari, 1999. 146 p.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015. DOI: 10.5935/1984-6835.20150004.

KNEIB, R. B.; FERRI, N. M. L.; AZEVEDO, F. Q.; PEREIRA, A. D. S.; KROLOW, A.; CASTRO, C. M. Caracterização de cultivares e clones de batata quanto ao formato de tubérculo, teor de matéria seca e glicose. **Embrapa Clima Temperado (INFOTECA-E)**, 2017.

KOCH, M.; BUSSE, M.; NAUMANN, M.; JÁKLI, B.; SMIT, I.; CAKMAK, I.; HERMANS, C.; PAWELZIK, E. Differential effects of varied potassium and magnesium nutrition on production and partitioning of photoassimilates in potato plants. **Physiologia plantarum**, v. 166, n. 4, p. 921-935, 2019. DOI: 10.1111/ppl.12846.

LEITE, L. F. C; GALVÃO, S. R. S. Matéria orgânica do solo: funções interações e manejo em solo tropical. In: ARAÚJO, A.S.F; LEITE, L. F. C; NUNES. L. A. P.L; CARNEIRO. R. F. V. (ed.) **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina: EDUFIP, 2008. 19 p.

LEVRERO, C. R. Fertilizante organomineral: a serviço do mundo. In: **FÓRUM ABISOLO**, 2009. Piracicaba – SP, Brasil. p. 1-21. Disponível em: <https://www.abisolo.com.br/forum/fertilizantesorganominerais.php>. Acesso em: 15 set. 2021.

LIANG, Z. H. O. U.; MU, T. H.; ZHANG, R. F.; SUN, Q. H.; XU, Y. W. 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**, v. 18, n. 1, p. 231-245, 2019. DOI: 10.1016/S2095-3119(18)62137-9.

LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria briizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa**

**Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007. Disponível em:

<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/1834>. Acesso em: 09 jan. 2022.

LOMBARDO, S.; PANDINO, G.; MAUROMICALE, G. Optimizing nitrogen fertilization to improve qualitative performances and physiological and yield responses of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agronomy**, v. 10, n. 3, p. 352, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10030352.

LÓPEZ-ARREDONDO, D. L.; LEYVA-GONZÁLEZ, M. A.; GONZÁLEZ-MORALES, S. I.; LÓPEZ-BUCIO, J.; HERRERA-ESTRELLA, L. Phosphate nutrition: improving low-phosphate tolerance in crops. **Annual Review of Plant Biology**, v. 65, p. 95-123, 2014. DOI: 10.1146/annurev-arplant-050213-035949.

LORENZI, J. O.; MONTEIRO, P. A.; MIRANDA FILHO, H. D. S.; VAN RAIJ, B. Raízes e tubérculos. *In*: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p. 219-229. (Boletim Técnico, 100).

LUZ, J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; BORGES, M.; OLIVEIRA, R. C.; LEITE, S. S.; CARDOSO, R. R. Influência da adubação fosfatada no teor foliar de fósforo e na produtividade de tubérculos de batata, cv. Agata. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 649-656, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n2p649.

MACHADO, V. J. **Aplicação de fertilizantes com diferentes tecnologias: volatilização de NH<sub>3</sub>**. 2015. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. DOI: 10.14393/ufu.te.2015.80.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**, São Paulo: Nobel, p. 11, 2002.

MEISE, P.; JOZEFOWICZ, A. M.; UPTMOOR, R.; MOCK, H. P.; ORDON, F.; SCHUM, A. Comparative shoot proteome analysis of two potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes contrasting in nitrogen deficiency responses in vitro. **Journal of proteomics**, v. 166, p. 68-82, 2017. DOI: 10.1016/j.jprot.2017.07.010.

MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 197, p. 112-119, 1999.

- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. Nitrogen. *In: Principles of plant nutrition*. Springer, Dordrecht, 2001. p. 397-434. DOI: 10.1007/978-94-010-1009-2\_7.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Portaria Nº 154 de 23 de Julho de 1987. **Normas gerais para certificação de batata-semente**. Diário Oficial da União. Brasília-DF, nº 139, 24 Jul. 1987, seção I, p. 11.804.
- MINOTTI, P. L.; HALSETH, D. E.; SIECZKA, J. B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **Hortscience**, v. 29, n. 12, p. 1497-1500. 1994. DOI: 10.21273/HORTSCI.29.12.1497.
- MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N.P.; MELO, P.C.T. Cultura da batata. 1. ed. Vargem Grande do Sul, SP: FAEF , 2003, 68 p.
- MISGINA, N.A. Effect of phosphorus and potassium fertilizer rates on yield and yield component of potato (*Solanum tuberosum* L.) at K/Awlaelo, Tigray, Ethiopia. **Food Science and Quality Management**, v. 48, p. 60-69, 2016.
- OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, J. R. P.; SEIFERT, A. L.; ALMEIDA, L. H. C.; DIAS, F. M. V. Fertilizante organomineral no desempenho agrônômico e produtividade do feijão aplicado no sulco de plantio. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*, Anais [...] CONTECC, 2016. Foz do Iguaçu - PR, 29 de agosto a 1 de setembro de 2016.
- OLIVEIRA, P. L. S. **Fertilização com organomineral em cultivo de batateira Agata e Atlantic**. 2018. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- OLIVEIRA, W. J. D.; SOUZA, E. R. D.; CUNHA, J. C.; SILVA, Ê. F. D. F.; VELOSO, V. D. L. Leaf gas exchange in cowpea and CO<sub>2</sub> efflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 32-37, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p32-37.
- PÁDUA, J. G.; MESQUITA, H. A.; CARMO, E. L.; ARAUJO, T. H.; DUARTE, H. S. S. Cultivares: a escolha correta faz a diferença. **Informe Agropecuário**, v. 33, p. 30-39, 2012.
- PAULETTI, V.; MENARIM, E. Timing, sources and rates of potassium fertilizer application for potato. **Scientia Agraria**, v. 5, n. 1/2, p. 15-20, 2004.



PINHEIRO, Y. A.; KONDA, S. T.; DE MELO BONINI, L. M. Impactos da pandemia Covid-19 na importação de fertilizantes para o agronegócio brasileiro. *In: Carvalho, A. C.; Castro, A. C. Implicações socioeconômicas da covid-19 no brasil e no mundo*, v. 1, p. 148-156, 2022. DOI: 10.37885/211006353.

PRAMANICK, B.; BRAHMACHARI, K.; MAHAPATRA, B. S.; GHOSH, A.; GHOSH, D.; KAR, S. Growth, yield and quality improvement of potato tubers through the application of seaweed sap derived from the marine alga *Kappaphycus alvarezii*. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, n. 6, p. 3253-3260, 2017. DOI: 10.1007/s10811-017-1189-0.

PREZOTTI, L. C; MARTINS, A. G. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **The R Project for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

RAIJ, B.VAN; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. Interpretação de resultados de análise de solo. *In: RAIJ, B.VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RAMPAZZO, A. **Cenário atual da cultura da batata e os principais desafios**. 2020. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/cenario-atual-da-cultura-da-batata-e-os-principais-desafios\\_442481.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/cenario-atual-da-cultura-da-batata-e-os-principais-desafios_442481.html). Acesso em: 05 dez. 2021.

RIBEIRO, G. H. M. R.; SAMARTINI, C. Q.; SILVA, L. F. L.; VIEIRA, S. D.; RESENDE, L. V. Cultivares. *In: NICK, C.; BORÉM, A. (ed.). Batata: do plantio à colheita*. Viçosa: Editora UFV, 2017. p. 77-93.

ROCHA, A. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, B. F.; CAMPOS, D. V. B.; POLIDORO, J. C.; ARAÚJO, E. S. Efeito residual de fertilizante organomineral obtido a partir de resíduos de suínos sobre o desempenho agrônomo do feijão caupi. *In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência*

**do Solo.** Anais [...] CBCS, 2015. Natal - RN. 02 a 07 de agosto de 2015.

RODRIGUES, V. W. B.; SOUZA, C. H. E.; HWANG, H. F. Eficiência do fertilizante organomineral produzido a partir de resíduos agroindustriais na cultura da cana-de-açúcar. *In: IV Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais*, Rio de Janeiro, v. 4, p. 1-4, 2015.

ROSEN, C. J.; KELLING, K. A.; STARK, J. C.; PORTER, G. A. Optimizing phosphorus fertilizer management in potato production. **American Journal of Potato Research**, v. 91, n. 2, p. 145-160, 2014. DOI: 10.1007/s12230-014-9371-2.

ROSSET, E.; COLELLA, J. C.; JUNIOR, J. R. A. D. N.; VIEIRA, S. A. Efeitos de fertilizante organomineral na produção de tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Uningá Review Journal**, v. 25, n. 2, p. 12-17, 2016.

SANTOS JÚNIOR, N. É. T. **Produtividade e qualidade de batata cv. Atlantic em função de fontes potássicas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; DE MACÊDO BELTRÃO, N. E.; DE LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 0, 2005.

SILVA, E. C. Implantação da Cultura. *In: NICK, C.; BORÉM, A. (ed.). Batata: do plantio à colheita*. Viçosa: Editora UFV, 2017. p. 36-50.

SILVA, G. M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. TCC (Graduação em Tecnologia em Horticultura) – Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina. 2021. 23 p.

SILVA, J. T.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananaeira ‘Prata anã’ (AAB), cultivadas em dois latossolos. **Revista Ceres**, v. 58, n.1, p. 238- 242. 2011. DOI: 10.1590/S0034-737X2011000200016.

SILVA, P. F. D.; LIMA, C. J. D. S.; BARROS, A. C.; SILVA, E. M. D.; DUARTE, S. N. Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido.

**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1173-1180, 2013.  
DOI: 10.1590/S1415-43662013001100007.

SILVA, R. C. D.; LANA, R. M. Q. **Fertilizantes organominerais - Alternativa para a adubação em cobertura no milho**. Campo & Negócios, Uberlândia, v. 178, p. 36-38, 2018.  
Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-organominerais-alternativa-para-a-adubacao-em-cobertura-no-milho/>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SORATTO, R.P.; FERNANDES, A.M.; JOB, A.L.G. Nutrição, calagem e adubação. *In*: NICK, C.; BORÉM, A. (ed.). **Batata: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2017. p. 51-76.

SOUSA, G. G. D.; RODRIGUES, V. D. S.; SOARES, S. D. C.; DAMASCENO, Í. N.; FIUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 604-609, 2018. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p604-609.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAROUÇO, C. P.; SAUSEN, D.; DA SILVA TAVARES, M.; NICOLOSO, F. T. Atividade fotossintética e produção de biomassa de clones de batata em função da disponibilidade de fósforo no solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e24310817326-e24310817326, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17326.

TARTARO, L.; MARCHESE, A.; TODESCATTO, L. R.; MINUZZI, R. B. Tamanho do tubérculo na produção de batata-semente das cultivares Agata e Asterix em sistema aeropônico. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 6, n. 1, p. 044-050, 2021. DOI: 10.24221/jeap.6.1.2021.3936.044-050.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. **Agronomy journal**, v. 97, n. 3, p. 960-

967, 2005. DOI: 10.2134/agronj2004.0092.

TFOUNI, S. A. V.; MACHADO, R. M. D.; GARCIA, L. C.; AGUIRRE, J. D.; GASPARINO, F. O. J. **Batata chips e palha**. Campinas: Ital, 2003. 73 p. (Agronegócio; 3).

TILLAULT, A. S.; YEVTUSHENKO, D. P. Simple sequence repeat analysis of new potato varieties developed in Alberta, Canada. **Plant Direct**, v. 3, n. 6, p. e00140, 2019. DOI: 10.1002/pld3.140.

TRÄNKNER, M.; TAVAKOL, E.; JÁKLI, B. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. **Physiologia plantarum**, v. 163, n. 3, p. 414-431, 2018. DOI: 10.1111/ppl.12747.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. São Paulo: Editora Andrei, 2007, 693 p.

VAN NIEKERK, C.; SCHÖNFELDT, H.; HALL, N.; PRETORIUS, B. The role of biodiversity in food security and nutrition: A potato cultivar case study. **Food and Nutrition Sciences**, v. 7, n. 05, p. 371, 2016. DOI: 10.4236/fns.2016.75039.

VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertilizantes e fertirrigação. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (ed.). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 262-281.

WESTERMANN, D. T.; JAMES, D. W.; TINDALL, T. A.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. **American Potato Journal**, v. 71, n. 7, p. 433-453, 1994. DOI: 10.1007/BF02849098.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. Atlantic**. 2003. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. DOI: 10.11606/D.11.2003.tde-20052003-141438.

ZAHEER, K.; AKHTAR, M. H. Potato production, usage, and nutrition – a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 5, p. 711-721, 2016. DOI: 10.1080/10408398.2012.724479.