

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

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DA
BATATA

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL
2021

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DA
BATATA

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

Coorientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Regina Maria Quintão
Lana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS - BRASIL
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M191f Magela, Mara Lúcia Martins, 1991-
2021 Fertilizantes organominerais na adubação de plantio da batata
[recurso eletrônico] / Mara Lúcia Martins Magela. - 2021.

Orientador: José Magno Queiroz Luz.
Coorientadora: Regina Maria Quintão Lana.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de
Pós-graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2024.5060>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Agronomia. I. Luz, José Magno Queiroz, 1967-, (Orient.). II. Lana,
Regina Maria Quintão, 1958-, (Coorient.). III. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU: 631

André Carlos Francisco
Bibliotecário Documentalista - CRB-6/3408

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DA
BATATA

Tese apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa
de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área
de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título
de “Doutor”.

APROVADA em 30 de junho de 2021.

Banca Examinadora:

Prof ^a . Dr ^a . Regina Maria Quintão Lana (Coorientadora)	UFU
Prof. Dr. Reginaldo de Camargo	UFU
Prof. Dr. Rogério Peres Soratto	UNESP
Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes	UNESP

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2021



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Tese, 011/2021, PPGAGRO				
Data:	Trinta de junho de dois mil e vinte e um	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	13:05
Matrícula do Discente:	11713AGR018				
Nome do Discente:	Mara Lúcia Martins Magela				
Título do Trabalho:	Fertilizantes Organominerais na adubação de plantio de batata.				
Área de concentração:	Fitotecnia				
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: Regina Maria Quintão Lana - UFU; Reginaldo de Camargo - UFU; Rogério Peres Soratto - UNESP; Adalton Mazetti Fernandes - UNESP; José Magno Queiroz Luz - UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

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):

Aprovada.

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

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 30/06/2021, às 13:09, 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 **Regina Maria Quintão Lana, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/06/2021, às 13:12, 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 **Reginaldo de Camargo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/06/2021, às 13:12, 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 **Rogério Peres Soratto, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 13:22, 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 **Adalton Mazetti Fernandes, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 13:24, 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, informando o código verificador **2796875** e o código CRC **731410E5**.

*Aos meus amados pais
Valdivina e Geraldo,
ao meu irmão Marcos
ao meu tio Valdemar (in memoriam)*

Dedico

*Ao meu amado esposo Anderson
por todo amor, carinho e dedicação, e aos meus amados filhos Ana Laura e aquele (a)
que ainda saberei quem é, minhas heranças,*

Ofereço

*“Se pude ver mais longe é
porque estava sobre os
ombros de gigantes.”
(Isaac Newton)*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todo amor e graça sobre minha vida até aqui.

Ao professor Dr. José Magno Queiroz Luz, pela orientação, incentivo e suporte durante toda a realização do trabalho.

À professora Dr^a. Regina Maria Quintão Lana por toda contribuição profissional e pessoal desde a graduação até hoje; e por participar da avaliação deste trabalho.

Agradeço a todo o corpo docente e técnico do Instituto de Ciências Agrárias por toda generosa contribuição na minha formação durante esses 12 anos.

Aos meus amigos de graduação e pós-graduação, Luciana Nunes Gontijo, Rafael Resende Finzi, Thays Vieira Bueno e Rayssa Camargo de Oliveira pela caminhada edificante, pela amizade constante, auxílio nos trabalhos da Pós-Graduação e por sempre estarem presentes em cada etapa conquistada.

Às empresas Agrícola Wehrmann[®], Grupo Rocheto[®], Vigor Fertilizantes[®] e suas respectivas equipes por todo apoio durante a condução dos experimentos.

À Prof^a. Dr^a. Fabiana Regina Xavier Batista pela disposição e apoio nas análises laboratoriais da pesquisa.

Aos membros da Banca, Prof. Dr. Reginaldo de Camargo, Prof. Dr. Rogério Peres Soratto e Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes por me prestigiarem aceitando o convite e por contribuírem com a melhoria do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo durante o doutorado; à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pela oportunidade de realização do Doutorado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por apoiar e financiar esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFU pela excelente qualidade de ensino.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração desse trabalho, meu sincero agradecimento.

RESUMO GERAL

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Fertilizantes organominerais na adubação de plantio da batata.** 2021. 180p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Dentre os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da cultura da batata, bem como a obtenção de altas produtividades e qualidade dos tubérculos, está o fornecimento adequado dos nutrientes. Devido suas características (importância econômica e alta demanda nutricional) busca-se cada vez mais por fontes de fertilização capazes de suprir as necessidades da cultura, ao mesmo tempo que se promove um manejo mais sustentável e eficiente. Nesse cenário, os fertilizantes organominerais representam uma fonte alternativa de fertilização para o cultivo da batata por possuir em sua composição uma fração orgânica combinada com fontes minerais. Essa constituição promove uma série de benefícios para toda a cadeia produtiva, desde a fabricação dos fertilizantes até os benefícios para o sistema solo-planta. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de fontes organominerais na adubação de plantio das cultivares Ágata, Atlantic, Asterix e Markies em comparação com fontes minerais tradicionalmente utilizadas. Analisou-se o desenvolvimento da cultura por meio de avaliações do Índice Spad e análise foliar; produtividade e qualidade dos tubérculos, bem como as características do solo após a colheita. Os experimentos com as cultivares Ágata e Atlantic foram conduzidos simultaneamente em uma área de produção de batata na cidade de Cristalina-GO, no período de junho a outubro de 2017. Utilizou-se um delineamento de blocos causalizados com cinco tratamentos (100% da recomendação de adubação de plantio com fontes minerais; doses de 100, 80, 60 e 40% da recomendação com fertilizante organomineral 02-20-05) em 4 repetições. Os experimentos com as cultivares Asterix e Markies foram realizados em uma área comercial de produção localizada em Perdizes-MG, no período de junho a outubro de 2018. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 13 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos se constituíram de combinações de adubação de plantio que utilizaram fontes minerais (MAP e KCl) e organominerais (05-25-00 e 00-00-30) para o fornecimento de fósforo e potássio em distintas doses. Essas doses foram determinadas de acordo com a recomendação mineral utilizada pelo produtor (100, 80, 55, 35% da recomendação de fósforo e de potássio). Observou-se que a aplicação de fertilizantes organominerais no plantio da batata representa uma alternativa de fertilização para as diferentes cultivares avaliadas, promovendo resultados de produtividade e qualidade dos tubérculos semelhantes e/ou superiores aos observados com a adubação mineral. Além disso, as características químicas do solo foram mantidas, possibilitando aproveitamento futuro para as próximas safras.

Palavras-chave: Fertilizantes especiais. Nutrição. *Solanum tuberosum*. Sustentabilidade.

¹Comitê Orientador: José Magno Queiroz Luz – UFU (Orientador) e Regina Maria Quintão Lana – UFU (Coorientadora).

GENERAL ABSTRACT

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Organomineral fertilizers in potato planting fertilization**. 2021. 180p. Thesis (Doctor Program Agronomy/Crop Science) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Among the main factors influencing the development of the potato crop, as well as the achievement of high yields and quality of tubers, is the adequate supply of nutrients. Due to its characteristics (economic importance and high nutritional demand), it has been increasingly sought for sources of fertilization capable of meeting the needs of the crop, while promoting a more sustainable and efficient management. In this scenario, organomineral fertilizers represent an alternative source of fertilization for the cultivation of potatoes, as they contain an organic fraction combined with mineral sources in their composition. This constitution promotes a series of benefits for the entire production chain, from the manufacture of fertilizers to benefits for the soil-plant system. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of organomineral sources in the planting fertilization of Ágata, Atlantic, Asterix and Marikies cultivars in comparison with traditionally used mineral sources. Crop development was analyzed through Spad Index evaluations and leaf analysis; yield and quality of tubers, as well as soil characteristics after harvest. The experiments with the cultivars Ágata and Atlantic were carried out simultaneously in a potato production area in the city of Cristalina-GO, from June to October 2017. A causal block design with five treatments was used (100% of the recommendation for planting fertilization with mineral sources; doses of 100, 80, 60 and 40% of the recommendation with organomineral fertilizer 02-20-05) in 4 repetitions. The experiments with the cultivars Asterix and Markies were carried out in a commercial production area located in Perdizes-MG, from June to October 2018. A randomized block design with 13 treatments and 3 replications was used. The treatments consisted of combinations of planting fertilization that used mineral sources (MAP and KCl) and organominerals (05-25-00 and 00-00-30) to provide phosphorus and potassium in different doses. These doses were determined according to the mineral recommendation used by the producer (100, 80, 55, 35% of the phosphorus and potassium recommendation). It was observed that the application of organomineral fertilizers in the planting of the potato represents an alternative of fertilization for the different cultivars evaluated, promoting yield and quality results of the tubers similar and/or superior to those observed with mineral fertilizer. In addition, the chemical characteristics of the soil were maintained, making it possible to use it in the future for the next crops.

Keywords: Special fertilizers. Nutrition. *Solanum tuberosum*. Sustainability.

¹Supervising Committee: José Magno Queiroz Luz – UFU (Major Professor) and Regina Maria Quintão Lana – UFU (Co-supervisor).

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	Página
Figura 1 - Pluviosidade e temperatura em Cristalina-GO no período de 23 de junho a 19 de outubro de 2017 (Rural Clima, 2021).....	68
Figura 2 - Classificação dos tubérculos de batata: (a) Especial (42-70 mm), (b) Primeira (33-42 mm); (c) Segunda (28-33 mm); (d) Florão (maior que 70mm) e (e) Descarte.....	73
Figura 3 - Índice Spad em plantas de batata Ágata (a) e Atlantic (b) em função das doses de fertilizante organomineral.....	78
Figura 4 - Classificação dos tubérculos de batata Ágata: “Especial” (a), “Diversa” (b), “Florão” (c), “Descarte” (d), Produtividade (e) e %Especial (f).....	82
Figura 5 - Classificação dos tubérculos de batata Atlantic: “Primeira” (a), “Diversa” (b), “Florão” (c), “Descarte” (d), Produtividade (e) e % Especial (f).....	86
Figura 6 - pH dos tubérculos de batata Ágata.....	88
Figura 7 - Teor de massa seca dos tubérculos de batata Atlantic.....	89
Figura 8 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química foliar-Ágata. Dados originais disponíveis no apêndice A.....	93
Figura 9 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1, CP2 e C3). Análise química foliar-Atlantic. Dados originais disponíveis no apêndice B.....	96
Figura 10 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química do solo após a colheita-Ágata. Dados originais disponíveis no apêndice C.....	99
Figura 11 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química do solo após a colheita-Atlantic. Dados originais disponíveis no apêndice D.....	102
CAPÍTULO 3	
Figura 1 - Pluviosidade e temperatura em Perdizes-MG no período de 12 de junho a 22 de outubro de 2018 (ICROP, 2021).....	115
Figura 2 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Caracterização química dos tubérculos após a colheita da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice E.....	138

Figura 3 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Caracterização química dos tubérculos após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice F.....	141
Figura 4 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Exportação dos nutrientes da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice G.....	144
Figura 5-	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Exportação de tubérculos após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice H.....	147
Figura 6 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química foliar-Asterix. Dados originais no apêndice I.....	150
Figura 7 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química foliar-Markies. Dados originais no apêndice J.....	154
Figura 8 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química do solo após a colheita da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice K.....	157
Figura 9 -	Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química do solo após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice L.....	161

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2		Página
Tabela 1 -	Caracterização química do solo, antes do plantio, na profundidade de 0-20 cm.....	69
Tabela 2 -	Caracterização dos tratamentos.....	69
Tabela 3 -	Composição química do organomineral 02-20-05.....	71
Tabela 4 -	Composição química da torta de filtro.....	71
Tabela 5 -	Estimativas do Índice Spad em batata cultivar Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	76
Tabela 6 -	Estimativas do Índice Spad em batata cultivar Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	77
Tabela 7 -	Classificação dos tubérculos de batata Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	80
Tabela 8 -	Produtividade Total e percentual de batata especial Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	81
Tabela 9 -	Classificação dos tubérculos de batata Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	84
Tabela 10 -	Produtividade Total e percentual de batata especial Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	84
Tabela 11 -	Massa seca, pH e carboidratos dos tubérculos das cultivares Ágata e Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.....	88
Tabela 12 -	Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Ágata, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	94
Tabela 13 -	Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Atlantic, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	97
Tabela 14 -	Análise química do solo após a colheita da cultivar Ágata, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	100
Tabela 15 -	Análise química do solo após a colheita da cultivar Atlantic, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	103
CAPÍTULO 3		
Tabela 1 -	Caracterização química do solo, antes do plantio, na profundidade de 0-20 cm.....	116

Tabela 2 -	Combinações de adubação de plantio com fontes de potássio e fósforo.....	118
Tabela 3 -	Composição química dos organominerais.....	119
Tabela 4 -	Estimativas do Índice SPAD em batata cultivar Asterix em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.....	124
Tabela 5 -	Estimativas do Índice SPAD em batata cultivar Markies em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.....	125
Tabela 6 -	Classificação e produtividade dos tubérculos cultivar Asterix em função de diferentes combinações de adubação de plantio.....	127
Tabela 7 -	Classificação e produtividade dos tubérculos cultivar Markies em função de diferentes combinações de adubação de plantio.....	129
Tabela 8 -	Análise físico-química dos tubérculos da cultivar Asterix em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.....	133
Tabela 9 -	Análise físico-química dos tubérculos da cultivar Markies em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.....	135
Tabela 10 -	Caracterização química dos tubérculos da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	139
Tabela 11 -	Caracterização química dos tubérculos da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	142
Tabela 12 -	Exportação de nutrientes da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	145
Tabela 13 -	Exportação de nutrientes da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	148
Tabela 14 -	Teores de macro e micronutrientes foliares da cultivar Asterix aos 48 dias após o plantio, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	151
Tabela 15 -	Teores de macro e micronutrientes foliares da cultivar Markies aos 48 dias após o plantio, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	155
Tabela 16 -	Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	158
Tabela 17 -	Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.....	162

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	19
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1 Origem e importância econômica da batata.....	22
2.2 Fertilização da batata.....	23
2.2.1 <i>Macro e micronutrientes.....</i>	25
2.2.2 <i>Demanda nutricional da batata.....</i>	29
2.3 Sustentabilidade dos sistemas agrícolas.....	30
2.4 Mercado de fertilizantes.....	33
2.4.1 <i>Fertilizantes organominerais.....</i>	34
2.4.1.1 <i>Matriz orgânica dos organominerais.....</i>	35
2.4.1.2 <i>Eficiência dos fertilizantes organominerais.....</i>	41
2.4.1.3 <i>Desafios do setor de fertilizantes organominerais.....</i>	44
2.4.1.4 <i>Fertilizantes organominerais em hortaliças.....</i>	45
REFERÊNCIAS.....	48
CAPÍTULO 2.....	63
FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DAS CULTIVARES ÁGATA E ATLANTIC.....	63
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
1 INTRODUÇÃO.....	66
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
2.1 Local e caracterização do solo.....	68
2.2 Delineamento experimental.....	69
2.3 Caracterização das fontes de fertilizantes.....	70
2.4 Variáveis avaliadas.....	71
2.4.1 <i>Índice SPAD aos 48, 62, 76 e 91 dias após o plantio.....</i>	71
2.4.2 <i>Análise química foliar.....</i>	72
2.4.3 <i>Classificação dos tubérculos e produtividade.....</i>	73
2.4.4 <i>Análise química do solo após a colheita.....</i>	73
2.4.5 <i>Massa seca, pH e carboidratos nos tubérculos.....</i>	74

2.5	Análise estatística.....	74
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
3.1	Índice SPAD aos 48, 62, 76 e 91 dias após o plantio.....	76
3.2	Classificação dos tubérculos e produtividade.....	79
3.3	Massa seca, pH, carboidratos e teor de sólidos nos tubérculos.....	87
3.4	Análise química foliar aos 51 dias após o plantio.....	91
3.5	Análise química do solo após a colheita.....	98
4	CONCLUSÕES.....	104
	REFERÊNCIAS.....	105
	CAPÍTULO 3.....	110
	FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DAS CULTIVARES ASTERIX E MARKIES.....	110
	RESUMO.....	111
	ABSTRACT.....	112
1	INTRODUÇÃO.....	113
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	115
2.1	Localização e caracterização do solo.....	115
2.2	Delineamento experimental.....	116
2.2.1	<i>Tratamentos.....</i>	117
2.2.2	<i>Caracterização das fontes de fertilizantes.....</i>	119
2.3	Variáveis avaliadas.....	120
2.3.1	<i>Índice SPAD aos 66, 94 e 113 dias após o plantio.....</i>	120
2.3.2	<i>Análise química foliar e dos tubérculos.....</i>	120
2.3.3	<i>Classificação dos tubérculos e produtividade.....</i>	121
2.3.4	<i>Análise química do solo após a colheita.....</i>	121
2.3.5	<i>Análise físico-química das batatas após a colheita.....</i>	121
2.4	Análise estatística.....	122
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	123
3.1	Índice SPAD aos 66, 94 e 113 dias após o plantio.....	123
3.2	Classificação dos tubérculos e produtividade.....	125
3.3	Análise físico-química das batatas após a colheita.....	131
3.4	Caracterização química dos tubérculos após a colheita.....	136
3.5	Exportação dos nutrientes nos tubérculos de batata.....	143
3.6	Análise química foliar aos 48 dias após o plantio.....	149

3.7	Análise química do solo após a colheita.....	156
4	CONCLUSÕES.....	163
	REFERÊNCIAS.....	165
	APÊNDICES.....	170

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata é a principal hortaliça cultivada no mundo, representando uma nutritiva e importante fonte de alimento para diferentes populações. Estima-se que aproximadamente 1,4 bilhões de pessoas tem a batata como alimento base (CIP, 2021; Filgueira, 2008). Segundo Singh e Kaur (2016), com as estimativas de crescimento da população em tamanho e riqueza, o papel da batata na nutrição global se tornará ainda mais relevante até 2050.

A evolução do cultivo da batata nos últimos anos no Brasil teve influência de diferentes fatores, como a introdução de novas cultivares. Dentre elas, a cultivar Ágata adquiriu destaque sobre a produção de batata no segmento fresco. Esta cultivar foi originada do cruzamento de Böhm52/72 com Sirco, sendo lançada na Holanda em 1990. Aproximadamente nesse período e a década de 2000, destacou-se no Brasil atingindo domínio sobre todas as cultivares na produção de batata para mercado fresco (Pereira, 2011; Soleilpapa, 2021).

No segmento de fritas estão a Atlantic (muito usada na forma de *chips* e palha) e Markies (com dupla aptidão culinária, ou seja, adequada para preparo de massas e fritura). A cultivar Atlantic é um material americano que teve origem do cruzamento entre as variedades Wauseon X Lenape (B5141-6) lançada em 1976 (Soleilpapa, 2021; Rezende, 2007). A cultivar Markies é de origem holandesa e começou a ganhar espaço no país a partir da década de 2000 por ser uma cultivar versátil no manejo e no consumo (Pádua, 2005).

Como representante de cultivares de película avermelhada é possível citar a Asterix que tem boas características para fritura doméstica e industrial. Essa cultivar ganhou destaque em todo o país a partir da década de 2000. Trata-se de uma cultivar de origem holandesa resultado do cruzamento entre as variedades Cardinal e SVP VE 70-9. (Pereira, 2011; Fernandes *et al.*, 2010a; Soleilpapa, 2021).

Essas cultivares estrangeiras que se consolidaram entre os principais materiais usados na bataticultura brasileira, foram em sua maioria, desenvolvidas para condições de solo e clima distintos aos normalmente encontrados no Brasil (Pereira, 2011).

Para atingir elevadas produtividades, é comum observar aplicações de altas doses de fertilizantes, por vezes, acima do recomendado e com fontes que se caracterizam principalmente por serem minerais e concentradas. Esses fatores, associados à baixa aplicação de matéria orgânica, têm promovido a redução da qualidade do solo e da água

com efeitos negativos para a sustentabilidade do sistema de produção, aumento do custo e declínio parcial da produtividade (Pereira, 2018; Singh; Kaur, 2016).

Diante da importância econômica e social da batata, é cada vez mais crescente a busca por tecnologias e insumos que contribuam para o alcance de altas produtividades com práticas mais sustentáveis de produção (Spadotto; Ribeiro, 2006). Nesse contexto, e associado a diversidade de resíduos orgânicos disponíveis para reuso na agricultura, encontram-se os fertilizantes organominerais. Estes são resultantes da mistura de fontes minerais com uma matriz orgânica bioestabilizada, sendo produzidos de acordo com especificações e garantias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), mediante Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009, Seção V, Art.8º, § 1º (MAPA, 2009).

Essa tecnologia em fertilizante tem como alguns dos seus objetivos fornecer e facilitar a manutenção da matéria orgânica junto aos elementos minerais, bem como possibilitar que os nutrientes sejam disponibilizados de forma mais sincronizada com as necessidades da cultura em quantidade e em tempo adequados. Além disso, tem papel importante na diminuição de perdas por processos de lixiviação, volatilização e fixação dos nutrientes fornecidos (Benites *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2012; Borsari, 2013).

Dessa forma, o uso de resíduos na agricultura, por meio dos fertilizantes organominerais, representa uma opção viável e eficiente à disposição correta de resíduos orgânicos, constituindo uma tecnologia de fertilização com potenciais de proporcionar benefícios para as características químicas, físicas e biológicas do solo; para o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, para a produtividade e qualidade de diversos cultivos, como a batata.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e importância econômica da batata

Os primeiros registros da batata como alimento são datados de 8000 A.C., sendo cultivada pelos incas na região das Cordilheiras dos Andes. No século XVI (por volta de 1520) a batata foi levada até a Inglaterra onde se tornou muito popular. Segundo o Centro Internacional da Batata localizado em Lima, somente na região dos Andes, no Peru, são plantados 4.235 tipos de batata (Bortoletto, 2021).

No Brasil, o cultivo começou por volta de 1700, ganhando espaço pelo seu alto rendimento e grande capacidade de adaptação. Trata-se de uma importante fonte de substâncias vitais como carboidratos, vitaminas, sais minerais e fibras; de alta versatilidade gastronômica (possibilidade de diversas receitas doces e salgadas); universal (apreciada por diferentes públicos e culturas) e acessível economicamente. (Shimoyama, 2020; Watanabe, 2013).

Por todas essas qualidades, a batata tornou-se um dos alimentos mais relevantes para a dieta de várias comunidades pelo mundo juntamente com outros cereais, como trigo, centeio e milho. Atualmente é plantada em todos os continentes, sob diferentes condições edafoclimáticas e níveis tecnológicos (Watanabe, 2013).

Segundo Shimoyama (2020), anualmente, a batata é plantada em mais de 130 países em 20 milhões de hectares que produzem aproximadamente 400 milhões de toneladas de tubérculos. De maneira geral, são produzidos cerca de 150, 130, 20, 15, 24 e 1,5 milhão de toneladas na Ásia, Europa, África, América do Sul, América do Norte e Oceania, respectivamente.

Em 2019 a produção mundial de batata atingiu 370.436.581 toneladas (em 17.340.986 ha) dos quais 3.696.930 toneladas (116.682 ha) foram produzidas no Brasil (FAOSTAT, 2021).

Estima-se que do total da área produtora de batata no Brasil, cerca de 65% é destinada para o mercado fresco, 15% para a indústria de chips, 12% para a indústria de pré-fritas e 8% para batata semente. As principais variedades plantadas são Ágata (45%), Asterix (15%), Orchestra (13%), Cupido (7%), Markies (6%), Atlantic e Frito-Lay (FL) (7%) (Rocheto *et al.*, 2020).

O brasileiro consome em média 17 quilos de batata por ano, sendo de 10 a 12 kg de batata *in natura* e os demais consumidos na forma de palitos pré-fritos e congelados (Bortoletto, 2021; Fernandes *et al.*, 2010a).

Para cada seguimento de consumo existem batatas que reúnem as qualidades mínimas necessárias para atender as exigências do mercado. Segundo Fernandes *et al.* (2010a), as cultivares Ágata e Mondial apresentam características adequadas para o consumo fresco, sendo melhor direcionadas para preparação de massas e pratos assados. As cultivares Atlantic e Asterix são excelentes opções para fritura, enquanto a cultivar Markies apresenta dupla aptidão culinária (para massas e frituras).

De acordo com Fernandes *et al.* (2010a) e Shimoyama (2019), devido a crescente necessidade por alimentos para consumo direto, as demandas por batata na forma processada como *Chips*, batata palha, batatas descascadas, cortadas, pré-fritas e congeladas, aumentaram no Brasil.

Entretanto, excepcionalmente em 2020, devido a pandemia causada pelo SARS-CoV-2, ocorreu uma situação atípica na tendência de consumo observada nas últimas duas décadas. De acordo com Shimoyama (2020), mundialmente, o isolamento social e a proibição para o funcionamento normal dos bares, restaurantes e *fast foods*, reduziu as vendas de batatas industrializadas, enquanto as vendas de batatas frescas aumentaram, devido a retomada de refeições nos domicílios e pela batata ser um alimento durável e versátil na culinária.

Juntamente com aumento no consumo dos diferentes segmentos da batata, a necessidade de se atender cada vez mais aos parâmetros de qualidade dos tubérculos também aumentou. A massa fresca e seca, pH, acidez de polpa, cinzas, proteínas e concentração de glicose são algumas das características que influenciam no processamento e qualidade final das batatas. Todos esses parâmetros são dependentes da cultivar, mas sofrem influências de diversas condições ambientais como a adubação (Fernandes *et al.* 2010a; Freitas *et al.*, 2006).

2.2 Fertilização da batata

Dentre os fatores considerados limitantes para produzir batata no Brasil estão: novas áreas para plantar, variedades de melhor aptidão culinária, valor do arrendamento, disponibilidade de água para irrigação, custo de produção e qualidade da batata-semente (Rocheto *et al.*, 2020).

Somado a esses fatores, o sucesso da cultura também é ligado ao bom manejo da adubação, e neste cenário, o investimento em calagem e fertilizantes são responsáveis por aproximadamente 30% do custo total de produção (Queiroz *et al.* 2013; Mesquita *et al.*, 2012).

Além das questões físicas como profundidade, estrutura, textura, declive e ausência de obstáculos, a produção de batata é altamente exigente em nutrientes por apresentar elevada capacidade de resposta a adubação e alta produção de biomassa em relação as outras culturas. Isso devido ao seu ciclo curto, sistema radicular relativamente superficial e elevado potencial de produção. Fernandes *et al.* (2010b) observaram nas cultivares Ágata, Atlantic, Asterix e Markies aumento acelerado na massa seca acumulada nos tubérculos a partir dos 55 dias após o plantio (DAP) em que as taxas máximas diárias de acúmulo ocorreram entre 57 e 70 DAP com 111, 118, 162 e 116 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, para essas cultivares.

Devido essa particularidade e também aos elevados riscos inerentes ao cultivo, os bataticultores habituaram-se com a aplicação de altas doses de fertilizantes, muitas vezes acima da real necessidade da cultura (podendo chegar a 4 t ha⁻¹ de formulados NPK), sendo aderidas práticas genéricas sem levar em consideração o tipo de solo, cultivares e finalidade de produção. Tais práticas contribuem ainda mais para a elevar o custo de produção e influencia na viabilidade econômica sem contar com os prejuízos para a saúde do solo como perdas de nutrientes por lixiviação e contaminação de lençóis freáticos (Queiroz *et al.*, 2013; Watanabe, 2013; Zandonadi *et al.*, 2014).

Westermann *et al.* (1994) comentam que existe uma estreita relação entre produtividade qualificada (formato, tamanho, densidade e qualidade bromatológica) com a qualidade e quantidade de nutrientes aplicadas na cultura. Assim, atender de maneira eficiente as necessidades nutricionais da batata por meio de novas tecnologias é fundamental, tanto para o ambiente produtivo quanto para a obtenção de alta produtividade associada com tubérculos de maior valor no mercado.

Segundo Revoredo (2020), uma planta equilibrada nutricionalmente tem maior capacidade de desenvolvimento e também de superar possíveis fatores de estresses, como os de origem biótica. As doenças interferem diretamente no desenvolvimento normal das plantas, uma vez que afetam processos fisiológicos como fotossíntese, respiração e transporte de água. Assim, além do manejo fitossanitário, torna-se essencial o manejo nutricional para que haja máxima expressão do potencial genético, principalmente em

momentos de estresses; e também para reduzir a severidade das doenças, podendo ainda influenciar na redução do número de aplicações de defensivos agrícolas.

2.2.1 Macro e micronutrientes

O nitrogênio (N) tem função estrutural fazendo parte de moléculas de compostos orgânicos como proteínas. Participa de processos vitais (absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular) que culminam na manutenção do ciclo, aumento de vigor vegetativo das plantas e na produção de tubérculos. Nos tubérculos, o nitrogênio tem influência no tamanho, peso, susceptibilidade a danos mecânicos, teor de proteínas e perdas no armazenamento (Mesquita *et al.*, 2012).

O correto fornecimento do nutriente pode proporcionar aumento da resistência natural das plantas aos patógenos por meio da formação de barreiras mecânicas (lignificação) ou pela síntese de toxinas (fitoalexinas) (Fernandes *et al.*, 2021; Mesquita *et al.*, 2012).

A deficiência de N leva à clorose das folhas mais velhas, manchas necróticas e, em casos mais graves, abscisão das folhas. Observa-se plantas pouco vigorosas e o desenvolvimento fica lento, sendo comum o aparecimento de hastes finas, internódios curtos e folhas eretas. Aumenta-se a susceptibilidade às doenças, como pinta-preta, requeima, canela-preta, podridão-mole e murcha bacteriana; além de tubérculos pequenos e em menor quantidade. Esses sintomas são comuns quando a adubação nitrogenada não é adequada; em solos arenosos, ácidos e pobres em matéria orgânica (Fernandes *et al.*, 2021; Mesquita *et al.*, 2012).

Entretanto, em excesso, principalmente ao final do ciclo, o N pode reduzir a produtividade ao estimular um crescimento exagerado da parte aérea; reduzir o teor de fécula; aumentar acamamento de plantas, a susceptibilidade à doença como coração-oco em tubérculos grandes; atrasa a formação e maturação de tubérculos, tornando-os imaturos e de baixa qualidade culinária (Mesquita *et al.*, 2012; Revoredo, 2020).

Nesta cultura, o manejo da água e do N, representam um grande desafio. Este é um dos nutrientes que mais causam contaminação de corpos d'água, sendo assim, seu parcelamento permite minimizar perdas por lixiviação, ao mesmo tempo que busca coincidir a disponibilização do N com a fase de maior necessidade pela cultura (Watanabe, 2013; Revoredo, 2020).

O fósforo (P) representa o nutriente que mais limita a produção da cultura, sendo crucial para a tuberização e obtenção de tubérculos grandes, pesados, com maior teor de massa seca, amido e vitamina C. Participa ativamente na divisão celular e na formação de RNA, DNA, ATP, amido, sacarose e está relacionado com a resistência e maturação dos tecidos. Tem grande influência sobre o desenvolvimento radicular, sobretudo em relação as raízes secundárias que são fundamentais para a absorção de água e nutrientes (Mesquita *et al.*, 2012; Soratto; Fernandes, 2017).

Trata-se de um nutriente absorvido em menor quantidade em relação ao N, potássio (K) e cálcio (Ca). A cultura tem baixa eficiência em aproveitá-lo, principalmente em solos com baixa disponibilidade. Assim, é comum observar aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados com intuito de aumentar a produtividade (Watanabe, 2013; Mesquita *et al.*, 2012; Soratto; Fernandes, 2017).

O fósforo também tem importante relação com outros nutrientes, como o potássio, contribuindo para o seu melhor aproveitamento pelas plantas, além de controlar os efeitos que excessos de N e cálcio no solo podem produzir (Mesquita *et al.*, 2012).

Sua deficiência leva ao aparecimento de folíolos enrugados, verde-escuros, sem brilho e curvados para cima. O crescimento das plantas, principalmente nas fases iniciais, fica prejudicado. O desenvolvimento da parte aérea é menor, bem como o número e tamanho das raízes e estolões e, conseqüentemente, a produção de tubérculos (Mesquita *et al.*, 2012).

Por fazer parte de processos de divisão celular, metabolismo de carboidratos e síntese de amido, a sua deficiência também leva à redução na produção dos tubérculos, podendo aumentar as chances de lesões internas. Também ocorre redução nos compostos fenólicos nos tecidos da casca e do tubérculo que ficam mais vulneráveis ao desenvolvimento da podridão-mole. Por outro lado, excessos podem levar ao aumento de açúcares redutores (Fernandes *et al.*, 2021; Soratto; Fernandes, 2017; Mesquita *et al.*, 2012; Revoredo, 2020).

O potássio é um dos nutrientes mais importantes e exportados pelas principais cultivares utilizadas no Brasil; participa de inúmeros processos metabólicos e afeta principalmente as qualidades culinárias e de conservação das batatas. O potássio está relacionado com a transformação do açúcar em amido, bem como com o aumento de tamanho, peso, quantidades de fibras, vitamina C, alcaloides e transporte de açúcares das folhas para os tubérculos (Mesquita *et al.*, 2012).

Atua também na diminuição da susceptibilidade à doença como a quequeima e a pinta-preta, além de contribuir para redução de danos mecânicos nos tubérculos. Sua deficiência leva à redução no desenvolvimento da planta formando entrenós mais curtos; folhas murchas e curvadas para baixo e deixa a planta mais vulnerável ao surgimento de doenças fúngicas. Seu excesso ou em alta relação com o cálcio, pode ocasionar deficiência de cálcio levando a menor resistência da parede celular e favorecendo doenças como as do gênero *Pectobacterium* (Revoredo; 2020; Watanabe, 2013).

O cálcio destaca-se por sua participação na constituição da lamela média das paredes celulares e por estar envolvido na divisão celular. Junto com o magnésio (Mg), participa da constituição da clorofila e do metabolismo de carboidratos. Juntamente com o boro (B) são fundamentais para o crescimento radicular e precisa estar presente em profundidade no solo (Mesquita *et al.*, 2012).

Sua deficiência leva a parte interna da membrana celular a perder sua semipermeabilidade. Isso faz as raízes perderem sua seletividade, resultando em distúrbios fisiológicos. Também resulta em amarelecimento da margem das folhas novas; murcha e manchas necróticas internervais; morte de gemas apicais e brotos; desenvolvimento radicular prejudicado, além de formação precoce de tubérculos pequenos e com deformações (Pereira; Ragassi, 2019; Mesquita *et al.*, 2012; Revoredo, 2020).

O magnésio é fundamental para a fotossíntese, uma vez que é o átomo central da clorofila e ativador enzimático de diversos processos metabólicos da planta. Está envolvido na produção e transporte de açúcares e proteínas. Sua deficiência leva ao amarelecimento acentuado entre as nervuras foliares, necrose marrom nas folhas velhas; as folhas ficam mais grossas, quebradiças e curvadas para cima (Fernandes *et al.*, 2021; Mesquita *et al.*, 2012; Malavolta *et al.*, 1989).

O enxofre (S) participa da formação de aminoácidos, proteínas, enzimas e outros compostos relacionados ao metabolismo, contribuindo não somente com seu desenvolvimento, mas também com seus mecanismos de defesa (Revoredo, 2020). A deficiência não é comum em cultivos de batata devido ao seu fornecimento por meio das formulações com superfosfato simples e sulfato de amônio. Entretanto, quando insuficiente, leva as folhas mais novas a ficarem cloróticas e com crescimento lento. (Fernandes *et al.*, 2021; Mesquita *et al.*, 2012).

Os micronutrientes participam de várias funções do metabolismo primário e secundário. Dentre eles, os mais absorvidos pelas folhas são ferro (Fe) e manganês (Mn) e pelos tubérculos destacam-se o boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Watanabe, 2013).

O cobre contribui para aumentar a atividade enzimática da polifenoloxidase que converte compostos fenólicos em substâncias bactericidas (as quinonas) e em outras enzimas relacionadas à defesa das plantas, além de participar da formação de lignina. Em insuficiência gera pouca turgidez das folhas mais novas (Fernandes *et al.*, 2021; Revoredo, 2020).

O ferro, manganês e zinco participam dos processos de fotossíntese, respiração, síntese de proteína e atuam na ativação de compostos e enzimas relacionadas a proteção. Em condições de deficiência de ferro ocorre clorose internerval em folhas jovens e lesões necróticas nas folhas. Para manganês, a deficiência leva as folhas jovens ficarem com clorose internerval e com pontuações marrons ou pretas, pequenas e arredondadas. Entretanto, os excessos resultam em lesões necróticas irregulares nas folhas e caule (Fernandes *et al.*, 2021).

Apesar de não ser comum devido pulverizações de fungicidas que contêm zinco em suas composições, a deficiência desse micronutriente leva os folíolos a ficarem com as margens voltadas para cima, com folhas menores e internódios curtos, reduzindo o crescimento das plantas. Pode acontecer em plantas cultivadas em solos que receberam adubação pesada de fósforo, com muita matéria orgânica e excesso de calagem (Fernandes *et al.*, 2021; Mesquita *et al.*, 2012).

Molibdênio (Mo) em deficiência resulta em plantas cloróticas, raquíticas e com folhas pardas. O boro é essencial para a formação de membranas e paredes celulares, integrando novas células que são formadas no crescimento radicular. Participa da síntese dos ácidos nucleicos e proteínas. Trata-se um nutriente fundamental para a manutenção do cálcio da parede celular, o que confere a planta maior resistência contra a ação enzimáticas de fungos e bactérias (Revoredo., 2020).

A deficiência de boro leva à inibição ou paralização do crescimento da raiz principal e das raízes laterais; formação de tubérculos pequenos, com rachaduras internas e coração-oco (Pereira; Ragassi, 2019; Mesquita, *et al.*, 2012).

2.2.2 Demanda nutricional da batata

O aproveitamento dos nutrientes pela batata varia em função do manejo da cultura como a cultivar, densidade de plantio, cultura antecessora, época de plantio e fertilidade do solo. Além disso, a absorção de nutrientes varia em função da fase de crescimento da cultura, sendo o potássio o elemento mais amplamente utilizado pela batata (Mesquita *et al.* 2012).

Assim, as quantidades de nutrientes a serem aplicadas variam conforme esse manejo e os teores encontrados no solo. A exemplo, em uma situação considerando apenas a fertilidade do solo e obtenção de 30 t ha⁻¹ de batata, estima-se que para uma disponibilidade baixa de P e K, a recomendação seria de aproximadamente 450 à 500 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 350 de K₂O e 190 kg de N; valores estes a serem distribuídos ao longo do ciclo da cultura (Mesquita *et al.*, 2012; Fernandes *et al.*, 2021).

A batata é muito responsiva à aplicação de P, sendo que em solos com elevada disponibilidade deste nutriente, pequenas doses (50 kg ha⁻¹) já proporcionam resultados positivos (Fernandes *et al.*, 2021).

Quanto ao N, no Brasil, encontra-se recomendação variando de 60 a 250 kg ha⁻¹ (Fernandes *et al.*, 2021).

Para o fornecimento de Ca e Mg, Mesquita *et al.* (2012) recomendam a realização por meio de calagem.

De acordo com Fernandes *et al.* (2021), a deficiência de S é pouco comum, visto a aplicação de fórmulas NPK que incluem superfosfato simples e adubações de cobertura com sulfato de amônio. A extração de S varia de 0,2 a 1,5 kg para cada tonelada de batata produzida. Neste mesmo sentido, o fornecimento de micronutrientes como Fe, Mn e Cu, por vezes, é suprido pelos solos naturalmente ácidos e com altas quantidades destes elementos (principalmente de Fe e Mn); e pelas aplicações de defensivos que apresentam estes nutrientes em sua composição. Para a batata, em solos com baixos teores de B, Zn, matéria orgânica e arenosos, recomenda-se a adição de 1 a 2 kg ha⁻¹ de B e de 3 a 4 kg ha⁻¹ de Zn.

De maneira geral, existe um período crítico que a cultura exige a disponibilidade em altas quantidades de praticamente todos os nutrientes, que é do início da formação dos tubérculos até aproximadamente o final do ciclo. Uma tonelada de tubérculo extrai aproximadamente 2,4 a 8,2 kg de N; 0,3 a 1,2 kg de P; 3,7 a 13,3 kg de K; 0,4 a 3,0 kg de Ca; 0,2 a 0,9 kg de Mg; 0,2 a 1,5 kg de S; 1,4 a 9,0 g de B; 0,6 a 3,9 g de Cu; 32,9 a 136,6

g de Fe; 5,4 a 24,1 g de Mn e 3,4 a 12 g de Zn (Fernandes; Soratto, 2012; Fernandes *et al.*, 2021).

Considerando um ciclo de aproximadamente 110 dias, a máxima absorção dos macronutrientes N, P, Ca, Mg e S, acontece na fase inicial de enchimento dos tubérculos, que ocorre entre 45 e 70 DAP. O K tem a maior absorção entre 40 e 60 DAP. Aproximadamente 65% do N; 78% do P; 9% do Ca; 33% do Mg; 65% do S e 68% do K absorvidos pela cultura são acumulados nos tubérculos. Para Cu, B e Zn, estima-se que 49, 45 e 41% do que é absorvido pela planta, respectivamente, acumula-se nos tubérculos. O Cu e Zn têm maior demanda pela planta na segunda metade do ciclo; o B entre 35 e 50 DAP (após início da formação de tubérculos) e os micronutrientes Fe e Mn são mais demandados entre 45 e 65 DAP (Fernandes *et al.*, 2021).

2.3 Sustentabilidade dos sistemas agrícolas

Nota-se que a busca por sistemas agrícolas altamente produtivos e que simultaneamente possuam aspectos de sustentabilidade tem aumentado cada vez mais. Para a cultura da batata essa busca tornou-se ainda mais importante visto a necessidade de se estabelecer práticas de cultivos que atendam mais amplamente ao tripé da sustentabilidade (social-econômico-ambiental).

De acordo com Watanabe (2013), a partir da década de 1980, intensificou-se as preocupações sobre a qualidade de vida e sobre como minimizar os problemas ambientais gerados pelos diferentes setores da sociedade, levando desenvolvimento econômico e, ao mesmo tempo, preservando os recursos naturais.

Sediyama *et al.* (2014) comentam que a partir da década de 1990, o conceito de manejo biológico do solo se fortaleceu com o reconhecimento do papel das populações de organismos e suas atividades como reguladores da fertilidade. O que enfatizou ainda mais a necessidade de se priorizar práticas de manejo que incrementem ou potencializem as atividades biológicas do solo.

No setor agropecuário, a ideia de sustentabilidade passou a crescer e iniciava-se a tentativa de definir “o que é agricultura sustentável?”. Segundo Caporal e Costabeber (2000), para além de se conceituar o que é agricultura sustentável, existe a necessidade de construir saberes sobre temas ecológicos, agrônômicos, sociais e econômicos que possibilitem o desenvolvimento de processos toleráveis de exploração da natureza que sejam compatíveis com as exigências e necessidades dos produtores.

Nesse contexto, tem-se de um lado a realidade de um abastecimento de mercado que é majoritariamente por produtos advindos da agricultura convencional, e de outro, uma agricultura orgânica que, apesar de crescente, é mais sujeita a riscos e não é capaz de atender (em quantidade e preço) a demanda por hortaliças (Watanabe, 2013).

A aplicação de fontes orgânicas é uma prática antiga e comum na olericultura que proporciona benefícios para as características físicas, químicas e biológicas do solo (Watanabe, 2013).

A matéria orgânica tem origem da decomposição dos resíduos vegetais e animais, sendo constituídos por diversos compostos de carbono em diferentes estágios de degradação e associação com fases minerais. A maioria dos solos apresenta menos de 5% da sua fase sólida de matéria orgânica, sendo esta quantidade o suficiente para interferir significativamente nas propriedades do solo e no desenvolvimento das plantas, principalmente quando se trata de plantas que exportam grandes quantidades de nutrientes como as hortaliças (Watanabe, 2013).

Como forma de minimizar o declínio do potencial produtivo do solo dos sistemas convencionais de plantio, busca-se por métodos e formas de se manter e/ou repor essa matéria orgânica do solo. Como exemplo, tem-se a prática de cultivo mínimo e a aplicação de matéria orgânica por meio de resíduos orgânicos que são gerados pelos diferentes setores de produção, como os setores agroindustriais, industriais e urbanos. (Watanabe, 2013).

Um dos métodos mais antigos de reciclagem e/ou reuso de diferentes resíduos orgânicos é pela compostagem. Nesse processo, a matéria orgânica é transformada em fertilizante orgânico por meio da decomposição aeróbia realizada pelos agentes biológicos. Um composto bioestabilizado e curado é rico em nutrientes assimiláveis pelas raízes e tem alto teor coloidal; atua melhorando a estrutura do solo dando condições de armazenar maior quantidade de água, ar e nutrientes, além de favorecer o aumento de populações de microrganismos benéficos ao solo e às plantas (Watanabe, 2013; Sedyama *et al.*, 2014; Malaquias, 2016).

Zandonadi *et al.* (2013) ressaltam que os compostos orgânicos e resíduos orgânicos são excelentes fontes de fertilização por apresentarem propriedades biológicas na fisiologia vegetal que não são permitidas por fertilizantes convencionais.

Uma fertilização sob o aspecto orgânico pressupõe que a fertilidade do solo deve ser mantida ou melhorada utilizando recursos naturais e atividades biológicas; e sempre que possível, dispondo de recursos locais que incluam subprodutos orgânicos que podem

fornecer nutrientes de maneira ampla e diversificada. Também é importante o monitoramento constante do solo visando a implementação de boas práticas de manejo como correção da acidez, adubação adequada e evitando toxidez ao sistema solo-planta (Sediyama *et al.*, 2014).

Rabelo (2015) comenta que mesmo diante das diversas vantagens advindas da matéria orgânica, o uso de resíduos orgânicos oriundos de diferentes setores da sociedade também apresenta alguns desafios como: baixa concentração de nutrientes em comparação aos fertilizantes minerais, o que pode levar a oscilações de nutrientes diante das necessidades das culturas; grande volume de resíduos que encarece, dificulta o transporte e a distribuição de forma homogênea; e poucas informações técnicas sobre a quantidade, época e modo de aplicação de cada tipo de resíduo.

Assim, uma forma de conciliar e potencializar os benefícios isolados de uma aplicação exclusivamente orgânica e uma aplicação exclusivamente mineral, é por meio dos fertilizantes organominerais. Estes são fertilizantes especiais que vem ganhando cada vez mais espaço devido ao contínuo aperfeiçoamento dos seus processos tecnológicos e de fabricação que vão desde as etapas de compostagem da matriz orgânica até a formulação do fertilizante de acordo com as necessidades da cultura (Rabelo, 2015; Watanabe, 2013).

Trata-se de uma ferramenta importante para um modelo agrícola intermediário entre um sistema naturalista extremo e um sistema essencialmente baseado em práticas químicas. Nesse cenário observa-se a inserção de práticas utilizadas em sistemas agrícolas mais sustentáveis como: reutilização de resíduos orgânicos, aplicação de composto orgânico e melhor aproveitamento das fontes minerais (Watanabe, 2013).

A adoção desse tipo de tecnologia em fertilização mostra-se como uma excelente ferramenta no cultivo de hortaliças, visto que, além de obter alta produtividade, rentabilidade e competitividade mercadológica, os sistemas de produção precisam priorizar pelos recursos naturais para atender as exigências legais. Trata-se de uma forma de impor qualidade de vida ao sistema produtivo (em âmbito rural e urbano) uma vez que o mercado consumidor já distingue aqueles produtos designados como ecologicamente corretos ou não (Rabelo, 2015).

2.4 Mercado de fertilizantes

Além das questões de sustentabilidade dos sistemas agrícolas, outro aspecto importante está relacionado diretamente ao insumo ‘fertilizante mineral’. O Brasil está entre os maiores mercados consumidores de fertilizantes do mundo, isso devido à escassez de recursos naturais (matéria-prima) como gás natural, rochas fosfáticas e potássicas, além de deficiência em tecnologias nacionais (Rabelo, 2015).

Segundo Zandonadi *et al.* (2013), o consumo e preços dos fertilizantes não renováveis são crescentes. No Brasil a importação de N, P e K são de aproximadamente 75, 50 e 90%, respectivamente.

Oliveira (2019) comenta que entre 2013 e 2017 houve aumento de aproximadamente 22% no volume de fertilizantes entregues no mercado brasileiro, enquanto a produção nacional de fertilizantes foi reduzida.

Assim, de um lado tem-se a dependência do mercado externo que fragiliza o equilíbrio da balança interna de insumos de origem mineral, e de outro, tem-se uma situação propícia para a busca de tecnologias ecologicamente corretas e economicamente viáveis que possam melhorar a produtividade e ao mesmo tempo reduzir a dependência externa de fertilizantes (Oliveira, 2019). Nesse cenário, o Brasil tem buscado iniciativas na obtenção de fontes alternativas de fertilizantes (Nicchio, 2015; Moraes, 2019; Oliveira, 2019).

Em um estudo realizado no departamento de Ciências do Solo da UFPA (Universidade Federal de Lavras) chegou-se à conclusão que o aumento do custo dos fertilizantes comerciais e da poluição ambiental tornaram o uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa devido a ciclagem de carbono e de nutrientes. O que tem gerado aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (Melo *et al.*, 2008).

Nesse cenário e em concordância com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010) encontram-se os fertilizantes organominerais que trazem reuso e agrega valor a diferentes tipos de resíduos orgânicos e potencializa a eficiência de fontes minerais.

2.4.1 Fertilizantes organominerais

O termo “organomineral” aparece pela primeira vez oficializado na legislação brasileira por meio do Decreto de 86.955, de 18 de fevereiro de 1982 (BRASIL, 1983). Entretanto, as pesquisas com esse fertilizante só começaram a ganhar expressão a partir do ano de 2000.

Os fertilizantes organominerais são resultado da mistura entre fertilizantes minerais e uma matriz orgânica bioestabilizada que devem respeitar especificações e garantias estabelecidas pelo MAPA através da Instrução Normativa (IN) N° 25, de 23 de julho de 2009, Seção V, Art.8º, § 1º (MAPA, 2009). Nessa IN também são abordados aspectos quanto a natureza física (sólido, fluido, pastoso ou gel) e características mínimas necessárias ao fertilizante.

Para os produtos sólidos aplicados no solo é exigido apresentar: mínimo de 8% de carbono orgânico, umidade máxima de 30%, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) mínima de 80 mmol_c kg⁻¹ e no mínimo 10% de macronutrientes declarados para os produtos com macronutrientes primários. Para produtos fluidos, as especificações são: mínimo de 3% de carbono orgânico e no mínimo 3% dos macronutrientes primários declarados para os produtos com macronutrientes primários.

Benites e colaboradores em 2010 relatam que o volume de fertilizante orgânico e organomineral produzido no Brasil era majoritariamente comercializada na forma de farelo ou pó. Dessa forma, esses fertilizantes atendiam principalmente o mercado de café e alguns nichos de hortaliças e frutas. Posteriormente, com o objetivo de ampliar o mercado e aplicabilidade para outras culturas, principalmente grãos, foram fabricados também organominerais na forma de grânulos e *pellets*. Isso conferiu aos organominerais mais flexibilidade de uso, oferecendo ao mercado produtos apropriados também para a mistura com fertilizantes granulados convencionais.

Para a fabricação de um organomineral se utiliza uma ou mais matérias primas orgânicas que se juntam a corretivos, macro e micronutrientes, sendo este um processo industrial e realizado de acordo com as fórmulas dos fabricantes (Fernandes; Testezlaf, 2002; Kiehl, 1999).

2.4.1.1 Matriz orgânica dos organominerais

A fração orgânica dos fertilizantes organominerais pode ter origem animal ou vegetal, sendo gerados dos setores da agroindústria como tortas de filtro, resíduos de animais, cinzas de biomassa, palhadas, dentre outros; e de setores urbanos como o lodo de esgoto obtido através das Estações de Tratamento de Esgoto das cidades (Moraes, 2017; Ramos *et al.* 2017; Sousa *et al.* 2012).

Torta de filtro

Dentre esses resíduos, existem alguns que são tradicionalmente utilizados na agricultura e também nas formulações de organominerais, como a torta de filtro, que é rica em macro e micronutrientes e gerada em grandes volumes pela indústria sucroalcooleira (Alvarenga; Queiroz, 2008).

O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) do mundo. Esta cultura é considerada como uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao elevado potencial de produção de etanol e seus respectivos subprodutos. Estimou-se que a produção de cana-de-açúcar da safra 2020/2021 teria incrementos de 3,5% em relação à safra passada, com colheita estimada de 665,1 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Diante da importância, extensão e volume de produção da cultura, quantidades expressivas de resíduos também são produzidas pelo setor sucroalcooleiro, evidenciando a necessidade de fazer uma reutilização eficiente de todo esse material gerado nos processos industriais (Alvarenga; Queiroz, 2008).

A torta de filtro provém do tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar, sendo composto da mistura de bagaço moído e lodo de decantação. Trata-se de um resíduo produzido em abundância em que a cada tonelada de cana moída gera-se em torno de 40 kg de torta de filtro (Bernardino *et al.*, 2018; Fravet *et al.*, 2010).

A torta de filtro apresenta composição química variável de acordo com a variedade da cana, tipo de solo, maturação e processo de clarificação do caldo, sendo rica em matéria orgânica e nutrientes (Rocha, 2013). De acordo com Gurgel (2012), a composição química da torta úmida é de 70 à 75% de umidade; 25 a 30% de matéria orgânica e de 1 à 2% de constituintes minerais. Nesta composição estão incluídos aproximadamente de 2 a 4% de açúcar; 2 a 4% de sólidos solúveis; 17 a 25% de sólidos não solúveis; 1,41% de

N (massa seca); 1,94% de P_2O_5 (massa seca); 0,39% de K_2O (massa seca); 2,10% de CaO (massa seca); 0,89% de MgO (massa seca). Estima-se que em uma dose de 20 t ha^{-1} de torta de filtro é possível fornecer para a cana-de-açúcar 100% do N, 50% de P, 15% de K, 100% de Ca e 5% de Mg, podendo ser aplicada em área total, em pré-plantio, no sulco ou nas entrelinhas de plantio (Fravet *et al.*, 2010).

De acordo com Souza (2013), aproximadamente 30% do fósforo presente na torta de filtro estão na forma orgânica e o N está na forma proteica, o que faz a liberação dos elementos em questão serem altamente aproveitados pelas plantas. Além do aumento da capacidade de troca catiônica, há aumento da capacidade de retenção de água e melhorias nas condições microbiológicas do solo e, conseqüentemente, para desenvolvimento das plantas.

Diante de todas essas características positivas da torta de filtro, esse tipo de resíduo ganhou bastante espaço e meios de reutilização que incluem técnicas de manejo de adubação dentro das próprias lavouras de cana-de-açúcar e também em outras conformações, como por exemplo, na composição de fertilizantes organominerais.

De acordo com Benites *et al.* (2010), o uso de resíduos para a produção de fertilizantes pode eliminar imediatamente 50% do passivo ambiental gerado pelos mesmos.

Além da torta de filtro, existem outros resíduos orgânicos com qualidades e potencial para comporem a fração orgânica de fertilizantes organominerais, como os resíduos da produção animal, cascas e palhadas de culturas, cinzas de biomassa, além de resíduos urbanos, como o lodo de esgoto.

Resíduos de animais

A produção animal industrial é um sistema de produção que prioriza métodos intensivos de criação em que há o máximo de produtos animais com um mínimo de custo e espaço. No país, as atividades de suinocultura, bovinocultura e avicultura estão em crescimento, sendo que os locais confinados de criação de animais geram grandes quantidades de resíduos com alto potencial de contaminação de água e do solo (Embrapa, 2018).

Como exemplo, Nascimento e Rodrigues (2012) comentam que a suinocultura mineira, em especial no Triângulo Mineiro, passou a incorporar um novo padrão produtivo denominado de “produção integrada”. Esse modelo permitiu elevados ganhos

econômicos, mas também elevou a contaminação das águas dos rios e lençõs freáticos da região.

Com relação a produção bovina, de acordo com os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), em 2018, o Brasil possuía o segundo maior rebanho de bovinos do mundo com aproximadamente 232 milhões de cabeças. Dentre os sistemas de produção bovina (quanto aos sistemas de produção de leite), os métodos produtivos mais utilizados são a criação a pasto (com ou sem suplementação) e os sistemas confinados, que são os grandes responsáveis pela geração de altas quantidades de dejetos por unidade de área (Brasil, 2018).

No segmento de aves, em 2018, o país produziu 12,86 milhões de toneladas de carne de frango e como resultado dessa produção, também são gerados milhões de toneladas de resíduos, como a cama de frango, sendo notória a urgência de manejar esse resíduo, principalmente pela sua elevada concentração de nitrogênio e carbono orgânico (Embrapa, 2018).

Nota-se que a principal forma de destinação da cama de frango é o uso *in natura* sem transformação. Entretanto, o uso *in natura* desses materiais resulta em baixa eficiência de utilização dos nutrientes e grandes potencias de contaminação através de perdas por lixiviação e volatilização dos elementos (Benites *et al.*, 2010).

De maneira geral, os dejetos dos animais possuem macro e micronutrientes em quantidades interessantes para uso na agricultura. Diante desse potencial e do grande volume de resíduos faz necessário o desenvolvimento de tecnologias que permitam o melhor reaproveitamento desses materiais, sendo a utilização como insumo na agricultura uma dessas alternativas. Assim, a transformação biológica (compostagem) dos resíduos animais associado com fertilizantes minerais pode potencializar seu uso de forma mais eficiente em diferentes cultivos (Dias *et al.*, 2016).

De acordo com a Embrapa (2018), o uso dos dejetos animais na substituição aos fertilizantes minerais pode ser feito de forma eficiente sem perdas de produtividade das culturas. Além disso, os dejetos tratados por compostagem demonstram ter elevado potencial para recuperação de solos degradados, reestabelecendo os teores de matéria orgânica do solo até sete vezes mais rápido do que solos adubados com fertilizantes minerais.

Segundo Noce (2014), a cama de frango utilizada como fertilizante orgânico proporcionou resultados positivos na produção de milho para silagem e, de acordo com o

custo e da disponibilidade regional do produto, pode substituir com vantagens a adubação química.

Palhadas e cascas

Outros tipos de resíduos que são produzidos em abundância são as palhadas e cascas. O Brasil produz milhões de toneladas de resíduos advindos das etapas de beneficiamento ou processamento de alimentos, como os resíduos do beneficiamento do café, do arroz, do milho e da cana-de-açúcar. Esses materiais caracterizam-se por serem lignocelulósicos, pois são ricos em carbono, celulose, hemicelulose e lignina, sendo os mais abundantes resíduos agrícolas a nível mundial (Castro *et al.*, 2018).

Segundo esses mesmos autores, as palhadas de cereais, se acumulam no decorrer dos anos, permanecendo no próprio ambiente e sendo ineficientemente usados, uma vez que poderiam ser destinados para produção de alimento animal ou substrato para diversas substâncias químicas.

Em 2021, a produção de café no Brasil estava estimada em 48.807 mil sacas de café beneficiado em uma área de produção de 1.824,7 mil hectares (Conab, 2021a).

Sabe-se que aproximadamente 50% dessa produção representam o grão e os outros 50% representam a casca e o pergaminho, ou seja, metade desse montante torna-se resíduo (Bento; Casaril, 2012).

Quanto ao milho, para a safra 2020/2021 estimou-se atingir 93,3 milhões de toneladas (Conab, 2021b). Desse montante, 45 a 55% corresponde à espiga, 15-20% corresponde ao sabugo e outros 25 a 40% constituem a palha. Outro resíduo gerado em grande volume é o bagaço da cana-de-açúcar, pois a cada tonelada prensada, 149 kg de bagaço são gerados, sendo produzido um montante anual de aproximadamente 84 milhões de toneladas de bagaço no país (Bento; Casaril, 2012).

Além do setor de alimento, é possível citar também a casca de serragem de eucalipto, que é um resíduo produzido em grandes quantidades pelo processo de produção do papel e celulose, e ainda pelas indústrias moveleiras e de construção civil. De acordo com a Indústria Brasileira de árvores - IBÁ (2020), a produtividade média dos plantios brasileiros de eucalipto foi de 35 m³ ha⁻¹ em 2019, entretanto cerca de 40 a 60 % de cada tora de eucalipto são aproveitadas, e o restante constituirão resíduos como, cavaco, maravalha, serragem e pó, sendo 22% serragem.

De acordo com Bento e Casaril (2012), esses resíduos lignocelulósicos, em sua maioria, se constituem em problemas ao meio que foi gerado, pois a sua decomposição gera gases, mau cheiro e proliferação de insetos; a queima pode apresentar dificuldades por exigir locais apropriados, além de trazer poluição ao ar e riscos ao solo e corpos d'água. Entretanto, esses materiais apresentam substâncias com alto valor nutricional e energético. Assim, com emprego de técnicas adequadas, é possível direcionar esses materiais para processos secundários de forma eficiente, como matrizes orgânicas para fertilizantes.

Cinzas

As cinzas são resíduos industriais resultantes da combustão da biomassa vegetal para geração de energia e calor. São geradas nas caldeiras auxiliares de energia e possuem características físicas e químicas que variam de acordo com diversos fatores que incluem o material de origem; as temperaturas e condições em que foram queimadas; a eficiência nos processos de separação das partículas; a aplicação de pré-tratamentos e muitos outros. Entretanto, de maneira geral, as cinzas possuem em sua composição partículas com diâmetro menor que 1 mm, além de uma densidade aparente oscilando entre $0,51 \text{ g cm}^{-3}$ e $0,27 \text{ g cm}^{-3}$ (Gullón, 2004).

Tal resíduo também se caracteriza por seus conteúdos nutricionais e índices de alcalinidade que influenciam na elevação do pH, Ca, K e Mg. Essas características podem trazer melhorias para as propriedades químicas do solo aumentando os teores desses nutrientes e reduzindo sua acidez (Sofiatti *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2012), além de melhorar as propriedades físicas do solo, como aumento na capacidade de retenção de água (Demeyer *et al.*, 2001).

Gullón (2004) afirma que esses resíduos podem ser alternativas para a correção da acidez do solo, com resultados semelhantes aos da calagem, dentre os quais, cinzas resultantes da incineração de eucalipto ou outras fontes de madeira utilizadas como matéria-prima para produção de energia de muitas empresas. O efeito da biomassa da cinza no solo varia de acordo com a composição da cinza, quantidade aplicada e tipo de solo entre outros fatores (Gullón, 2004; Pitman, 2006).

De acordo com Gullón *et al.* (2004), a aplicação das cinzas em plantios florestais é uma alternativa técnica que tem demonstrando resultados positivos quanto ao estado nutricional do sistema solo-planta em solos florestais ácidos.

Segundo os mesmos autores, a utilização desse resíduo sólido representa uma alternativa viável de revalorização das cinzas ao mesmo tempo em que soluciona algumas problemáticas atuais, como a gestão ambiental de muitas empresas. Também influencia na correção da acidez de solos e restitui nutrientes extraídos pelos plantios. Além da aplicação em plantios florestais, como Pinus (Maeda *et al.*, 2008) e Eucalipto (Silva *et al.*, 2009; Magela *et al.*, 2019a), as cinzas de biomassa têm sido aplicadas como fertilizante em frutíferas, como em uvas (Piva *et al.*, 2014) e em hortaliças como rabanetes (Bonfim-Silva *et al.*, 2015).

Lodo de esgoto

Os setores urbanos também são responsáveis por produzir um grande volume de resíduos, que quando devidamente tratados também podem ser destinados para a agricultura.

O lodo de esgoto é um resíduo rico em material orgânico gerado durante o tratamento das águas residuárias nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Os processos de tratamento de esgoto objetivam separar a parte sólida da líquida a fim de que o efluente tratado possa retornar aos corpos receptores sem causar danos ao meio ambiente (Corrêa *et al.*, 2007). Nesse processo, o lodo torna-se rico em matéria orgânica e nutriente, sendo assim, considerado como um subproduto do tratamento das ETEs (Bettioli *et al.*, 2006). Dentre as várias alternativas para a disposição final do lodo de esgoto estão o reuso industrial (produção de tijolos e agregados leves), incineração, conversão em óleo combustível, utilização para fins agrícolas e florestais.

Estas últimas duas apresentam-se como as mais convenientes, pois o lodo de esgoto é rico em macro e micronutrientes e matéria orgânica, sendo sua aplicação recomendada como condicionador do solo e fertilizante (Bettioli *et al.*, 2006).

Quando este resíduo é tratado para posterior uso na agricultura como adubo, passa a ser denominado como 'Biossólido'. Este termo foi criado pela Water Environmental 10 Federation (WEF) com o objetivo principal de distingui-lo, quando em condições de ser utilizado na agricultura, do material fecal que o origina, e com isso proporcionar a possibilidade de redução da rejeição e aumentar a difusão do conhecimento dos benefícios deste material (Andreoli; Pegorini, 1998; Pires; Mattiazzo, 2008).

Trannin *et al.* (2005) comentam que o uso do lodo de esgoto na agricultura se mostra uma alternativa eficiente de reciclagem desse resíduo que é produzido em grandes

volumes pelos centros urbanos e industriais. Nos Estados Unidos, estima-se que são utilizados na agricultura, 3,5 milhões de t ano⁻¹ de lodo de esgoto, aproximadamente 54% do total produzido. Enquanto na Alemanha, Grã-Bretanha e França esse valor alcança 2,5 milhões de t ano⁻¹ (32% do total), 1,08 milhão de t ano⁻¹ (55% do total) e 0,85 milhões de t ano⁻¹ (60% do total), respectivamente (Silva *et al.*, 2006).

A concentração dos nutrientes no biossólido varia conforme o tipo de esgoto e tratamento que recebe, sendo geralmente preciso a complementação com outras fontes de fertilizantes orgânicos ou químicos, de acordo com as necessidades nutricionais específicas das culturas (Tamanini, 2004).

De acordo com Oliveira *et al.* (2007), um lodo de esgoto ou biossólido típico contém em torno de 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e quase nenhuma presença de potássio (0,4%). Os demais macronutrientes (Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Zn, Mo, Cl, Co, Si, Mn e Na) são encontrados em pequenas quantidades, salvo naqueles biossólidos higienizados através da calagem, quando grandes quantidades de Ca e Mg são adicionadas. Entretanto, a utilização desse resíduo pode ser inviabilizada quando ocorrem restrições na sua composição em função de metais pesados, compostos tóxicos, presença de patógenos, potencial de acidificação ou salinização do solo.

Segundo Almeida *et al.* (2006) para utilizar o lodo de esgoto no meio agrícola, deve haver aplicação de algum processo para redução de patógenos durante seu tratamento entre os quais destacam-se: processos biológicos (compostagem); físicos (secagem térmica, solarização, radiação gama); e químicos (adição de cal virgem ou outras substâncias alcalinas).

O biossólido vem sendo usado como um condicionador físico e químico de solos destinados para culturas agrícolas e florestais, demonstrando melhorias significativas na fertilidade do solo, matéria orgânica e na nutrição das plantas (Faustino *et al.*, 2005; Freier *et al.*, 2006; Rocha *et al.*, 2004; Trigueiro; Guerrini, 2003).

2.4.1.2 Eficiência dos fertilizantes organominerais

Além da escassez de recursos, observa-se baixo índice de aproveitamento dos nutrientes aplicados via fertilizantes minerais. De maneira geral, cerca de 50% do N aplicado com fonte mineral é perdido por processos de lixiviação, desnitrificação e volatilização. O fósforo tem seu aproveitamento ainda mais baixo (20 a 30%) devido sua

alta tendência a adsorção pelos óxidos, hidróxidos de ferro e alumínio e processos de precipitação em soluções iônicas de ferro, alumínio e cálcio. O potássio é comumente perdido por lixiviação, o que leva a uma eficiência de aproveitamento pela planta de até 60% (Rabelo, 2015).

No fertilizante organomineral, as taxas de aproveitamento do nutriente são maiores, isso porque as fontes solúveis estão envoltas pela matriz orgânica que protege o fósforo do contato direto com o solo evitando a perda por fixação. Em virtude da presença de maior quantidade de ânions orgânicos nos grânulos de fertilizantes organominerais, os quais competem pelos sítios de adsorção de P, ocorre redução momentânea da fixação desse nutriente, favorecendo a absorção pelas plantas. Do mesmo modo, a camada de matéria orgânica também dificulta a lixiviação do N e do K (Benites *et al.*, 2010; Geociclo, 2019).

A matriz orgânica do fertilizante organomineral fornece e facilita a manutenção da matéria orgânica junto aos elementos minerais promovendo um processo conhecido como liberação controlada ou *slow release*. Assim, ao se aplicar fertilizantes organominerais no solo, os processos de perdas (lixiviação, volatilização e fixação) dos nutrientes são minimizados e ocorre liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta (Severino *et al.*, 2004; Benites *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2012; Geociclo, 2019).

De maneira geral, o principal objetivo do fertilizante organomineral não é aumentar quantitativamente a matéria orgânica do solo através da matriz orgânica de sua composição e sim promover um efeito de condicionador de solo. Assim, com a aplicação de fontes organominerais, as melhorias sobre as características químicas, físicas e biológicas do solo são observadas *in loco* e, como consequência, sobre o desenvolvimento das plantas.

Pauletti *et al.* (2003) salientam que no decorrer do tempo, com incremento gradual da fertilidade do solo, pode haver a estabilização dos nutrientes e aumento da produtividade.

Existem pesquisas que mostram que os fertilizantes organominerais promovem maior aproveitamento dos nutrientes quando comparado com fontes exclusivamente minerais. Por isso, muitos trabalhos foram direcionados para o estudo da viabilidade de redução (ou adequação) de doses para diferentes culturas.

Em trabalhos conduzidos por Machado (2015) avaliou-se o processo de volatilização de NH_3 em diferentes tecnologias de fertilizantes. Como resultado, os

fertilizantes organominerais possibilitaram a redução da volatilização de N-NH₃ quando comparado com fontes exclusivamente minerais.

Sousa e colaboradores em 2013 observaram que o fósforo fornecido pelo fertilizante organomineral permaneceu mais disponível no solo do que a fonte mineral avaliada (Superfosfato Triplo).

Em pesquisa conduzida por Moreira *et al.* (2021) foi verificado que fontes organominerais (peletizadas com biossólido e torta de filtro) possibilitam relações de bases mais equilibradas no solo, estabilizam o pH e reduz a saturação por alumínio.

Teixeira (2013), na cana-de-açúcar, observou que o fertilizante organomineral proporcionou maior teor de K trocável nas camadas superficiais do solo, além de demonstrar ser mais eficiente em todas as doses avaliadas, podendo substituir o fertilizante mineral e apresentar até 15% a mais de eficiência na produção de colmos.

Moraes *et al.* (2020) avaliando o rendimento e biometria da cana-de-açúcar com aplicação de fertilizante organomineral de lodo de esgoto em situação de baixa e alta fertilidade, concluíram que o fertilizante organomineral pode substituir eficientemente a fonte mineral, sendo que em solo de menor fertilidade observou-se maiores diferenças percentuais quanto a produtividade, altura e diâmetro da cana-de-açúcar.

Na cultura da soja, o organomineral tem demonstrado resultados semelhantes ou superiores no desenvolvimento de plantas e obtenção de maiores produtividades em relação aos fertilizantes minerais (Costa *et al.*, 2018; Duarte *et al.*, 2013; Alane, 2015; Nunes; Corrêa, 2015).

Também na soja, Silva *et al.* (2020a) observaram que a aplicação dos organominerais estudados (com lodo de esgoto e torta de filtro) têm potencial para substituir a fertilização mineral e contribuir com o desenvolvimento da soja. Além disso, essas fontes de fertilização com composição orgânica não aumentaram as atividades enzimáticas de superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (POD) em resposta ao conteúdo de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) que geralmente são aumentadas em condições de estresses ambientais.

Franco e colaboradores (2020) avaliando os efeitos de fertilizantes especiais sobre o crescimento inicial da cultura do milho em relação ao fertilizante mineral convencional, concluíram que o fertilizante mineral com polímero, o organomineral com torta de filtro + substâncias húmicas e o organomineral de torta de filtro, foram as fontes mais eficientes em aumentar o crescimento das plantas e acumular nutrientes (N, P e K).

Também sobre o crescimento inicial da cultura do milho, Magela *et al.* (2019b) constataram resultados semelhantes e/ou superiores da aplicação do organomineral em relação a adubação exclusivamente mineral.

Silva *et al.* (2020b) observaram que a aplicação de N no milho por meio de um fertilizante organomineral peletizado, em cobertura e a lanço, proporcionou produtividade igual ao uso de ureia convencional, incluindo aplicações de doses reduzidas do organomineral.

No cafeeiro, o desenvolvimento inicial foi maior com o uso do organomineral quando comparado ao mineral em trabalho conduzido por Candido *et al.* (2013), porém Sandy e Queiroz (2018) observaram que a aplicação das duas fontes de fertilizante apresentou resultado semelhante para a produtividade.

Carmo *et al.* (2014) observaram que o fertilizante organomineral proporcionou maiores acúmulos de macro e micronutrientes na parte aérea do cafeeiro em relação a outras fontes de fósforo: superfosfato simples, fosfato natural, termofosfato magnésiano e fosfato natural com torta de filtro.

2.4.1.3 Desafios do setor de fertilizantes organominerais

Todos esses resultados observados em pesquisas ressaltam que o fertilizante organomineral representa uma fonte de adubação promissora do ponto de vista agrônomo, ambiental e econômico (Oliveira, 2019).

Entretanto, ainda são grandes os desafios sobre o mapeamento do mercado e pesquisas com esses fertilizantes em culturas como a batata, sendo necessário maiores especificidades quanto aos resultados agrônômicos positivos, principalmente a longo prazo. Além disso, também há dificuldades de se identificar as tecnologias de fabricação empregadas oficialmente nos fertilizantes organominerais (Oliveira, 2019).

Segundo Polidoro (2015), entre os anos de 2005 e 2013, o organomineral experimentou crescimento de 16% ao ano. De acordo com a Associação Brasileira de Tecnologia em Nutrição Vegetal (Abisol, 2020), os organominerais tiveram expansão de 19,5% em 2019 em relação a 2018, sendo a soja, café, milho e cana-de-açúcar os maiores consumidores da tecnologia, com 30,2, 21,6, 14,7 e 12% dos organominerais sólidos destinados para essas culturas, respectivamente. O setor de hortaliças foi responsável por consumir 6,3%.

Segundo este mesmo anuário divulgado em 2019, ao se analisar o mercado, nota-se que o fertilizante organomineral ainda tem muito a crescer, visto que a preferência atual dos consumidores ainda é pelos fertilizantes minerais. No setor denominado como “hortaliças e legumes”, apenas 1% das áreas utilizam o organomineral.

Oliveira (2019) cita que em 2015, o Brasil tinha registrado 377 empresas de organomineral dos quais 60% estavam situadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Em 2016 foram encontradas 28 empresas produtoras de organomineral registradas em Minas Gerais com um total de 201 produtos, enquanto que em São Paulo foram encontradas 207 empresas com 659 produtos registrados.

Dentro de uma análise de prospecção tecnológica desse setor por meio de busca de patentes, houve um crescimento consistente de depósito de patentes de tecnologias de fertilizantes organominerais a partir de 2005, sendo a China o país que mais se destacou. Segundo Oliveira (2019), esse resultado é fruto do empenho deste país em incrementar o uso de insumos orgânicos e de tecnologias limpas para os seus processos agrícolas.

O Brasil ocupa a 13ª posição dentre os 15 principais países que estão em busca de patentes nessa área. Essa realidade confirma ainda mais que, apesar de ser um grande exportador de produtos agropecuários, o Brasil tem grandes desafios, sendo de interesse econômico e estratégico investir cada vez mais em tecnologias como os fertilizantes organominerais (Oliveira, 2019).

Apesar da menor participação em patentes, Oliveira (2019) enfatiza que o Brasil é um importante contribuinte na área acadêmica, despontando como o principal país na publicação de documentos com fertilizantes organominerais.

Como um reflexo do mercado nacional deste fertilizante, muitas dessas pesquisas desenvolvidas no Brasil estão direcionadas principalmente para soja, café, milho e cana-de-açúcar. Entretanto, apesar da menor proporção, trabalhos que visam a utilização dessa tecnologia em hortaliças também têm sido desenvolvidos.

2.4.1.4 Fertilizantes organominerais em hortaliças

Pesquisas com grãos e café já demonstraram que a utilização de fertilizantes organominerais são eficientes. No setor de hortaliças e frutas, esses fertilizantes também têm se mostrado interessantes, sinalizando que um ajuste de dose adequado pode proporcionar resultados tão bons quanto os observados com uma adubação tradicional.

Isso foi observado no cultivo de alho ao reduzir em 20% a dose do organomineral (Justino Neto, 2018) e também em cebola com redução de 60% da dose de recomendação (Luz *et al.*, 2018. Dados não publicados).

Em banana, a redução de 40% da dose de recomendação com organomineral resultou em desenvolvimento de mudas semelhante a obtida com aplicação de fertilizante mineral, permitindo uma produção mais sustentável e com menor custo (Caron *et al.*, 2017).

Em outros trabalhos, os resultados demonstram superioridade do organomineral em relação à adubação química, como no tomate industrial, em que foi observado maior desenvolvimento das plantas e aumento de 15% no número de frutos por planta (Almeida, 2017).

Luz *et al.* (2010) avaliando a produtividade de tomate 'Débora Pto' sob adubação organomineral via foliar e gotejamento, observaram que a fonte organomineral diminuiu a porcentagem de frutos descartados e aumentou a produção total comercial.

Rabelo (2015) buscando caracterizar o desempenho e a produção do tomate industrial em função da adubação organomineral e mineral verificou que o fertilizante organomineral apresentou aumento de massa fresca de frutos, número de frutos por planta e produtividade média, quando comparado ao fertilizante mineral.

Em alface romana (cv. Branca de Paris), Zandonadi *et al.* (2018), observaram que a aplicação de organomineral (produzido a partir de cama de frango e superfosfato triplo) gerou aumento de 15 e 28% na massa total fresca em relação a aplicação exclusivamente mineral e à testemunha, respectivamente.

Oliveira e colaboradores (2018), avaliando a aplicação de fertilizante organomineral contendo sulfato de zinco ($ZnSO_4$) na cultura da rúcula, observaram aumento no comprimento da raiz, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, teor de clorofila A e teor de clorofila total, em comparação a aplicação exclusiva de sulfato de zinco.

Vieira *et al.* (2020) avaliando o efeito residual da aplicação de doses de fósforo via fertilizante organomineral em dois solos (Oxisol e Entisol) cultivados com repolho e alface, concluíram que no Oxisol o teor de P residual aumentou com o aumento da dose de organomineral nos dois ciclos avaliados, enquanto que no Entisol isso ocorreu apenas no primeiro ciclo.

Além disso, foi observado que a aplicação da metade da dose de recomendação com organomineral para o repolho proporcionou um índice de eficiência agrônômica para

massa fresca e seca de no mínimo 11% a mais em relação ao fertilizante mineral (nos dois solos estudados).

Especificamente para a cultura da batata, os benefícios da aplicação dos fertilizantes organominerais também têm sido observados. Cardoso *et al.* (2017) estudando a aplicação de um organomineral peletizado sobre a produção de batata Ágata cultivada no período das águas observaram aumento de 22% na produtividade total de tubérculos em relação a adubação exclusivamente mineral.

Segundo Almeida *et al.* (2018), a aplicação de organomineral na cultura da batata proporcionou maior absorção total de micronutrientes em relação a aplicação de fonte exclusivamente mineral.

Aguilar *et al.* (2019) avaliando a influência da fertilização organomineral no desenvolvimento da batata cultivar Cupido, observaram que a dose de 75% do fertilizante organomineral proporcionou melhor resposta fisiológica das plantas quanto ao acúmulo de massa seca.

Segundo Silva *et al.* (2020c), adubação organomineral na batata pode substituir de maneira eficiente a adubação mineral, mesmo em doses menores, uma vez que proporciona resultados semelhantes em produtividade.

Nesse mesmo sentido, Ferreira (2015) avaliando o desempenho agrônômico da cultivar Ágata obteve produtividade semelhante a adubação mineral a partir da quantidade de 50% do organomineral em relação à adubação mineral. Além disso, não foi observado prejuízos nas características de qualidade que se mostraram iguais as obtidas com a adubação convencional.

Diante das promissoras respostas dos organominerais em diferentes culturas; da necessidade de se adotar técnicas de adubação cada vez mais eficientes e sustentáveis e das possibilidades que a indústria tem oferecido por meio desses fertilizantes, é imprescindível a realização de pesquisas que possam elucidar a influência dos organominerais (aplicados de forma exclusiva ou em combinação com fertilizantes minerais) em culturas intensivas e exigentes nutricionalmente como a batata.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de fertilizantes organominerais no plantio, comparativamente ao fertilizante mineral, sobre a produtividade/qualidade dos tubérculos e os aspectos nutricionais das principais cultivares de batata plantadas no Brasil, bem como os atributos químicos do solo após a colheita.

REFERÊNCIAS

- ABISOLO. Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. **Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal 2019**, São Paulo, 2019. 167 p.
- ABISOLO. Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. **Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal 2020**, São Paulo, 2020, 73 p.
- AGUILAR, A. S.; CARDOSO, A. F.; LIMA, L. C.; LUZ, J. M. Q; RODRIGUES, T.; LANA, R. M. Q. Influence of organomineral fertilization in the development of the potato crop cv. Cupid. **Bioscience Journal**, Uberlândia, Minas Gerais, v. 35, n. 1, p. 199-210, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n1a2019-41740>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/41740/25406>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- ALANE, F. F. F. **Fertilizante organomineral na cultura da soja**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- ALMEIDA, G. C.; FANHANI, J. M.; OLIVEIRA, P. S. D.; DANTAS FILHO, B. P. D. Eficiência dos Processos Químico e Térmico na Higienização de Lodo de Esgoto. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 8, n. 1, p. 95-99, 2006.
- ALMEIDA, L. S.; PEREIRA, H. S.; CARDOSO, A. F.; LANA, R. M. Q.; MAGESTE, J. G.; LIMA, L. C.; LUZ, J. M. Q. Acumulação e exportação de micronutrientes em batata adubada com fertilizante organo-mineral. **Bioscience Journal**, Uberlândia, Minas Gerais v. 34, p. 71-80, 2018. supplement 1. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n6a2018-39917>. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/39917/24779>. Acesso em: 10 set. 2020.
- ALMEIDA, M. J. **Reposição deficitária de água e adubação com organomineral no crescimento e produção de tomateiro industrial**. 2017. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Goiás, 2017.
- ALVARENGA, R. P.; QUEIROZ, T. R. Caracterização dos aspectos e impactos econômicos, sociais e ambientais do setor sucroalcooleiro Paulista. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais [...]** Rio Branco: [s.n.], 2008. 21 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6494718.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão de Biossólidos: Situação e perspectivas. *In*: I SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIODISSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1998. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 1998, 4 p.
- BENITES, V. N.; 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*: FERTBIO, 2010, Guarapari, **Anais [...]** Guarapari: [s.n.], 2010, 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98406/1/Producao-de-fertilizantespdf.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2020.

BENTO, C. B. P.; CASARIL, K. B. P. B. Bioconversão de resíduos agroindustriais lignocelulósicos por fungos causadores da podridão branca: uma alternativa à produção de alimentos. **Revista Faz Ciência**, Francisco Beltrão, Paraná, v. 14, n. 19, p. 151-180, 2012. DOI: <https://doi.org/10.48075/rfc.v14i19.8030>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/8030>. Acesso em: 8 jun. 2024.

BERNARDINO, C. A. R.; MAHLER, C. F.; VELOSO, M. C. C. ROMEIRO, G. A.; SCHROEDER, P. Torta de Filtro, Resíduo da Indústria Sucroalcooleira-Uma Avaliação por Pirólise Lenta. **Revista Virtual de Química**. Niterói, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 551-573, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180042>. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2491>. Acesso em: 08 jun. 2024.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de; GALVÃO, J.A.H.; GHINI, R. Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto: Descrição do Estudo. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds.). **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 17-23.

BONFIM-SILVA, E.M.; CLÁUDIO, A. A.; RÊGO, V. M.; SILVÉRIO, A. T. Características produtivas do rabanete submetido a doses de cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 421-432, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1762>. Acesso em: 09 jul. 2021.

BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes. **Revista AgroDBO**. n. 45, p. 54-57, 2013. Disponível em: https://issuu.com/eriklm/docs/ed_agro_45_968a961f50d9b8. Acesso em: 26 nov. 2020.

BORTOLETTO, A. C. Da cordilheira dos Andes à Inglaterra: conheça a história da batata. In: **BATATA-Sinopse Virtual 03/2021**. 2021. 26p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, Distrito Federal, ano 122, n. 147, p. 3-7, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura**. Secretaria de Fiscalização Agropecuária. Brasília, Distrito Federal: Presidência da República, 1983. 86 p. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/l6894.htm. Acesso em: 08 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Pecuária de baixa emissão de carbono. Tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de bovinos de carne e leite em sistemas confinados**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo, Brasília, Distrito Federal: MAPA, 2018. 88 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/projeto-pecuaria-abc/arquivos-publicacoes/cartilha-carbono-web.pdf>. Acesso: em 09 jul. 2021.

CANDIDO, A. O.; TOMAZ, M. A.; SOUZA, A. L. AMARAL, J. F. T.; RANGEL, O. J. P. Fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. *In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 2013, Salvador. **Anais [...]** Salvador, 2013. p. 1-4. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3776/141_VIII-SPCB-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso: 04 dez. 2020.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e sustentabilidade: perspectivas para uma nova extensão rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural e Sustentável**, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, 23 p. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228610991_Agroecologia_e_sustentabilidade_Base_conceptual_para_uma_nova_Extensao_Rural. Acesso em: 09 dez. 2020.

CARDOSO, A. F.; LANA, R. M. Q.; SOARES, W.; PEIXOTO, J. V. M.; LUZ, J. M. Q. Performance of organomineral fertilizer in winter and rainy potato crop. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 33, n. 4, p. 861-870, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n4a2017-36709>. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/36709/20650>. Acesso em: 08 jun. 2024.

CARMO, D. L.; TAKAHASHI, H. Y.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. Crescimento de mudas de cafeeiro recém-plantadas: efeitos de fontes e doses de fósforo. **Coffee Science**, Lavras, Minas Gerais, v. 9, n. 2, p. 196-206, 2014. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8028/Coffee%20Science_v9_n2_p196-206_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 27 jan. 2021.

CARON, V. C.; COSTA PINTO, L. S. R.; ARANTES, B.S.; TEIXEIRA, H. S.; BONNAS, D. S. Desenvolvimento de mudas de bananas cv. Maçã com adubação organomineral. *In: I CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA/ Sessão Fruticultura Temperada e Tropical.*, 2017, Lisboa, Portugal. **Anais [...]** Lisboa, 2017. p.50-65. Disponível em: https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/desenvolvimento_de_mudas_de_bananas_cv..pdf. 20 jan. 2021.

CASTRO, T. R.; FERREIRA, J. L.; BOMBANA, G. A.; GONÇALVES, K. Y.; THOMÉ, P. Reaproveitamento dos resíduos agroindustriais na agricultura. *In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2018, Ponta Grossa. **Anais [...]** Ponta Grossa, 2018.

CIP. International Potato Center. **Potato**. Disponível em: <https://cipotato.org/crops/potato/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2020/21**. Brasília, Distrito Federal: Brasília, v. 8, n. 2, 2021a, 63 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos, safra 2020/21**. Brasília, Distrito Federal: Brasília, v. 8, n. 10, 2021b, 110 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira Cana-de-Açúcar, safra 2020/21**. Brasília, Distrito Federal: Brasília, v.7, n. 3, 2020, 62 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar?start=10>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y M. F.; CORRÊA A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v.11, n.4, p. 420-426, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000400012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/g3QB6YbvjpGBRr5vhSQX7nc/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

COSTA, F. K. D.; MENEZES, J. F. S.; ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SIMON, G. A.; MIRANDA, B. C.; LIMA, A. M.; LIMA, M. S. Desempenho agrônômico da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Nucleus**, Ituverava, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 301-309, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2902>. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2902/2717>. Acesso em: 08 jun. 2024.

DEMEYER, A.; NKANA, J. C. V.; VERLOO, M. G. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, v.77, n.3, p 287-295, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00043-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852400000432?via%3Dihub>. Acesso em: 08 jun. 2024.

DIAS, C. P.; LEITÃO, F. O.; COSER, F. SILVA, W. H.; OLIVEIRA, P. A. V. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos com vistas à sustentabilidade *In*: FEIRA DA INDÚSTRIA LATINO-AMERICANA DE AVES E SUÍNOS, 2016, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis, 2016. 5 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152052/1/final8341.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

DUARTE, I. N.; SOUSA, R. T. X.; SOUSA, D. M.; ALANE, F. F. F.; KORNDORFER, G. H.; HENRIQUE, H. M. Produtividade da soja cultivada com fertilizante organomineral. *In*: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013. Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis, 2013. p. 1-4. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/1131.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2021.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-Suínos e Aves. **Relatório de atividades 2018**. Concórdia, Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/1529323/Relat%C3%B3rio+de+Atividades+2018.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2019. 24 p.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cultivos**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acesso em: 14 abr. 2021.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto para a produção de *Senna siamea* Lam., **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, DEAg/UFGC, v.9, p.278-282, 2005. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v9nsupp278-282>. Disponível em: http://www.agriambi.com.br/revista/suplemento/index_arquivos/PDF/278.pdf?..%20Acesso. Acesso em: 09 jul. 2021.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertilização na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TWKwjZsGZvRfp5BjVRJt7mz/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FERNANDES, A. M.; REIS, A.; CARVALHO, A. D. F.; BORTOLETTO, A. C.; PEREIRA, A. S.; LOPES, C. A.; NAVA, D. E.; HIRANO, E.; SUINAGA, F. A.; DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; SILVA, G. O.; PILON, L.; LIMA, M. F.; SORATTO, R. P.; MAROUELLI, W. A. **Como plantar batata. Embrapa Hortaliças**. Sistemas de Produção, 8. ISSN 1678-880X Versão Eletrônica. 2ª edição. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/hortalicas/batata/autores>. Acesso em: 26 abr. 2021.

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

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 28, n. 3, p. 299-304, 2010a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Q7VKQM8V99W6gZkgCFtSntS/>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L.; DAVID, G.; SCHLICK, S. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 45, n. 8, p. 826-835, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/wcfvrpXwRGFjJzZrQQwK3Fy/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FERREIRA, D. M. **Produção e qualidade da batata cultivar ágata sob adubação mineral e organomineral**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2015.

FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 43, n. p. 228-236, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/dzhxbRkr5vMjwpdK8DhHSD/?lang=en>. Acesso em: 08 jun. 2024.

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

FRAVET, P. R. F.; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Minas Gerais, v. 34, n. 3, p. 618-624, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300013>. Disponível em <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ZVGWb5LTTWDZvM7zyC4NYwP/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FREIER, M; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeitos da aplicação de biossólido no crescimento inicial de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 2, p. 102-107, 2006.

FRANCO, M. H. R.; LANA, R. M. Q.; CAMARGO, R.; GUALBERTO, C. A. C.; FRANÇA, A. C. Biochar, filter-cake, and Polymer-Based Special Fertilizers for Maize Cultivation. **Journal of Agricultural Science**. v. 12, n. 4, 2020. DOI: 10.5539/jas.v12n4p208. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/42219>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FREITAS, S. T.; BISOGNIN, D. A.; GÓMEZ, A. C. S.; SAUTTER, C. K.; COSTA, L. C.; RAMPELOTTO, M. V. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 36, n. 1, p.80-85, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/5hPcYwThxznDYRVFXgSwwfK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

GEOCICLO. **Geofert**. Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/index.php/fertilizantes/faq/>. Acesso em: 22 mai. 2019.

GULLÓN, F. S. **Aplicación de cenizas de biomasa arborea como fertilizante y encalante de plantaciones forestales en Galicia**. 2004. Tese (Doctorado) - Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela, 2004.

GURGEL, M. N. A. **Tecnologia para aproveitamento de resíduos da agroindústria sucroalcooleira como biofertilizante organomineral granulado**. 2012. Doutorado (Engenharia Agrícola- Água e Solos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2012.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES-IBÁ. 2020. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

JUSTINO NETO, J. F. **Fertilização organomineral em cultivo de alho**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

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

LUZ, J. M. Q.; AZEVEDO, B. N. R.; ROSA, H. F. N.; OLIVEIRA, R. C. **Eficiência agrônômica do fertilizante organomineral 02-20-05 em cultivo de cebola**. (Relatório técnico). Uberlândia: VigorFert, 2018. 9 p.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Produtividade de tomate ‘Débora Pto’ sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 28, n. 4, p. 489-494, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000400019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/GmtKkc5vZBcJs8tLsCpmHMk/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

MACHADO, V. J. **Aplicação de fertilizantes com diferentes tecnologias: volatilização de NH₃**. 2015. Tese (Doutorado em solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia, 2015.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, Paraná, v. 28, n. 56, p. 43-52, 2008. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/44389/1/4_Maeda_etal.pdf. Acesso em 09 jul. 2021.

MAGELA, M. L. M.; CARMAGO, R.; LANA, R. M. Q.; MIRANDA, M. C. C.; MOTA, R. P. Efficacy of organomineral fertilizers derived from biosolid or filter cake on early maize development. **Australian Journal of Crop Science**. v. 13, n. 05, p. 662-670. 2019b. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.05.p1132>. Disponível em: https://www.cropj.com/magela_13_5_2019_662_670.pdf. Acesso em: 08 jun. 2024.

MAGELA, M. L. M.; COELHO, L.; FINZI, R. F.; GONTIJO, L. N. Vegetative ash biomass as a potential source of silicon for soils in eucalyptus plantation. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, n.04, p.502-506, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.04.p995>. Disponível em: https://www.cropj.com/magela_13_4_2019_502_506.pdf. Acesso em: 08 jun. 2024.

- MALAQUIAS, J. P. **Adubação orgânica na fertilidade do solo, trocas gasosas e componentes de produção de meloeiro em neossolo regolítico**. 2016. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2016.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa N° 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as 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, na forma dos anexos à presente instrução normativa. **Diário Oficial da União**: sessão 1. Brasília, Distrito Federal, 28 jul. 2009. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>. Acesso em: 7 mai. 2020.
- MELO, C. L. A.; SILVA, C. A.; BRUNO, D. O. Caracterização da Matriz Orgânica de Resíduos de Origens Diversificadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v. 32, p. 101-110, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100010>. <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/9kzwjbbMCPg3p45nKyDDNxg/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- MESQUITA, H. A.; PADUA, J. G.; YURI, J. E.; ARAÚJO, T. H. Fertilização da cultura da batata. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, Minas Gerais, v. 33, n. 270, p. 52-61, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956074/fertilizacao-da-cultura-da-batata>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- MORAES, E. R. **Aplicação de fertilizante organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante na cana-de-açúcar**. 2017. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia, 2017.
- MORAES, E. R.; CAMARGO, R.; LANA, R. M. Q.; MADEIROS, M. H.; MENEZES, F. G.; GIORGENON, E. P. Yield and biomery of fertilized sugar cane with organomineral fertilizer of sewage sludge and biostimulant. **Bioscience Journal**, Uberlândia, Minas Gerais, v. 36, n. 5, p. 1564-1576, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n5a2020-42189>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/42189>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- MORAIS, K. D. B. **Fontes alternativas de nutrientes em associação com plantas de cobertura e manejo agrícola**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba. 2019.

MOREIRA, J. G.; JÚLIO, C. D.; MAGELA, M. L. M.; PEREIRA, V. J.; CAMARGO, R.; LANA, R. M. Q. Chemical changes in soil with use of pelletized organomineral fertilizer made from biosolids and sugarcane filter cake. **Australian Journal of Crop Science**. v.15, n. 1, p. 67-72, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.01.2645>. Disponível em: https://www.cropj.com/moreira_15_1_2021_67_72.pdf. Acesso em 09 jul. 2021.

NASCIMENTO, R. C.; RODRIGUES, G. S. S. C. Impactos ambientais da suinocultura no município de Uberlândia (MG): possibilidades de sua mitigação por meio do uso de biodigestores. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, Minas Gerais, v. 13, n. 43, 2012, p. 230–243. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG134316520>. Disponível: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16520>. Acesso em: 09 jul. 2021.

NICCHIO, B. **Eficiência agronômica de fontes alternativas de fósforo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2015.

NOCE, M. A.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, D.O.; CHAVES, F.F. Fertilização do Milho Silagem Utilizando Cama de Frango em Doses e Sistemas de Aplicação Distintos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Minas Gerais, v. 13, n. 2, p. 232-239, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p232-239>. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/469>. Acesso em: 08 jun. 2024.

NUNES, W. A. G. A.; CORRÊA, J. C. Produtividade de soja e milho em resposta a fertilizantes mineral e organominerais sólido e fluido. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 4., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2015. 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132643/1/Sigera-2015.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2021.

OLIVEIRA, D. S.; MOREIRA, E. S.; PEREIRA, F.G.; LEMOS, J. E. D. S.; MARQUES, T. O. **Reaproveitamento do lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE's) da região metropolitana de São Paulo**. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Análises Químicas Industriais) - Escola SENAI Fundação Zerrener, São Paulo. 2007.

OLIVEIRA, J. V. **Produtividade de fertilizantes organominerais no Brasil: Prospecção, mercado e cenários**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

- OLIVEIRA, R. C.; SILVA., J. E. R.; AGUILAR, A. S.; PERES, D.; LUZ, J. M.Q. L. Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, Paraíba, v. 14, n. 1, p.1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i1.811>. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/81>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- PÁDUA, J. G. Batata Makies. Uma cultivar versátil no campo e na mesa. **Batata Show. A revista da batata**. Holambra: ABBA, n. 13, p. 16, 2005.
- PAULETTI, V. LIMA, M. R.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.3, p. 491–495, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000300015>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/cr/a/s8tnTCjW6xnytrZ98hSmPqf/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- PEREIRA, A. S. A evolução da batata no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICUL TURA, 51., 2011, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: Horticultura Brasileira 29, 2011. p. S5701-S5710. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Arione_Pereira_evolu%C3%A7%C3%A3o_cultura_batata_Brasil.pdf. Acesso em: 30 jan. 2021.
- PEREIRA, G. E.; RAGASSI, C. F. Como aprofundar as raízes de batateira? **Batata Show. A revista da batata**. Holambra: ABBA, n. 53, p. 6-18, 2019.
- PEREIRA, P. C. M. **Mercado de fertilizantes – Brasil**. In: Simpósio Sindiadubos, 2018. Disponível em: http://www.sindiadubos.org.br/wp-content/themes/sindiadubos/_assets/files/simpocio/2018/files/paulo-cesar-2018.pdf. Acesso em: 17 out. 2020.
- PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura. **Circular Técnica 19**. Jaguariúna, SP. 2008. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_19.pdf. Acesso em: 19 abr. 2019.
- PITMAN, R. M. Wood ash use in forestry: a review of the environmental impacts. **Forestry**, Oxford, v.79, n 5, p. 563-588, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpl041>. Disponível em: <https://academic.oup.com/forestry/article/79/5/563/558716>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- PIVA, R.; BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L.; AYUB, R. A.; ROMBOLÀ AD. Adubação de manutenção em videiras cv. Bordô utilizando-se cinzas vegetais e esterco bovino em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, Pernambuco, v.9, n. 2, p. 219-224.2014. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i2a3950>. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v9i2a3950>. Acesso em: 08 jun. 2024.

POLIDORO, J. C.; BENITES, V.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; TEIXEIRA, P.C.; OLIVEIRA, J. **Mercado e tecnologia em fertilizantes organominerais.**

Workshop Utilização de resíduos Agroindustriais na Agricultura: Sinop-MT. 2015.

Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355242/3554062/Sinop+5.pdf/643249bf-e5d3-40fb-9fcd-a68352a996a2>. Acesso em: 15 abr. 2021.

QUEIROZ, L. R. M.; KAWAKAMI, J.; MULLER, M. M. L.; OLIARI, I. C. R.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V. Adubação NPK e tamanho da batata-semente no crescimento, produtividade e rentabilidade de plantas de batata.

Horticultura Brasileira, Brasília, Distrito Federal, v. 31, p. 119-127, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100019>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/hb/a/36RWY4bD5GxDpR3GxQQTdR/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos Fitotécnicos na cultura do tomate industrial.** 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

RAMOS, L. A.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; SILVA, A. A. Effect of organo-mineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. **African Journal of Agricultural Research**, Grahamstown, v. 12, n. 1, p. 20-27, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11024>. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/73BA66F62253>. Acesso em: 08 jun. 2024.

REVOREDO, M. O equilíbrio nutricional e a saúde das plantas da lavoura de batata. **Batata Show. A revista da batata.** Holambra: ABBA, n. 58, p. 50-51, 2020.

REZENDE, R. L. G. **Efeito da idade fisiológica da batata semente sobre características produtivas da batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic.** 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) - Instituto agrônomo, Campinas, 2007.

ROCHA, K. **Decomposição no solo da torta de filtro derivada do processamento da cana-de-açúcar emissão de gases de efeito estufa e aspectos microbiológicos.** 2013. Mestrado (Ciências- Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2013.

ROCHETO, J. E.; KOHATSU, J. M.; OKAMURA, E. K.; ASANO, E.; PEREIRA.; SHIMOYAMA, N.; BICULDO, T. F.; GUIMARÃES, C.; TOLEDO, G. J. F. Situação atual da produção de batata. **B Batata Show. A revista da batata.** Holambra: ABBA, n. 58, p. 22, 2020.

ROCHA, G. N.; GONCALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v. 28, n.4, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000400005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Nq4gncyxjkxvKJBhPn5WRRq/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SANDY, E. C.; QUEIROZ, I. R. Avaliação de fertilizantes organominerais na cultura do café na região da Alta Mogiana. **Revista Attalea Agronegócios**, v. 1, 2018. Disponível em: <https://revistadeagronegocios.com.br/avaliacao-de-fertilizantes-organominerais-na-cultura-do-cafe-na-regiao-da-alta-mogiana-eder-sandy/>. Acesso em: 06 out. 2020.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, Minas Gerais, v. 61, p. 829-837, 2014. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgKLxJrJvxm7tV7GWnx839h/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista Biológica e Ciências da Terra**, Campina Grande, Paraíba, v.5, n.1, p 1-5, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50050105.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

SHIMOYAMA, N. Cadeia Brasileira da batata. **Batata Show. A revista da batata**. Holambra: ABBA, n. 59, p. 36-39, 2020.

SHIMOYANA, N. Variedades de batata. **Batata Show. A revista da batata**. Holambra: ABBA, n. 55, p 4, 2019.

SILVA, C. A.; RANGEL, O. J. P.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C. V.; BOEIRA, R. C.; DYNIA, J. F. Dinâmica de Metais Pesados em Latossolo Adubado com Lodo de Esgoto e em Plantas de Milho. BETTIOL. *In*: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A (Eds.). **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 17-23.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. A. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do planalto catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, Curitiba, Paraná, v. 10, n. 6, p: 475-482, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i6.15530>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/15530>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, L. G.; CAMARGO, R.; LANA, R. M. Q.; DELVAUX, J. C.; FAGAN, E. B.; MACHADO, V. J. Biochemical changes and development of soybean with use of pelletized organomineral fertilizer containing sewage sludge and filter cake. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 42, e44249, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.44249>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/44249>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, P. L.; AFONSO, R. L. C.; OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, G. V.; GONÇALVES, D. A.; ALCÂNTARA, H. P. Desempenho agrônômico da batata (*Solanum tuberosum* L.), por meio da adubação organomineral líquida via sulco de plantio. *In*: V SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: Agroecologia e a Compreensão do Solo como Fonte e Base para a Vida, 2020. Viçosa. **Anais [...]** Viçosa, 2020. v. 15, n. 1, 4p. 2020c.

SILVA, R. C. D.; LANA, R. M. Q.; MAGESTE, J. G.; MUNIZ, P. H. P. C.; OLIVEIRA, G. N. Application of organomineral and mineral nitrogenate fertilizer in maize crop, in coverage, on soils of different textures. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 10, p. 41343-41352, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.37118/ijdr.20218.10.2020>. Disponível em: <https://www.journalijdr.com/application-organomineral-and-mineral-nitrogenate-fertilizer-maize-crop-coverage-soils-different>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SINGH, J.; KAUR, L. **Advances in potato chemistry and technology**. Academic Press, Elsevier: Oxford, UK, 2016. 727p.

SOFIATTI, V.; LIMA, R. L. S.; GOLDFARB, M.; BELTRÃO, N. E. M. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n. 1. P. 144-152, 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/276410/1/ArtigoBioterra2007.pdf>. Acesso 09 jul. 2021.

SOLEIL PAPA. Disponível em: <http://www.soleilpapa.com.br/batata/index.html>. Acesso em: 07 jul. 2021.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M. Resposta da cultura da batata à adubação fosfatada no Brasil. **Informações agrônômicas nº157**. 2017. 8p. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/88C7CF15573E4152832580FB00676077/\\$FILE/Page15-22-157.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/88C7CF15573E4152832580FB00676077/$FILE/Page15-22-157.pdf). Acesso em: 26 nov. 2020.

SOUSA, R. T. X.; DUARTE, I. N.; KORNDORFER, G. H.; HENRIQUE, H. M. Fontes mineral e orgânica de fósforo e a disponibilidade desse nutriente para o solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, Goiás, v. 9, n. 16, p. 1196-1202, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/fontes%20mineral.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. **Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG**. Empresa Geociclo, Minas Gerais, 2012. 10 p. Disponível em: http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert_MILHO.pdf. Acesso em: 20 maio. 2020.

SOUZA, B. R. F. **Efeito residual da adubação orgânica e mineral nos atributos de produtividade e agroindustriais na cana-soca**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul Aquidauana, 2013.

SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de Resíduos na Agricultura e Agroindústria**. Botucatu: FEPAF, 2006. 319 p. ISBN 85-98187-04-6. Disponível em: http://www.univale.br/sites/biblioteca/biblioteca_online_agronegocio/livrosbiblioteca/GEST%C3%83O%20DE%20RES%C3%84DUOS.pdf. Acesso em: 19 abril. 2020.

TAMANINI, C. R. **Recuperação Áreas Degradadas com a Utilização de Biossólido e Gramínea Forrageira**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: http://www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2004_12_14_tammanini.pdf. Acesso em: 9 mai. 2019.

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

TRANNIN, I. C. DE BARROS; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S. Avaliação agrônômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 40, n. 3, p. 261-269, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000300010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/LxWsKN8JQTNy6xNM8FCY5td/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I.A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, SP, v. 64, p. 150 -162, 2003. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr64/cap13.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

USDA-United States Department of Agriculture. **Dairy and products anual. Annual Dairy Report**. 2018. Disponível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/DAIRY%20AND%20PRODUCTS%20ANNUAL_Brasilia_Brazil_10-9-2018.pdf. Acesso em: 21 maio. 2019.

VIEIRA, D. M. S.; CAMARGO, R.; TORRES, J. L. R.; SILVA, A. A.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, F. J. Growing vegetables in succession in different soils and doses of phosphorus in an organomineral fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v. 24, n. 12, p. 806-813, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p806-813>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/RyBvrs9Tqdy9R7zL9ssmTdb/?lang=en>. Acesso em: 08 jun. 2024.

WATANABE, E. Y. **Produtividade de um clone de batata submetido às adubações mineral e orgânica**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

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, p. 433-453, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02849098>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02849098>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ZANDONADI, D. B.; NUNES, B. T.; SILVA, J.; PONTES, N. C.; GOLYNSKI, J.; BUSATO, J. G.; **Efeito da adubação com fertilizantes organomineral nos componentes de produção da alface Romana.** (Boletim de pesquisa e desenvolvimento). Brasília, Distrito Federal: Embrapa Hortaliças, 2018. 24 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188027/1/BPD-1642.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; BUSATO, J. G.; PERES, L. E. P.; FAÇANHA, A. R. Plant physiology as affected by humified organic matter. **Theoretical and experimental plant physiology**, Campo dos Goytacazes, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 13-25, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2197-00252013000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/txpp/a/N5WkJPCFMpjPFhrz4gBST5Q/?lang=en>. Acesso em: 17 dez. 2020.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Recife, PE, v. 32, p 14-20, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/kgCM4D8ZwrFVc4DQMj6K3fv/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

CAPÍTULO 2

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DAS CULTIVARES ÁGATA E ATLANTIC

RESUMO

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Fertilizante organomineral na adubação de plantio das cultivares Ágata e Atlantic.** 2021. 180p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Diante da importância da batata no agronegócio brasileiro e a busca por estabelecer sistemas produtivos mais sustentáveis, despertou-se o interesse de implementar fontes de fertilização mais eficientes no cultivo desta hortaliça. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta das cultivares Ágata e Atlantic à adubação de plantio com uma fonte organomineral peletizada em comparação à adubação convencional realizada exclusivamente com fonte mineral. Dois experimentos (um com cada cultivar) foram conduzidos simultaneamente no município de Cristalina-GO, no período de junho a outubro de 2017, em uma área comercial de produção de batata. Utilizou-se o delineamento em blocos causalizados com 5 tratamentos (100% da recomendação de adubação de plantio com fonte mineral 03-35-06; e 100, 80, 60 e 40% da dose de recomendação com fertilizante organomineral 02-20-05) em 4 repetições, totalizando 20 parcelas. Avaliou-se o Índice Spad ao longo do ciclo da cultura; a composição química foliar; a classificação e a produtividade dos tubérculos; características relacionadas a qualidade (massa seca, pH, carboidratos e sólidos solúveis), bem como as características químicas do solo após a colheita. Observou-se que a aplicação do organomineral 02-20-05 na adubação de plantio pode ser uma fonte de fertilização interessante para o cultivo da batata Ágata e Atlantic, podendo ser aplicado com ajustes de dose. Para as características avaliadas ao longo do desenvolvimento da cultura (Índice Spad e análise foliar), os fertilizantes organominerais proporcionaram resultados adequados e/ou semelhantes aos obtidos com adubação mineral. Para a cultivar Ágata, as doses de 100 e 80% do fertilizante organomineral juntamente com a adubação mineral resultaram nas maiores Produtividades Totais. As menores doses (60 e 40%) possibilitaram obter maior porcentagem de batata Especial. Para a cultivar Atlantic, as respostas de Produtividade Total com organomineral foram semelhantes a obtida com a adubação exclusivamente mineral, mesmo em dosagens menores. De maneira geral, a qualidade dos tubérculos foi igual ou superior à obtida com adubação convencional. Após a colheita das duas cultivares, o organomineral manteve bons níveis no solo para a maioria dos nutrientes, semelhante aos fertilizantes minerais. A cultivar Atlantic extraiu mais nutrientes do solo do que a cultivar Ágata.

Palavras-chave: Fertilização. *Solanum tuberosum*. Nutrição.

¹Comitê Orientador: José Magno Queiroz Luz – UFU (Orientador) e Regina Maria Quintão Lana – UFU (Co-orientadora).

ABSTRACT

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Organomineral fertilizer in plant fertilization of Ágata and Atlantic cultivars.** 2021. 180p. Thesis (Doctor Program Agronomy/Crop Science) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Given the importance of potatoes in Brazilian agribusiness and the quest to establish more sustainable production systems, the interest in implementing more efficient sources of fertilization in the cultivation of this vegetable was aroused. Thus, the objective of this work was to evaluate the response of cultivars Ágata and Atlantic to fertilization at planting with a pelletized organomineral source in comparison to conventional fertilization carried out exclusively with mineral source. Two experiments (one with each cultivar) were carried out simultaneously in the municipality of Cristalina-GO, from June to October 2017, in a commercial potato production area. The randomized block design with 5 plots was used (100% of the recommendation for planting fertilization with mineral source 03-35-06; and 100, 80, 60 and 40% of the recommended dose with organomineral fertilizer 02-20-05) in 4 repetitions, totaling 20 parcels. The Spad Index was evaluated throughout the crop cycle; the leaf chemical composition; the classification and productivity of tubers; characteristics related to its quality (dry matter, pH, carbohydrates and soluble solids), as well as the chemical characteristics of the soil after harvest. It was observed that the application of the organomineral 02-20-05 in the planting fertilization can be an interesting source of fertilization for the cultivation of Ágata and Atlantic potato, being able to be applied with dose adjustments. For the characteristics evaluated during the development of the crop (Spad Index and foliar analysis), the organomineral fertilizers provided adequate and/or similar results to those obtained with mineral fertilization. For the cultivar Ágata, doses of 100 and 80% of organomineral fertilizer together with mineral fertilizer resulted in the highest Total Yields. The lowest doses (60 and 40%) allowed to obtain a higher percentage of Special potato. For the Atlantic cultivar, Total Productivity responses with organomineral were similar to that obtained with exclusively mineral fertilization, even at lower dosages. In general, the quality of the tubers was equal to or superior to that obtained with conventional fertilization. After harvesting the two cultivars, the organomineral maintained good levels in the soil for most nutrients, similar to mineral fertilizers. Cultivar Atlantic removed more nutrients from the soil than cultivate Ágata.

Keywords: Fertilization. *Solanum tuberosum*. Nutrition.

¹Supervising Committee: José Magno Queiroz Luz – UFU (Major Professor) and Regina Maria Quintão Lana – UFU (Co-supervisor).

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma solanácea anual que representa uma das principais hortaliças produzidas no Brasil. Atualmente ocupa uma área de aproximadamente 113.913 hectares com produção de 3.656.553 toneladas e rendimento médio de 31.546 kg ha⁻¹ (IBGE, 2021).

Grande parte dessa produção é de batata destinada para o consumo fresco, em que a principal representante é a cultivar Ágata. Essa cultivar preenche muito bem as exigências do mercado por apresentar qualidades como consistência quando cozida e esporádico a pouco escurecimento após este procedimento. Além disso, tem tubérculos grandes, ovais, uniformes, com olhos rasos, pele amarela, lisa e brilhante; polpa amarelo claro; raros defeitos fisiológicos e boa resistência ao escurecimento por impacto; tem maturação precoce e dormência de curta à semilonga (Oliveira, 2017; ABBA, [201-?]).

Além da cultivar Ágata, destaca-se também as cultivares destinadas para o setor industrial na forma de *chips*. Este segmento tem como representante a cultivar Atlantic que possui qualidades específicas para processamento em rodela frita, como alto percentual de massa seca, tubérculos de formato oval-arredondado, película e polpa brancas. As plantas dessa cultivar são de maturação tardia e de alto rendimento (ABBA, [201-?]).

Independente da cultivar, a batata é uma cultura intensiva que se caracteriza por apresentar ciclo curto, sistema radicular delicado e superficial, altos rendimentos por área e, conseqüentemente, é altamente exigente em nutrientes.

Devido essas particularidades, é comum a utilização de doses elevadas de fertilizantes químicos para fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio. Entretanto, a aplicação de grandes quantidades de adubos não significa alcançar incrementos significativos. Pelo contrário, tem se observado efeitos negativos, tanto no custo de produção quanto para a sustentabilidade do solo e da água (Fernandes, 2010; Soratto; Fernandes, 2017).

De acordo com Mesquita *et al.* (2012), a batata é uma das culturas comerciais de maior consumo de fertilizantes por hectare. Cardoso (2014) comenta que a demanda relativa é de cerca de 2,3 a 2,8 t ha⁻¹. Quantidade muito maior (cerca de 6 vezes mais) que a requerida por outras culturas normalmente utilizadas para rotação, como soja, milho e feijão (Soratto; Fernandes, 2017). Trata-se de uma espécie altamente esgotante para o

solo, uma vez que o tubérculo, que é a parte de interesse econômico, representa mais de 80% da biomassa da planta (Fernandes *et al.*, 2010b).

Assim, a adubação representa uma das principais etapas dentro do manejo da cultura, pois além de impactar diretamente sobre a produtividade e qualidade final dos tubérculos, também atua sobre a manutenção da saúde do solo.

Essas preocupações não têm passado despercebidas e a fim de otimizar as práticas da adubação da batata, busca-se por manejos cada vez mais sustentáveis que incluam a aplicação de fontes de fertilização mais tecnológicas e que contenham em sua composição matéria orgânica.

Nesse sentido, os fertilizantes organominerais reúnem qualidades interessantes que atendem as necessidades nutricionais da cultura ao mesmo tempo que condiciona o solo por meio dos benefícios nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas oferecidos pela fração orgânica do fertilizante (Benites *et al.*, 2010; Rabelo, 2015).

Diante das necessidades da cultura em relação a adoção de técnicas de adubação mais eficientes/sustentáveis e as possibilidades que a indústria de fertilizantes tem oferecido por meio dos organominerais, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade dos tubérculos; os aspectos nutricionais, bem como os atributos químicos do solo após a colheita em função de doses de fertilizante organomineral comparativamente ao fertilizante mineral, nas cultivares Ágata e Atlantic.

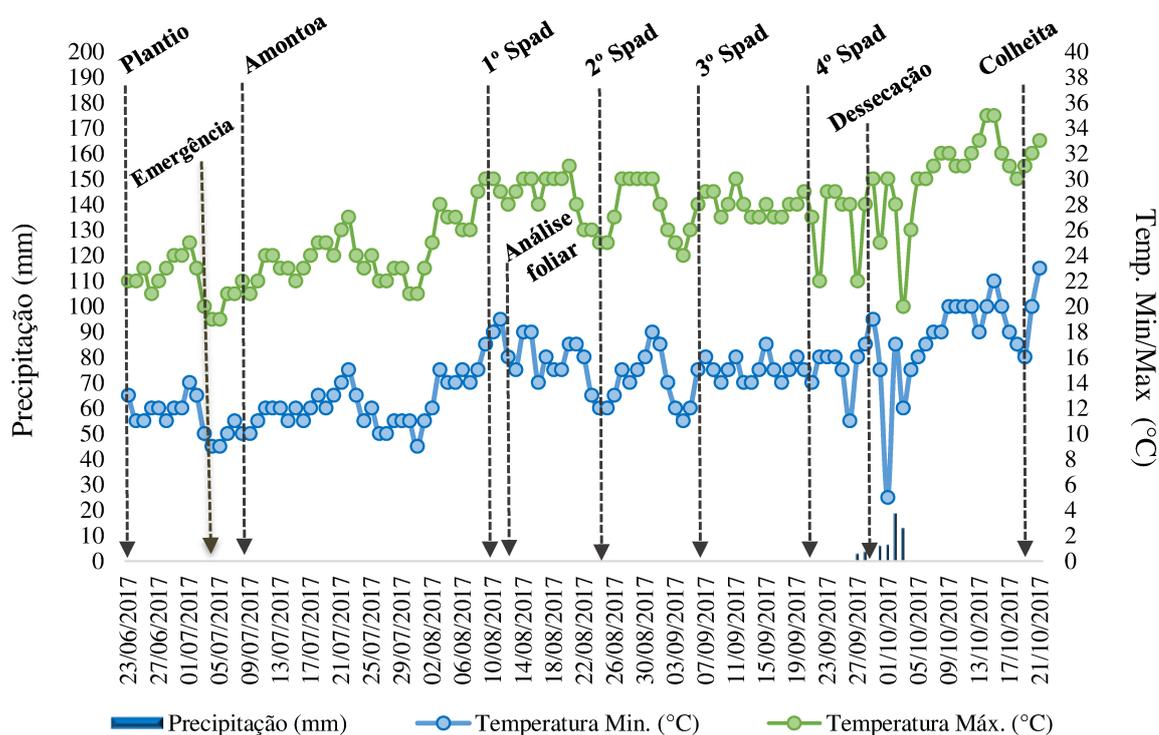
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e caracterização do solo

O experimento foi constituído de dois ensaios conduzidos simultaneamente no período de 23 de junho a 19 outubro de 2017 (ciclo de 118 dias) na empresa Agrícola Wehrmann® localizada na cidade de Cristalina-GO (Latitude de 16° 5'56" S, Longitude de 47° 30'55" W e Altitude de aproximadamente 1000 m). Em um dos experimentos utilizou-se a cultivar Ágata e no outro a cultivar Atlantic.

O clima da região é classificado como tropical de altitude (tipo Cwa de acordo com Köppen e Geiger) com inverno seco e verão quente e chuvoso. Os dados meteorológicos da cidade de Cristalina durante o período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 1:

Figura 1- Pluviosidade e temperatura em Cristalina-GO no período de 23 de junho a 19 de outubro de 2017 (Rural Clima, 2021).



Fonte: Rural Clima (2021).

O solo do local dos experimentos é do tipo Latossolo Vermelho-amarelo de textura argilosa. Antes do plantio realizou-se a amostragem na camada de 00-20 cm e procedeu-se

a caracterização química de acordo com o método descrito pela Embrapa (Domagema *et al.*, 2011) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do solo, antes do plantio, na profundidade de 0-20 cm.

pH _{água} (1:2,5)	pH CaCl ₂	P meh ⁻¹	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC
5,80	5,27	9,76	116,71	10,63	3,24	1,16	<0,13	5,52	10,23
M.O dag kg ⁻¹	V %	m	B	Zn	Fe	Mn	Cu	SB	Argila
3,29	45,75	0	0,67	11,41	41,12	19,77	0,92	4,70	65
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/T	Areia %	Silte %	Argila %
2,90	11,28	4,03	31,50	11,25	3,00	54,25	4,95	30,05	65

P, K= (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução tampão – SMP a pH 7,5); CTC= Capacidade de troca catiônica V= Saturação por bases; m= Saturação por alumínio (EMBRAPA, 1997), B= (BaCl₂.2H₂O 0,0125% quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7,3).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental dos dois experimentos foi em blocos casualizados com 5 tratamentos: dose de plantio “Padrão” com aplicação do formulado NPK 03-35-06 (equivalente a 100% da recomendação para a cultura da batata) e organomineral 02-20-05 aplicado a 100, 80, 60 e 40% da recomendação de plantio, em 4 repetições (Tabela 2). As parcelas dos experimentos foram constituídas de 4 linhas de 6 metros de comprimento espaçadas a 0,8 metros entre si e 0,35 metros entre plantas, totalizando 19,2 m² de área de parcela.

Tabela 2 - Caracterização dos tratamentos.

Tratamentos	Adubação de plantio					Adubação de cobertura 350 kg ha ⁻¹ 20-00-20		Quantidade total aplicada no ciclo		
	Dose		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg ha ⁻¹	%*	kg ha ⁻¹							
Adubação Padrão Mineral 03-35-06	2300	100	69	805	138	70	70	139	805	208
Organomineral 02-20-05	3680	100	74	736	184	70	70	144	736	254
Organomineral 02-20-05	2944	80	59	589	147	70	70	129	589	217
Organomineral 02-20-05	2208	60	44	442	110	70	70	114	442	180
Organomineral 02-20-05	1472	40	30	294	74	70	70	100	294	144

*Porcentagem equivalente da dose aplicada pelo produtor

O preparo de solo utilizado foi o usado pelo produtor e recomendado na região que inclui aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e posterior abertura de sulcos de plantio de forma mecânica.

O adubo referente a cada tratamento foi adicionado manualmente ao sulco de plantio e após a adubação fez-se o plantio que foi realizado mecanicamente. Foram utilizadas batatas sementes do tipo II (tubérculos entre 40 e 50 mm) tratadas com inseticidas, fungicidas e nematicidas para melhor garantia da sanidade da população de plantas.

A germinação aconteceu aos 12 dias após o plantio (DAP) e aos 15 DAP realizou-se a amontoa e adubação de cobertura para todos os tratamentos com a aplicação de 350 kg ha⁻¹ do formulado mineral 20-00-20.

Todos os tratos culturais e o controle fitossanitário foram recomendados mediante o monitoramento de pragas e doenças. Ao atingir o nível de controle aplicou-se os produtos registrados para a cultura de acordo com normas e instruções dos fabricantes. O sistema de irrigação foi o de pivô central em que as plantas receberam aproximadamente 500 mm durante o ciclo da cultura.

A dessecação ocorreu no dia 28 de setembro de 2017.

Para as avaliações ao longo do ciclo foram consideradas as duas linhas centrais de cada parcela; e na colheita os 4 metros centrais destas mesmas linhas que compreenderam a área útil da parcela.

2.3 Caracterização das fontes de fertilizantes

Como fonte de fertilização de plantio do tratamento Padrão foi aplicado o formulado exclusivamente mineral NPK 03-35-06, recomendado de acordo com análise técnica baseada em laudo de solo e seguindo os procedimentos tradicionais do produtor. Para a adubação de cobertura aplicou-se o formulado mineral 20-00-20 para o fornecimento de nitrogênio e potássio em todos os tratamentos.

O fertilizante organomineral 02-20-05 (Tabela 3) foi produzido pela empresa Vigor Fertilizantes[®] a partir de uma fonte orgânica de origem vegetal (torta de filtro-Tabela 4) por meio de um processo aeróbio de decomposição controlada até a obtenção de um composto estabilizado. Após este processo foram adicionadas as fontes minerais (Ureia, Superfosfato Triplo, MAP e KCl) com o objetivo de atingir o balanço dos nutrientes. Posteriormente, o material foi homogeneizado e peletizado.

Tabela 3 - Composição química do organomineral 02-20-05.

Formulado	N		P ₂ O ₅ Sol.		P ₂ O ₅		K ₂ O Sol.	
	Total		CNA+H ₂ O		Total		em H ₂ O	
	-----%-----							
	2,2		19,63		20,13		5,38	
Organomineral 02-20-05	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	C.O
	-----%-----							
	1,40	0,60	1,65	0,37	0,01	1,70	0,02	14,48

Tabela 4 - Composição química da torta de filtro.

Determinação	Unidade	In Natura	Base seca-65%
pH CaCl ₂ 0,01 M	pH	7,9	---
Umidade à 60-65°C	%	7,9	---
Densidade	g cm ⁻³	ns	---
Nitrogênio Total	%	1,68	1,82
Fósforo (P ₂ O ₅ CNA + H ₂ O)	%	2,77	3,01
Fósforo (P ₂ O ₅ Total)	%	2,85	3,09
Potássio (K ₂ O SOL. H ₂ O)	%	0,55	0,60
Potássio (K ₂ O Total)	%	1,10	1,20
Cálcio (Ca Total)	%	2,41	2,62
Magnésio (Mg Total)	%	1,44	1,56
Enxofre (S Total)	%	0,01	0,01
Boro (B Total)	%	0,007	0,008
Cobre (Cu Total)	%	0,000	0,005
Ferro (Fe Total)	%	2,035	2,210
Manganês (Mn Total)	%	0,110	0,120
Zinco (Zn Total)	%	0,024	0,026
Sódio (Na Total)	%	0,090	0,098
Carbono Orgânico (Titulação)	%	27,69	30,07
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	47,73	51,84
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	---	17/1	17/1
CTC	mmol _c kg ⁻¹	355	385
Relação CTC/C Orgânico	---	13/1	13/1
Ácidos Húmicos (AH)	%	3,03	3,29
Ácidos Fúlvicos (AF)	%	0,56	0,61

2.4 Variáveis avaliadas

2.4.1 Índice SPAD aos 48, 62, 76 e 91 dias após o plantio

Nos dois experimentos foram determinados o nível crítico do índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) por meio do medidor portátil de clorofila SPAD-502 Plus

(Soil-Plant Analysis Development-502 da Minolta Co., Osaka, Japão, 1989) (Minolta Camera, 1989), com o objetivo de identificar a condição nutricional das plantas em relação ao nitrogênio.

Trata-se de um aparelho portátil que permite obtenção de um índice relativo da clorofila (IRC), ou índice Spad, que se baseia na intensidade da coloração verde das folhas, o qual pode se correlacionar com o teor de clorofila e, conseqüentemente, com o teor de nitrogênio (N) na folha. Assim, a deficiência de N é rapidamente refletida em menores concentrações de clorofila, pois o elemento é um componente importante desta molécula.

Esse tipo de avaliação representa uma ferramenta prática que auxilia na decisão sobre a adubação nitrogenada. Trata-se de um método não destrutivo, eficiente em tempo e resposta, permitindo a realização de avaliações *in situ* e detectando antecipadamente possíveis deficiências de N na cultura (Fernandes, 2017; Samborski *et al.*, 2009).

O aparelho SPAD-502 avalia quantitativamente a intensidade do verde da folha medindo as transmissões de luz a 650 nm, que é onde ocorre a absorção de luz pela molécula de clorofila, e também a 940 nm, que é onde não ocorre a absorção. Por meio desses dois valores, o aparelho SPAD processa um número ou índice SPAD que normalmente é muito correlacionado com a concentração de clorofila da folha. Assim, trata-se de uma medida indireta de clorofila (Fernandes, 2017).

Nos experimentos avaliou-se 10 plantas escolhidas ao acaso na área útil de cada parcela, sendo realizadas duas leituras por planta, totalizando 20 leituras por parcela, a partir das quais foi calculada a média. As determinações do IRC foram realizadas no período da manhã (08h00min 10h00min) e sombreando o aparelho com o corpo para evitar a interferência da luz solar. Os resultados foram expressos em unidade SPAD.

Cada leitura foi medida no folíolo terminal da quarta folha completamente expandida a partir do ápice da planta. Foram realizadas 4 avaliações ao longo do desenvolvimento da cultura: 10 e 24 de agosto de 2017 e 07 e 22 de setembro de 2017, o que correspondeu a 48, 62, 76 e 91 dias após o plantio (DAP), respectivamente.

2.4.2 Análise química foliar

Após 51 dias do plantio, de cada tratamento, foram coletadas 20 folhas completas (limbo + pecíolo) do terceiro trifólio completamente desenvolvido (Ribeiro *et al.*, 1999) que foram destinados para análise química completa. Estas amostras foram lavadas, secas

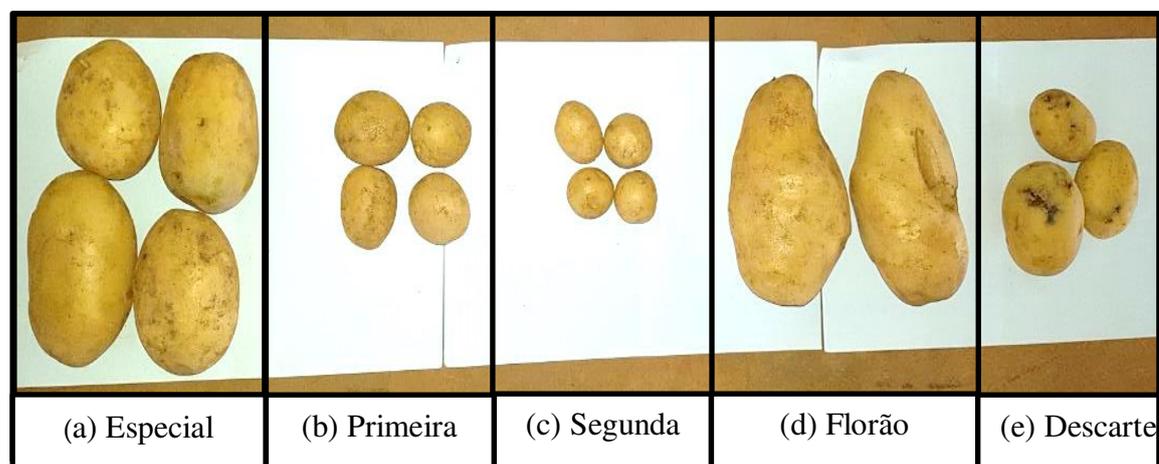
em estufa com circulação forçada de ar a $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e posteriormente moídas para determinação dos teores foliares dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes: boro, cobre, ferro, manganês e zinco (Malavolta *et al.*, 1997).

2.4.3 Classificação dos tubérculos e produtividade

Após a colheita (118 DAP), os tubérculos foram classificados de acordo com o diâmetro seguindo o padrão empregado na propriedade, sendo: “Especial” (42-70 mm), considerado o tubérculo de maior valor comercial; “Primeira” (33-42 mm); “Segunda” (28-33 mm); “Diversa” (até 28 mm); “Florão” (maior que 70 mm) e “Descarte” (tubérculos não comerciais devido danos) (Figura 2).

Em seguida, os tubérculos foram pesados para se contabilizar a produtividade da área útil das parcelas convertida em kg ha^{-1} . A partir do somatório de todas as classes (exceto “Descarte”) foi determinada a Produtividade Total de tubérculos. Também foi determinada a porcentagem de batata do tipo Especial dentro da Produtividade Total.

Figura 2 - Classificação dos tubérculos de batata: (a) Especial (42-70 mm), (b) Primeira (33-42 mm); (c) Segunda (28-33 mm); (d) Florão (maior que 70 mm) e (e) Descarte



Fonte: a autora (2021).

2.4.4 Análise química do solo após a colheita

Ao final do ciclo da cultura das duas cultivares foram coletadas amostras compostas de solo de cada tratamento. As amostragens foram feitas após a colheita e

desmanche das leiras, buscando retirá-las na linha de plantio. Para a composição da amostra composta de cada tratamento coletou-se 6 amostras simples de cada repetição correspondente ao tratamento. Dessa forma, obteve-se um total de 5 amostras compostas, sendo uma para cada adubação avaliada.

As 5 amostras compostas passaram por processos de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45°C durante 48h; trituradas com uso de destorroador manual e peneiradas em peneira de 2 mm de diâmetro. Posteriormente foram realizadas as análises químicas com base na metodologia da Embrapa (Domagema *et al.*, 2011).

2.4.5 Massa seca, pH e carboidratos nos tubérculos

Após a colheita foram avaliadas as seguintes características: a) Massa seca: determinada por secagem da polpa dos tubérculos em estufa a 105°C com circulação de ar até peso constante e, por diferença, determinou-se a umidade (Zenebom *et al.*, 2008); b) Determinação do pH: realizada com 10 g de polpa triturada em 100 mL de água destilada, onde foi feita a leitura direta do pH com medidor de pH digital (Zenebom *et al.*, 2008); c) Carboidratos: foram analisados pelo método fenol-sulfúrico que baseia-se na determinação de carboidratos disponíveis (açúcares, oligossacarídeos e polissacarídeos) após sua desidratação com ácido sulfúrico e subsequente complexação dos produtos formados com fenol (AOC, 1990; Cecchi, 2003; Zenebon *et al.*, 2008).

2.5 Análise estatística

Primeiramente, por meio do programa estatístico SPSS (IBM, 2013), realizou-se a verificação das pressuposições pela análise de homogeneidade de variância (Teste de Levene), normalidade (Shapiro-wilk ou Kolmogorov-Smirnov) e aditividade (Teste de aditividade de Tukey). Para a classificação “Primeira (1ª)” da cultivar Ágata; Classificação “Especial” e “Segunda (2ª)” da cultivar Atlantic utilizou-se a transformação \sqrt{x} . Nestas variáveis foram tabelados os valores reais.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio de duas formas distintas: pelo teste de Tukey ($p < 0.05$) e Dunnett ($p < 0.05$), cujo objetivo foi comparar o desempenho das fontes de fertilização entre si e individualmente

com a adubação Padrão, respectivamente, com auxílio dos programas SISVAR (Ferreira, 2000) e SPSS (IBM, 2013).

Para avaliação das dosagens do fertilizante organomineral realizou-se a análise de regressão considerando os modelos estatísticos significativos que melhor se ajustaram aos dados.

Para as análises químicas foliares e do solo foram realizadas análises multivariadas para verificar a divergência entre os tratamentos, obtendo-se a matriz de dissimilaridade pela distância Euclidiana Média. A divergência foi representada pela análise de Componentes Principais, sendo visualizada por meio de gráfico cartesiano (Cruz *et al.*, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice SPAD aos 48, 62, 76 e 91 dias após o plantio

Ao se analisar o conjunto de dados de forma qualitativa com objetivo de entender quais os tratamentos apresentaram os melhores Índices Spads, observou-se em Ágata que todas as fontes (Mineral e Organomineral) proporcionaram resultados semelhantes entre si, com exceção da primeira estimativa realizada no início do desenvolvimento aos 48 DAP. Nesta avaliação destacou-se a dose de 100% da recomendação com organomineral que permitiu a obtenção do maior Índice Spad (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativas do Índice Spad em batata cultivar Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos: Equivalente da dose de recomendação (%)	Índice Spad			
	Spad 1	Spad 2	Spad 3	Spad 4
	Dias após o plantio			
	48*	62 ^{ns}	76 ^{ns}	91 ^{ns}
Padrão-100	¹ 52,77 ab	49,53 a	50,00 a	47,80 a
100	58,11 a ⁽⁺⁾	51,22 a	51,64 a	51,73 a
80	51,90 b	50,13 a	50,93 a	47,82 a
60	55,23 ab	50,28 a	49,84 a	48,44 a
40	52,21 b	49,85 a	49,57 a	46,94 a
Média	54,05	50,20	50,40	48,55
CV (%)	4,72	2,71	3,21	5,37
DMS	5,75	3,07	3,65	7,35
² W	0,978	0,983	0,975	0,967
F lev	2,522	1,575	0,478	3,585
F adit	0,882	0,004	0,450	0,149

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0.05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0.05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0.05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade, respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0.01 de significância. Spad 1: 10/08/2017; Spad 2: 24/08/2017; Spad 3: 07/09/2017; Spad 4: 22/09/2017.

Para a cultivar Atlantic, o Índice Spad apresentou-se semelhante independente da fonte ou dose utilizada aos 48, 62 e 76 DAP. A última estimativa do Índice Spad realizada aos 91 DAP, demonstrou que as doses de 100 e 80% da fonte organomineral alcançaram os maiores índices comparado com a adubação Padrão (Tabela 6).

De maneira geral, os valores estiveram próximos ou acima dos índices considerados adequados para a cultura que é de 49 a 56 unidades de Spads, segundo Malavolta *et al.* (1997). Esse intervalo sinaliza que os teores de nitrogênio da lavoura estiveram satisfatórios para o pleno desenvolvimento da cultura.

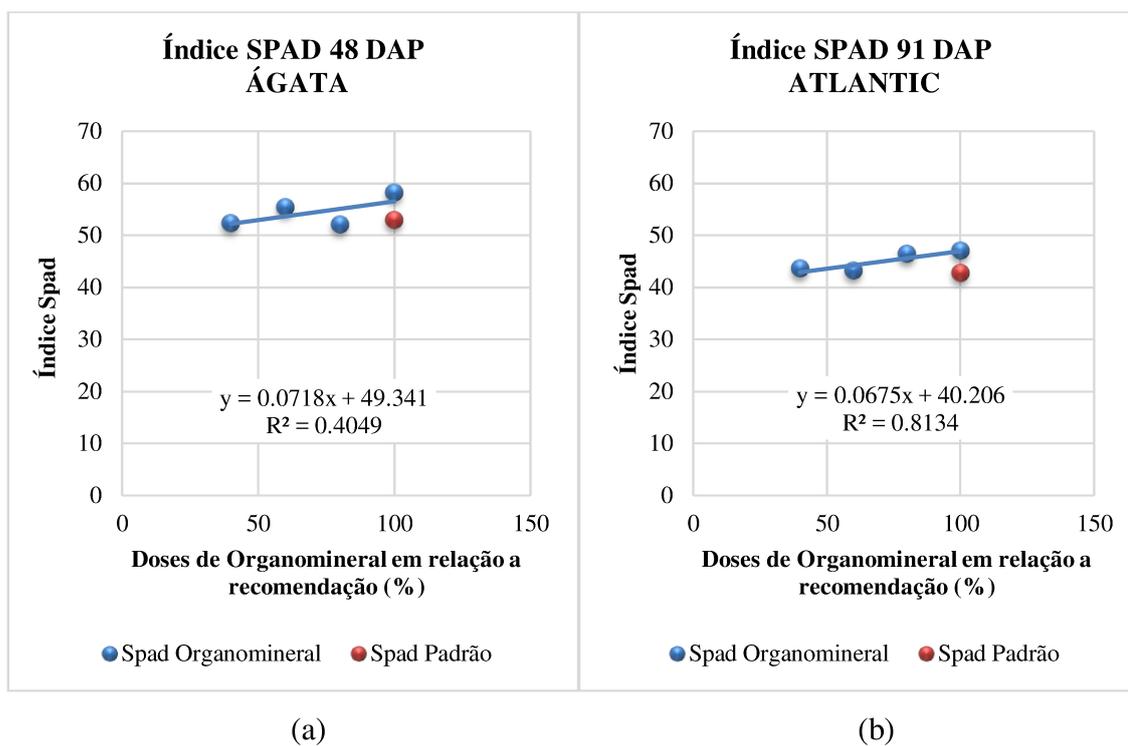
Tabela 6 - Estimativas do Índice Spad em batata cultivar Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos: Equivalente da dose de recomendação (%)	Índice Spad			
	Spad 1	Spad 2	Spad 3	Spad 4
	Dias após o plantio			
	48 ^{ns}	62 ^{ns}	76 ^{ns}	91*
Padrão-100	¹ 61,49 a	49,85 a	47,35 a	42,59 b
100	56,00 a	52,21 a	49,05 a	46,86 a ⁽⁺⁾
80	55,39 a	51,65 a	48,96 a	46,32 ab ⁽⁺⁾
60	54,86 a	51,66 a	48,65 a	43,12 ab
40	54,11 a	51,23 a	47,58 a	43,43 ab
Média	56,37	51,32	48,32	44,46
CV (%)	9,25	2,80	5,37	3,10
DMS	11,75	3,24	5,85	3,89
² W ou K-S	0,202	0,929	0,915	0,964
F lev	3,728	0,931	0,407	1,861
F adit	17,607	4,136	2,520	1,208

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0.05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0.05 de significância. ²Wou K-S, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk ou Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0.01 de significância. Spad 1: 10/08/2017; Spad: 2 24/08/2017; Spad: 3 07/09/2017; Spad 4 22/09/2017.

Analisando os dados quantitativamente, apesar do baixo R^2 (40.49%) da regressão obtida em Ágata, foi possível observar que a cada porcentagem (%) da dose de recomendação aplicada com organomineral houve um incremento de 0,072 no Índice Spad para esta cultivar aos 48 DAP (Figura 3a) e de 0,067 ($R^2=81.34\%$) para a cultivar Atlantic aos 91 DAP (Figura 3b).

Figura 3 - Índice Spad em plantas de batata Ágata (a) e Atlantic (b) em função das doses de fertilizante organomineral.



Fonte: a autora (2021).

De acordo com Giletto *et al.* (2010), leituras de Spad devem ocorrer em períodos mais tardios do desenvolvimento e se constituem em ferramentas úteis para definir a quantidade de N exigida pela batata. O que justifica as leituras de Spad terem sido realizadas após os estágios de desenvolvimento inicial da cultura, pois em períodos mais precoces as leituras tendem a ser muito altas, demonstrando que as plantas contêm níveis suficientes de N nessa fase.

Segundo Fernandes (2017) há uma maior correlação entre leituras do clorofilômetro no folíolo terminal e o teor de N na folha a partir dos 24 dias após a emergência (DAE), o que coincide com o início da tuberação.

O monitoramento de lavouras com clorofilômetro portátil demonstra ser uma alternativa para verificação da necessidade de adubação de cobertura. Através deste dado estima-se o teor de nitrogênio presente nessas folhas, o que pode se correlacionar positivamente com a produtividade, além de prevenir a aplicação excessiva de nitrogênio em cobertura (Barbosa Filho, 2011; Maia *et al.*, 2017; Schröder *et al.*, 2000).

Parâmetros como clorofila e concentrações de polifenóis são fortemente afetadas pela disponibilidade de N. Assim, a medição de clorofila é capaz de detectar o início do

estresse pela ausência de N, até mesmo antes de ser perceptível ao olho humano, sendo cedo o suficiente para corrigir o déficit neste nutriente (Samborski *et al.*, 2009).

Segundo Cardoso (2011), a concentração de clorofila nas folhas é reduzida com o avanço do desenvolvimento da batateira e que inclusive pode ser usado como uma ferramenta para indicar também a época mais adequada para a colheita.

Assim, os bons índices de Spad nas duas cultivares, mesmo em estágio avançado de desenvolvimento, demonstram que, independentemente das diferentes doses do fertilizante organomineral aplicadas, houve boa absorção e assimilação de N pelas plantas.

Em termos numéricos, ao final do ciclo das duas cultivares, os valores de Índice Spad foram menores em relação as primeiras avaliações. Isso é justificado pelo avançado estágio de desenvolvimento da cultura em que as plantas apresentavam maior quantidade de folhas velhas e amareladas. Provavelmente, como consequência dessas condições, as concentrações de clorofila foram baixas, registrando menores valores de Spad (Tabela 5 e 6).

Os resultados observados nas cultivares Ágata e Atlantic demonstram que os benefícios da aplicação do fertilizante organomineral são perceptíveis durante todo desenvolvimento da cultura. Pode se inferir que tais resultados sejam um reflexo dos efeitos positivos sobre o crescimento radicular, explorando maior volume de solo desde o início do ciclo e promovendo adequada absorção dos nutrientes, formação de folhas e manutenção delas na planta.

De acordo com Oliveira *et al.* (2018), os componentes das substâncias húmicas presentes na fração orgânica do organomineral têm, em geral, a função de estimular a flora microbiana na rizosfera facilitando a retenção e liberação de nutrientes, bem como reter água e formar quelatos naturais, o que favorece o melhor aproveitamento dos nutrientes pelas raízes. Além disso, a matéria orgânica auxilia no transporte de fotoassimilados que são elaborados pela própria planta.

3.2 Classificação dos tubérculos e produtividade

Quanto a classificação, para a cultivar Ágata, as adubações com 100 e 80% da dose recomendada com fertilizante organomineral proporcionaram resultados semelhantes aos obtidos com a adubação padrão da empresa (realizada com fertilizante exclusivamente mineral) para batata do tipo “Especial” (Tabela 7).

Para as classificações de batata “Primeira” (1ª) e “Segunda” (2ª), as adubações proporcionaram as mesmas produtividades, com exceção das doses de 60 e 40% para a classificação de “Primeira” (1ª) (Tabela 7). Nesta classificação, pelo teste de Dunnett, a menor dose (40% da recomendação) possibilitou a maior quantidade de tubérculos. Essas classificações, apesar do menor valor comercial, são aproveitadas pela indústria.

As aplicações de 60 e 40% da dose recomendada foram as que proporcionaram menor quantidade de batatas classificadas como “Diversa” (1628,91 e 1042,97 kg ha⁻¹, respectivamente). E para a classificação “Florão”, a dose que proporcionou menor quantidade desse tipo de batata foi a de 60% da recomendação (1343,75 kg ha⁻¹). Apesar dessas dosagens não terem alcançado as maiores Produtividades Totais, possibilitaram maior porcentagem de batata especial e também menor descarte (Tabelas 7 e 8).

Esses resultados indicam que a aplicação do formulado organomineral na adubação de plantio representa uma fonte de fertilização interessante para o cultivo, visto que a Produtividade Total e porcentagem de tubérculos na classificação Especial foram semelhantes a adubação mineral; e nas menores doses, a obtenção de tubérculos de maior valor comercial destacou-se (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 - Classificação dos tubérculos de batata Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos (%)	Classificação					
	Especial*	1ª *	2ª ^{ns}	Diversa*	Florão*	Descarte*
	kg ha ⁻¹					
Padrão-100	¹ 30597,66 a	1039,06 ab	324,22 a	4839,84 a	2726,56 a	824,22 a
100	29980,47 a	1125,00 ab	335,94 a	3785,16 a	2621,09 a	1734,37 b ⁽⁺⁾
80	29238,28 ab	1199,22 ab	226,56 a	4496,09 a	2847,66 a	1296,87 ab
60	26621,09 b ⁽⁺⁾	976,56 b	273,44 a	1628,91 b ⁽⁺⁾	1343,75 b ⁽⁺⁾	890,62 a
40	25906,25 b ⁽⁺⁾	1335,94 a ⁽⁺⁾	289,06 a	1042,97 b ⁽⁺⁾	1753,91 ab	695,31 a
Média	28468,75	1135,16	289,84	3158,59	2258,59	1088,28
CV (%)	5,21	6,74	21,10	18,92	23,88	27,16
DMS	3344,04	5,10	137,87	1347,02	1216,02	666,48
² W/K-S	0,971	0,959 ³	0,988	0,973	0,964	0,967
F lev	1,525	4,680 ³	0,775	0,634	1,024	1,265
F adit	0,005	0,990 ³	1,720	0,158	0,495	2,879

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²Wou K-S, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk ou Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.³ Dados transformados \sqrt{x} .

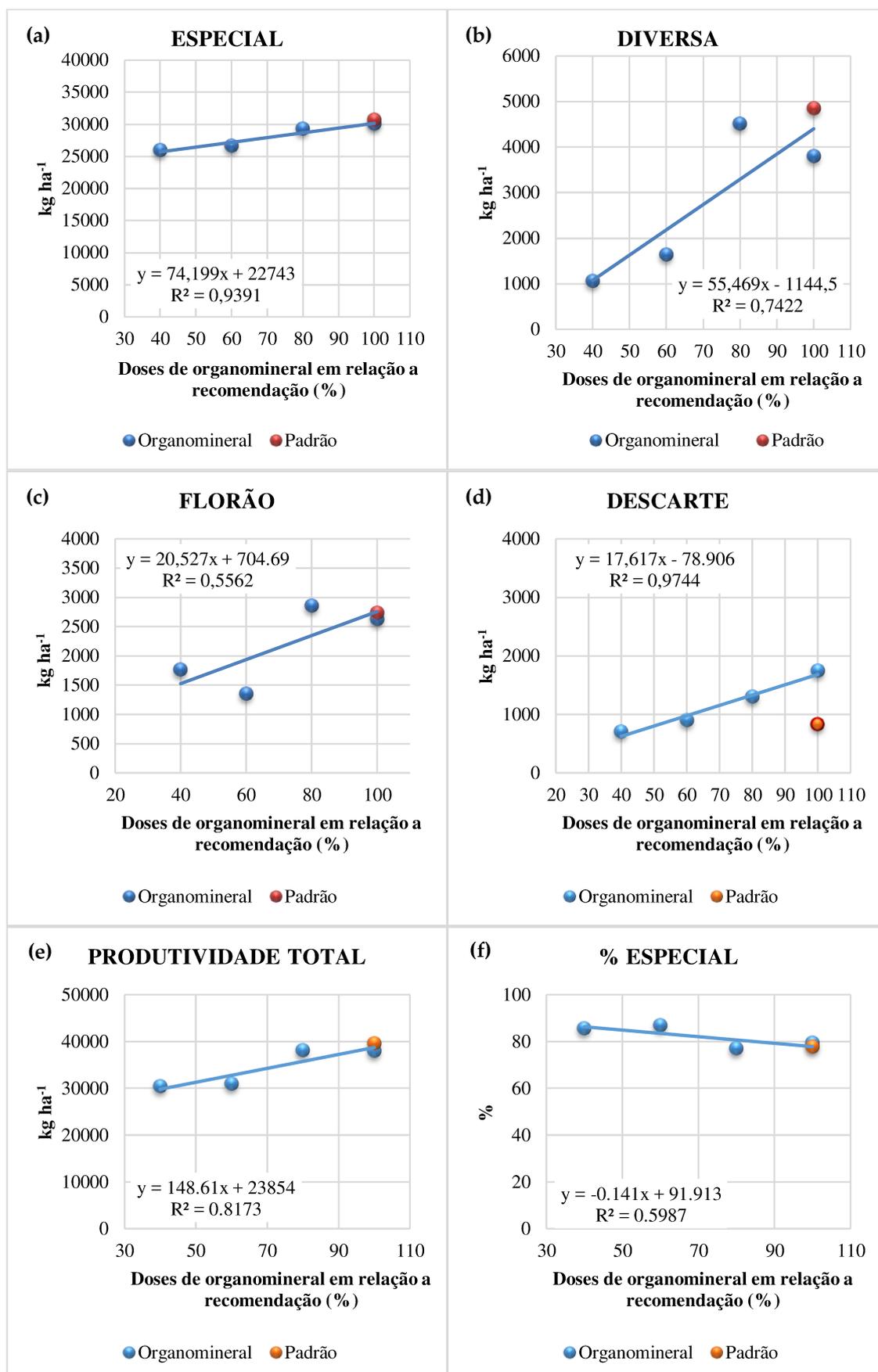
Tabela 8 - Produtividade Total e percentual de batata especial Ágata em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos %	Classificação	
	Produtividade Total*	% Especial*
	kg ha ⁻¹	
Padrão-100	¹ 39527,34 a	77,41 c
100	37847,66 a	79,22 bc
80	38007,81 a	76,92 c
60	30843,75 b ⁽⁺⁾	86,63 a ⁽⁺⁾
40	30328,12 b ⁽⁺⁾	85,39 ab ⁽⁺⁾
Média	35310,94	81,11
CV (%)	4,65	3,72
DMS	3699,30	6,81
² W	0,957	0,918
F lev	0,430	1,941
F adit	0,351	0,552

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade, respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Em termos quantitativos, para as classificações “Especial”, “Diversa”, “Florão”, e “Descarte” de Ágata, a cada % de recomendação de plantio com organomineral aplicada, houve um incremento de 74,20; 55,47; 20,53 e 17,62 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 4 (a), (b), (c) e (d)). Como consequência, a Produtividade Total de tubérculos obteve incremento com o aumento das doses do fertilizante organomineral, sendo que a cada % da recomendação de adubação aplicada, houve aumento de 148,61 kg ha⁻¹ de tubérculos (Figura 4e).

Figura 4 - Classificação dos tubérculos de batata Ágata: “Especial” (a), “Diversa” (b), “Florão” (c), “Descarte” (d), Produtividade Total (e) e % Especial (f).



Fonte: a autora (2021).

Para classificação dos tubérculos da cultivar Atlantic, todas as aplicações proporcionaram resultados semelhantes quanto a categoria “Especial”. Para a classificação do tipo “1^a”, com exceção da dose de 60%, todas as doses avaliadas foram semelhantes a adubação Padrão e na classificação do tipo “2^a” não houve diferenças na produtividade em função das aplicações realizadas.

A adubação Padrão e as doses reduzidas do organomineral (80, 60, 40%) levaram a menor quantidade de tubérculos do tipo “Florão” e “Diversa”. Para “Descarte”, os melhores resultados foram observados para as menores dosagens (60 e 40%) do organomineral, juntamente com o Padrão, destacando a dose de 40% que, numericamente, obteve o menor descarte (187,50 kg ha⁻¹) (Tabela 9).

Quanto a Produtividade Total das batatas, todas as dosagens do fertilizante organomineral proporcionaram produtividade semelhantes a obtida pela adubação Padrão, sendo que a porcentagem de batata Especial seguiu a mesma tendência, com exceção da adubação de 100% com organomineral que foi menor em relação as demais aplicações (Tabela 10).

De maneira geral, esses resultados demonstraram que o fertilizante organomineral proporcionou resultados de produtividade e qualidade do produto final tão bons quanto as fontes minerais, mesmo em baixas dosagens, indicando a possibilidade de usá-lo com redução de dose (ou adequação de dose) sem prejuízos à cultura.

Um dos motivos para esses resultados está relacionado com as características desse fertilizante de ter em sua constituição uma matriz orgânica que permite liberação gradativa do nutriente e maior eficiência de aproveitamento dos minerais. Isso é possível porque a proteção que a matéria orgânica exerce sobre a fração mineral garante que os nutrientes fiquem menos expostos aos processos de perdas por lixiviação, volatilização e fixação (Delvaux, 2019; Teixeira *et al.*, 2014; Cruz *et al.*, 2017). Assim, a aplicação de fertilizante organomineral permite reduzir a dose de forma viável e eficiente, desde que também sejam consideradas as condições de cultivo e as exigências da cultura.

Tabela 9 - Classificação dos tubérculos de batata Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos %	Classificação					
	Especial ^{ns}	1 ^a *	2 ^a ^{ns}	Diversa*	Florão*	Descarte*
	kg ha ⁻¹					
Padrão-100	¹ 42449,22 a	1410,16 a	203,12 a	1664,06 b	1613,28 b	410,16 ab
100	42328,12 a	1148,43 ab	222,66 a	3449,22 a ⁽⁺⁾	3582,03 a ⁽⁺⁾	1253,91 c ⁽⁺⁾
80	41144,53 a	1101,56 ab	425,78 a	1621,09 b	2625,00 ab	976,56 bc ⁽⁺⁾
60	39160,16 a	882,81 b ⁽⁺⁾	253,91 a	796,87 b	2582,031 ab	457,03 ab
40	39207,03 a	1437,50 a	234,37 a	1656,25 b	1738,28 b	187,50 a
Média	40857,812	1196,09	267,97	1837,50	2428,12	657,03
CV (%)	3,59	17,72	50,60	35,85	21,77	42,58
DMS	16,34	477,99	16,79	1485,35	1191,76	630,73
² W	0,965 ³	0,977	0,982 ³	0,952	0,959	0,958
F lev	0,837 ³	1,276	1,457 ³	0,449	1,206	4,399
F adit	8,665 ³	0,001	0,001 ³	1,104	0,878	1,504

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁺ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade, respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância. ³ Dados transformados \sqrt{x} .

Tabela 10 - Produtividade Total e percentual de batata especial Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamento %	Classificação	
	Produtividade Total ^{ns}	% Especial*
	kg ha ⁻¹	
Padrão-100	¹ 47339,84 a	89,60 a
100	50730,47 a	83,37 b ⁽⁺⁾
80	46917,97 a	87,74 a
60	43675,78 a	89,71 a
40	44273,44 a	88,57 a
Média	46587,50	87,80
CV (%)	7,29	1,97
DMS	7657,13	3,91
² W	0,957	0,985
F lev	1,232	1,844
F adit	0,594	1,043

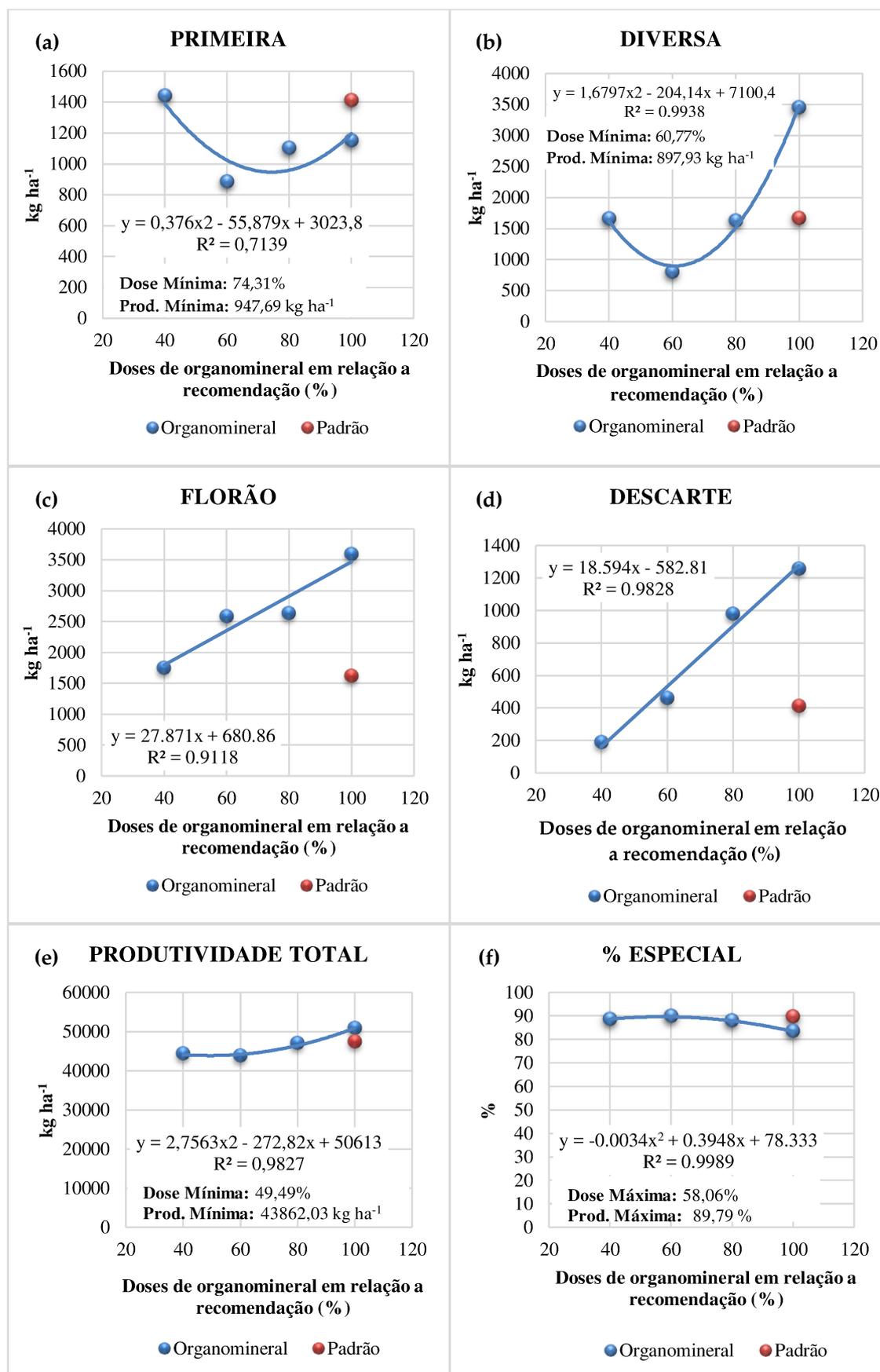
¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁺ Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade, respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Analisando as doses de organomineral na cultivar Atlantic observou-se que a aplicação ótima para obtenção de tubérculos de maior valor comercial dentro da Produtividade Total (% Especial) foi de 58% da dose de recomendação que proporcionaria 89,79% de batatas do tipo Especial (Figura 5f).

Para as batatas classificadas como “Primeira” (1ª) observou-se aumento a partir da dose de 74,31% (Figura 5a); enquanto a quantidade de batatas classificadas como “Diversa” aumentou a partir da dose de 60,77% (Figura 5b).

As classificações “Florão” e “Descarte” apresentaram crescimento linear, em que, para cada % da recomendação de adubação com organomineral aumentou-se 27,87 e 18,59 kg ha⁻¹, respectivamente (Figuras 5c e 5d). A partir da dose de 49,49% da recomendação com fertilizante organomineral, observou-se aumento na Produtividade Total de tubérculos (43862,03 kg ha⁻¹) (Figura 5e).

Figura 5 - Classificação dos tubérculos de batata Atlantic: “Primeira” (a), “Diversa” (b), “Florão” (c), “Descarte” (d), Produtividade Total (e) e % Especial (f).



Fonte: a autora (2021).

A eficiência do organomineral, tanto na sua aplicação com 100% da recomendação quanto com a adequação de dose, também foram observados na batata em outras condições de manejo.

Cardoso *et al.* (2015) avaliando a aplicação de um fertilizante organomineral (produzido a partir de cama de frango) sobre a produtividade e qualidade de tubérculos de batata Atlantic em diferentes safras de plantio (inverno e das águas) observaram que na safra das águas a aplicação de organomineral proporcionou resultados semelhante ao obtido com a aplicação mineral, mesmo em situação de dosagens menores. Enquanto na safra de inverno a reposta foi ainda mais expressiva, onde todas as doses estudadas (de 40% a 120% da dose de recomendação mineral) foram superiores a formulação mineral.

Neste trabalho conduzido por Cardoso *et al.* (2015), a dose equivalente a 100% da recomendação proporcionou maior produtividade e melhor qualidade de tubérculos nas duas safras. Além dos resultados positivos sobre a produtividade total observou-se também obtenção de tubérculos de maior valor comercial e menor porcentagem de descarte.

3.3 Massa seca, pH, carboidratos e teor de sólidos nos tubérculos

Características de pós-colheita relacionadas à composição química dos tubérculos como massa seca, pH e carboidratos são importantes para determinar a qualidade da batata, impactando diretamente na aceitação do produto no mercado. Tais características podem ser afetadas por diversos aspectos, como fatores da própria cultivar e a disponibilidade de nutrientes (Cardoso *et al.*, 2017).

Observou-se que a aplicação de uma adubação de plantio com fonte organomineral resultou em porcentagem de massa seca semelhante ou superior a observada com a adubação mineral para a cultivar Ágata. Pelo teste de Dunnett, as duas menores doses destacaram-se em relação ao fertilizante mineral (Tabela 11).

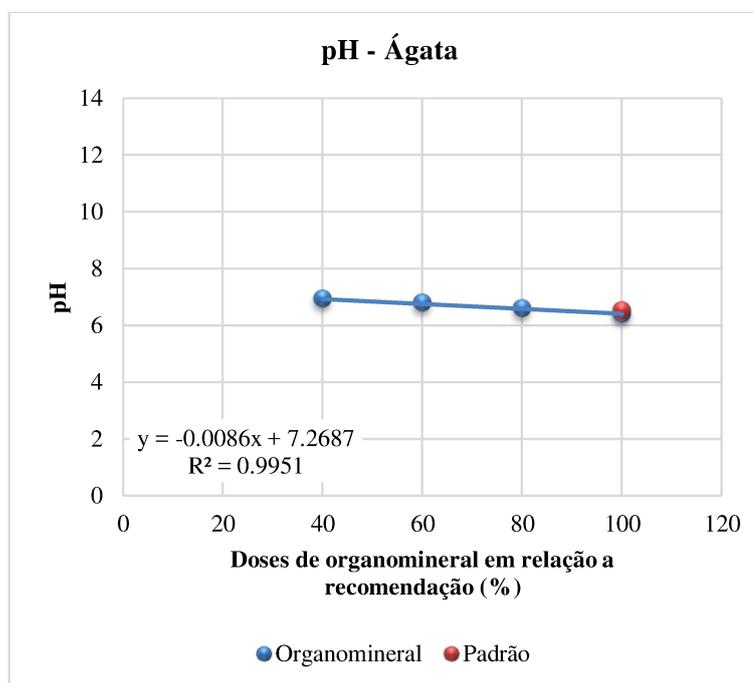
A acidez de polpa foi menor com a aplicação de organomineral, destacando-se também as menores dosagens (60 e 40%). Assim, observou-se um decréscimo linear no pH à medida que se aumentou a dose testada do organomineral (Tabela 11 e Figura 6).

Tabela 11 - Massa seca, pH e carboidratos dos tubérculos das cultivares Ágata e Atlantic em função da aplicação de fertilizante organomineral.

Tratamentos %	Ágata			Atlantic		
	Massa seca *	pH*	Carboidratos*	Massa seca*	pH*	Carboidratos*
	%					
Padrão-100	¹ 14,11 b	6,50 d	13,04 a	22,39 a	7,12 a	13,25 ab
100	15,14 ab	6,40 e (+)	11,47 ab (+)	20,31 ab (+)	7,08 a	13,62 a
80	14,80 ab	6,58 c (+)	10,80 b (+)	19,48 b (+)	6,86 c (+)	12,53 b
60	16,17 a (+)	6,77 b (+)	11,91 ab	19,10 b (+)	7,03 ab	12,63 ab
40	15,50 ab (+)	6,91 a (+)	12,00 ab	21,98 a	6,94 bc (+)	12,99 ab
Média	15,14	6,63	11,84	20,65	7,01	13,00
CV (%)	3,49	0,41	5,86	4,10	0,58	2,90
DMS	1,49	0,08	1,96	2,39	0,12	1,06
² W	0,919	0,925	0,949	0,918	0,948	0,931
F lev	0,164	0,386	1,362	0,356	5,585	1,186
F adit	0,119	0,061	0,727	0,031	10,016	0,033

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. + Valores que diferem do controle (Padrão) pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade, respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Figura 6 - pH dos tubérculos de batata Ágata.



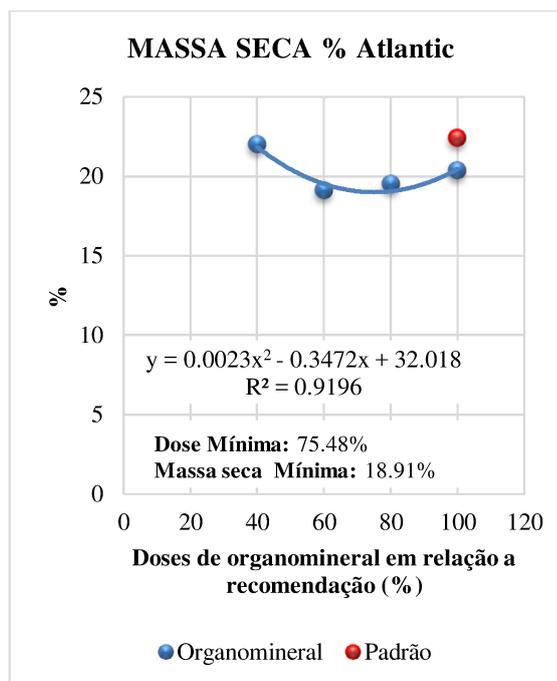
Fonte: a autora (2021).

Para a cultivar Atlantic, os maiores valores de massa seca foram obtidos com a aplicação de 40% do organomineral que foi semelhante as batatas fertilizadas com fonte

mineral (Tabela 11). Analisando quantitativamente as doses, observou-se que a partir da dose de 75,48% houve aumento no teor de massa seca (Figura 7).

Para o pH, as adubações com 100 e 60% do organomineral, juntamente com adubação Padrão, foram as que alcançaram menor acidez (Tabela 11).

Figura 7 - Teor de massa seca dos tubérculos de batata Atlantic.



Fonte: a autora (2021).

Uma nutrição desequilibrada pode levar a um crescimento desproporcional da parte aérea em detrimento dos tubérculos, retardar a maturação e reduzir a massa seca, resultando em maior absorção de gordura e escurecimento após processo de fritura. Esta variável é muito importante na qualidade dos tubérculos uma vez que determina a absorção de óleo durante a fritura, textura, sabor e rendimento em fábrica (Cardoso *et al.* 2017; Fernandes *et al.*, 2010a).

O teor de massa seca varia de acordo com cada cultivar, sendo que para espécies destinadas para o processamento em forma de chips, como a Atlantic, recomenda-se que esteja no intervalo entre 20 e 24% para obtenção de produto de alta qualidade. Por outro lado, valores acima de 24% não são desejáveis, pois levam a produção de fatias quebradiças e causam desgaste excessivo das máquinas fatiadoras (Evangelista *et al.*, 2011; Oliveira *et al.* 2006). Nesse experimento, para a cultivar Atlantic, os melhores

resultados obtidos apresentaram valores de massa seca dentro do intervalo considerado ideal.

Em relação ao pH da polpa sabe-que que é uma das características de avaliação pós-colheita mais importante para se avaliar as condições químicas e biológicas dos tubérculos, sendo essencial para se reconhecer e controlar processos no alimento. O pH determina a atividade enzimática, o grau de deterioração, variação de textura, grau de maturação e até mesmo a escolha de embalagens e meio de conservação. Assim, pH acima de 6,0 indicam bom estado de maturação e conservação, uma vez que, valores abaixo de desse valor (entre 5,5 e 4,7) favorecem a ação de enzimas que degradam amido (Cardoso *et al.*, 2017; Evangelista *et al.*, 2011; Feltran *et al.*, 2004). Para as duas cultivares, todos os tratamentos proporcionaram pH acima dessa faixa crítica.

Quanto ao teor de carboidrato (amido) de Ágata e Atlantic, as diferentes doses do organomineral apresentaram resultados semelhantes a adubação Padrão, com exceção das doses de 100 e 80% em Ágata. Nessa cultivar, destacaram-se numericamente a adubação Padrão e as doses de 60 e 40%, com média de 12,32% de carboidratos, enquanto para Atlantic os melhores resultados alcançaram média de 13,12% (Tabela 11).

De acordo com Braun *et al.* (2010), o amido representa de 60 a 80% da massa seca do tubérculo, sendo que a glicose, frutose e sacarose são os principais carboidratos. Ao alcançar a maturação fisiológica, a batata passa a apresentar grânulos de amido e quantidades variáveis de açúcares que são substâncias interconvertíveis, ou seja, podem se converterem entre si. Essa relação é dependente de enzimas envolvidas na síntese e na quebra do amido.

O acúmulo de açúcares redutores, como glicose e frutose, principalmente em tubérculos destinados ao processamento e armazenamento sob refrigeração, é determinante para a obtenção de produtos de alta qualidade. Esses açúcares levam ao escurecimento da batata, resultado da reação de Maillard. Assim, de acordo com a cultivar e o grau de maturação dos tubérculos, os teores de amido e açúcares irão mudar reduzindo a quantidade de amido e aumentando a presença de açúcares redutores Braun *et al.* (2010).

Uma quantidade ideal de amido e açúcares redutores após a colheita está diretamente ligada a qualidade dos tubérculos. Tais substâncias são determinadas pelo genótipo e fatores ambientes que incluem um programa de adubação adequado (Braun *et al.* (2010).

3.4 Análise química foliar aos 51 dias após o plantio

Analisando o agrupamento gerado pela análise de componentes principais (Figura 8) para macro e micronutrientes nas folhas aos 51 dias após plantio na cultivar Ágata foram encontrados 3 grupos diferentes. Aqueles tratamentos alocados no mesmo grupo apresentaram valores de macro e micronutriente foliares mais próximos entre si.

O grupo I foi composto pelo Tratamento Padrão, o grupo II foi composto pela menor dose do organomineral (40%) e o grupo III composto pelas doses de 100, 80 e 60% da recomendação (Tabela 12; Figura 8). Dessa forma, os resultados de macro e micronutrientes nas folhas das maiores doses do organomineral se assemelharam mais entre si do que em relação a menor dose. De maneira geral, a fonte organomineral destacou-se numericamente para a maioria dos nutrientes em relação ao observado na adubação Padrão.

Para fins comparativos utilizou-se como base o intervalo de nutrientes sugerido por Martinez *et al.* (1999), que permanece atual de acordo com o intervalo de nutrientes sugerido por Pauletti e Mota (2019).

Para os três grupos, os níveis de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), zinco (Zn) e boro (B) estiveram abaixo da faixa recomendada para a cultura segundo Martinez (1999), enquanto cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) foram encontrados com valores dentro ou acima do recomendado. Para Pauletti e Mota (2019), os valores de K e Zn também estariam adequados.

De acordo com Cabalceta *et al.* (2005), a quantidade de N, P e K absorvida nas fases iniciais do ciclo é acumulada preferencialmente na parte aérea. Posteriormente, ao final do ciclo, grande parte desses nutrientes é remobilizada para os tubérculos, incluindo também Mg e S. Enquanto para Ca, apenas uma pequena parte é translocada, permanecendo em maior quantidade nas folhas.

Fernandes *et al.* (2011) estudando a extração e exportação de diferentes cultivares de batata observaram que o maior acúmulo de macronutrientes nas folhas ocorreu no período de 65 a 84 DAP, com redução nos períodos seguintes. Assim, os baixos níveis de N, P, K neste experimento podem ser justificados, pois até o período de análise, a cultivar ainda não havia atingido seu pico de absorção, refletindo em menores teores destes elementos nas folhas.

Para S, apenas o grupo II (40%), alcançou valores dentro da faixa ideal recomendada por Martinez *et al.* (1999). Os demais grupos apresentaram valores

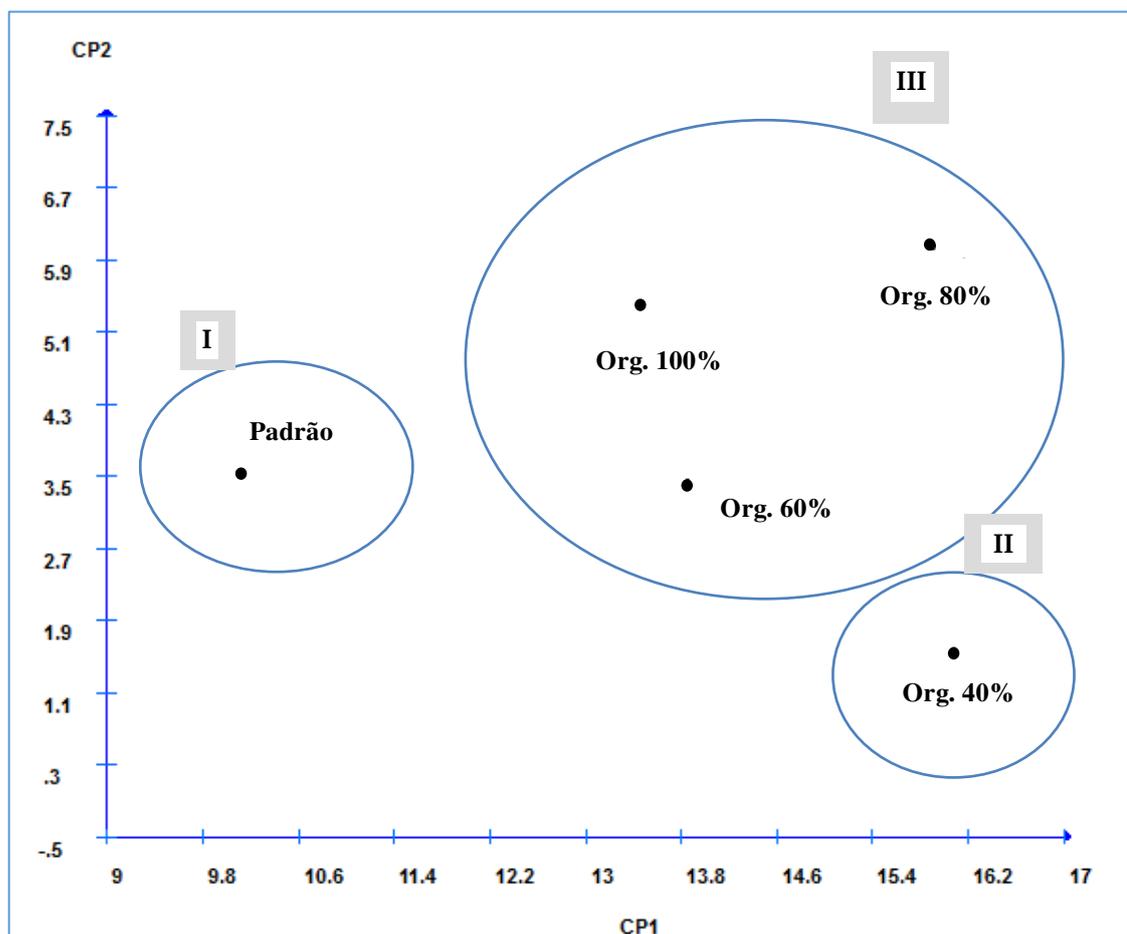
menores, mesmo o solo (antes e após a colheita) apresentar alto teor de S-SO₄²⁻. Situação semelhante também foi observado por Fernandes *et al.* (2011), em que os autores constataram baixos teores de S mesmo havendo quantidades consideradas ideais no solo. Isso provavelmente pode ter ocorrido devido alta presença de fosfato no solo que, por ser também um ânion como o sulfato, desfavorece sua absorção.

O boro esteve próximo à faixa ideal para todos os tratamentos. Soratto *et al.* (2011) avaliando micronutrientes em cultivares de batata observaram que a partir dos 48 DAP ocorreu aumento na quantidade acumulada de B nos tubérculos.

Assim, é possível que os menores valores desse micronutriente nas folhas tenha ocorrido, pois no período da análise, o boro estava sendo translocado para o tubérculo, já que participa ativamente do crescimento e da divisão celular dos tecidos meristemáticos.

Em trabalho conduzido em batata, Cabalceta *et al.* (2005) comentam que a absorção máxima de Zn ocorre em dois momentos principais: um no início de desenvolvimento e outro dos 45 aos 90 dias após a semeadura. O que pode justificar os baixos valores, levando-se em conta que aos 51 DAP ainda não havia atingido o máximo de absorção, uma vez que os níveis de Zn no solo eram considerados adequados.

Figura 8 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química foliar-Ágata. Dados originais disponíveis no apêndice A.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 12 - Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Ágata, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	N	P	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
				K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	1	35,00	1,80	37,00	1,40	20,00	3,80	41,00	491,00	112,00	21,00	23,00
II	1	41,30	2,20	40,00	4,30	24,00	5,20	25,00	197,00	100,00	24,00	22,00
III	3	¹ 37,57±0,40	2,17±0,15	40,67±3,18	1,94±0,47	28,67±0,58	5,03±0,31	34,67±5,03	467,67±27,75	112,33±23,03	24,67±1,53	21.33±1.15
<i>Faixa ideal Martinez et al. (1999)</i>		45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Faixa ideal Pauletti; Mota (2019)</i>		40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo. ²Grupo I: Padrão; Grupo II: rganomineral 40% e Grupo III: Organomineral 100, 80 e 60%.

Para a cultivar Atlantic foi possível dividir os tratamentos em quatro grupos utilizando o método de agrupamento (Figura 9). O grupo I foi composto pelo Tratamento Padrão, o grupo II foi composto pela dose de 100% do organomineral; grupo III pela dose de 80% e o grupo IV pelas duas menores doses (60 e 40%) (Tabela 13; Figura 9). Nessa cultivar as maiores reduções foram as que mais se aproximaram entre si quanto aos teores de macro e micronutrientes.

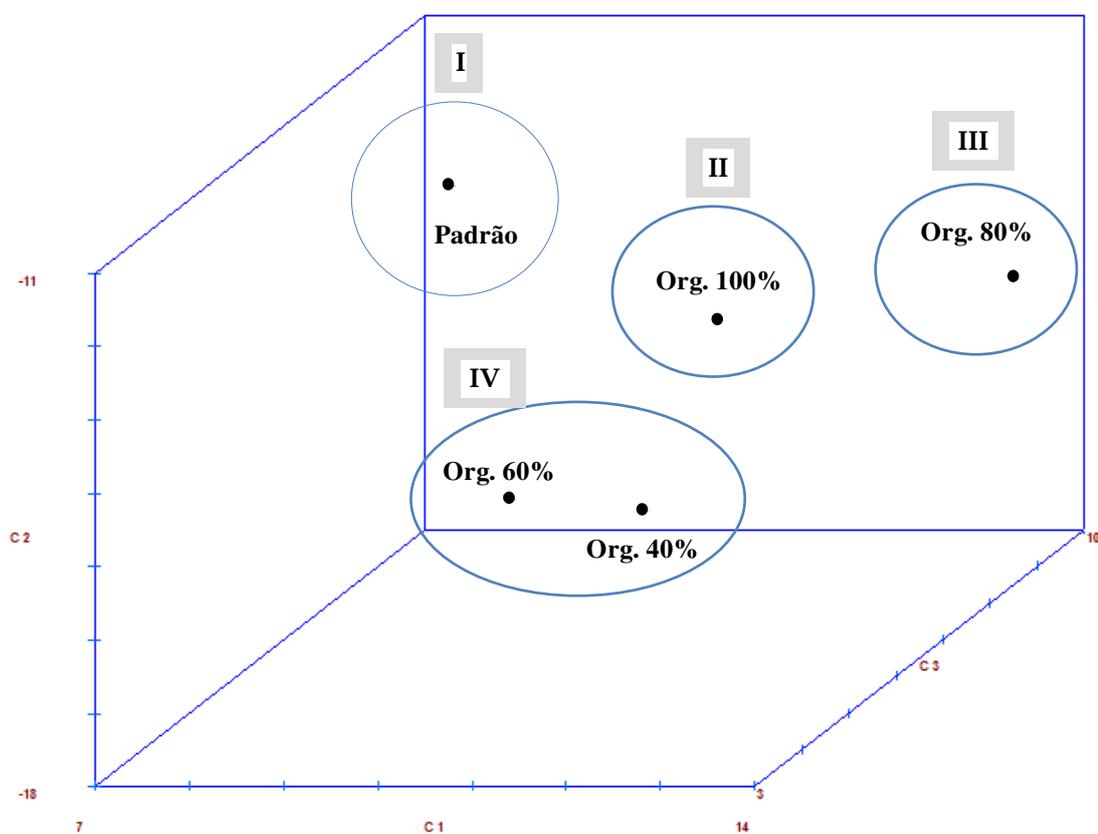
Para todos os grupos, aos 51 dias após o plantio, o P, K e S estiveram abaixo da faixa recomendada por Martinez *et al.* (1999), enquanto o N obteve altos valores para o grupo III (80%) e para o grupo IV (60 e 40%). Para Pauletti e Mota (2019) os níveis de P do grupo III e o N dos Grupos I, III e IV estariam adequados, bem como o K de todos os grupos.

Quanto ao Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e B, todos os grupos apresentaram valores dentro ou acima da faixa considerada ideal segundo os intervalos sugeridos por Martinez *et al.* (1999) e Pauletti e Mota (2019).

Observa-se que as quantidades de nutrientes abaixo do nível recomendado foram menores do que em Ágata, mas de maneira geral, os teores de nutrientes encontrados nas folhas de Atlantic também podem ser justificados pelo período de desenvolvimento da cultura, bem como pela dinâmica de aproveitamento de cada cultivar.

Os altos níveis de ferro encontrados nas folhas das duas cultivares pode estar relacionado as características dos solos da região onde predominam óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. E o aumento de Cu nas folhas provavelmente é devido ao frequente uso de fungicidas aplicados na cultura e que contêm este nutriente em sua composição.

Figura 9 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1, CP2 e C3). Análise química foliar-Atlantic. Dados originais disponíveis no apêndice B.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 13 -Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Atlantic, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	N	P	K	S g kg ⁻¹	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn mg kg ⁻¹	Zn	B
I	1	42,00	0,80	47,00	1,40	21,00	4,00	109,00	486,00	185,00	73,00	31,00
II	1	39,20	2,00	43,50	1,50	27,00	3,60	263,00	1008,00	239,00	129,00	28,00
III	1	51,80	2,70	51,00	1,80	28,00	4,80	268,00	529,00	223,00	107,00	29,00
IV	2	¹ 45,50±7,92	1,50±0,57	47,50±0,71	1,75±0,07	25,00±2,83	2,95±0,07	288,50±19,09	109,00±4,24	221,00±21,21	94,00±9,90	34.50±0.71
<i>Faixa ideal Martinez et al. (1999)</i>		45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Faixa ideal Pauletti; Mota (2019)</i>		40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo. ²Grupo I: Padrão; Grupo II: Organomineral 100%; Grupo III: Organomineral 80% e Grupo IV: Organomineral 60 e 40%.

3.5 Análise química do solo após a colheita

Analisando o agrupamento gerado pela análise de componentes principais para as características químicas do solo após a colheita para a cultivar Ágata (Figura 10) foram encontrados 3 grupos diferentes. O grupo I composto pelo tratamento Padrão; o grupo II composto pelo organomineral aplicado a 100% e as doses reduzidas do organomineral (80, 60 e 40% da dose de recomendação) foram alocadas no grupo III (Tabela 14; Figura 10)

Dessa forma, aqueles tratamentos que permaneceram dentro de um mesmo grupo apresentaram comportamento semelhantes entre si quanto as diversas variáveis estudadas na análise de solo. Isso significa que resultados alcançados com as doses reduzidas do organomineral estiveram mais próximos entre si do que a maior dose do organomineral e também da adubação Padrão, sinalizando que uma adequação de 20 a 40% proporcionam resultados similares quanto aos macro e micronutrientes disponíveis após a colheita da batata.

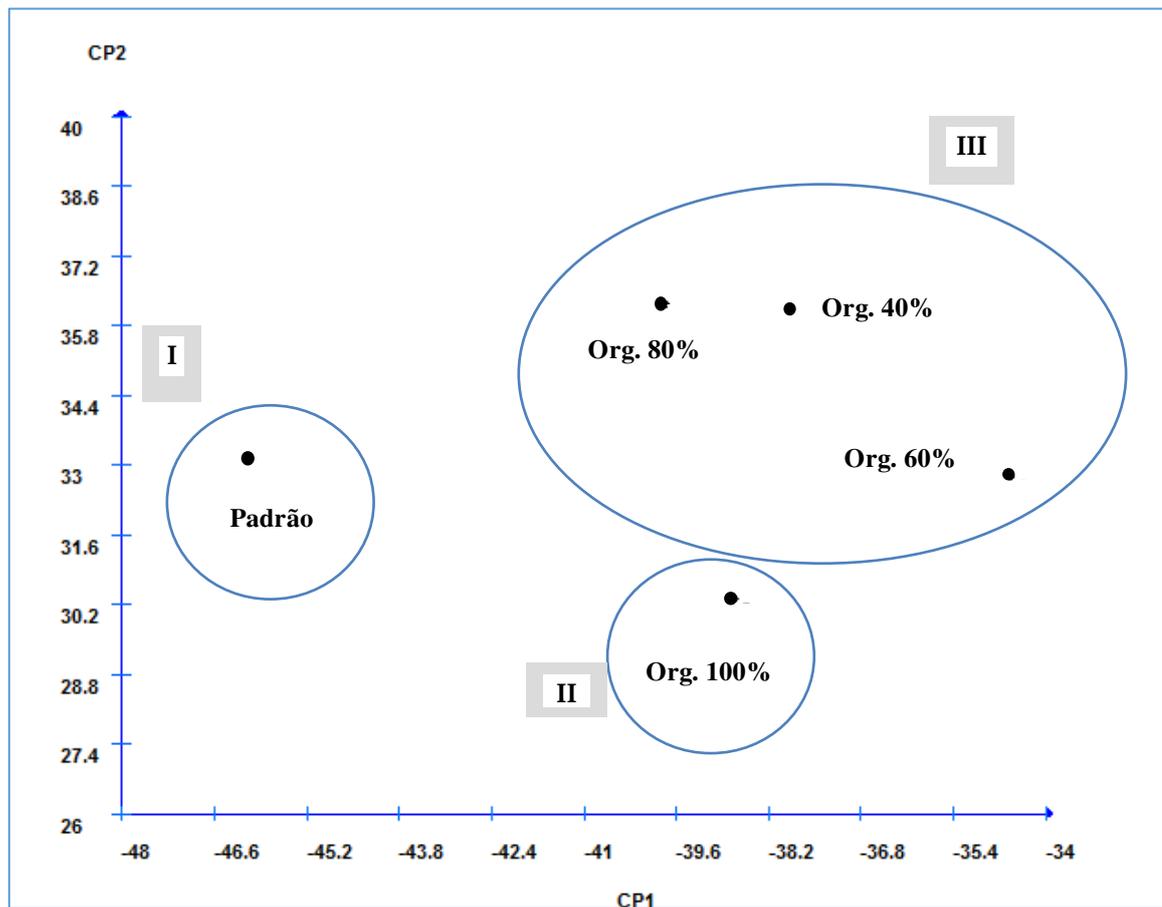
De maneira geral, todos os grupos apresentaram pH, acidez trocável (Al^{3+}) e saturação por alumínio (m%) semelhantes ao apresentado no início do experimento, ou seja, pH bom e baixo alumínio (Ribeiro *et al.*, 1999).

Nesse mesmo sentido, os teores de cálcio, magnésio (consequentemente a presença de Ca e Mg na CTC- Ca/CTC, Mg/CTC), boro, ferro e soma de bases (SB) seguiram com níveis bons, assim como no início do experimento (Ribeiro *et al.*, 1999).

Observou-se um aumento nos teores de fósforo, potássio, enxofre e cobre com a aplicação dos diferentes tratamentos em relação a análise inicial do solo que apresentava 9,76; 116,71; 10,63 e 0,92 mg dm⁻³ de P, K, S, e Cu, respectivamente. Consequentemente, a saturação por bases também foi elevada para níveis maiores do que o inicialmente apresentado (45,75%).

Os níveis de manganês e zinco foram menores em relação ao início do experimento, sendo que o grupo I (com a adubação Padrão) permaneceu com níveis bons para esses dois micronutrientes e os grupos II e III (com a adubação organomineral) se apresentaram com níveis baixo/médio de Mn e bom nível de Zn (Ribeiro *et al.*, 1999).

Figura 10 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química do solo após a colheita-Ágata. Dados originais disponíveis no apêndice C.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 14 - Análise química do solo após a colheita da cultivar Ágata, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P me ^h - ¹	K mg dm ⁻³	S	K	Ca	Mg cmol _c dm ⁻³	Al	H+Al	MO dag kg ⁻¹
I	1	5,70	5,20	86,70	168,00	22,00	0,43	4,30	1,20	0,00	3,80	2,73
II	1	5,60	5,10	82,10	356,00	20,00	0,91	4,10	1,33	0,00	4,60	2,33
III	3	¹ 5,73±0,12	5,17±0,06	69,00±4,96	252,67±89,58	19,33±0,58	0,65±0,23	3,60±0,30	1,16±0,13	0,00±0,00	4,77±0,15	2,34±0,13
		B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn	SB cmol _c dm ⁻³	T cmol _c dm ⁻³	V %	m		
I	1		1,16	2,80	55,00	11,00	8,40	5,93	9,73	60,90	0,00	
II	1		0,58	1,50	39,00	6,60	3,70	6,34	10,94	58,00	0,00	
III	3		¹ 0,71±0,10	1,07±0,25	31,00±2,65	4,93±0,32	2,10±0,079	5,40±0,21	10,17±0,13	53,10±1,65	0,00±0,00	
		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T %	Mg/T %	K/T %	H+Al/T %	Ca+Mg/T %	Ca+Mg+Na+K/T %	
I	1	3,60	10,00	2,80	12,80	44,20	12,30	4,40	39,10	56,50	60,90	
II	1	3,10	4,50	1,50	6,00	37,50	12,20	8,30	42,00	49,60	58,00	
III	3	¹ 3,13±0,15	6,10±2,36	1,97±0,81	8,10±3,18	35,37±2,61	11,37±1,14	6,40±2,38	46,90±1,65	46,73±3,70	53,10±1,65	

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo. ²Grupo I: Padrão; Grupo II: Organomineral 100% e Grupo III: Organomineral 80, 60 e 40%.

Para a cultivar Atlantic foram encontrados 4 grupos diferentes. Assim como na cultivar Ágata, o grupo I foi composto pelo tratamento Padrão e o grupo II pelo organomineral aplicado a 100%. As demais doses do organomineral se dividiram formando o grupo III (dose de 80 e 40% da recomendação) e grupo IV (dose de 60% de recomendação) (Tabela 15; Figura 11).

Apesar da maior formação de grupos, de maneira geral, houve resultados semelhantes aos observados em Ágata, em que todos os grupos apresentaram pH, acidez trocável, saturação por alumínio, teores de cálcio, magnésio, boro, ferro e soma de bases com níveis bons, semelhante ao apresentado no início do experimento (Ribeiro *et al.*, 1999).

Também foi observado um aumento nos teores de fósforo e enxofre para todos os grupos formados. Enquanto as maiores doses aplicadas (100% de adubação mineral e 100% da organomineral) proporcionaram menores teores de K comparado com a análise inicial do solo, mas mantendo bons níveis desse nutriente (Ribeiro *et al.*, 1999).

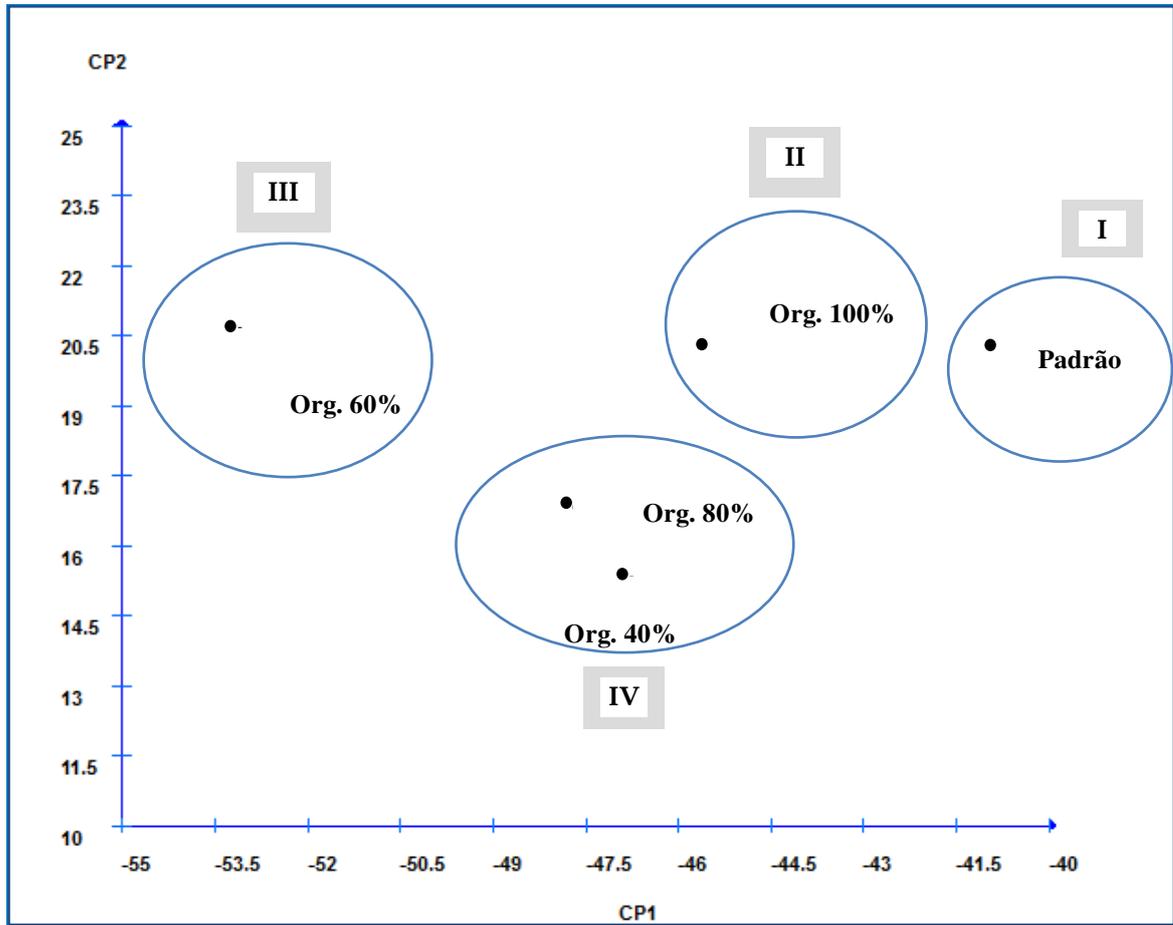
Numericamente, os aumentos encontrados em P e K não foram tão expressivos quanto os observados em Ágata, evidenciando que a cultivar Atlantic extraiu mais do solo e, por isso, a menor quantidade desses macronutrientes após a colheita. Conseqüentemente, comparado com Ágata, houve uma menor saturação por bases (V%), permanecendo em nível médio.

Em relação ao Mn, todos os tratamentos, independente dos grupos formados, foram menores em relação ao início do experimento, sendo que a disponibilidade desse micronutriente passou a ser baixa. Enquanto para o zinco, mesmo numericamente menor que no início do experimento, ainda apresentou altos níveis.

A matéria orgânica manteve-se em níveis médios nas áreas das duas cultivares.

A matéria orgânica presente no organomineral pode alterar o aproveitamento da cultura ao promover melhor dinâmica de disponibilização e balanço entre os nutrientes. Segundo Pawlett (2015), os fertilizantes organominerais reabastecem o suprimento de nutrientes utilizados pelas plantas e mantém os níveis de nutrientes no solo, como o P, e isso foi observado no solo pós-colheita das duas cultivares.

Figura 11- Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (CP1 e CP2). Análise química do solo após a colheita-Atlantic. Dados originais disponíveis no apêndice D.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 15 - Análise química do solo após a colheita da cultivar Atlantic, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P me ^h - ¹	K mg dm ⁻³	S	K	Ca	Mg cmol _c dm ⁻³	Al	H+Al	MO dag kg ⁻¹
I	1	5,70	5,20	46,90	88,00	19,00	0,23	3,20	1,07	0,00	4,80	2,54
II	1	5,80	5,30	49,50	106,00	19,00	0,27	3,40	1,14	0,00	4,60	2,64
III	1	5,90	5,40	22,10	144,00	20,00	0,37	4,10	1,22	0,00	4,30	2,70
IV	2	¹ 5,85±0,07	5,30±0,00	62,70±10,32	119,00±1,41	22,50±0,71	0,31±0,01	3,55±0,07	1,02±0,04	0,00±0,00	4,55±0,07	2,54±0,11
			B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m	
					mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		%		
I	1		1,07	1,40	35,00	5,70	5,40	4,50	9,30	48,40	0,00	
II	1		0,76	1,40	32,00	4,80	3,30	4,81	9,41	51,10	0,00	
III	1		0,80	1,20	31,00	5,10	2,50	5,69	9,99	57,00	0,00	
IV	2		¹ 0,77±0,01	1,35±0,07	31,00±0,00	5,70±0,28	2,70±0,0,14	4,88±0,03	9,43±0,10	51,75±0,21	0,00±0,00	
			Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T %	Mg/T %	K/T %	H+Al/T %	Ca+Mg/T %	Ca+Mg+Na+K/T %
I	1		3,00	13,90	4,70	18,60	34,40	11,50	2,50	51,60	45,90	48,40
II	1		3,00	12,60	4,20	16,80	36,10	12,10	2,90	48,90	48,20	51,10
III	1		3,40	11,10	3,30	14,40	41,00	12,20	3,70	43,00	53,30	57,00
IV	2		¹ 3,45±0,21	11,65±0,49	3,35±0,07	15,00±0,42	37,65±0,35	10,85±0,49	3,25±0,07	48,25±0,21	48,50±0,14	51,75±0,21

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo. ²Grupo I: Padrão; Grupo II: Organomineral 100%; Grupo III: Organomineral 60% e Grupo IV: Organomineral 80 e 40%.

4 CONCLUSÕES

As fontes avaliadas (mineral e organomineral nas diferentes doses) proporcionaram bom aproveitamento de nitrogênio, visto que, de maneira geral, os Índices Spad foram adequados e semelhantes entre si ao longo do ciclo da cultura.

Para Ágata, a adubação de 100 e 80% da recomendação de plantio com organomineral e a adubação Padrão com mineral proporcionaram maior Produtividade Total.

As menores doses (60 e 40%) do organomineral possibilitaram obter maior porcentagem de batata “Especial”. As doses de 100 e 80% foram iguais a adubação mineral na porcentagem de tubérculos especiais dentro da Produtividade Total.

A cultivar Atlantic respondeu de forma semelhante na Produtividade Total, independente da fonte utilizada.

Para a cultivar Ágata, a aplicação de fertilizante organomineral proporcionou porcentagem de massa seca nos tubérculos semelhante ou superior à adubação mineral. As maiores reduções de dose (60 e 40%) resultaram em menor acidez de polpa. As doses de 60 e 40% também foram as doses que proporcionaram quantidades de carboidratos semelhantes a adubação mineral.

Em Atlantic, as doses de 100%, 60 e 40 % da recomendação de plantio com organomineral juntamente com a adubação Padrão foram as aplicações que proporcionaram maior massa seca e menor acidez de polpa. Todas as doses estudadas mantiveram a mesma quantidade de carboidratos e sólidos solúveis da adubação mineral.

Após a colheita das duas cultivares, o solo permaneceu com bons níveis para a maioria dos nutrientes, entretanto, a cultivar Atlantic retirou mais nutrientes do solo do que a cultivar Ágata.

A aplicação do organomineral peletizado 02-20-05 na adubação de plantio mostrou-se uma fonte de fertilização interessante para o cultivo da batata Ágata e Atlantic, podendo ser aplicado com ajustes de doses sem prejuízos para a produtividade ou qualidade dos tubérculos.

REFERÊNCIAS

- ABBA. Associação Brasileira da Batata. Ágata. Itapetinga, [201-?]. Portal: Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/variedades/agata/>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. HELRICH K. (ed.). Washington, DC: Official Methods of analysis, 15 ed, v. 2, 1990. 700 p.
- BARBOSA FILHO, M. P. **Adubação**. EMBRAPA, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/CONTAG01_81_1311200215104.html. Acesso em: 28 set. 2020.
- BENITES, V. N.; 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*: FERTBIO, 2010, Guarapari. **Anais [...]** Guarapari: [s.n.], 2010, 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98406/1/Producao-de-fertilizantespdf.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2020.
- BRAUN, H.; FONTE, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, Minas Gerais, v. 34, n. 2, p. 285-293, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/T7W57BKbBdRZvJqYb7TjM8N/>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- CABALCETA, G.; SALDIAS, M.; ALVARADO, A. Absorción de nutrientes en el cultivar de papa MNF-80. **Agronomía Costarricense**, San José, Costa Rica, v. 29, n. 3, p. 107-123, 2005. Disponível em: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n03_107.pdf. Acesso em: 19 dez. 2020.
- CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; DUTRA, F. V.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Características físico-químicas de batata em função de doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 3, p. 567-575. 2017. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17015>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16494>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- 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 Agrônômica**, Fortaleza, Ceará, v. 42, p.159-167, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/PvtYD7GyQQ6CS5YqfyGZ89J/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- CARDOSO, A. F. **Fertilizante organomineral em batata, cv Atlantic: produtividade, crescimento e acúmulo de nutrientes em diferentes safras de plantas**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia, 2014.

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**, Mossoró, Rio Grande do Norte, v. 28, n. 4, p. 80–89, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n409rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/qkDzNPhKwKhBq84nb48ttCC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

CECCHI, H., M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2 ed. Campinas, São Paulo: UNICAMP, 2003. 207p.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **Indústria química. BNDES Setorial 45**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 1, n. 45, p. 137-187, 2017. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11734>. Acesso em: 28 jan. 2021.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2012. 514p.

DELVAUX, J. C. **Bioindicadores de qualidade do solo no crescimento inicial de eucalipto sob fertilização organomineral à base de torta de filtro de cana-de-açúcar**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Uberlândia, 2019.

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997, 212p.

EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I.; FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. Qualidade nutricional e esverdeamento pós colheita de tubérculos de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 46, n. 8, p. 953-960, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/mTdqDNrrTT4tfWfhH7HCBZM/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, São Paulo, v. 61, n. 6, p. 598-603, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000600006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/HMdFqxXNxcbbjw5p9JwtkXd/?lang=en>. Acesso em: 08 jun. 2024.

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

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M. NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 28, p. 299-304, 2010a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Q7VKQM8V99W6gZkgCFtSntS/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L.; DAVID, G.; SCHLICK, S. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 45, n.8, p. 826-835, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/wcfvrpXwRGFjZzrQQwK3Fy/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

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**, Viçosa, MG, v. 35, p. 2039-2056, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/WSpBSbZwW3Gdz486s4Mm7yk/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

FERNANDES, F. M. **Estimativa da necessidade de nitrogênio na cultura da batata com base no índice relativo de clorofila**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, 2017.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA*, 45., 2000, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GILETTO, C. M.; DÍAZ, C.; RATTIN, J. E.; ECHEVERRÍA, H. E.; CALDIZ, D. O. Green index to estimate crop nitrogen status in potato processing varieties. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillan, Chile, v. 70, n. 1, p. 142-149, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000100015>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392010000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 08 jun. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola. Estatística da produção agrícola. Fevereiro 2021**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2021_fev.pdf. Acesso em: 26 abr. 2021.

IBM Corp. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 22,0. Armonk, K.Y.: IBM Corp, 2013.

MAIA, S. C. M.; SORATTO, R. P.; LIEBE, S. M.; ALMEIDA, A. Q. Criteria for topdressing nitrogen application to common bean using chlorophyll meter. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 52, n. 7, p. 512-520, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000700005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/gL8PrWnFgt5F9FySV9mLT7K/?lang=en>. Acesso em: 08 jun. 2024.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

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

MESQUITA, H. A.; PADUA, J. G.; YURI, J. E.; ARAÚJO, T. H. Fertilização da cultura da batata. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, Minas Gerais, v. 33, n. 270, p. 52-61, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956074/fertilizacao-da-cultura-da-batata>. Acesso em: 28 nov. 2020.

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Division, 1989. 22p.

OLIVEIRA, R. C. **Adubação mineral em cultivares de batata: produtividade, qualidade e Sistema integrado de diagnose e recomendação DRIS**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Uberlândia, 2017.

OLIVEIRA, R. C.; SILVA, J. E. R.; AGUILAR, A. S.; PERES, D.; LUZ, J. M. Q. Uso de fertilizante organomineral no desenvolvimento de mudas de rúcula. **Agropecuária Científica no Seminário**, Patos, Paraíba, v. 14, n. 1, p. 1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i1.811>. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/811>. Acesso em: 08 jun. 2024.

OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; TREVISAN, A. P. ANTES, R. B. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 36, n. 2, p. 660-663, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200048>. <https://www.scielo.br/j/cr/a/8SWH7f6gTNMS55vNzhwp4ns/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

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

PAWLETT, M.; DEEKS, L.K.; SAKRABANI, R. Nutrient potential of biosolids and urea derived organo-mineral fertilisers in a field scale experiment using ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Field Crops Research**, v. 175, p. 56–63, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.006>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429015000489?via%3Dihub>. Acesso em: 08 jun. 2024.

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos Fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

RURAL CLIMA. Disponível em: <https://www.ruralclima.app/meteorology>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SAMBORSKI, S. M.; TREMBLAY, N.; FALLON, E. Strategies to make use of plant sensors-based diagnostic information for nitrogen recommendations. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, p. 800-816, 2009. DOI:
<https://doi.org/10.2134/agronj2008.0162Rx>. Disponível em:
<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2008.0162Rx>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Madison, v. 66, n. 02, p. 151-164, 2000. DOI:
[https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00072-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00072-1). Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429000000721?via%3Dihub>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M. Resposta da cultura da batata à adubação fosfatada no Brasil. **Informações agrônomicas n°157**. 2017. 8 p. Disponível em:
[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/88C7CF15573E4152832580FB00676077/\\$FILE/Page15-22-157.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/88C7CF15573E4152832580FB00676077/$FILE/Page15-22-157.pdf). Acesso em: 27 jan. 2021.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: II- Micronutrientes. **Revista Brasileira de ciência do solo**. Viçosa, MG, v. 35, p. 2057-2071, 2011. DOI:
<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600021>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ZN88sX7J9J4mjYccDksSkZJ/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2024.

TEIXEIRA, W. G.; SOUSA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 30, n. 6, 2014. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22156>. Acesso em: 28 jan. 2021.

ZENEBON, O; PASCUET, N. S; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

CAPÍTULO 3**FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS NA ADUBAÇÃO DE PLANTIO DAS
CULTIVARES ASTERIX E MARKIES**

RESUMO

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Fertilizantes organominerais na adubação de plantio das cultivares Asterix e Markies.** 2021. 180p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Os fertilizantes organominerais têm demonstrado ser uma fonte promissora e sustentável para adubação de diferentes culturas. Entretanto, na batata sua eficiência ainda é pouco conhecida, principalmente se levar em consideração que esta hortaliça possui elevada exigência nutricional. A possibilidade de substituir fertilizantes minerais por fontes mais sustentáveis no plantio, seja de forma integral ou parcial, é extremamente importante para a bataticultura. Assim, o objetivo foi avaliar o efeito da adubação de plantio com fontes organominerais, aplicadas exclusivamente ou em associação com fontes minerais, na produtividade e qualidade de tubérculos das cultivares Asterix e Markies. Realizou-se dois experimentos em uma área comercial de produção de batata localizada em Perdizes-MG, em 2018, no período de junho a outubro. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 13 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de combinações de adubação de plantio que utilizaram fontes minerais (MAP e KCl) e organominerais (05-25-00 e 00-00-30), isoladamente ou combinada entre si. Essas combinações foram realizadas para fornecer fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) em distintas doses (100, 80, 55, 35% da recomendação comercial). Assim, nos tratamentos de T1 a T4, o fornecimento de P_2O_5 e de K_2O foi realizado por meio de fontes exclusivamente organominerais (05-25-00 e 00-00-30) nas diferentes doses; para os tratamentos de T5 a T8, fixou-se a dose de recomendação para potássio (100%) com a aplicação de fonte mineral e para o fósforo utilizou-se fertilizante organomineral nas diferentes doses; nos tratamentos de T9 a T12, fez-se o inverso, ou seja, aplicou-se fonte organomineral nas diferentes doses para o fornecimento de K_2O e fixou-se a aplicação de P_2O_5 de acordo com 100% da dose recomendada com fonte exclusivamente mineral. O tratamento T13 foi com 100% da dose de recomendação de potássio e fósforo com fontes minerais. As respostas na produtividade e nas características físico-químicas dos tubérculos foram distintas nas duas cultivares em função das combinações de adubação de plantio, com maiores diferenças nos resultados na cultivar Asterix do que na cultivar Markies. O fornecimento de nutrientes com a inclusão de fontes organominerais, mesmo em doses reduzidas, proporcionou adequado fornecimento de nutrientes às plantas e garantiu altas produtividades e qualidade de tubérculos, assim como a adubação exclusivamente mineral. A inclusão de fertilizantes organominerais peletizados no plantio das batatas Asterix e Markies representa uma fonte de adubação importante a ser usada, tanto em exclusividade, quanto em associação com uma adubação mineral de potássio e fósforo. A aplicação a partir de 35% da dose de K_2O e P_2O_5 com organomineral (00-00-30 e 05-25-00) pode ser recomendada na adubação de plantio das cultivares Asterix e Markies. Isso significa garantir bons rendimentos associados aos benefícios que a matriz orgânica do fertilizante pode proporcionar nas propriedades do solo.

Palavras-chave: Produtividade. Qualidade de tubérculos. Nutrientes.

¹Comitê Orientador: José Magno Queiroz Luz – UFU (Orientador) e Regina Maria Quintão Lana - UFU (Coorientadora).

ABSTRACT

MARA LÚCIA MARTINS MAGELA. **Organomineral fertilizers in plant fertilization of Asterix and Markies cultivars**. 2021. 180p. Thesis (Doctor Program Agronomy/Crop Science) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021¹.

Organomineral fertilizers have proven to be a promising and sustainable source for fertilizing different crops. However, its efficiency in potatoes is still little known, especially if you take into account that this vegetable has a high nutritional requirement. Thus, the objective was to evaluate the effect of planting fertilization with organomineral sources, applied exclusively or in association with mineral sources, on the yield and quality of tubers of the cultivars Asterix and Markies. Two experiments were carried out in a commercial potato production area located in Perdizes-MG, in 2018, from June to October. A randomized block design with 13 treatments and 3 replications was used. The treatments consisted of the application of combinations of planting fertilization that used mineral sources (MAP and KCl) and organominerals (05-25-00 and 00-00-30), in isolation or combined with each other. These combinations were performed to provide phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) in different doses (100, 80, 55, 35% of the commercial recommendation). Thus, in treatments from T1 to T4, the supply of P_2O_5 and K_2O was carried out through exclusively organomineral sources (05-25-05 and 00-00-30) at different doses; for treatments from T5 to T8, the recommended dose for potassium (100%) was fixed with the application of mineral source and for phosphorus, organomineral fertilizer was used at different doses; in treatments from T9 to T12, the opposite was done, that is, an organomineral source was applied at different doses for the supply of K_2O and the application of P_2O_5 was fixed according to 100% of the recommended dose with an exclusively mineral source. Treatment T13 was with 100% of the recommended dose of potassium and phosphorus with mineral sources. The responses in yield and in the physicochemical characteristics of the tubers were different in the two cultivars as a function of the combinations of planting fertilization, with greater differences in the results in the cultivar Asterix than in the cultivar Markies. The supply of nutrients with the inclusion of organomineral sources, even in reduced doses, provided an adequate supply of nutrients to the plants and ensured high yields and quality of tubers, as well as exclusively mineral fertilization. The inclusion of organomineral pelletized fertilizers in the planting of Asterix and Markies potatoes represents an important fertilizer source to be used, both exclusively and in association with a mineral fertilizer of potassium and phosphorus. The application from 35% of the dose of K_2O and P_2O_5 with organomineral (00-00-30 and 05-25-00) can be recommended in the planting fertilization of Asterix and Markies cultivars. This means guaranteeing good yields associated with the benefits that the fertilizer's organic matrix can provide to soil properties.

Keywords: Productivity. Tuber quality. Nutrients

¹Supervising Committee: José Magno Queiroz Luz – UFU (Major Professor) and Regina Maria Quintão Lana - UFU (Co-supervisor).

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das hortaliças mais produzida no Brasil, destacando-se em importância social e econômica, não somente em território nacional, mas também em diversos outros países que têm nessa hortaliça uma importante fonte de alimento, já que é rica em carboidratos, vitaminas e minerais.

Segundo White *et al.* (2009), uma batata de tamanho médio com 200g de peso fresco pode fornecer cerca de 26% da quantidade de cobre (Cu) considerada como referência de ingestão diária. Essa mesma quantidade de batata seria suficiente para suprir de 17 a 18% de potássio (K), fósforo (P) e ferro (Fe) e 13% das demandas diárias de zinco (Zn), magnésio (Mg) e manganês (Mn).

Dentre as várias formas de utilização da batata, destaca-se o consumo de batata industrializada destinada para fritura. No Brasil, este é um segmento que tem crescido, entretanto a produção nacional concentra-se em um pequeno número de cultivares, que incluem a Asterix e a Markies.

A cultivar Asterix caracteriza-se por apresentar tubérculos longos, de película rosada e conteúdo de massa seca de médio a alto, sendo recomendada preferencialmente para palitos pré-fritos congelados e batata palha. A Markies, de dupla aptidão, atende às exigências do mercado de consumo *in natura* por possuir predominância de tubérculos grandes e ser muito resistente ao escurecimento por impacto, o que lhe confere boa qualidade para cozimento. Também apresenta características importantes para processamento na indústria, como altos teores de massa seca e equilíbrio entre açúcares redutores e amido, permitindo ser direcionada para o mercado na forma de fritura (ABBA, [201-?]); Europotato, 2019).

As características físico-químicas e de composição da batata são determinantes para obtenção de um produto final de qualidade após o processamento. Essas características variam em função de cada cultivar, entretanto a máxima expressão e manutenção dessas qualidades é dependente de uma série de fatores externos que incluem o correto fornecimento de nutrientes para a cultura (Evangelista *et al.*, 2011). Dentre essas características estão a massa fresca e seca, pH e acidez de polpa, cinzas, proteínas e concentração de glicose (Fernandes *et al.* 2010; Freitas *et al.*, 2006).

Além dos aspectos físico-químicos, danos mecânicos, distúrbios fisiológicos, pragas e doenças também levam a perdas importantes nos tubérculos e acontecem em

função de estresses ambientais e/ou manejo inadequado, como os relacionados com a disponibilização de nutrientes no tempo e na quantidade requerida em cada fase de desenvolvimento da cultura (Embrapa Hortaliças, 2021).

Grande parte da produção de batata ocorre em solos de Cerrado, que se caracterizam principalmente pela alta acidez, baixo teor de matéria orgânica e baixa fertilidade natural. Essas são circunstâncias que podem favorecer os estresses que causam a depreciação dos tubérculos, o que exige um manejo rigoroso de correção e adubação.

Devido essas condições e suas características (rápido crescimento, ciclo curto e alta produtividade por área), a batata é uma cultura de alta demanda nutricional. Entretanto, os principais fertilizantes utilizados são constituídos de fontes minerais concentradas que frequentemente são aplicadas em dosagens excessivas, o que leva a prejuízos econômicos e ambientais (perdas por lixiviação, fixação e volatilização) (Pereira, 2018).

Diante dos muitos critérios a serem atendidos tem se buscado por novas tecnologias que proporcionem altas produtividades e qualidade dos tubérculos ao mesmo tempo que contribuam para um manejo mais equilibrado e sustentável. Nesse contexto, a aplicação de fertilizantes organominerais mostra-se uma estratégia interessante, uma vez que sua aplicação pode resultar em diversos benefícios para o sistema solo-planta, podendo ser usado em substituição ou em combinação com fertilizantes minerais.

Benites *et al.* (2010) relatam que os fertilizantes organominerais apresentam benefícios ambientais, econômicas e sociais que justificam plenamente sua adoção nas estratégias de manejo das culturas. Isso porque a sua fabricação inclui o reuso de resíduos orgânicos resultado de outros processos produtivos que em outras condições permaneceriam como passivos ambientais. Além disso, por se tratar da mistura de fontes orgânicas e minerais, torna-se um fertilizante eficiente no fornecimento de nutrientes para as plantas.

Apesar de já consolidado em grandes culturas, como soja e milho, ainda é pequena a participação dos organominerais em cultivos de hortaliças de grande escala de produção como a batata. Assim, diante do potencial do fertilizante organomineral e da necessidade de se estabelecer processos de adubação mais sustentáveis, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de fertilizantes organominerais na adubação de plantio sobre a produtividade e qualidade dos tubérculos das cultivares Asterix e Markies.

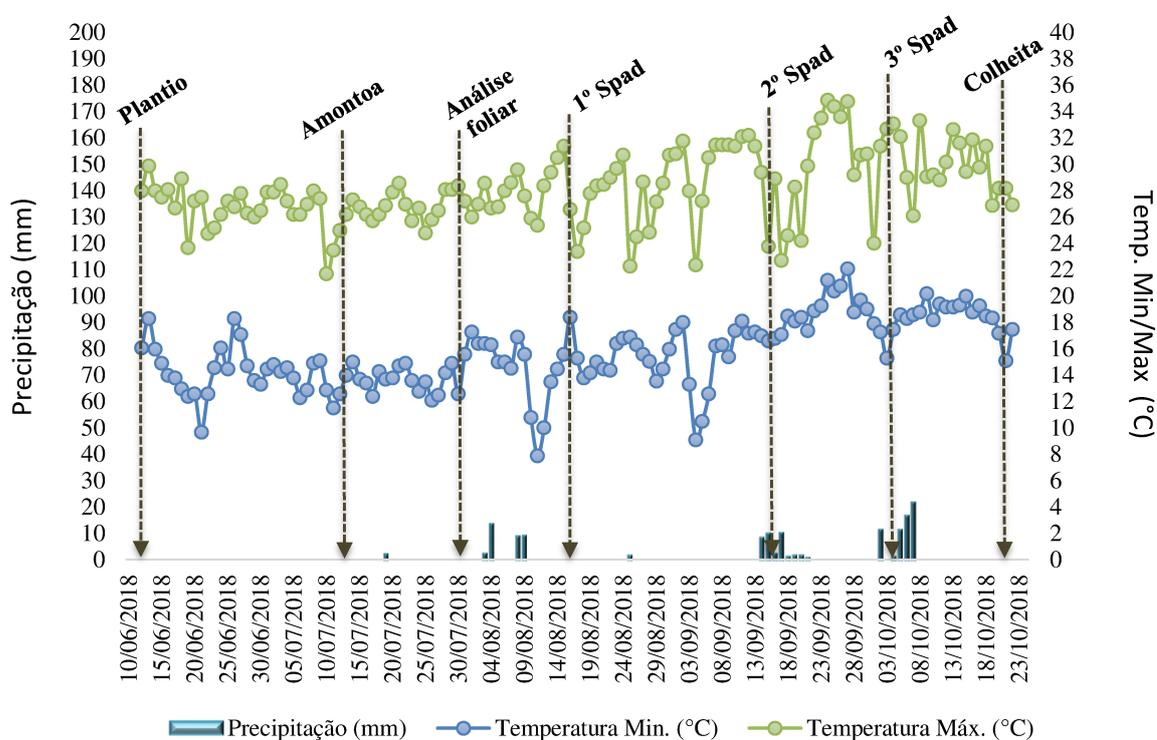
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização do solo

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente no período de 12 de junho a 22 de outubro de 2018 (132 dias) em uma área de produção comercial da empresa do Grupo Rocheto[®] situada na cidade de Perdizes, MG (19° 21'10" S, 47° 17' 34" W, altitude de aproximadamente 1054 m). Foram utilizadas as cultivares Markies e Asterix, sendo cada cultivar um experimento.

O clima de Perdizes é tropical de altitude do tipo Cwb de acordo com a classificação de Köppen e Geiger. A pluviosidade média anual é de 1603 mm e temperatura média de 20,1°C. Os dados meteorológicos da cidade de Perdizes no período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 1.

Figura 1 - Pluviosidade e temperatura em Perdizes-MG no período de 12 de junho a 22 de outubro de 2018 (Icrop, 2021).



Fonte: Icrop (2021).

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-amarelo, com textura argilosa. Para iniciar os experimentos foi realizada a caracterização química do solo na camada de 00-20 cm, de acordo com o método descrito pela Embrapa (Domagema *et al.*, 2011) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do solo, antes do plantio, nas profundidades de 00-20 cm.

pH _{água} (1:2,5)	pH CaCl ₂	P meh ⁻¹	K	S	Ca²⁺	Mg²⁺	Al³⁺	H+Al	CTC
		-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----				
6,4	5,8	20,6	79,6	8,8	6,2	1,5	0	2,6	10,5
M.O dag ha⁻¹	V	m	B	Zn	Fe	Mn	Cu	SB	
	-----%-----		-----mg dm ⁻³ -----					-- cmol _c dm ⁻³ --	
3,31	74,8	0,1	0,7	7,5	65,4	18,6	1,3	7,9	
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/T	Areia%	Silte%	Argila%
4,5	32,6	7,7	59	13,8	2,00	25,2	24,13	26,16	49,71

P, K= (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução tampão – SMP a pH 7,5); CTC= Capacidade de troca catiônica V= Saturação por bases; m= Saturação por alumínio (EMBRAPA, 1997), B= (BaCl₂·2H₂O 0.0125% quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L⁻¹ + TEA 0,1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7,3).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental dos dois experimentos foi em blocos casualizados com 13 tratamentos em 3 repetições. Os tratamentos se constituíram de combinações de adubação de plantio que utilizaram fontes minerais e organominerais, aplicados em distintas doses, para fornecimento de fósforo e potássio. As doses foram determinadas de acordo com a recomendação utilizada pelo produtor, sendo testadas as doses de 100, 80, 55, 35% da recomendação de P₂O₅ e de K₂O.

As parcelas dos experimentos foram constituídas de 4 linhas de 6 metros de comprimento espaçadas a 0,8 metros entre si e 0,35 metros entre plantas, totalizando 19,2 m² de área de parcela.

Para as avaliações ao longo do ciclo foram consideradas as duas linhas centrais de cada parcela; e na colheita, considerou-se os 3 metros centrais destas mesmas linhas que compreenderam a área útil da parcela.

2.2.1 *Tratamentos*

Nos tratamentos de 1 a 4, o fornecimento de P_2O_5 e de K_2O foi realizado por meio de fontes exclusivamente organominerais; para os tratamentos de 5 a 8, fixou-se a dose de recomendação para potássio (100%) com a aplicação de fonte mineral e para o fósforo utilizou-se fertilizante organomineral nas doses de 100, 80, 55 e 35% da recomendação; os tratamentos de 9 a 12, fez-se o inverso, ou seja, aplicou-se a fonte organomineral nas distintas doses para o fornecimento de K_2O e fixou-se a aplicação de P_2O_5 de acordo com 100% da dose com fonte exclusivamente mineral. O tratamento 13 foi com 100% da dose de recomendação de potássio e fósforo com fontes exclusivamente minerais (Tabela 2).

No tratamento “Padrão” (13) e para os tratamentos que levaram fontes minerais em suas combinações, foram utilizados fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (KCl). A dosagem de plantio utilizada pelo produtor e considerado como padrão foi de 1000 kg ha^{-1} de MAP e 300 kg ha^{-1} de KCl. Com base nessa recomendação estabeleceu-se as combinações de adubações que foram utilizadas.

Para os tratamentos aplicados com organomineral foram utilizados os fertilizantes 05-25-00 e o 00-00-30, para fornecimento de fósforo e potássio, respectivamente.

Tabela 2 - Combinações de adubação de plantio com fontes de potássio e fósforo.

Tratamentos				Dose %*		Adubação de plantio					Adubação de cobertura		Total aplicado		
KCl		Map		K ₂ O	P ₂ O ₅	KCl	Map	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	K ₂ O	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	N
-1 kg ha															
¹ A1	² M1	KCl org	MAP org	100	100	580	2080	174,00	520,00	104,00	66,12	112,04	240,12	520,00	216,04
A2	M2	KCl org	MAP org	80	80	464	1664	139,20	416,00	83,20	66,12	112,04	205,32	416,00	195,24
A3	M3	KCl org	MAP org	55	55	319	1144	95,70	286,00	57,20	66,12	112,04	161,82	286,00	169,24
A4	M4	KCl org	MAP org	35	35	203	728	60,90	182,00	36,40	66,12	112,04	127,02	182,00	148,44
A5	M5	KCl min	MAP org	100	100	300	2080	174,00	520,00	104,00	66,12	112,04	240,12	520,00	216,04
A6	M6	KCl min	MAP org	100	80	300	1664	174,00	416,00	83,20	66,12	112,04	240,12	416,00	195,24
A7	M7	KCl min	MAP org	100	55	300	1144	174,00	286,00	57,20	66,12	112,04	240,12	286,00	169,24
A8	M8	KCl min	MAP org	100	35	300	728	174,00	182,00	36,40	66,12	112,04	240,12	182,00	148,44
A9	M9	KCl org	MAP min	100	100	580	1000	174,00	520,00	110,00	66,12	112,04	240,12	520,00	222,04
A10	M10	KCl org	MAP min	80	100	464	1000	139,20	520,00	110,00	66,12	112,04	205,32	520,00	222,04
A11	M11	KCl org	MAP min	55	100	319	1000	95,70	520,00	110,00	66,12	112,04	161,82	520,00	222,04
A12	M12	KCl org	MAP min	35	100	203	1000	60,90	520,00	110,00	66,12	112,04	127,02	520,00	222,04
A13	M13	KCl min	MAP min	100	100	300	1000	174,00	520,00	110,00	66,12	112,04	240,12	520,00	222,04

¹Nomenclatura dos tratamentos da cultivar Asterix e ² para a cultivar Markies. *Porcentagem equivalente da dose aplicada pelo produtor

2.2.2 Caracterização das fontes de fertilizantes

O KCl aplicado continha 58% de K_2O e o MAP 11% de nitrogênio e 52% de P_2O_5 .

Os dois fertilizantes organominerais foram produzidos pela empresa Vigor Fertilizantes[®] a partir de uma fonte orgânica de origem vegetal (torta de filtro) por meio de um processo aeróbio de decomposição controlada até a obtenção de um composto estabilizado. Após este processo foram adicionadas as fontes minerais (Ureia, MAP e KCl) com o objetivo de atingir o balanço dos nutrientes. Posteriormente, o material foi homogeneizado e peletizado (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química dos organominerais.

Orgnomineral	N total	P ₂ O ₅ total	K ₂ O sol. em CNA +H ₂ O	Carbono Orgânico	Umidade máxima
00-00-30	---	---	30,0	8,5	12,6
05-25-00	5	25	---	8,0	30

Semelhantemente ao preparo de solo descrito nos experimentos das cultivares do capítulo 2, o preparo de solo desses dois experimentos também foi o usado pelo produtor e recomendado na região: aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e posterior abertura de sulcos de plantio de forma mecânica. Foram utilizadas batatas sementes do tipo II (tubérculos entre 40 e 50 mm) tratadas com inseticidas, fungicidas e nematicidas.

Todos os tratos culturais e o controle fitossanitário foram recomendados mediante o monitoramento de pragas e doenças, seguindo as normas e instruções dos fabricantes. O sistema de irrigação foi o de pivô central, objetivando atender às necessidades hídricas da cultura.

O adubo referente a cada tratamento foi adicionado ao sulco de forma manual para posterior realização do plantio mecanizado.

Após 32 dias do plantio (DAP) realizou-se a amontoa e adubação de cobertura para todos os tratamentos com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ do formulado mineral 33-00-00. Posteriormente, ao longo do ciclo, foram realizadas a aplicação de 114,5 kg ha⁻¹ desse mesmo fertilizante e 77 kg ha⁻¹ de ureia. Além de 114 kg ha⁻¹ de KCl.

2.3 Variáveis avaliadas.

2.3.1 Índice SPAD aos 66, 94 e 113 dias após o plantio

Nos dois experimentos foram determinados o nível crítico do Índice Spad (Soil Plant Analysis Development) por meio do medidor portátil de clorofila SPAD-502 Plus (Soil-Plant Analysis Development-502 da Minolta Co., Osaka, Japão, 1989) (Minolta Camera, 1989) para identificar a condição nutricional das plantas em relação ao nitrogênio.

Avaliou-se 10 plantas escolhidas ao acaso na área útil de cada parcela, sendo realizadas duas leituras por planta, totalizando 20 leituras por parcela. As determinações do Índice Relativo de Clorofila foram realizadas no período da manhã (08h00min 10h00min) e sombreando o aparelho com o corpo para evitar a interferência da luz solar. Os resultados foram expressos em unidade SPAD.

Cada leitura foi medida no folíolo terminal da quarta folha completamente expandida a partir do ápice da planta. Foram realizadas 3 avaliações ao longo do desenvolvimento da cultura: 17 de agosto, 14 de setembro e 03 de outubro de 2018, o que correspondeu a 66, 94 e 113 dias após o plantio, respectivamente.

2.3.2 Análise química foliar e dos tubérculos

Após 48 dias do plantio, foram coletadas 20 folhas completas (limbo + pecíolo) do terceiro trifólio completamente desenvolvido de cada tratamento (Ribeiro *et al.*, 1999) que foram destinados para análise química completa. Estas amostras foram lavadas secas em estufa com circulação forçada de ar a $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, e posteriormente moídas para determinação dos teores foliares dos macro e micronutrientes (Malavolta *et al.*, 1997). Os métodos utilizados para a determinação dos nutrientes foram: digestão sulfúrica do N (N Total), digestão nitro perclórica para Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e incineração para Boro (B). O mesmo procedimento foi realizado para a análise química dos tubérculos obtidos na colheita. Com esses resultados estimou-se a exportação dos nutrientes por meio da multiplicação dos teores de nutrientes pela massa seca dos tubérculos colhidos, sendo os dados expressos em kg e g por tonelada.

2.3.3 Classificação dos tubérculos e produtividade

Após a colheita (132 DAP), os tubérculos foram classificados de acordo com o diâmetro e com as características das cultivares, seguindo o padrão empregado pelas indústrias processadoras de batata, sendo: “Especial” (tubérculos grandes, com diâmetro transversal superior a 45mm e sem danos), considerado o tubérculo de maior valor comercial; “Miúda” (tubérculos pequenos e sem danos) e “Descarte” (tubérculos não comerciais devido danos).

Em seguida os tubérculos foram pesados para a determinação da produtividade da área útil das parcelas que foi convertida em kg ha⁻¹. A partir do somatório de todas as classes (exceto descarte) foi determinada a Produtividade Total de tubérculos, bem como a porcentagem de tubérculos de maior valor comercial dentro da Produtividade Total (% de tubérculos especiais).

2.3.4 Análise química do solo após a colheita

Ao final do ciclo das duas cultivares foram coletadas amostras compostas de solo de cada tratamento. As amostragens foram feitas após a colheita e desmanche das leiras, buscando retirá-las na linha de plantio. Para a composição da amostra composta de cada tratamento coletou-se 6 amostras simples de cada repetição correspondente ao tratamento. Dessa forma, obteve-se um total de 13 amostras compostas, sendo uma para cada adubação avaliada.

Após as 13 amostras compostas passaram por processos de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45°C durante 48h, trituradas com uso de destorroador manual e peneiradas em peneira de 2 mm de diâmetro. Posteriormente foram realizadas as análises químicas com base na metodologia da Embrapa (Domagema *et al.*, 2011).

2.3.5 Análise físico-química das batatas após a colheita

Analisou-se o potencial de hidrogênio (pH), acidez titulável, cinzas, massa fresca e seca, proteína e concentração de glicose das batatas. Para a determinação do pH, foram triturados 10 g de polpa da batata com 100 mL de água destilada. Por meio da suspensão formada e após tempo de estabilização desse conteúdo fez-se a leitura direta do pH em potenciômetro (pH-metro) (Cecchi, 2003).

Para acidez titulável foram diluídos 5 g de polpa em 10 ml de água destilada. Adicionou-se de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína; titulou-se em solução de sódio a 0,01M, sendo o resultado expresso em % de ácido cítrico por 100 g de massa fresca (Zenebon *et al.*, 2008).

Para a determinação do teor de cinzas fez-se eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil por calcinação em mufla a 550° C; a umidade e a massa seca foram determinadas pela secagem da polpa dos tubérculos a 105 °C em estufa com circulação de ar, até peso constante e por diferença determinou-se a umidade. As proteínas foram determinadas pelo nitrogênio total, empregando-se a técnica de Kjeldahl e utilizando o fator de 6,25 para conversão em proteína bruta (Zenebon *et al.*, 2008). Para a quantidade dos açúcares redutores utilizou-se o método do ácido dinitro-3,5-salicílico (DNS) descrito por Miller (1959).

2.4 Análise estatística

Primeiramente, por meio do programa estatístico SPSS (IBM, 2013), realizou-se a verificação das pressuposições pela análise de homogeneidade de variância (Teste de Levene), normalidade (Shapiro-wilk ou Kolmogorov-Smirnov) e aditividade (Teste de não aditividade de Tukey). Para a característica “Índice Spad” da cultivar Asterix utilizou-se a transformação \sqrt{x} . Nesta variável foram tabelados os valores reais.

As características Índice Spad, classificação, produtividade e análises físico-químicas dos tubérculos foram submetidas ao teste F da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ($p < 0.05$) com auxílio SISVAR (Ferreira, 2000). Além disso, também foi realizado o teste de Dunnett pelo programa SPSS para comparar individualmente a adubação 100% mineral e 100% organomineral com as demais combinações de fertilização.

Para as análises química foliar, dos tubérculos, do solo após a colheita e da qualidade pós-colheita, foram realizadas análises multivariadas para verificar a divergência entre os tratamentos, obtendo-se a matriz de dissimilaridade pela distância Euclidiana Média. A divergência foi representada pela análise de Componentes Principais, sendo visualizada por meio de gráfico cartesiano (Cruz *et al.*, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice SPAD aos 66, 94 e 113 dias após o plantio

O Índice Spad avaliado ao longo do ciclo da cultura não diferiu em função da adubação de plantio aplicada, tanto para a cultivar Asterix (Tabela 4) quanto para a Markies (Tabela 5). De maneira geral, os resultados demonstraram que os níveis de Spad estiveram dentro do intervalo de valores considerado adequado para a cultura (49 a 56 unidades Spads de acordo com Malavolta (1997), apresentando, em média, 49,88 (Asterix) e 49,69 (Markies) unidades de Spad aos 66 dias após o plantio. Nesse período, ainda compreende a fase de tuberização/enchimento de tubérculos e manter os níveis adequados de nitrogênio nesse momento é de extrema importância.

Segundo Fernandes *et al.* (2011), os maiores acúmulos de N concentram-se principalmente na fase de enchimento de tubérculos. Souza (2014) ressalta que o manejo adequado de nitrogênio é essencial no cultivo da batata, principalmente por afetar diversos parâmetros de crescimento, como a distribuição de massa seca e nitrogênio entre a planta e o tubérculo.

De acordo com Zebarth *et al.* (2008), o acúmulo de massa seca é intimamente relacionado com a interceptação de luz, sendo assim, quanto maior a duração da cor verde do dossel e da disponibilidade de nitrogênio, maior o potencial de acúmulo de massa seca na batata.

A medição da concentração de clorofila por meio desse instrumento não destrutivo das folhas, além da praticidade de utilização em campo, tem boa acurácia e permite tomadas de decisão rápidas e mais direcionadas para possíveis correções de deficiência nutricional, e até mesmo evitar desperdícios com adubações desnecessárias, já que a coloração de clorofila ou o esverdeamento das folhas se correlacionam positivamente com a concentração foliar de nitrogênio. De acordo com Rabelo (2015) 70% do N das folhas encontram-se nos cloroplastos participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila.

O fornecimento adequado de nitrogênio é um dos desafios no manejo da adubação da batateira. Assim, observa-se que a aplicação de uma formulação organomineral na ocasião do plantio (conservando o manejo de adubação de cobertura de N conforme o já praticado pelo produtor com fontes minerais) não prejudicou o Índice Spad, uma vez que

os valores obtidos nas avaliações foram semelhantes aos observados com a adubação exclusivamente mineral ao longo de todo o ciclo da cultura.

Nos períodos mais tardios de avaliação (aos 94 e 113 DAP,) a cultura apresentou diminuição nos valores de Spad, o que era esperado em função do avançado estágio de desenvolvimento da planta que neste período apresentava folhas mais envelhecidas e com menor intensidade de cor (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 - Estimativas do Índice SPAD em batata cultivar Asterix em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		Índice Spad		
			K ₂ O	P ₂ O ₅	Dias após o plantio		
					66 ^{ns}	94 ^{ns}	113 ^{ns}
A1	KCl org	MAP org	100	100	47,12 a	44,73 a	32,18 a
A2	KCl org	MAP org	80	80	50,69 a	43,52 a	31,28 a
A3	KCl org	MAP org	55	55	49,77 a	44,35 a	32,36 a
A4	KCl org	MAP org	35	35	50,19 a	43,41 a	34,30 a
A5	KCl min	MAP org	100	100	51,20 a	45,55 a	36,41 a
A6	KCl min	MAP org	100	80	50,72 a	44,88 a	30,20 a
A7	KCl min	MAP org	100	55	47,15 a	43,11 a	34,42 a
A8	KCl min	MAP org	100	35	52,72 a	43,50 a	32,28 a
A9	KCl org	MAP min	100	100	47,74 a	46,21 a	28,99 a
A10	KCl org	MAP min	80	100	53,06 a	43,70 a	35,56 a
A11	KCl org	MAP min	55	100	48,61 a	44,63 a	32,34 a
A12	KCl org	MAP min	35	100	50,89 a	45,37 a	32,44 a
A13	KCl min	MAP min	100	100	48,61 a	43,99 a	32,21 a
Média					49,88	44,38	32,69
CV (%)					3,93	3,14	9,80
² W					0,922³	0,946	0,994
F lev					5,412 ³	3,746	1,826
F adit					2,272³	0,201	3,900

Org: organomineral; min: mineral. ¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁴⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ^(□) diferem do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância. ³ Dados transformados \sqrt{x} . Spad 1 17/08/2018; Spad 2 14/09/2018; Spad 3 03/10/2018.

Tabela 5 - Estimativas do Índice SPAD em batata cultivar Markies em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		Índice Spad		
			K ₂ O	P ₂ O ₅	Dias após o plantio		
					66 ^{ns}	94 ^{ns}	113 ^{ns}
M1	KCl org	MAP org	100	100	¹ 49,87 a	41,42 a	41,79 a
M2	KCl org	MAP org	80	80	51,02 a	39,73 a	35,01 a
M3	KCl org	MAP org	55	55	49,99 a	37,70 a	40,32 a
M4	KCl org	MAP org	35	35	48,86 a	39,36 a	33,34 a
M5	KCl min	MAP org	100	100	50,28 a	42,15 a	38,81 a
M6	KCl min	MAP org	100	80	50,18 a	38,16 a	35,41 a
M7	KCl min	MAP org	100	55	50,03 a	39,23 a	31,76 a
M8	KCl min	MAP org	100	35	50,37 a	36,75 a	40,41 a
M9	KCl org	MAP min	100	100	48,60 a	40,56 a	38,57 a
M10	KCl org	MAP min	80	100	48,76 a	37,07 a	34,31 a
M11	KCl org	MAP min	55	100	50,19 a	38,34 a	38,35 a
M12	KCl org	MAP min	35	100	48,96 a	40,86 a	36,67 a
M13	KCl min	MAP min	100	100	48,83 a	38,35 a	33,49 a
Média					49,69	39,21	36,79
CV (%)					3,58	6,24	16,27
² W					0,967	0,960	0,984
F lev					0,083	1,091	0,284
F adit					0,119	1,060	3,565

Org: organomineral; min: mineral. ¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁴⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ⁽²⁾ diferem do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0.05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância. Spad 1 17/08/2018; Spad 2 14/09/2018; Spad 3 03/10/2018.

3.2 Classificação dos tubérculos e produtividade

Na classificação dos tubérculos Asterix, a aplicação de 100 e 35% da recomendação de K₂O e P₂O₅ com fontes exclusivamente organominerais (A1 e A4), assim como a aplicação de 100% de K₂O com fonte mineral associado com 55% de P₂O₅ organomineral (A7) e as fontes de K₂O organomineral nas doses de 100, 80 e 55% associadas a recomendação total de P₂O₅ por meio do MAP mineral (A9 a A11), levaram a obtenção de batatas Especiais (de maior valor agregado), semelhantes as obtidas pela aplicação de fontes exclusivamente minerais (A13) (Tabela 6).

Consequentemente, esses mesmos resultados também foram observados para a Produtividade Total (somatória das batatas classificadas como Especiais e Miúdas), uma

vez que todas as combinações de adubações de plantio resultaram na mesma produtividade de batatas “Miúdas” e “Descartadas”, que obtiveram médias de 723,29 e 4853,63 kg ha⁻¹, respectivamente.

A porcentagem de produção de batatas classificadas como especial para os tratamentos que se destacaram em produção esteve em um intervalo de 97,18 a 99,18% (Tabela 6).

Tabela 6 - Classificação e produtividade dos tubérculos cultivar Asterix em função de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		Classes				
			K ₂ O	P ₂ O ₅	Especial*	Miúda ^{ns}	Descarte ^{ns}	Produtividade*	Especial ^{ns}
					kg ha ⁻¹				
A1	KCl org	MAP org	100	100	¹ 43534,72 a	409,72 a	4458,33 a	43944,44 a	99,04 a
A2	KCl org	MAP org	80	80	39999,99 b	711,80 a	6354,17 a	40711,80 b	98,21 a
A3	KCl org	MAP org	55	55	36250,00 b ^{+□}	930,55 a	5354,17 a	37180,55 b ^{+□}	97,63 a
A4	KCl org	MAP org	35	35	45034,72 a	743,05 a	5562,50 a	45777,78 a	98,34 a
A5	KCl min	MAP org	100	100	40361,11 b	777,78 a	5659,72 a	41138,89 b	98,12 a
A6	KCl min	MAP org	100	80	40843,75 b	784,72 a	1885,42 a	41628,47 b	98,11 a
A7	KCl min	MAP org	100	55	44781,25 a	375,00 a	4593,75 a	45156,25 a	99,18 a
A8	KCl min	MAP org	100	35	38819,44 b	576,39 a	4614,58 a	39395,83 b	98,56 a
A9	KCl org	MAP min	100	100	42722,22 a	597,22 a	2993,05 a	43319,44 a	98,60 a
A10	KCl org	MAP min	80	100	43993,05 a	1065,97 a	6194,44 a	45059,03 a	97,65 a
A11	KCl org	MAP min	55	100	46121,53 a	1336,80 a	6795,14 a	47458,33 a	97,18 a
A12	KCl org	MAP min	35	100	39222,22 b	597,22 a	4805,55 a	39819,44 b	98,51 a
A13	KCl min	MAP min	100	100	45222,22 a	496,53 a	3826,39 a	45718,75 a	98,91 a
Média					42069,71	723,29	4853,63	42793,00	98,31
CV (%)					6,49	53,69	40,75	6,40	0,94
² W					0,984	0,981	0,981	0,989	0,991
F lev					1,551	1,876	2,019	1,474	2,080
F adit					3,072	0,599	3,081	3,778	0,753

Org: organomineral; min: mineral. ¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott Knott (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ^(□) diferem do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Para a cultivar Markies observou-se resultados semelhantes na classificação e produtividade dos tubérculos, independente da combinação de adubação aplicada (Tabela 7). Entretanto, em termos numéricos, a aplicação de 80% das doses de K_2O e de P_2O_5 com fontes exclusivamente organominerais (M2); 35% de K_2O organomineral associado com 100% da dose de MAP mineral (M12) e aplicação de 100% da recomendação com fontes minerais (M13) proporcionaram as maiores produtividades, com 41944,44; 42656,25 e 43138,89 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente, sendo que as batatas classificadas como Especial representaram aproximadamente 96% da Produtividade Total.

Tabela 7 - Classificação e produtividade dos tubérculos cultivar Markies em função de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		Classes				
			K ₂ O	P ₂ O ₅	Especial ^{ns}	Miúda ^{ns}	Descarte ^{ns}	Produtividade ^{ns}	Especial ^{ns}
					kg ha ⁻¹				
M1	KCl org	MAP org	100	100	139138,89 a	1277,78 a	847,22 a	40416,67 a	96,79 a
M2	KCl org	MAP org	80	80	40423,61 a	1520,83 a	1743,05 a	41944,44 a	96,35 a
M3	KCl org	MAP org	55	55	36631,94 a	1006,94 a	1270,83 a	37638,89 a	97,31 a
M4	KCl org	MAP org	35	35	38125,00 a	1236,11 a	784,72 a	39361,11 a	96,88 a
M5	KCl min	MAP org	100	100	38875,00 a	715,28 a	614,58 a	39590,28 a	98,20 a
M6	KCl min	MAP org	100	80	39826,39 a	1687,50 a	687,50 a	41513,89 a	96,04 a
M7	KCl min	MAP org	100	55	40166,67 a	1190,97 a	951,39 a	41357,63 a	97,13 a
M8	KCl min	MAP org	100	35	38555,55 a	1666,67 a	1048,61 a	40222,22 a	95,83 a
M9	KCl org	MAP min	100	100	36236,11 a	1177,08 a	1125,00 a	37413,19 a	96,83 a
M10	KCl org	MAP min	80	100	39208,33 a	1451,39 a	1861,11 a	40659,72 a	96,40 a
M11	KCl org	MAP min	55	100	38069,44 a	1756,94 a	1645,83 a	39826,39 a	95,63 a
M12	KCl org	MAP min	35	100	41125,00 a	1531,25 a	1444,44 a	42656,25 a	96,45 a
M13	KCl min	MAP min	100	100	41631,94 a	1506,95 a	1097,22 a	43138,89 a	96,53 a
Média					39078,00	1363,51	1163,19	40441,51	96,64
CV (%)					7,05	33,44	58,45	7,11	1,08
² W					0,961	0,979	0,976	0,962	0,973
F lev					1,349	1,292	3,409	1,265	1,210
F adit					0,083	4,256	1,048	0,115	1,456

Org: organomineral; min: mineral. ¹Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ^(□) diferem do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Nesse mesmo sentido, Bezerra *et al.* (2007) avaliando uma adubação com organomineral (foliar) em batata Ágata e Atlantic na região de Perdizes-MG e Serra do Salitre-MG, respectivamente, observaram aumento na produção total comercial para as duas cultivares e aumento na produtividade de batata tipo Especial da variedade Ágata.

Enquanto Oliveira Junior *et al.* (2009) trabalhando com fertilizantes organominerais (foliares) em Batata, cv. Cupido, não verificaram diferença significativa para produtividade nas classificações da batata tidas como “Especial”, “Primeira” e “Diversa” e no teor de sólidos solúveis.

Por outro lado, os resultados dos organominerais peletizados deste experimento evidenciam que a inclusão desses fertilizantes no plantio da batateira representa uma fonte de adubação interessante a ser usada, tanto em exclusividade quanto em associação com uma adubação mineral de potássio e fósforo. Nota-se que as formulações organominerais em forma de grânulo e *pellet* tem buscado cada vez mais ter aplicabilidade, o que vem dinamizando suas formas de utilização dentro do manejo da adubação.

Nesse cenário, ter como escolha fertilizantes com base orgânica, permite manter ou ampliar a obtenção de altas produtividades e ainda possibilita agregar ao solo todos os benefícios que a matéria orgânica pode possibilitar a curto e longo prazo.

Aguilar *et al.* (2019) avaliando também o desenvolvimento e produtividade da batata cv. Cupido com a aplicação de fertilizante organomineral peletizado no plantio e na cobertura observaram que as diferentes doses estudadas, incluindo as menores (25% da dose de recomendação), resultaram em produtividade igual a observada na fertilização exclusivamente mineral, mesmo em condição adversas de produção, como ausência de termoperiodicidade ideal para o desenvolvimento da batata.

A resposta positiva da cultura, mesmo em situações em que se propõe o ajuste de dose, demonstra que o organomineral pode ser aplicado na adubação de plantio da batata. Isso porque a fração orgânica do organomineral permite uma solubilidade gradativa dos nutrientes fazendo com que, mesmo em menor quantidade, ocorra alta eficiência de aproveitamento pela cultura. Atribui-se aos componentes da matéria orgânica (como as substâncias húmicas) os motivos dessa eficiência de aproveitamento dos nutrientes e obtenção de altas produtividades.

Martins *et al.* (2020) observaram que a aplicação de substâncias húmicas no cultivo da batata em solo arenoso aumentou a absorção de P e a produtividade. Nesse mesmo sentido, Alenazi *et al.* (2016) também observaram que a aplicação de ácido

húmico em solo arenoso aumentou o crescimento vegetativo, peso, rendimento e qualidade dos tubérculos. Também melhorou a eficiência de uso da água pelas plantas, contribuindo na tolerância ao estresse hídrico. Esses autores ressaltam que fertilizantes orgânicos desempenham um papel vital nos sistemas agrícolas por meio de seus benefícios para a planta e o solo.

As substâncias húmicas atuam de forma semelhante ao hormônio auxina, ou seja, em pequenas concentrações promovem crescimento vegetal. Atribui-se a esse fato, os vários benefícios observados quando as plantas são expostas a aplicação dessas substâncias, como melhorias no sistema radicular e ativação das ATPases bombeadoras de prótons da membrana celular, o que leva a maior aproveitamento da água, absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a maior biomassa vegetal (Martins, 2017; Alenazi *et al.*, 2016).

3.3 Análise físico-química das batatas após a colheita

Quanto a qualidade das batatas Asterix, a aplicação de 100% da dose de K_2O com fonte mineral juntamente com a redução de 20% de P_2O_5 com organomineral (A6) proporcionou melhor resultado para pH, acidez titulável e quantidade de cinzas nos tubérculos. Menores valores de acidez titulável também foram alcançados ao se aplicar as doses mais reduzidas de K_2O e P_2O_5 com fontes organominerais (A4) e 100% de KCl mineral juntamente com 35% de MAP organomineral (A8) (Tabela 8).

Dentre as combinações de adubações, a aplicação de 100% de organomineral (A1) foi a que apresentou a maior quantidade de ácidos orgânicos na polpa (0,35 % de ácido cítrico), enquanto as demais adubações levaram a acidez de polpa variando de 0,23 a 0,30 % (Tabela 8). Em trabalho conduzido por Evangelista *et al.* (2011) em que se avaliou a qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de diferentes cultivares foi encontrado média de 0,22 (% ácido cítrico) para a cultivar Asterix.

Quanto a proteína, Lachman *et al.* (2005) comentam que apesar da batata não ser considerada uma fonte rica em proteína devido ao seu baixo teor representa uma relevante fonte de alimento. Além disso, o conteúdo de proteína nos tubérculos é um importante elemento de avaliação da qualidade da batata. Evangelista e colaboradores (2011) encontraram valores de 1,69% de proteína para a cultivar Asterix. Neste trabalho foi encontrado valores de 1,88 a 3,07%. A maior concentração de proteína foi obtida com a

aplicação da dose recomendada de plantio com fontes exclusivamente organominerais (A1).

Para a concentração de glicose foi observado menores valores nos tubérculos das plantas que receberam 100% da dose de K_2O com mineral e P_2O_5 com organomineral (A5), assim como 100% de K_2O mineral juntamente com 55% de P_2O_5 organomineral (A7); 100% da recomendação de K_2O com organomineral e P_2O_5 com mineral (A9) e redução de 45% de K_2O com organomineral e 100% de P_2O_5 mineral (A11) (Tabela 8).

Uma redução de 20% da dose de K_2O com organomineral associado a recomendação completa de P_2O_5 com fonte mineral (A10) foi a fertilização de plantio que proporcionou maior concentração de glicose nos tubérculos após a colheita (Tabela 8).

De acordo com Stark *et al.* (2003) para o processamento na forma de chips, os tubérculos devem apresentar teores de açúcares redutores abaixo de 0,035% da massa fresca, enquanto para palito o ideal é estar abaixo de 0,12%. Nesse experimento, todas as combinações de adubação levaram a baixas concentrações de glicose, demonstrando que, independentemente da fonte utilizada, não se observou prejuízos para esta característica que é tão importante, principalmente por estar diretamente relacionada a coloração pós-fritura.

Vendruscolo e Zordella (2002) ressaltam que o teor de açúcares redutores é o principal responsável pelo escurecimento, manchas e amargor da batata frita. Entretanto, esta característica responde por apenas 65% das causas do escurecimento. Esses mesmos autores citam que já foi observado que batatas com apenas 0,06% de açúcares redutores podem escurecer também por outras causas. Segundo Freitas *et al.* (2006) e Fernandes *et al.* (2010), tais causas podem ser também em função concentração de aminoácidos e polifenóis totais que tem demonstrado ter influência sobre a intensidade de coloração das batatas fritas.

Quanto a massa seca dos tubérculos, o intervalo adequado para o processamento industrial, inclui teores de 20 a 24%. Nesse intervalo, tem-se tubérculos com menores teores de água, o que proporciona menor absorção de óleo durante a fritura e maior qualidade de crocância. Por outro lado, tubérculos com teores de massa seca superiores a 24% levam a um produto final mais quebradiço, além de maiores desgastes das máquinas fatiadoras (Evangelista *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2016). Neste trabalho, embora para algumas fertilizações a massa seca tenha apresentado números fora do intervalo de 20 a 24%, não houve diferenças estatísticas nesta característica em função das adubações de plantio, apresentando em média teores de 23,68% (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise físico-química dos tubérculos da cultivar Asterix em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		pH *	¹ Acidez Titulável *	Cinzas *	Massa seca ^{ns}	Proteínas *	Concentração Glicose *
			K ₂ O	P ₂ O ₅						
A1	KCl org	MAP org	100	100	25,51 b ⁺	0,35 d ⁺	0,13 b	34,48 a	3,07 a ⁺	0,087 c
A2	KCl org	MAP org	80	80	5,41 c [□]	0,29 c [□]	0,12 b	23,16 a	2,63 b	0,080 b
A3	KCl org	MAP org	55	55	5,28 d [□]	0,29 c [□]	0,13 b	22,00 a	2,51 b [□]	0,090 c
A4	KCl org	MAP org	35	35	5,51 b ⁺	0,24 a ^{+□}	0,11 c	30,62 a	2,46 b [□]	0,103 c
A5	KCl min	MAP org	100	100	5,42 c	0,27 b [□]	0,11 c	27,96 a	1,88 c ^{+□}	0,067 a
A6	KCl min	MAP org	100	80	5,60 a ⁺	0,25 a ^{+□}	0,14 a ⁺	20,12 a	2,12 c [□]	0,077 b
A7	KCl min	MAP org	100	55	5,38 c [□]	0,27 b [□]	0,09 d ^{+□}	19,89 a	2,38 c [□]	0,067 a
A8	KCl min	MAP org	100	35	5,45 b ⁺	0,23 a ^{+□}	0,11 c	18,68 a	2,10 c [□]	0,097 c
A9	KCl org	MAP min	100	100	5,33 d [□]	0,28 c [□]	0,12 c	20,04 a	2,29 c [□]	0,070 a
A10	KCl org	MAP min	80	100	5,29 d [□]	0,29 c [□]	0,04 e ^{+□}	23,14 a	2,26 c [□]	0,170 d ^{+□}
A11	KCl org	MAP min	55	100	5,38 c [□]	0,29 c [□]	0,11 c	26,17 a	2,26 c [□]	0,067 a
A12	KCl org	MAP min	35	100	5,37 c [□]	0,29 c [□]	0,11 c	22,48 a	2,36 c [□]	0,080 b
A13	KCl min	MAP min	100	100	5,36 c [□]	0,30 c [□]	0,12 b	19,06 a	2,57 b [□]	0,080 b
Média					5,41	0,28	0,11	23,68	2,37	0,09
CV(%)					0,72	4,06	7,13	25,37	8,18	9,18
³ W					0,974	0,872	0,975	0,976	0,934	0,986
F lev					2,065	6,523	2,131	2,562	5,734	1,027
F adit					3,088	3,001	0,076	0,193	3,798	1,205

Org: organomineral; min: mineral. ¹Porcentagem de ácido cítrico por 100 g de massa fresca. ²Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott Knott (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ^(□) diferem do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância. ³W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

O pH, massa seca e proteínas da polpa dos tubérculos Markies apresentaram resultados semelhantes para todas as adubações aplicadas, com média de 5,75; 22,94% e 2,41%, respectivamente (Tabela 9).

Para acidez titulável, os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de doses mais reduzidas de K_2O e P_2O_5 com fonte organomineral (M4); 100% da dose de recomendação de K_2O mineral e doses reduzidas de P_2O_5 com fonte organomineral (M6, M7, M8), bem com a situação inversa, com a redução das doses de recomendação de K_2O com fonte organomineral associada com 100% de P_2O_5 com mineral (M10, M11 e M12) (Tabela 9).

Com exceção da aplicação de 100% de K_2O mineral associado a redução de 45% de P_2O_5 organomineral (M7) e aplicação de 100% da dose de recomendação para fornecimento de potássio com organomineral e de fósforo com mineral (M9), todas as formas de fertilização estudadas proporcionaram porcentagem de cinzas semelhantes entre si, com média de 0,14%.

A concentração de glicose foi detectada em menor concentração nos tubérculos que receberam adubação de plantio com as doses mais reduzidas com fontes organominerais (M4); aplicação da dose de recomendação de K_2O com mineral associada com doses reduzidas de P_2O_5 com organomineral (M6, M7 e M8); bem com 80% de K_2O organomineral com 100% de P_2O_5 mineral (M10) e adubação Padrão (M13) (Tabela 9). Em média, essas fertilizações apresentaram concentração de glicose de $1,031\text{g L}^{-1}$ glicose.

A resposta das duas cultivares à adubação de plantio aplicada foram distintas, observando-se que, assim como na produtividade, houve maiores diferenças na cultivar Asterix do que na cultivar Markies.

Tabela 9 - Análise físico-química dos tubérculos da cultivar Markies em função da aplicação de diferentes combinações de adubação de plantio.

Tratamentos	KCl	MAP	Dose (%)		pH ^{ns}	¹ Acidez Titulável * (% ácido cítrico)	Cinzas*	Massa seca ^{ns} %	Proteínas ^{ns}	Concentração Glicose * g L ⁻¹
			K ₂ O	P ₂ O ₅						
M1	KCl org	MAP org	100	100	5,79 a	0,27 b	0,15 a	26,29 a	2,13 a	1,050 b
M2	KCl org	MAP org	80	80	5,69 a	0,29 c	0,14 a	16,59 a	1,93 a	1,043 b
M3	KCl org	MAP org	55	55	5,62 a	0,27 b	0,16 a	24,02 a	2,25 a	1,043 b
M4	KCl org	MAP org	35	35	5,70 a	0,24 a ^{+□}	0,13 a	23,98 a	2,12 a	1,033 a
M5	KCl min	MAP org	100	100	5,64 a	0,31 c ^{+□}	0,16 a	23,13 a	2,68 a	1,040 b
M6	KCl min	MAP org	100	80	5,76 a	0,24 a ^{+□}	0,13 a	24,36 a	2,49 a	1,027 a [□]
M7	KCl min	MAP org	100	55	5,82 a	0,23 a ^{+□}	0,08 b ^{+□}	24,94 a	2,79 a	1,023 a [□]
M8	KCl min	MAP org	100	35	5,72 a	0,24 a ^{+□}	0,12 a	23,04 a	2,25 a	1,030 a [□]
M9	KCl org	MAP min	100	100	5,71 a	0,30 c [□]	0,09 b ^{+□}	20,79 a	2,46 a	1,050 b
M10	KCl org	MAP min	80	100	5,76 a	0,25 a ⁺	0,15 a	22,25 a	2,51 a	1,033 a [□]
M11	KCl org	MAP min	55	100	5,76 a	0,23 a ^{+□}	0,13 a	21,96 a	2,36 a	1,040 b
M12	KCl org	MAP min	35	100	5,65 a	0,23 a ^{+□}	0,16 a	24,01 a	2,53 a	1,050 b
M13	KCl min	MAP min	100	100	6,13 a	0,28 b	0,15 a	22,90 a	2,79 a	1,037 a
Média					5,75	0,26	0,13	22,94	2,41	1,038
CV(%)					2,84	4,21	12,49	19,47	17,87	0,74
³ W/K-S					0,665	0,935	0,146	0,818	0,966	957
F lev					10,809	2,720	6,024	7,223	2,813	2,563
F adit					60,195	0,032	0,209	7,212	4,713	0,052

Org: organomineral; min: mineral. ¹Percentagem de ácido cítrico por 100 g de massa fresca. ²Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si nas colunas pelo teste de Scott Knott (p<0,05). * Significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F a 0,05 de significância. ⁽⁺⁾ Valores que diferem do controle (Padrão 100% mineral) e ^(□) diferiram do tratamento 100% organomineral, pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância ²W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

3.4 Caracterização química dos tubérculos após a colheita

Analisando o agrupamento gerado pela análise de componentes principais em relação a composição nutricional dos tubérculos Asterix (Figura 2), o tratamento A1 (100% KCl organomineral + 100% MAP organomineral) foi alocado no Grupo I; o tratamento A3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral) compôs o Grupo II; o tratamento A4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral) formou o Grupo III; enquanto que o tratamento A5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) foi alocado no Grupo IV (Figura 2, Tabela 10). Ou seja, foram tratamentos que apresentaram comportamento distintos quanto aos teores de macro e micronutrientes nos tubérculos.

Dentre esses, o Grupo I (com aplicação exclusivamente organomineral) destacou-se numericamente quanto aos teores de nitrogênio (21 g kg^{-1}), fósforo ($2,40 \text{ g kg}^{-1}$), potássio (26 g kg^{-1}) e boro ($12,69 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação às demais aplicações.

Esses valores de N, P e B foram acima dos encontrados por Fernandes *et al.* (2011) e Soratto *et al.* (2011) (13 g kg^{-1} de N; $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ de P e 7 mg kg^{-1} de B.) e abaixo dos encontrados para potássio por Fernandes *et al.* (2011) (33 g kg^{-1} de K) nesta cultivar em trabalhos avaliando a produtividade, extração e exportação de nutrientes (Figura 2 e Tabela 10).

No Grupo II, o cálcio obteve maior valor ($2,5 \text{ g kg}^{-1}$) em relação aos demais grupos, que no geral, apresentaram média de $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca. O Grupo III obteve o maior valor de cobre ($13,30 \text{ mg kg}^{-1}$) enquanto o Grupo IV obteve o maior valor de magnésio ($1,40 \text{ g kg}^{-1}$) em relação aos demais grupos. Valores estes acima dos encontrados por Fernandes *et al.* (2011) e Soratto *et al.* (2011) que observaram $0,4 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, 7 mg kg^{-1} de Cu e $1,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mg nesta cultivar (Figura 2 e Tabela 10).

No Grupo V ficaram reunidos os tratamentos A2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral) e A9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) que obtiveram resultados iguais para potássio ($24,50 \text{ g kg}^{-1}$) e próximos de fósforo (média de $1,8 \text{ g kg}^{-1}$), demonstrando que a aplicação de dose cheia ou reduzida em 20% com organomineral levou a mesma quantidade desses nutrientes nos tubérculos (Figura 2, Tabela 10).

Além disso, este grupo obteve os maiores valores de enxofre ($2,20 \text{ g kg}^{-1}$), ferro ($559,50 \text{ mg kg}^{-1}$) e manganês ($13,30 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação aos outros grupos. Valores estes

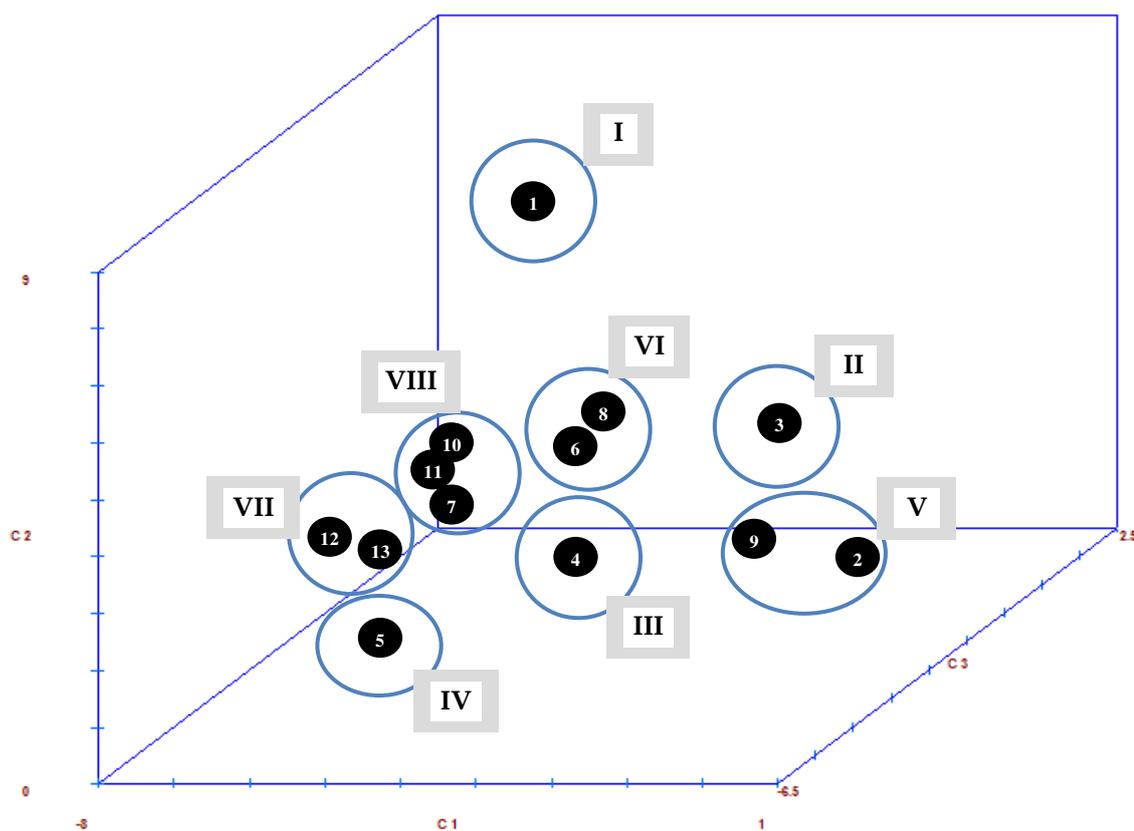
acima dos encontrado nos tubérculos de Asterix por Fernandes *et al.* (2011) e Soratto *et al.* (2011).

Foi possível observar comportamento semelhante nos resultados dos tratamentos A6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral) e A8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral) que compuseram o Grupo VI, principalmente quanto ao nitrogênio, fósforo, enxofre e magnésio (Figura 2, Tabela 10).

No Grupo VII ficaram A12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e A13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral) que obtiveram os maiores valores de Zn (média de 29,18 mg kg⁻¹).

O Grupo VIII foi composto pelos demais tratamentos: A7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral); A10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e A11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Figura 2 e Tabela 10).

Figura 2 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Caracterização química dos tubérculos após a colheita da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice E. Os números indicam os Tratamentos: **1= A1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= A2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= A3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= A4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= A5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= A6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= A7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= A8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= A9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= A10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= A11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= A12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= A13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 10 - Caracterização química dos tubérculos da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais

² Grupo	Nº	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
I	1	21,00	2,40	26,00	1,20	2,20	1,10	10,91	92,00	7,65	28,21	12,69
II	1	13,30	1,70	23,50	1,50	2,50	1,00	11,77	140,00	8,18	26,27	9,25
III	1	10,50	1,60	23,50	1,10	2,30	1,10	13,30	70,00	6,19	28,67	9,10
IV	1	13,30	1,50	19,50	1,10	2,10	1,40	12,99	56,00	8,62	28,03	10,07
V	2	¹ 11,90±0,00	1,80±0,14	24,50±0,00	2,20±0,28	2,25±0,07	1,00±0,00	12,84±0,16	559,50±243,95	13,30±3,70	26,86±0,83	10,15±0,42
VI	2	13,30±0,00	1,85±0,07	23,75±1,06	0,95±0,07	2,30±0,14	1,05±0,07	12,13±0,17	69,00±1,41	6,31±0,49	28,29±0,52	9,51±0,16
VII	2	14,70±0,00	1,60±0,14	20,00±0,71	1,15±0,07	2,10±0,00	1,25±0,07	12,40±0,38	62,00±16,97	6,86±1,28	29,18±0,06	10,84±1,73
VIII	3	13,77±0,81	1,70±0,17	21,83±1,44	1,13±0,06	2,20±0,10	1,20±0,10	11,89±0,40	62,33±14,74	6,64±1,00	28,79±0,15	11,23±1,40

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: A1; Grupo II: A3; Grupo III: A4; Grupo IV: A5; Grupo V: A2 e A9; Grupo VI: A6 e A8; Grupo VII: A12 e A13; Grupo VIII: A7, A10 e A11. **Tratamentos:** **A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

Para a cultivar Markies estabeleceu-se a formação de 7 grupos, sendo que os 5 primeiros foram compostos isoladamente pelos tratamentos M4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral) (Grupo I); M5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) (Grupo II); M9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Grupo III); M10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Grupo IV) e M13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral) (Grupo V) (Figura 3; Tabela 11).

Dentre esses, a aplicação de 100% da recomendação de potássio com mineral e 100% da recomendação de fósforo com organomineral (M5-Grupo II), proporcionou os maiores valores desses nutrientes nos tubérculos em relação aos outros grupos formados, além de maior quantidade de ferro. Fernandes *et al.* (2011) e Soratto *et al.* (2011) encontraram valores maiores de P ($2,7 \text{ g kg}^{-1}$) e K (36 g kg^{-1}) para essa cultivar.

O Grupo VI foi composto pelos tratamentos M2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral) e M7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral) (Figura 3 e Tabela 11).

O 7º grupo reuniu os tratamentos M1 (100% KCl organomineral + 100% MAP organomineral); M3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral); M6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral); M8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral); M11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e M12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Figura 3 e Tabela 11).

White *et al.* (2009) comentam que a quantidade de nutrientes contidos nos tecidos dos tubérculos é diretamente relacionada com a maior ou menor capacidade da variedade em adquirir os elementos minerais e também em função dos fertilizantes utilizados.

Assim, fontes que contenham maior concentração de um elemento tendem a aumentar a concentração desses elementos nos tubérculos. Entretanto, esse fornecimento também pode interferir nas concentrações de outros elementos, uma vez que as interações entre os nutrientes no solo e as plantas são dinâmicas e complexas. Isso ressalta a importância de um manejo assertivo que traga equilíbrio para essas relações a curto e longo prazo (White *et al.*, 2009).

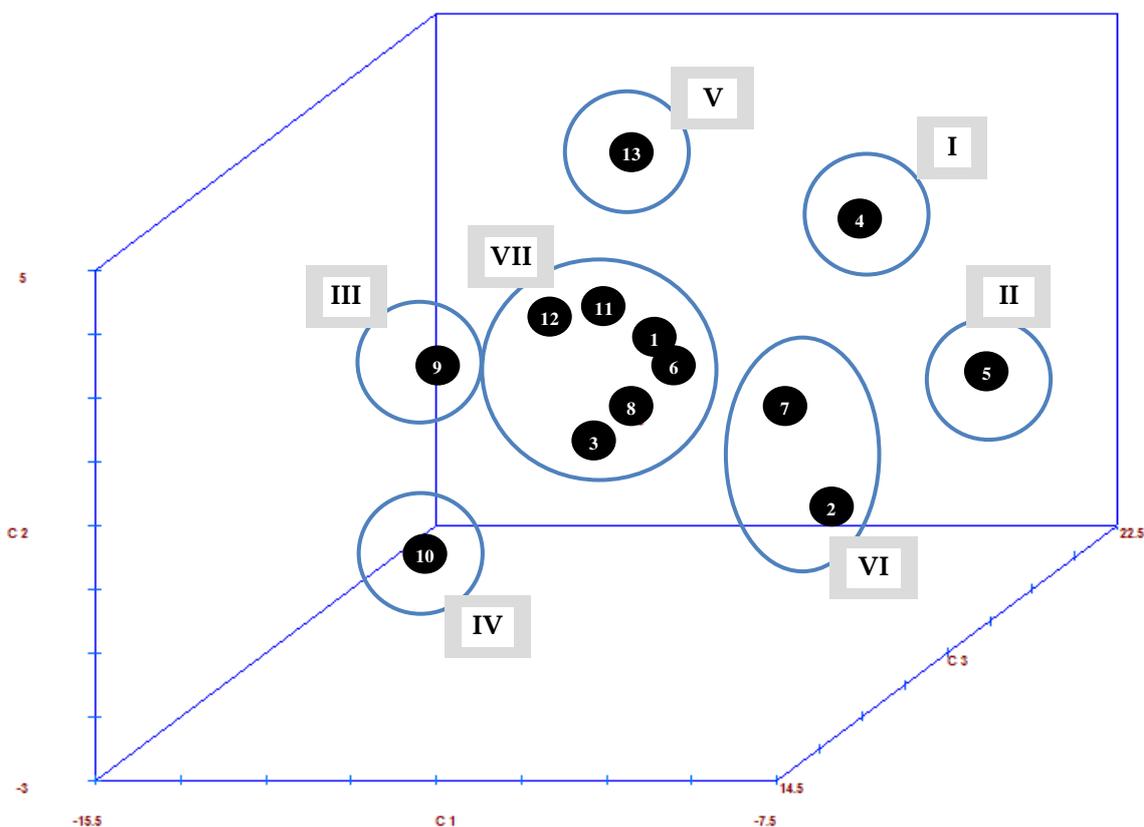
Isso ocorre, por exemplo, com a aplicação de fontes nitrogenadas que pode afetar as concentrações de Fe e P no tubérculo, enquanto fontes fosfatadas podem aumentar o N e Mg, mas interferir negativamente sobre as concentrações de Mn. Os fertilizantes potássicos podem aumentar a concentração de Mg no tubérculo, mas reduzir as quantidades de Ca e P. As concentrações dos nutrientes nos tubérculos de batata variam em função do manejo, sendo frequentemente observados maiores concentrações de P, K,

S, Mg, Fe, Mo e Cu em sistemas orgânicos de produção quando comparado com batatas cultivadas em sistemas convencionais (White *et al.*, 2009).

Nesse experimento, assim como em Asterix, a segregação dos resultados em maior número de grupos sinaliza que as concentrações de nutrientes nos tubérculos se dinamizaram em função da combinação das fontes e doses dos fertilizantes. Assim, foi observado que os grupos que apresentaram os maiores valores de P, K, S, Mg Fe e Cu apresentavam a composição exclusiva ou em mistura com o organomineral.

De maneira geral, todos os Grupos apresentaram os valores de nitrogênio, enxofre, cálcio, cobre, ferro, zinco e boro acima dos observados por Fernandes *et al.* (2011) e Soratto *et al.* (2011) para a cultivar Markies.

Figura 3 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Caracterização química dos tubérculos após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice F. Os números indicam os Tratamentos: **1= M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 11 - Caracterização química dos tubérculos da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	N	P	K	S	Ca	Mg					
								Cu	Fe	Mn	Zn	B
g kg ⁻¹								mg kg ⁻¹				
I	1	16,10	2,00	25,50	2,70	2,20	1,00	13,23	554,00	8,50	29,76	9,62
II	1	17,50	2,40	29,00	1,20	2,10	1,10	13,29	136,00	7,76	29,47	10,23
III	1	17,50	2,00	25,00	1,10	2,40	1,20	15,96	84,00	7,97	36,75	9,17
IV	1	16,10	2,00	24,00	1,20	2,20	1,20	14,41	76,00	7,66	34,19	32,30
V	1	23,80	2,10	26,00	1,10	2,40	1,10	14,69	115,00	9,72	32,40	8,43
VI	2	¹ 15,75±0,49	2,25±0,07	26,75±0,35	1,15±0,07	2,15±0,07	1,15±0,07	13,40±1,27	79,00±33,94	7,17±0,30	30,53±1,12	11,76±0,55
VII	6	18,08±1,56	1,97±0,16	25,33±0,26	1,13±0,08	2,22±0,12	1,13±0,10	13,99±1,61	62,33±11,50	8,22±0,71	32,20±1,22	10,44±1,56

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: M4; Grupo II: M5; Grupo III: M9; Grupo IV: M10; Grupo V: M13; Grupo VI: M2 e M7; Grupo VII: M1, M3, M6, M8, M11 e M12. **Tratamentos: M1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **M2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **M3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **M4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **M5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **M6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **M7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **M8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **M9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **M10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **M11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **M12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **M13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

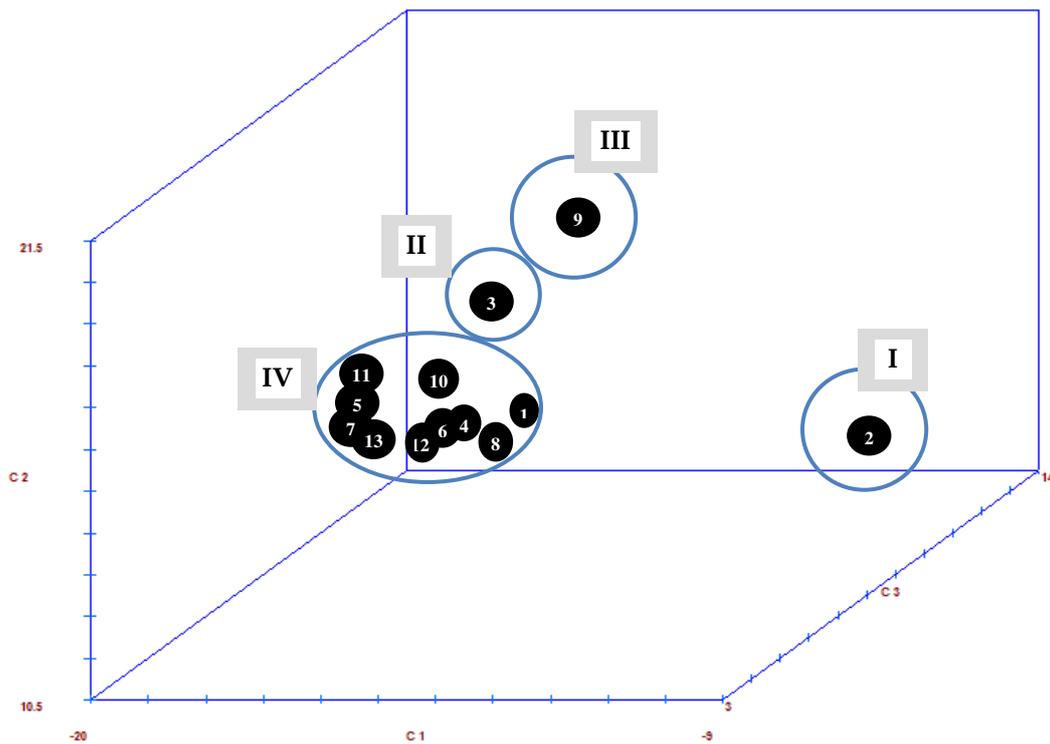
3.5 Exportação dos nutrientes nos tubérculos de batata

Quanto a quantidade de nutrientes exportados para cada tonelada de massa fresca de tubérculos produzida, observou-se a formação 4 grupos para a cultivar Asterix, em que os tratamentos A2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); A3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral) e A9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) foram alocados nos Grupos I, II e III, respectivamente (Figura 4, Tabela 12).

Os tubérculos de batata desses grupos obtiveram valores de potássio (exceto para o grupo I), cálcio, cobre, ferro, manganês e zinco com valores acima do mencionado para batata por Pauletti e Mota (2019). Para os demais nutrientes a exportação foi menor (Tabela 12).

No 4º Grupo estiveram reunidos os demais tratamentos, que juntos, apresentaram valores de exportação de cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco e boro, acima dos citados por Pauletti e Mota (2019), destacando-se numericamente os nutrientes magnésio, zinco e boro em relação aos demais grupos (Tabela 12).

Figura 4 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Exportação dos nutrientes da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice G. Os números indicam os Tratamentos: **1= A1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= A2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= A3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= A4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= A5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= A6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= A7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= A8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= A9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= A10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= A11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= A12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= A13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 12 - Exportação de nutrientes da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	N°	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		kg t ⁻¹							g t ⁻¹			
I	1	1,52	0,24	3,13	0,31	0,28	0,13	1,63	93,62	2,04	3,36	1,34
II	1	2,44	0,31	4,32	0,28	0,46	0,18	2,16	25,74	1,50	4,83	1,70
III	1	2,19	0,31	4,50	0,37	0,42	0,18	2,38	71,09	1,96	5,04	1,81
IV	10	¹ 2,47±0,40	0,30±0,04	3,86±0,23	0,19±0,02	0,38±0,02	0,21±0,03	2,13±0,18	11,55±1,79	1,20±0,18	5,00±0,30	1,85±0,25
PAULETTI et al. (2019)		2,90	0,50	4,30	0,40	0,10	0,20	0,90	14,00	0,80	2,40	1,90

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. N°: Número de tratamentos em cada grupo.²Grupo I: A2; Grupo II: A3; Grupo III: A9; IV: A1, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A12 e A13. **Tratamentos: A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min

Para a cultivar Markies, houve maior exportação de nitrogênio e potássio em relação ao verificado em Asterix. Observou-se no agrupamento gerado pela análise de componentes principais, a formação de seis grupos, sendo alocados no Grupo I, II, III, IV os tratamentos M2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); M10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral); M12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e M13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral), respectivamente (Figura 5, Tabela 13).

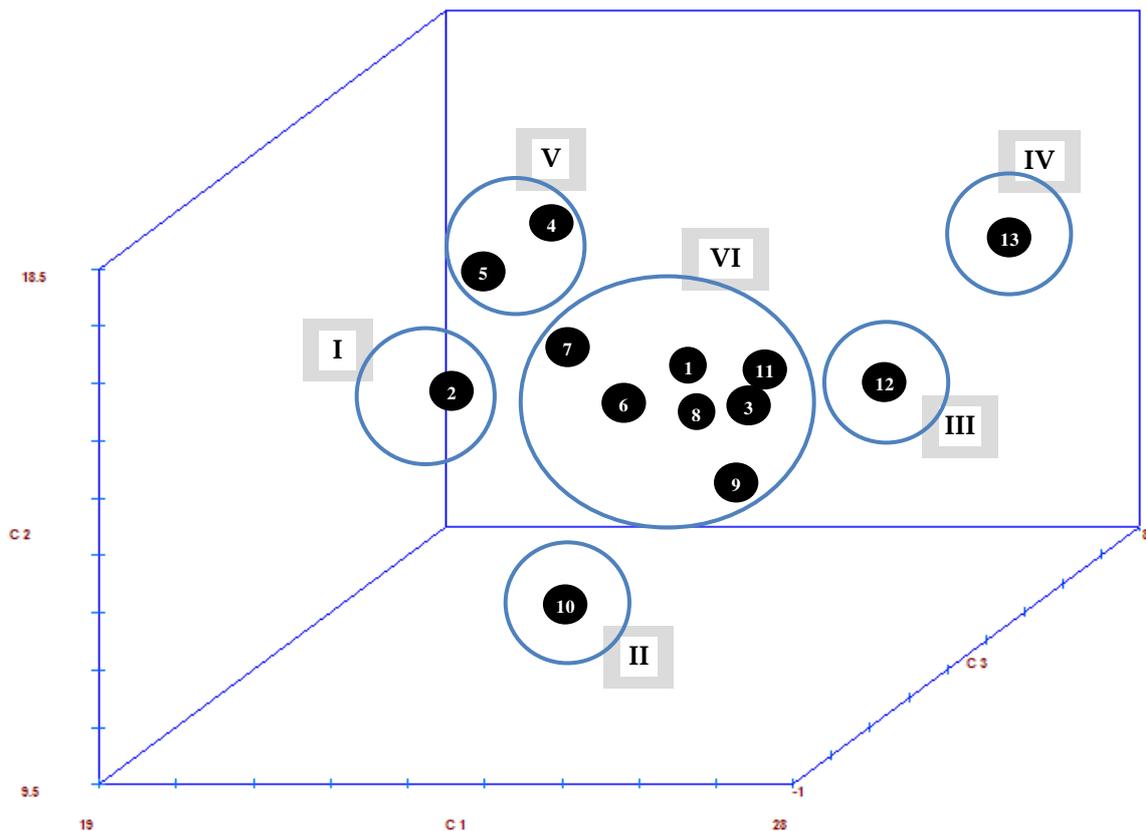
De maneira geral, nesses grupos houve exportações acima dos citados por Pauletti e Mota (2019) para de nitrogênio (exceto Grupo I), potássio, cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco e boro (exceto Grupo III e IV) (Figura 5 e Tabela 13).

No Grupo V ficaram alocados os tratamentos M4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral) e M5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) e no Grupo VI ficaram reunidos os demais tratamentos. Nesses dois grupos, os teores de nitrogênio, potássio, enxofre (exceto Grupo VI), cálcio, magnésio (exceto Grupo V), cobre, ferro, manganês, zinco e boro (exceto Grupo V) apresentaram valores de exportação acima dos citados por Pauletti e Mota (2019) (Figura 5 e Tabela 13).

Braun *et al.* (2011) comentam que o N e K são os nutrientes mais exportados pelos tubérculos, sendo determinante entender as variações nas quantidades de nutrientes exportadas para o estabelecimento de programas de adubação mais eficientes.

Neste experimento, o tratamento 2 (80% KCl organomineral + 80% MAP) foi menos eficiente na exportação de nitrogênio e potássio para a cultivar Asterix e menos eficiente na exportação de nitrogênio para Markies.

Figura 5 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Exportação de tubérculos após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice H. Os números indicam os Tratamentos: **1= M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7=M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8=M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9=M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13=M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 13 - Exportação de nutrientes da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		kg t ⁻¹							g t ⁻¹			
I	1	2,61	0,39	4,57	0,20	0,36	0,20	2,12	9,32	1,18	5,30	1,93
II	1	2,92	0,36	4,35	0,22	0,40	0,22	2,61	13,78	1,39	6,20	5,86
III	1	3,61	0,34	4,87	0,19	0,42	0,21	2,81	9,55	1,62	6,45	1,56
IV	1	4,54	0,40	4,96	0,21	0,46	0,21	2,80	21,93	1,85	6,18	1,61
V	2	12,97±0,08	0,39±0,02	4,81±0,02	0,35±0,22	0,38±0,05	0,19±0,00	2,35±0,20	63,44±57,70	1,45±0,22	5,25±0,49	1,76±0,08
VI	7	3,20±0,30	0,37±0,02	4,62±0,15	0,21±0,02	0,41±0,02	0,21±0,02	2,58±0,30	13,20±2,80	1,46±0,13	5,87±0,42	1,97±0,27
PAULETTI												
<i>et al. (2019)</i>												
		2,90	0,50	4,30	0,40	0,10	0,20	0,90	14,00	0,80	2,40	1,90

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: M2; Grupo II: M10; Grupo III: M12; IV: M13; Grupo V: M4 e M5; Grupo VI: M1, M3, M6, M7, M8, M9 e M11. **Tratamentos: M1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **M2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **M3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **M4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **M5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **M6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **M7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **M8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **M9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **M10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **M11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **M12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **M13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

3.6 Análise química foliar aos 48 dias após o plantio

Analisando o agrupamento gerado pela análise de componentes principais (Figura 6) para a composição química foliar da cultivar Asterix observou-se que as 13 combinações de adubações estudadas puderam ser divididas em 6 grupos, sendo que aqueles tratamentos alocados no mesmo grupo apresentaram valores de macro e micronutriente foliar mais próximos entre si. Para fins comparativos utilizou-se como base o intervalo de nutrientes sugerido por Martinez *et al.* (1999), que permanece atual de acordo com o intervalo de nutrientes sugerido por Pauletti e Mota (2019).

De maneira geral foi observado para nitrogênio, fósforo, cobre, manganês, zinco e boro, valores dentro da faixa recomendada por Martinez *et al.* (1999) para todos os grupos formados; enquanto cálcio, magnésio e ferro foram detectados com valores acima da faixa de recomendação. Os valores de potássio e enxofre estiveram abaixo do recomendado (Tabela 14).

Por outro lado, segundo os intervalos sugeridos por Pauletti e Mota (2019), os valores de potássio, cálcio e magnésio também seriam considerados como adequados ou acima do recomendado ($40-115 \text{ g kg}^{-1}$; $7,5-20 \text{ g kg}^{-1}$ e $3-12 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente), enquanto que Zn seria considerado acima da faixa ($20-60 \text{ mg kg}^{-1}$).

O Grupo I foi composto pelo tratamento A9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e o Grupo II pelo tratamento A10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral). Esses dois agrupamentos, em termos numéricos, obtiveram destaque para os teores de cálcio, magnésio e zinco, com valores próximos ou acima da faixa ideal estabelecida por Martinez *et al.* (1999) e Pauletti e Mota (2019) (Tabela 14; Figura 6).

No Grupo III foram alocados os tratamentos A1 (100% KCl organomineral + 100% MAP organomineral) e A8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral), sendo essas as combinações de fertilização que proporcionaram os maiores valores numéricos de potássio, enxofre e boro (Tabela 14; Figura 6).

O Grupo IV, composto pelos tratamentos A3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral) e A4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral), destacou-se quanto aos teores de K, S e B, além de Fe, o que demonstra que a aplicação de fonte organomineral com adequação (redução) de doses para fornecimento de potássio no plantio proporcionou bons níveis deste nutriente nas folhas (Tabela 14; Figura 6).

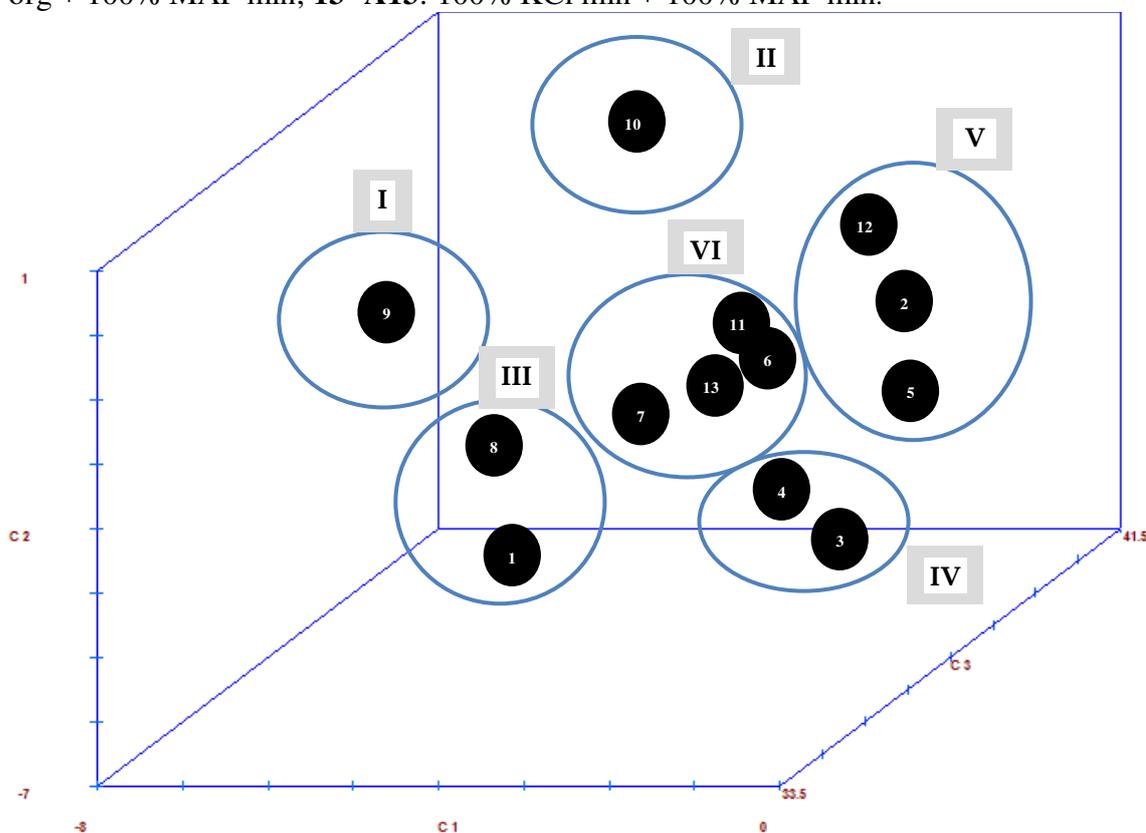
O Grupo V, composto por A2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); A5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) e A12 (35% KCl

organomineral + 100% MAP mineral), obteve maiores teores de N, P e Mn. Especificamente para o fornecimento de fósforo, a aplicação de fontes organominerais demonstrou-se tão eficiente quanto a fonte mineral.

No grupo VI foram alocados os tratamentos A6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral); A7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral); A11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e A13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral.), que se destacaram numericamente apenas para cobre.

Observa-se neste grupo, para esta cultivar, que mesmo a maior parte das combinações de fertilização contarem com a presença de fontes minerais com aplicações cheias, não se destacaram numericamente nos teores de nutrientes nas folhas.

Figura 6 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química foliar-Asterix. Dados originais no apêndice I. Os números indicam os Tratamentos: **1= A1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= A2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= A3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= A4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= A5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= A6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= A7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= A8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= A9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= A10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= A11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= A12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= A13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 14 - Teores de macro e micronutriente foliares da cultivar Asterix aos 48 dias após o plantio, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
I	1	47,60	3,10	46,00	1,00	20,50	13,50	14,69	104,00	148,36	58,15	27,77
II	1	53,20	3,60	45,50	1,00	21,90	13,00	15,67	190,00	164,43	67,82	28,37
III	2	149,70±0,99	3,00±0,14	47,50±0,71	1,20±0,14	12,65±1,34	7,60±1,27	13,81±1,54	143,00±53,74	129,36±1,43	59,52±4,24	31,05±1,48
IV	2	53,90±0,99	3,45±0,21	47,25±1,06	1,00±0,14	9,20±0,85	5,60±0,71	13,89±1,00	258,50±31,82	122,92±2,86	52,78±1,95	29,00±2,14
V	3	55,53±2,14	3,83±0,25	46,33±1,44	0,93±0,06	9,90±1,45	6,60±0,95	14,65±1,80	218,33±22,19	166,55±19,31	60,01±3,86	28,64±0,98
VI	4	51,45±2,39	3,55±0,19	45,88±1,38	1,05±0,06	11,30±1,07	6,78±0,59	15,20±1,32	184,75±52,58	157,20±16,15	57,67±2,80	28,85±2,25
<i>Martinez et al. (1999)</i>		45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>		40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: A9; Grupo II: A10; Grupo III: A1 e A8; Grupo IV: A3 e A4; Grupo V: A2, A5, A12; Grupo VI: A6, A7, A11 e A13. **Tratamentos: A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

De maneira geral, para a cultivar Markies, foram encontrados resultados semelhantes aos observados em Asterix: os teores de nitrogênio, fósforo, manganês e boro estiveram com valores próximos ou dentro da faixa recomendada por Martinez *et al.* (1999) e Pauletti e Mota (2019) para os grupos formados. Enquanto enxofre esteve abaixo dos intervalos recomendados; cobre e ferro foram encontrados com valores superiores aos citados pelos mesmos autores (Tabela 15). Durante o cultivo da batata, frequentemente são aplicados fungicidas cúpricos que são ricos em cobre, o que pode justificar o seu alto teor nas folhas nesta cultivar.

Segundo Martinez *et al.* (1999), os teores de potássio estiveram abaixo do recomendado (93 a 115 g k⁻¹); cálcio e magnésio com teores acima do recomendado (7,6-10 g k⁻¹ e 1-1,2 g k⁻¹, respectivamente) e zinco com valores dentro do intervalo considerado adequado de 45 a 250 g k⁻¹.

Entretanto, os níveis de K, Ca e Mg estariam dentro dos limites de teores considerados como adequados por Pauletti e Mota (2019), enquanto o Zn estaria com níveis acima do recomendado para a batata.

Tanto para a cultivar Asterix quanto para a Markies, os níveis de nutrientes nas folhas podem estar relacionados aos altos níveis desses elementos no solo, visto que, as quantidades de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e os micronutrientes (com exceção do Mn) estavam em níveis entre médio a alto, mesmo após a colheita. Nesse mesmo sentido, os baixos níveis de S nas folhas sinalizam que as quantidades ofertadas neste ciclo de cultivo não foram fornecidas adequadamente para a cultura (conforme está detalhado nas Tabelas 16 e 17).

Fernandes *et al.* (2011) estudando os teores foliares de cultivares de batata, também observaram baixos valores de enxofre nas folhas e atribuiu esse resultado a alta disponibilidade de fósforo no solo. Devido o P ser um ânion, pode interferir na absorção de sulfato pelas plantas. Provavelmente o que pode ter ocorrido neste experimento, visto as altas dosagem de fósforo praticada nesta área.

Outro aspecto importante que também é ressaltado por Fernandes *et al.* (2011), e que justifica esses resultados é o fato que tem se tornado cada vez mais comum o uso de fontes muito concentradas e que, conseqüentemente, acabam sendo pobres em nutrientes como o enxofre, sendo que em muitas regiões tal elemento não chega a ser considerado no manejo da adubação.

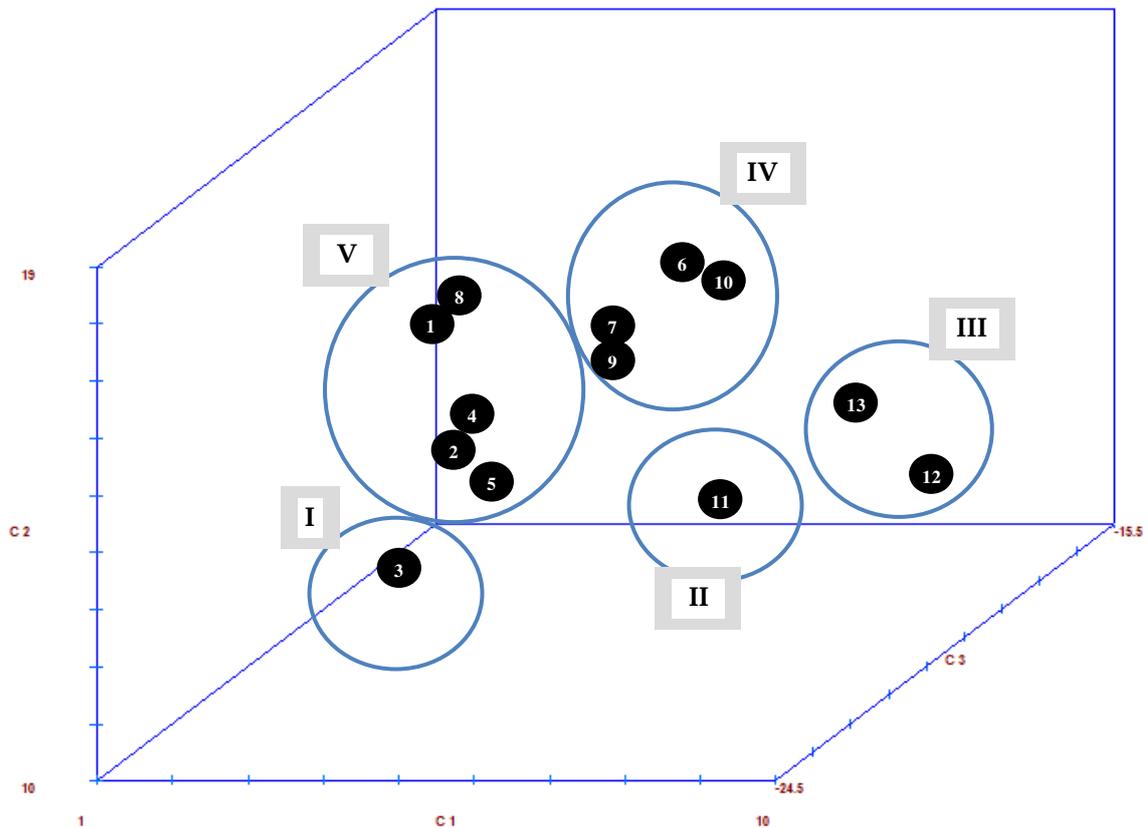
No Grupo I ficou alocado o tratamento M3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral). No Grupo II o tratamento M11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Figura 7, Tabela 15).

No Grupo III foram alocados os tratamentos M12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e M13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral). Neste grupo, diferente da resposta da cultivar Asterix quando se aplicou doses cheias do mineral, destacaram-se os teores de fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, cobre, manganês e zinco (Figura 7, Tabela 15).

O Grupo IV foi composto pelos tratamentos M6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral); M7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral); M9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e M10 (80% KCl organomineral+ 100% MAP mineral), que juntos, obtiveram os maiores valores de potássio, magnésio e ferro foliar em relação aos demais grupos (Figura 7, Tabela 15).

No Grupo V foram alocados os tratamentos M1 (100% KCl organomineral + 100% MAP organomineral); M2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); M4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral); M5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) e M8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral), que juntos se destacaram numericamente em nitrogênio e boro em relação aos outros grupos formados (Figura 7, Tabela 15).

Figura 7 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química foliar-Markies. Dados originais no apêndice J. Os números indicam os Tratamentos: **1=M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2=M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3=M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4=M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5=M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6=M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7=M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8=M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9=M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10=M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11=M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12=M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13=M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 15 - Teores de macro e micronutrientes foliares da cultivar Markies aos 48 dias após o plantio, considerando a dispersão gráfica da análise componentes principais.

² Grupo	N°	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
I	1	43,40	3,10	47,00	0,80	12,20	5,80	22,40	211,00	169,84	71,48	28,67
II	1	42,00	2,80	46,50	1,50	13,70	8,20	23,11	254,00	189,40	75,84	24,76
III	2	¹ 43,75±1,48	2,80±0,42	45,75±1,06	1,70±0,28	16,85±0,35	9,60±0,28	23,14±0,74	324,50±9,19	197,87±9,48	78,80±6,06	24,63±1,14
IV	4	54,07±4,33	2,43±0,17	47,13±1,11	1,18±0,17	14,67±1,23	9,53±0,52	22,42±1,40	310,50±55,45	163,08±8,44	69,40±3,01	25,78±0,95
V	5	55,02±4,55	2,78±0,30	46,90±1,29	0,96±0,17	13,18±1,57	8,02±1,18	21,25±0,79	247,00±51,09	152,43±23,81	67,86±2,91	28,12±1,20
<i>Martinez et al. (1999)</i>		45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>		40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. N°: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: M3; Grupo II: M11; Grupo III: M12 e M13; Grupo IV: M6, M7, M9 e M10; Grupo V: M1, M2, M4, M5 e M8. **Tratamentos: M1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **M2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **M3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **M4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **M5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **M6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **M7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **M8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **M9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **M10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **M11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **M12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **M13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

3.7 Análise química do solo após a colheita

Quanto as características químicas do solo após a colheita da cultivar Asterix, de maneira geral, com exceção dos níveis de cobre e manganês, todos os tratamentos apresentaram bons níveis de macro e micro nutrientes, além de pH bom, baixa a média acidez potencial, ausência de saturação por alumínio, níveis médios de matéria orgânica e níveis bons de soma de base, capacidade de troca de cátions e de saturação por base (Ribeiro *et al.*, 1999), sendo possível dividir a resposta dos tratamentos em 5 grupos distintos.

A aplicação de recomendação com 100% organomineral (A1: 100% KCl organomineral + 100% MAP orgorganomiral) foi alocada isoladamente no Grupo I enquanto o Grupo II foi constituído pela recomendação Padrão de adubação de plantio (A13: 100% KCl min + 100% MAP min). As fontes organominerais destacaram-se principalmente na disponibilidade de fósforo, enxofre, cálcio, ferro e manganês, enquanto que a adubação Padrão levou à maiores teores de potássio no solo após a colheita (Figura 8, Tabela 16).

Devido ao baixo aproveitamento do P pelas plantas, este nutriente tem sido fornecido em quantidades elevadas no plantio. Apesar de existirem várias formas de fósforo no solo, a maioria não está prontamente disponível em função de mecanismos de adsorção, ligações eletrostáticas ou covalentes, precipitação e formação de compostos insolúveis. Entretanto, na presença de uma matriz orgânica, consegue-se o melhor aproveitamento desse fósforo, uma vez que o contato direto com os fatores de fixação é minimizado. Além disso, os ácidos orgânicos presentes na matéria orgânica conseguem extrair esse fósforo tornando o nutriente disponível para ser absorvido pelas plantas (Novais; Smyth, 1999).

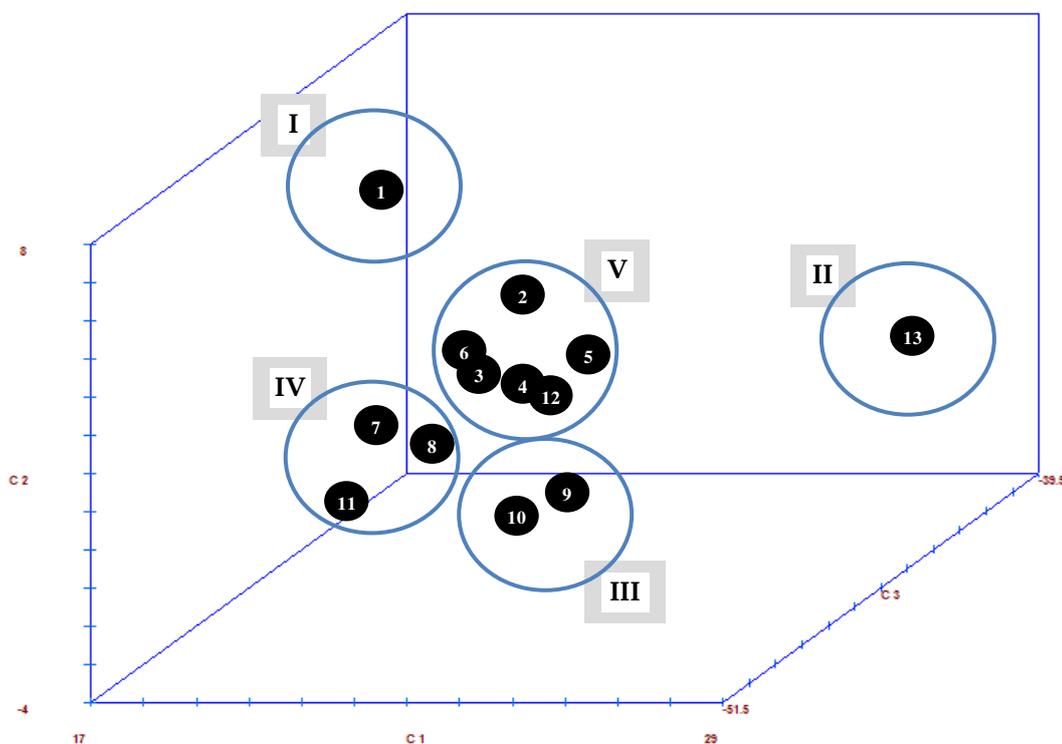
O Grupo III foi composto pelos tratamentos A9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e A10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral) que também se destacaram numericamente quanto ao teor de potássio no solo após a colheita, evidenciando resultados positivos na disponibilidade desse macronutriente, mesmo com redução de dose em 20% (Figura 8, Tabela 16).

Os tratamentos A7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral), A8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral) e A11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) foram alocados no Grupo IV e destacaram-se também na disponibilidade de fósforo, magnésio, boro, cobre, manganês e zinco (Figura 8 e Tabela 10). Observa-se que,

mesmo em reduções bruscas no fornecimento de fósforo com organomineral foi possível alcançar bons níveis de fósforo no solo após a retirada da cultura.

O grupo V foi composto pelos tratamentos A2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); A3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral); A4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral); A5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral); A6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral) e A12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral). O grupo V e I apresentaram os maiores valores de matéria orgânica no solo (Figura 8 e Tabela 16).

Figura 8 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química do solo após a colheita da cultivar Asterix. Dados originais no apêndice K. Os números indicam os Tratamentos: **1= A1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= A2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= A3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= A4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= A5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= A6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= A7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= A8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= A9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= A10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= A11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= A12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= A13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 16 - Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Asterix, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	pH	pH	P me ^h - ¹	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
		H ₂ O	CaCl ₂									
I	1	5,60	5,00	138,00	142,00	15,00	0,36	4,70	1,35	0,00	2,60	3,95
II	1	6,10	5,50	64,40	186,00	8,00	0,48	4,60	1,37	0,00	2,90	3,71
III	2	¹ 6,05±0,07	5,45±0,07	64,55±1,63	140,00±8,49	10,00±0,00	0,36±0,02	4,25±0,07	1,31±0,04	0,00±0,00	2,30±0,28	3,52±0,17
IV	3	5,97±0,06	5,37±0,06	78,73±17,56	134,00±14,00	11,00±0,00	0,34±0,04	4,27±0,25	1,23±0,16	0,00±0,00	2,30±0,17	3,48±0,30
V	6	5,90±0,06	5,30±0,06	79,03±13,70	139,33±6,53	10,50±1,22	0,36±0,02	4,43±0,22	1,28±0,09	0,00±0,00	2,55±0,05	3,73±0,23
² Grupo	Nº			B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	M
				mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%						
I	1			1,47	1,10	41,00	1,50	6,80	6,41	9,01	71,10	0,00
II	1			0,85	0,80	29,00	0,70	5,10	6,45	9,35	69,00	0,00
III	2			¹ 1,52±0,01	1,00±0,00	29,50±0,71	0,90±0,00	5,70±0,14	5,91±0,08	8,21±0,37	72,05±2,19	0,00±0,00
IV	3			1,67±0,35	1,17±0,06	37,67±2,89	1,37±0,12	7,47±0,12	5,84±0,40	8,14±0,56	71,73±0,76	0,00±0,00
V	6			1,25±0,24	1,05±0,08	36,67±1,75	1,22±0,21	6,37±0,86	6,07±0,30	8,62±0,29	70,37±1,19	0,00±0,00

P, K= (HCL 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7,5); SB= Soma de Bases; T= CTC a pH 7,0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA,1997), MO = Método Colorimétrico. B = (BaCl₂.2H₂O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7,3).

¹Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo.

²Grupo I: A1; Grupo II: A13; Grupo III: A9 e A10; Grupo IV: A7, A8 e A11; Grupo V: A2, A3, A4, A5, A6 e A12. **Tratamentos:** **A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

Assim como na área cultivada com Asterix observou-se que após a colheita da cultivar Markies o solo encontrou-se com bons níveis de macro e micronutrientes, com exceção do cobre e manganês que estiveram abaixo do limiar considerado adequado no solo (Ribeiro *et al.*, 1999).

Também foi observado pH de bom a alto, média acidez potencial, ausência de saturação por alumínio, níveis médios de matéria orgânica e níveis bons de soma de base, capacidade de troca de cátions e de saturação por base (Ribeiro *et al.*, 1999).

Os tratamentos M1 (100% KCl organomineral + 100% MAP organomineral); M4 (35% KCl organomineral + 35% MAP organomineral); M7 (100% KCl mineral + 55% MAP organomineral) e M11 (55% KCl organomineral + 100% MAP mineral) apresentaram resultados com menor semelhança ente si quanto as características do solo pós-colheita, e por isso alocados isoladamente nos Grupos I, II, III e IV, respectivamente (Figura 9).

Dentre esses, a aplicação de 55% de KCl organomineral juntamente com 100% MAP mineral (M11- Grupo IV) destacou-se numericamente quanto a disponibilidade de fósforo, potássio, enxofre, cobre e manganês (Figura 9, Tabela 17).

O grupo V foi composto pelos tratamentos M5 (100% KCl mineral + 100% MAP organomineral) e M13 (100% KCl mineral + 100% MAP mineral), destacando-se os teores de cálcio, magnésio e zinco, além dos maiores valores em matéria orgânica e saturação por bases.

No grupo VI foram alocados os tratamentos M2 (80% KCl organomineral + 80% MAP organomineral); M9 (100% KCl organomineral + 100% MAP mineral) e M10 (80% KCl organomineral + 100% MAP mineral) (Figura 9, Tabela 17).

Os tratamentos M3 (55% KCl organomineral + 55% MAP organomineral); M6 (100% KCl mineral + 80% MAP organomineral); M8 (100% KCl mineral + 35% MAP organomineral) e M12 (35% KCl organomineral + 100% MAP mineral) compuseram o Grupo VII que se destacou na quantidade de Fe em relação aos demais grupos.

Observou-se que a aplicação de fertilizante organomineral (de forma exclusiva e em mistura com fontes minerais), de maneira geral, demonstrou deixar bons teores de nutrientes no solo após a colheita, mesmo em dosagens menores.

Devido as características de proteção dos nutrientes pela fração orgânica, também atribuí-se ao organimineral o potencial de efeito residual. É possível que, devido a propriedade de liberação lenta dos nutrientes, a aplicação do organomineral pudesse disponibilizar ainda mais nutrientes após o período de colheita, podendo ser aproveitado

pelos cultivos seguintes, ou ainda diminuir a dose de recomendação para a próxima cultura.

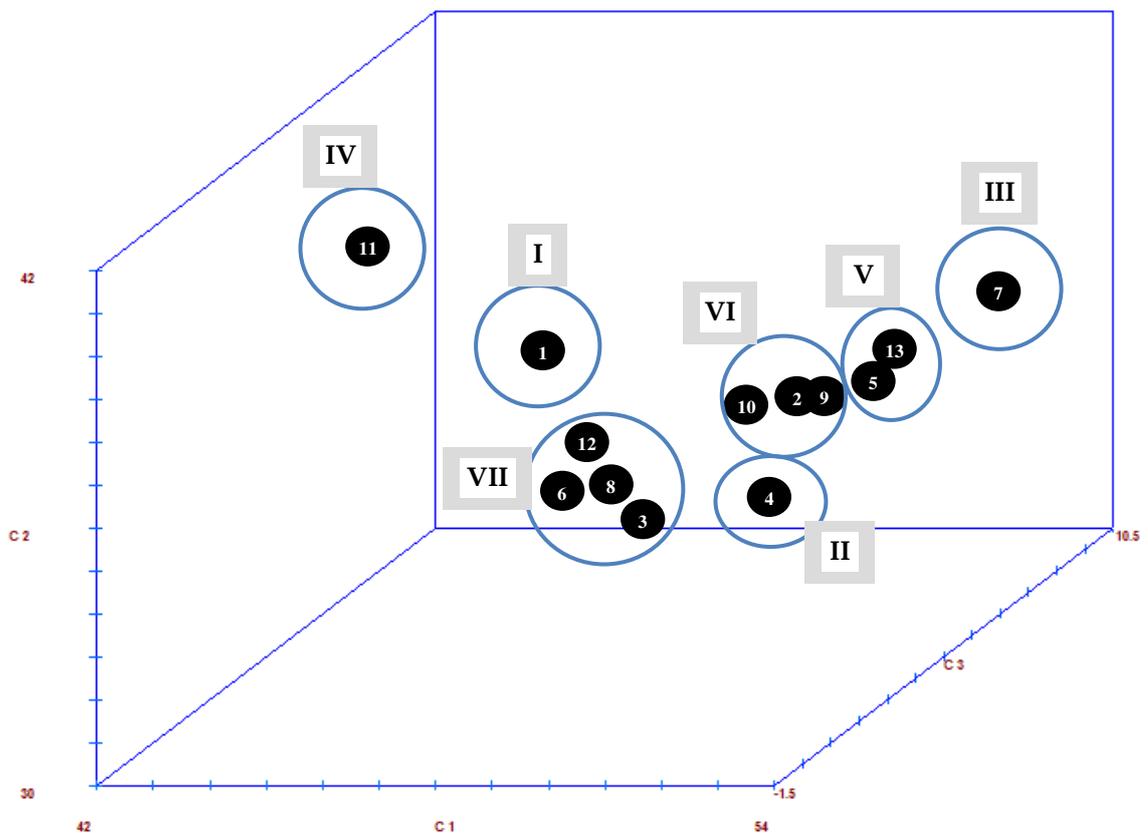
Viera *et al.* (2020) avaliando a concentração residual da aplicação de diferentes níveis de fósforo por meio de um fertilizante organomineral em cultivo de repolho e alface em sucessão (em um latossolo) observaram que a concentração de P aumentou com as maiores doses do organomineral nos dois ciclos avaliados.

Fernandes *et al.* (2020) avaliando o uso de fertilizantes fosfatados organominerais na produção, qualidade e crescimento pós-colheita da alface, e seu efeito residual na cultura do milho plantado em sucessão, observaram efeitos positivos na produção das duas culturas.

Por outro lado, Costa *et al.* (2011) observaram maior rendimento de milho na safra de verão com a aplicação de fontes minerais em relação à adubação orgânica e organomineral. Entretanto, a produção do milho safrinha semeado na sequência foi semelhante entre os fertilizantes sinalizando um possível efeito residual dos adubos orgânicos e organominerais.

Inhaquitti (2019) avaliando o efeito residual de adubação com fertilizante organomineral à base de torta de filtro e biossólido em comparação adubação mineral em *Urochloa brizantha* cv. Marandu verificou que o uso do fertilizante organomineral à base de biossólido promoveu maior número de perfilho, independente da dose utilizada em comparação ao mineral.

Figura 9 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos dos Componentes Principais (C1, C2 e C3). Análise química do solo após a colheita da cultivar Markies. Dados originais no apêndice L. Os números indicam os Tratamentos: **1= M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **2= M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **3= M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **4= M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **5= M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **6= M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **7= M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **8= M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **9= M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **10= M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **11= M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **12= M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **13= M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.



Fonte: a autora (2021).

Tabela 17 - Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Markies, considerando a dispersão gráfica da análise de componentes principais.

² Grupo	Nº	pH	pH	P me ^h ⁻¹	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
		H ₂ O	CaCl ₂									
I	1	6,00	5,40	141,70	184,00	10,00	0,47	4,10	1,29	0,00	2,60	3,51
II	1	6,10	5,50	86,10	116,00	8,00	0,30	4,20	1,29	0,00	2,80	3,58
III	1	6,30	5,70	81,10	140,00	6,00	0,36	4,80	1,45	0,00	3,10	3,67
IV	1	5,90	5,30	312,10	226,00	15,00	0,58	3,90	1,15	0,00	2,80	3,26
V	2	¹ 6,20±0,00	5,60±0,00	73,70±2,12	128,00±8,49	9,00±2,83	0,33±0,02	4,80±0,14	1,45±0,03	0,00±0,00	2,70±0,28	3,62±0,16
VI	3	6,17±0,06	5,57±0,06	71,70±14,24	136,67±6,11	8,67±2,08	0,35±0,02	4,33±0,15	1,35±0,07	0,00±0,00	2,70±0,17	3,47±0,04
VII	4	6,00±0,00	5,40±0,00	104,50±34,31	131,50±5,51	9,50±2,52	0,34±0,01	4,08±0,19	1,22±0,06	0,00±0,00	2,73±0,15	3,60±0,16
² Grupo	Nº	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m		
				mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³	%				
I	1	0,87	1,10	37,00	1,20	6,20	5,86	8,46	69,30	0,00		
II	1	1,46	1,00	32,00	0,90	6,30	5,79	8,59	67,40	0,00		
III	1	1,08	1,10	31,00	0,90	6,00	6,61	9,71	68,10	0,00		
IV	1	0,87	1,30	38,00	1,20	5,80	5,63	8,43	66,80	0,00		
V	2	¹ 1,23±0,15	1,05±0,07	33,00±1,41	0,95±0,07	6,40±0,57	6,58±0,15	9,28±0,13	70,95±2,62	0,00±0,00		
VI	3	1,08±0,24	1,07±0,15	34,33±1,53	0,87±0,06	5,60±0,90	6,03±0,20	8,73±0,21	69,03±1,72	0,00±0,00		
VII	4	1,17±0,12	1,10±0,08	37,75±1,89	1,00±0,12	6,03±0,28	5,63±0,23	8,35±0,16	67,33±2,01	0,00±0,00		

P, K= (HCL 0.05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0.0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7.5); SB= Soma de Bases; T= CTC a pH 7.0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA,1997), MO = Método Colorimétrico. B = (BaCl₂.2H₂O 0.0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L⁻¹ + TEA 0.1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹ a pH 7.3). ¹ Para os grupos compostos por mais de um tratamento, o desvio padrão foi medido e aparece após as médias. Nº: Número de tratamentos em cada grupo. ²Grupo I: M1; Grupo II: M4; Grupo III: M7; Grupo IV: M11; Grupo V: M5 e M13; Grupo VI: M2, M9 e M10. Grupo VII: M3, M6, M8 e M12. **Tratamentos: M1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **M2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **M3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **M4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **M5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **M6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **M7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **M8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **M9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **M11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **M12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **M13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

4 CONCLUSÕES

As diferentes combinações de adubação de plantio proporcionaram Índices Spad semelhantes entre si ao longo do desenvolvimento das duas cultivares.

Para Asterix, as combinações de 100 e 35% da recomendação de K_2O e P_2O_5 com fontes exclusivamente organominerais (A1 e A4); a aplicação de 100% de K_2O com fonte mineral associado com 55% de P_2O_5 organomineral (A7) e as aplicações de K_2O organomineral nas doses de 100, 80 e 55% associadas a recomendação total de P_2O_5 com MAP mineral (A9 a A11) resultaram em maiores Produtividades Totais e batatas Especiais, sendo iguais a obtida com a recomendação de plantio com fontes exclusivamente minerais (A13).

Para Markies, todas as combinações de adubação de plantio proporcionaram produtividade igual a adubação convencional.

Para as características físico-químicas em Asterix, as aplicações de 100% da dose de K_2O com mineral juntamente com a redução de 20% de P_2O_5 com organomineral (A6); doses mais reduzidas de K_2O e P_2O_5 com fontes organominerais (A4) e 100% de KCl mineral juntamente com 35% de MAP organomineral (A8) apresentaram melhores resultados de pH, acidez de polpa e cinzas.

A adubação de recomendação com organominerais (A1) proporcionou maior quantidade de proteína no tubérculo Asterix. Todas as combinações de adubação levaram a baixas concentrações de glicose. Não houve diferenças na massa seca em função das adubações de plantio, apresentando em média teores de 23,68%.

Em Markies, os valores de pH, massa seca e proteínas da polpa foram semelhantes para todas as adubações aplicadas. Os melhores resultados para acidez de polpa e concentração de glicose foram com as combinações: doses reduzidas de K_2O e P_2O_5 com fonte organomineral (M4); 100% da recomendação de K_2O com mineral e doses reduzidas de P_2O_5 com fonte organomineral (M6, M7, M8); redução das doses de K_2O com fonte organomineral associada com 100% de P_2O_5 mineral (M10, M11 e M12) e 100% das doses de K_2O e P_2O_5 com mineral (M13).

Os resultados de nutrientes nos tubérculos foram segregados em vários grupos nas duas cultivares, sinalizando que as concentrações de nutrientes se dinamizaram em função das combinações das fontes e doses dos fertilizantes. A cultivar Markies exportou mais nitrogênio e potássio que a cultivar Asterix.

Nas folhas, para as duas cultivares, todas as combinações resultaram em níveis adequados ou acima do recomendado para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês, zinco e boro.

A aplicação de fertilizante organomineral (de forma exclusiva e em mistura com fontes minerais), de maneira geral, demonstrou deixar bons teores de nutrientes no solo após a colheita, mesmo em doses reduzidas.

Assim, em função dos resultados deste experimento, a aplicação a partir de 35% da dose de K_2O e P_2O_5 com organomineral (00-00-30 e 05-25-00) pode ser recomendada na adubação de plantio das cultivares Asterix e Markies. O que significa garantir bons rendimentos associados aos benefícios que matriz orgânica do fertilizante pode proporcionar nas propriedades do solo.

REFERÊNCIAS

- ABBA. Associação Brasileira da Batata. Ágata. Itapetinga, [201-?]. Portal: Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/variedades/agata/>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- AGUILAR, A. S.; CARDOSO, A. F.; LIMA, L. C.; LUZ, J. M. Q.; RODRIGUES, T.; LANA, R. M. Q. Influence of organomineral fertilization in the development of the potato crop cv. Cupid. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 35, n. 1, p. 199-210, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n1a2019-41740>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/41740/25406>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- ALENAZI, M.; WAHB-ALLAH, MA; ABDEL-RAZZAK, HS; IBRAHIM, AA; ALSADON, A. Regimes hídricos e aplicação de ácidos húmicos influenciam o crescimento, produtividade, qualidade do tubérculo e eficiência do uso da água da batata. **American Journal of Potato Research**, Livonia, v. 93, p. 463-473, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-016-9523-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-016-9523-7>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- ARAÚJO, T. H.; PÁDUA, J. G.; SPOTO, M. H. F.; ORTIZ, V. D. G.; MARGOSSIAN, P. L.; DIAS, C. T. S.; MELO, P. C. T. Productivity and quality of potato cultivars for processing as shoestrings and chips. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 34, p. 554-560, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160415>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/GkqcvNxwyVX3vxNtbdxmS5N/?lang=en>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- BENITES, V. N.; 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: FERTBIO, 2010, Guarapari, **Anais [...]** Guarapari: [s.n.], 2010, 4 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98406/1/Producao-de-fertilizantespdf.pdf>. Acesso em 7 nov. 2020.
- BEZERRA, E.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, P. A. R.; GUIRELLI, J. E.; ARIMURA, N. T.; Adubação com organomineral Vitan na produção de batata. **Batata Show. A revista da batata**. Holambra: ABBA, n. 13, p. 40-41, 2007.
- BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; BUSATO, C.; CECON, R. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, Minas Gerais, v. 70, n. 1, p. 50-57, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/9PDQxmCP7HspcGjD6NS4zww/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- CECCHI, H., M. (ed.). **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2.ed. Campinas, São Paulo: UNICAMP, 2003. 207p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788526814721>. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/65bdz>. Acesso em: 8 jun. 2024.

COSTA, M. S. S.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. de M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v. 15, n. 8, p. 810-815, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000800007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/LYBCz5DxDtmLjPNmnrJBhbg/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2024.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997, 212 p.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Como plantar batata. Distúrbios fisiológicos e danos mecânicos**. Sistemas de Produção, 8. ISSN 1678-880X Versão Eletrônica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/disturbios-fisiologicos>. Acesso em: 22 mar. 2021.

EUROPOTATO. **The European Cultivated Potato Database**. Disponível em: <https://www.europotato.org/>. Acesso em: 05 abr. 2019.

EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I.; FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. Qualidade nutricional e esverdeamento pós colheita de tubérculos de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 46, n. 8, p. 953-960, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/mTdqDNrrTT4tfWfhH7HCBZM/?lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2024.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M. NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 28, p. 299-304, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Q7VKQM8V99W6gZkgCFtSntS/?lang=pt>. Acesso em: 22 mar. 2021.

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**, Viçosa, Minas Gerais, v. 35, p. 2039-2056, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/WSpBSbZwW3Gdz486s4Mm7yk/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2024.

FERNANDES, P. H.; PORTO, D. W.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H.; MACHADO, C. M. M. Uso de fertilizantes organominerais fosfatados no cultivo da alface e de milho em sucessão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, Paraná, v. 6, n. 6, p. 37907-37922, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n6-365. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11735/9829>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In*: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FREITAS, S. T.; BISOGNIN, D. A.; GÓMEZ, A. C. S.; SAUTTER, C. K.; COSTA, L. C.; RAMPELOTTO, M. V. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n. 1, p. 80-85, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000100012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/5hPcYwThxznDYRVFXgSwwfK/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2024.

IBM Corp. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 22,0. Armonk, K.Y.: IBM Corp, 2013.

ICROP. Dados meteorológicos. Disponível em: www.icrop.com.br. Acesso em 07 jun. 2021.

INHAQUITTI, A. V.S. **Efeito residual de adubação com fertilizante organomineral em Urochloa brizantha cv. Marandu**. 2019. (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; DVORÁK, P.; ORSÁK, M. The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. **Plant Soil and Environment**, v. 51, p. 43-438, 2005. DOI: <https://doi.org/10.17221/3614-PSE>. Disponível em: https://pse.agriculturejournals.cz/artkey/pse-200510-0001_the-effect-of-selected-factors-on-the-content-of-protein-and-nitrates-in-potato-tubers.php. Acesso em: 8 jun. 2024.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

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

MARTINS, J. D. L. **Nutrição mineral e produtividade da cultura da batata em função da aplicação de substância húmica e adubação fosfatada**. 2017. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu. Botucatu, 2017.

- MARTINS, J. D. L.; SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M. Potato yield and phosphorus nutrition using humic substances in two soil textures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, Distrito Federal, v. 55, e01703, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01703>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/BGNzLkYnMHFmxtPyktrRdtv/?lang=en>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60147a030>. Acesso em: 8 jun. 2024.
- MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radiometric Instruments Division, 1989. 22 p.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. (eds.). **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.
- OLIVEIRA JUNIOR, A. B.; LUZ, J. M. Q.; PINTO, V. H.; BORGES, M.; SILVA, A. S.; CARDOSO, R. R. Influência da aplicação de fertilizantes organominerais na produção da batata, cv. Cupido. **Horticultura Brasileira**, Recife, Pernambuco, v. 27, n. 2, S2463-S2466. (Suplemento - CD Rom), 2009. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_3/A2075_T3343_Comp.pdf. Acesso em: 04 dez. 2020.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade brasileira de Ciência do solo (NEPAR-SCS), 2019. 289 p.
- PEREIRA, P. C. M. **Mercado de fertilizantes–Brasil**. Simpósio Sindiadubos, 2018. Disponível em: http://www.sindiadubos.org.br/wp-content/themes/sindiadubos/_assets/files/simpocio/2019/PAULO_CESAR_PEREIRA.pdf. Acesso em: 17 out. 2019.
- RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos Fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.
- SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: II- Micronutrientes. **Revista Brasileira de ciência do solo**. Viçosa, Minas Gerais, v. 35, p. 2057-2071, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600021>. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ZN88sX7J9J4mjYccDksSkZJ/?lang=pt_. Acesso em: 05 dez. 2020.

SOUZA E. de F. C. **Fontes e manejo de nitrogênio da cultura da batata em solos arenosos**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, 2014.

STARK, J. C.; OLSEN, N.; KLEINKOPF, G.E.; LOVE, S.L. Tuber quality. *In*: STARK, J. C.; LOVE, S. L. (eds.). **Potato production systems**. Aberdeen: University of Idaho, 2003, p. 329-343.

VENDRUSCOLO, J. L. S.; ZORDELLA, C. A. **Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): Fritura**. Pelotas, Rio Grande do Sul: Embrapa Clima Temperado, Documentos 104, 2002. 15 p. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/documento_104_000gvpkxukr02wx7ha0g934vgzt81qdk.pdf. Acesso em: 05 dez. 2020.

VIEIRA, D. M. S.; CAMARGO, R.; TORRES, J. L. R.; SILVA, A. A.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, F. J. Growing vegetables in succession in different soils and doses of phosphorus in an organomineral fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, v. 24, n. 12, p. 806-813, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p806-813>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/RyBvrs9Tqdy9R7zL9ssmTdb/?lang=en>. Acesso em: 8 jun. 2024.

WHITE, P.J.; BRADSHAW, J.E.; DALE, M.F.B.; RAMSAY, G.; HAMMOND, J.P.; BROADLEY, M.R. Relationships between yield and mineral concentrations in potato tubers. **Horticultural Science**, v. 44, p. 6-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.6>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/1/article-p6.xml>. Acesso em: 15 dez. 2020.

ZEBARTH, B. J.; TARN, T. R.; JONG, H.; MURPHY, A. Nitrogen use efficiency characteristics of andígena and diploid potato selections. **American Journal of Potato Research**, Livonia, v. 85, p. 210-218, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12230-008-9014-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-008-9014-6>. Acesso em: out. 2020.

ZENEON, O; PASCUET, N. S; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

APÊNDICES

CAPÍTULO 2

Apêndice A - Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Ágata. Dados originais.

Tratamentos % de adubação	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Ágata											
Padrão (100)	35,0	1,8	37	1,4	20	3,8	41	491	112	21	23
Org. 100	37,8	2,0	42,5	1,4	28,0	4,7	40	493	111	25	22
Org. 80	37,8	2,2	42,5	2,2	29	5,3	30	438	136	26	20
Org. 60	37,1	2,3	37,0	2,22	29,0	5,1	34	472	90	23	22
Org. 40	41,3	2,2	40,0	4,3	24,0	5,2	25	197	100	24	22
<i>Martinez et al. (1999)</i>	45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>	40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

Org= Organomineral

Apêndice B - Teores foliares aos 51 dias após o plantio da cultivar Atlantic. Dados Originais.

Tratamentos % de adubação	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Atlantic											
Padrão (100)	42,0	0,8	47,0	1,4	21,0	4,0	109	486	185	73	31
Org. 100	39,2	2,0	43,5	1,5	27,0	3,6	263	1008	239	129	28
Org. 80	51,8	2,7	51,0	1,8	28,0	4,8	268	529	223	107	29
Org. 60	51,1	1,1	48,0	1,8	23,0	2,9	275	106	206	101	35
Org. 40	39,9	1,9	47,0	1,7	27,0	3,0	302	112	236	87	34
<i>Martinez et al. (1999)</i>	45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>	40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

Org= Organomineral

Apêndice C - Análise química do solo após a colheita da cultivar Ágata. Dados Originais.

Tratamentos	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P me ^h - ¹	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
				mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				dag kg ⁻¹
Padrão 100%	5,70	5,20	86,70	168,00	22,00	0,43	4,30	1,20	0,00	3,80	2,73
100% Org	5,60	5,10	82,10	356,00	20,00	0,91	4,10	1,33	0,00	4,60	2,33
80% Org	5,80	5,20	64,20	184,00	20,00	0,47	3,90	1,26	0,00	4,60	2,32
60% Org	5,60	5,10	74,10	354,00	19,00	0,91	3,30	1,01	0,00	4,80	2,22
40% Org	5,80	5,20	68,70	220,00	19,00	0,56	3,60	1,20	0,00	4,90	2,48
	B		Cu	Feg	Mn	Zn	SB	T	V	m	
				mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		%		
Padrão 100%o		1,16	2,80	55,00	11,00	8,40	5,93	9,73	60,90	0,00	
100% Org		0,58	1,50	39,00	6,60	3,70	6,34	10,94	58,00	0,00	
80% Org		0,80	1,10	32,00	4,70	2,40	5,63	10,23	55,00	0,00	
60% Org		0,60	0,80	28,00	4,80	1,20	5,22	10,02	52,10	0,00	
40% Org		0,74	1,30	33,00	5,30	2,70	5,36	10,26	52,20	0,00	
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T %	Mg/T %	K/T %	H+Al/T %	Ca+Mg/T %	Ca+Mg+Na+K/T %	
Padrão 100%o	3,60	10,00	2,80	12,80	44,20	12,30	4,40	39,10	56,50	60,90	
100% Org	3,10	4,50	1,50	6,00	37,50	12,20	8,30	42,00	49,60	58,00	
80% Org	3,10	8,30	2,70	11,00	38,10	12,30	4,60	45,00	50,40	55,00	
60% Org	3,30	3,60	1,10	4,70	32,90	10,10	9,10	47,90	43,00	52,10	
40% Org	3,00	6,40	2,10	8,60	35,10	11,70	5,50	47,80	46,80	52,20	

Org=Organomineral

Apêndice D - Análise química do solo após a colheita da cultivar Atlantic. Dados Originais.

Tratamentos	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P me ^h - ¹	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
				mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				dag kg ⁻¹
Padrão 100%	5,70	5,20	46,90	88,00	19,00	0,23	3,20	1,07	0,00	4,80	2,54
100% Org	5,80	5,30	49,50	106,00	19,00	0,27	3,40	1,14	0,00	4,60	2,64
80% Org	5,90	5,30	55,40	120,00	22,00	0,31	3,50	1,05	0,00	4,50	2,62
60% Org	5,90	5,40	22,10	144,00	20,00	0,37	4,10	1,22	0,00	4,30	2,70
40% Org	5,80	5,30	70,00	118,00	23,00	0,30	3,60	1,00	0,00	4,60	2,47
	B		Cu	Feg	Mn	Zn	SB	T	V	m	
	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					%		
Padrão 100%		1,07	1,40	35,00	5,70	5,40	4,50	9,30	48,40	0,00	
100% Org		0,76	1,40	32,00	4,80	3,30	4,81	9,41	51,10	0,00	
80% Org		0,77	1,30	31,00	5,90	2,80	4,86	9,36	51,90	0,00	
60% Org		0,80	1,20	31,00	5,10	2,50	5,69	9,99	57,00	0,00	
40% Org		0,78	1,40	31,00	5,50	2,60	4,90	9,50	51,60	0,00	
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T %	Mg/T %	K/T %	H+Al/T %	Ca+Mg/T %	Ca+Mg+Na+K/T %	
Padrão 100%	3,00	13,90	4,70	18,60	34,40	11,50	2,50	51,60	45,90	48,40	
100% Org	3,00	12,60	4,20	16,80	36,10	12,10	2,90	48,90	48,20	51,10	
80% Org	3,30	11,30	3,40	14,70	37,40	11,20	3,30	48,10	48,60	51,90	
60% Org	3,40	11,10	3,30	14,40	41,00	12,20	3,70	43,00	53,30	57,00	
40% Org	3,60	12,00	3,30	15,30	37,90	10,50	3,20	48,40	48,40	51,60	

Org=Organomineral

CAPÍTULO 3

Apêndice E - Caracterização química dos tubérculos da cultivar Asterix. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
A1	21,00	2,40	26,00	1,20	2,20	1,10	10,91	92,00	7,65	28,21	12,69
A2	11,90	1,90	24,50	2,40	2,20	1,00	12,73	732,00	15,92	26,27	10,45
A3	13,30	1,70	23,50	1,50	2,50	1,00	11,77	140,00	8,18	26,27	9,25
A4	10,50	1,60	23,50	1,10	2,30	1,10	13,30	70,00	6,19	28,67	9,10
A5	13,30	1,50	19,50	1,10	2,10	1,40	12,99	56,00	8,62	28,03	10,07
A6	13,30	1,80	23,00	1,00	2,40	1,10	12,25	70,00	5,96	28,66	9,40
A7	13,30	1,50	21,00	1,10	2,30	1,30	11,43	57,00	6,20	28,78	9,62
A8	13,30	1,90	24,50	0,90	2,20	1,00	12,01	68,00	6,66	27,92	9,62
A9	11,90	1,70	24,50	2,00	2,30	1,00	12,96	387,00	10,69	27,44	9,85
A10	14,70	1,80	23,50	1,20	2,10	1,20	12,03	79,00	7,79	28,64	11,91
A11	13,30	1,80	21,00	1,10	2,20	1,10	12,20	51,00	5,94	28,94	12,15
A12	14,70	1,70	20,50	1,10	2,10	1,30	12,67	74,00	7,76	29,23	12,07
A13	14,70	1,50	19,50	1,20	2,10	1,20	12,13	50,00	5,95	29,14	9,62

¹Tratamentos: **A1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **A2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **A3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **A4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **A5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **A6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **A7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **A8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **A9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **A10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **A11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **A12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **A13**: 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice F - Caracterização química dos tubérculos da cultivar Markies. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
M1	18,90	2,10	25,00	1,20	2,40	1,10	12,88	54,00	7,53	31,54	10,07
M2	15,40	2,30	27,00	1,20	2,10	1,20	12,50	55,00	6,95	31,32	11,37
M3	16,10	2,00	25,50	1,20	2,20	1,30	12,85	65,00	8,77	33,29	10,15
M4	16,10	2,00	25,50	2,70	2,20	1,00	13,23	554,00	8,50	29,76	9,62
M5	17,50	2,40	29,00	1,20	2,10	1,10	13,29	136,00	7,76	29,47	10,23
M6	17,50	2,20	25,50	1,10	2,30	1,20	13,03	83,00	9,21	32,32	10,60
M7	16,10	2,20	26,50	1,10	2,20	1,10	14,29	103,00	7,38	29,73	12,15
M8	16,80	1,80	25,00	1,20	2,10	1,10	13,49	60,00	7,76	30,38	13,01
M9	17,50	2,00	25,00	1,10	2,40	1,20	15,96	84,00	7,97	36,75	9,17
M10	16,10	2,00	24,00	1,20	2,20	1,20	14,41	76,00	7,66	34,19	32,30
M11	20,30	1,90	25,50	1,10	2,10	1,00	16,95	62,00	7,55	31,91	10,68
M12	18,90	1,80	25,50	1,00	2,20	1,10	14,73	50,00	8,50	33,75	8,14
M13	23,80	2,10	26,00	1,10	2,40	1,10	14,69	115,00	9,72	32,40	8,43

¹Tratamentos: **M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice G - Exportação de nutrientes da cultivar Asterix. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	kg t ⁻¹						g t ⁻¹				
A1	3,34	0,38	4,14	0,19	0,35	0,17	1,74	14,63	1,22	4,49	2,02
A2	1,52	0,24	3,13	0,31	0,28	0,13	1,63	93,62	2,04	3,36	1,34
A3	2,44	0,31	4,32	0,28	0,46	0,18	2,16	25,74	1,50	4,83	1,70
A4	1,76	0,27	3,94	0,18	0,39	0,18	2,23	11,74	1,04	4,81	1,53
A5	2,45	0,28	3,59	0,20	0,39	0,26	2,39	10,32	1,59	5,17	1,86
A6	2,25	0,30	3,89	0,17	0,41	0,19	2,07	11,85	1,01	4,85	1,59
A7	2,43	0,27	3,83	0,20	0,42	0,24	2,09	10,40	1,13	5,25	1,76
A8	2,22	0,32	4,09	0,15	0,37	0,17	2,00	11,35	1,11	4,66	1,61
A9	2,19	0,31	4,50	0,37	0,42	0,18	2,38	71,09	1,96	5,04	1,81
A10	2,58	0,32	4,12	0,21	0,37	0,21	2,11	13,86	1,37	5,03	2,09
A11	2,47	0,33	3,90	0,20	0,41	0,20	2,26	9,47	1,10	5,37	2,26
A12	2,51	0,29	3,50	0,19	0,36	0,22	2,16	12,64	1,33	4,99	2,06
A13	2,70	0,28	3,59	0,22	0,39	0,22	2,23	9,19	1,09	5,36	1,77
PAULETTI et al. (2019)	2,90	0,50	4,30	0,40	0,10	0,20	0,90	14,00	0,80	2,40	1,90

¹Tratamentos: **A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice H - Exportação de nutrientes da cultivar Markies. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	kg t ⁻¹						g t ⁻¹				
M1	3,45	0,38	4,57	0,22	0,44	0,20	2,35	9,86	1,38	5,76	1,84
M2	2,61	0,39	4,57	0,20	0,36	0,20	2,12	9,32	1,18	5,30	1,93
M3	3,04	0,38	4,81	0,23	0,41	0,25	2,42	12,26	1,65	6,28	1,91
M4	3,03	0,38	4,80	0,51	0,41	0,19	2,49	104,24	1,60	5,60	1,81
M5	2,91	0,40	4,83	0,20	0,35	0,18	2,21	22,64	1,29	4,91	1,70
M6	3,04	0,38	4,43	0,19	0,40	0,21	2,27	14,43	1,60	5,62	1,84
M7	2,84	0,39	4,67	0,19	0,39	0,19	2,52	18,14	1,30	5,24	2,14
M8	3,20	0,34	4,77	0,23	0,40	0,21	2,57	11,44	1,48	5,79	2,48
M9	3,10	0,35	4,42	0,19	0,42	0,21	2,82	14,86	1,41	6,50	1,62
M10	2,92	0,36	4,35	0,22	0,40	0,22	2,61	13,78	1,39	6,20	5,86
M11	3,73	0,35	4,69	0,20	0,39	0,18	3,12	11,41	1,39	5,87	1,96
M12	3,61	0,34	4,87	0,19	0,42	0,21	2,81	9,55	1,62	6,45	1,56
M13	4,54	0,40	4,96	0,21	0,46	0,21	2,80	21,93	1,85	6,18	1,61
PAULETTI et al. (2019)	2,90	0,50	4,30	0,40	0,10	0,20	0,90	14,00	0,80	2,40	1,90

¹Tratamentos: **M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice I - Teores de macro e micronutrientes foliares da cultivar Asterix aos 48 dias após o plantio. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
A1	50,40	2,90	48,00	1,10	11,70	6,70	12,72	105,00	128,35	56,52	30,00
A2	56,00	4,10	45,50	1,00	10,00	6,70	12,99	198,00	172,55	61,24	29,48
A3	54,60	3,60	46,50	1,10	8,60	5,10	13,18	281,00	124,94	51,40	27,48
A4	53,20	3,30	48,00	0,90	9,80	6,10	14,59	236,00	120,89	54,16	30,51
A5	57,40	3,80	45,50	0,90	8,40	5,60	14,38	215,00	144,95	55,69	28,87
A6	50,40	3,70	46,50	1,00	10,60	6,60	13,79	203,00	159,43	59,96	27,38
A7	49,00	3,50	47,50	1,10	12,90	7,60	14,41	206,00	134,26	59,79	32,19
A8	49,00	3,10	47,00	1,30	13,60	8,50	14,90	181,00	130,37	62,51	32,09
A9	47,60	3,10	46,00	1,00	20,50	13,50	14,69	104,00	148,36	58,15	27,77
A10	53,20	3,60	45,50	1,00	21,90	13,00	15,67	190,00	164,43	67,82	28,37
A11	54,60	3,70	45,00	1,00	10,90	6,70	16,60	107,00	163,28	56,90	28,17
A12	53,20	3,60	48,00	0,90	11,30	7,50	16,57	242,00	182,14	63,10	27,57
A13	51,80	3,30	44,50	1,10	10,80	6,20	16,01	223,00	171,84	54,03	27,67
<i>Martinez et al. (1999)</i>	45-60	2,9-5	93-115	2,5-5	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>	40-60	2,5-5	40-115	2,5-5	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Tratamentos: **A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice J - Teores de macro e micronutriente foliares na cultivar Markies aos 48 dias após o plantio. Dados originais.

¹ Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
M1	53,90	2,60	48,00	1,10	12,50	7,50	20,09	319,00	158,15	63,10	29,38
M2	62,30	3,20	46,50	0,90	12,00	6,50	21,65	280,00	161,77	69,33	27,97
M3	43,40	3,10	47,00	0,80	12,20	5,80	22,40	211,00	169,84	71,48	28,67
M4	52,50	2,90	46,00	0,70	13,90	8,70	20,87	209,00	137,52	69,46	26,20
M5	56,00	2,80	45,50	1,00	11,90	7,80	21,53	198,00	183,39	70,31	28,77
M6	54,60	2,20	47,50	1,10	14,90	9,30	22,85	369,00	168,84	71,12	26,30
M7	49,00	2,60	48,50	1,00	16,30	10,30	22,09	285,00	167,18	72,16	26,79
M8	50,40	2,40	48,50	1,10	15,60	9,60	22,12	229,00	121,34	67,09	28,27
M9	53,20	2,40	46,50	1,20	13,50	9,30	24,04	246,00	150,57	65,34	25,34
M10	59,50	2,50	46,00	1,40	14,00	9,20	20,69	342,00	165,75	68,97	24,67
M11	42,00	2,80	46,50	1,50	13,70	8,20	23,11	254,00	189,40	75,84	24,76
M12	44,80	3,10	45,00	1,90	16,60	9,40	23,66	318,00	204,57	74,51	23,82
M13	42,70	2,50	46,50	1,50	17,10	9,80	22,62	331,00	191,16	83,08	25,43
<i>Martinez et al. (1999)</i>	45-60	2,9-5	93-115	2,5-5,0	7,6-10	1-1,2	7-20	50-100	30-250	45-250	25-50
<i>Pauletti; Mota (2019)</i>	40-60	2,5-5	40-115	2,5-5,0	7,5-20	3-12	7-20	50-100	30-250	20-60	25-50

¹Tratamentos: **M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice K - Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Asterix. Dados originais.

¹ Tratamentos	pH	pH	P meh ⁻¹	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m
	H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³					cmol _c dm ⁻³		%	
A1	5,60	5,00	138,00	142,00	15,00	0,36	4,70	1,35	0,00	2,60	3,95	1,47	1,10	41,00	1,50	6,80	6,41	9,01	71,10	0,00
A2	5,80	5,20	96,10	140,00	10,00	0,36	4,30	1,27	0,00	2,60	3,97	1,03	1,00	36,00	1,60	7,70	5,93	8,53	69,50	0,00
A3	5,90	5,30	95,10	136,00	10,00	0,35	4,70	1,43	0,00	2,50	3,51	1,19	1,20	36,00	1,10	5,80	6,48	8,98	72,20	0,00
A4	5,90	5,30	71,60	128,00	10,00	0,33	4,10	1,17	0,00	2,50	3,78	0,97	1,00	37,00	1,20	5,90	5,60	8,10	69,10	0,00
A5	5,90	5,30	64,40	142,00	10,00	0,36	4,50	1,23	0,00	2,60	4,00	1,40	1,00	34,00	1,10	5,70	6,09	8,69	70,10	0,00
A6	5,90	5,30	78,90	146,00	13,00	0,37	4,60	1,27	0,00	2,50	3,62	1,60	1,10	39,00	1,00	5,90	6,24	8,74	71,40	0,00
A7	5,90	5,30	97,50	144,00	11,00	0,37	4,00	1,07	0,00	2,20	3,80	1,64	1,20	41,00	1,30	7,60	5,44	7,64	71,20	0,00
A8	6,00	5,40	62,70	140,00	11,00	0,36	4,50	1,38	0,00	2,50	3,43	2,04	1,20	36,00	1,30	7,40	6,24	8,74	71,40	0,00
A9	6,10	5,50	65,70	134,00	10,00	0,34	4,30	1,33	0,00	2,50	3,40	1,51	1,00	29,00	0,90	5,80	5,97	8,47	70,50	0,00
A10	6,00	5,40	63,40	146,00	10,00	0,37	4,20	1,28	0,00	2,10	3,64	1,52	1,00	30,00	0,90	5,60	5,85	7,95	73,60	0,00
A11	6,00	5,40	76,00	118,00	11,00	0,30	4,30	1,23	0,00	2,20	3,21	1,34	1,10	36,00	1,50	7,40	5,83	8,03	72,60	0,00
A12	6,00	5,40	68,10	144,00	10,00	0,37	4,40	1,28	0,00	2,60	3,48	1,32	1,00	38,00	1,30	7,20	6,05	8,65	69,90	0,00
A13	6,10	5,50	64,40	186,00	8,00	0,48	4,60	1,37	0,00	2,90	3,71	0,85	0,80	29,00	0,70	5,10	6,45	9,35	69,00	0,00

P, K= (HCl 0.05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0.0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7.5); SB= Soma de Bases; T= CTC a pH 7.0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA, 1997), MO = Método Colorimétrico. B = (BaCl₂.2H₂O 0.0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L⁻¹ + TEA 0.1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹ a pH 7.3).

¹Tratamentos: **A1:** 100% KCl org + 100% MAP org; **A2:** 80% KCl org + 80% MAP org; **A3:** 55% KCl org + 55% MAP org; **A4:** 35% KCl org + 35% MAP org; **A5:** 100% KCl min + 100% MAP org; **A6:** 100% KCl min + 80% MAP org; **A7:** 100% KCl min + 55% MAP org; **A8:** 100% KCl min + 35% MAP org; **A9:** 100% KCl org + 100% MAP min; **A10:** 80% KCl org + 100% MAP min; **A11:** 55% KCl org + 100% MAP min; **A12:** 35% KCl org + 100% MAP min; **A13:** 100% KCl min + 100% MAP min.

Apêndice L - Caracterização química do solo após a colheita da cultivar Markies. Dados originais.

¹Tratamentos	pH	pH	P meh ⁻¹ mg dm ⁻³	K	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO dag kg ⁻¹	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	T	V	m
	H ₂ O	CaCl ₂																		
M1	6,00	5,40	141,70	184,00	10,00	0,47	4,10	1,29	0,00	2,60	3,51	0,87	1,10	37,00	1,20	6,20	5,86	8,46	69,30	0,00
M2	6,10	5,50	80,90	142,00	11,00	0,36	4,30	1,29	0,00	2,90	3,51	1,09	0,90	34,00	0,90	4,70	5,95	8,85	67,20	0,00
M3	6,00	5,40	79,10	134,00	10,00	0,34	4,10	1,20	0,00	2,60	3,73	1,30	1,00	35,00	0,90	5,90	5,64	8,24	68,40	0,00
M4	6,10	5,50	86,10	116,00	8,00	0,30	4,20	1,29	0,00	2,80	3,58	1,46	1,00	32,00	0,90	6,30	5,79	8,59	67,40	0,00
M5	6,20	5,60	72,20	134,00	11,00	0,34	4,70	1,43	0,00	2,90	3,73	1,33	1,00	34,00	1,00	6,80	6,47	9,37	69,10	0,00
M6	6,00	5,40	103,90	128,00	12,00	0,33	3,80	1,17	0,00	2,90	3,42	1,06	1,10	39,00	0,90	5,70	5,30	8,20	64,60	0,00
M7	6,30	5,70	81,10	140,00	6,00	0,36	4,80	1,45	0,00	3,10	3,67	1,08	1,10	31,00	0,90	6,00	6,61	9,71	68,10	0,00
M8	6,00	5,40	81,80	126,00	6,00	0,32	4,20	1,20	0,00	2,80	3,74	1,08	1,20	39,00	1,10	6,20	5,72	8,52	67,10	0,00
M9	6,20	5,60	55,30	130,00	7,00	0,33	4,50	1,42	0,00	2,60	3,44	1,31	1,20	33,00	0,90	6,50	6,25	8,85	70,60	0,00
M10	6,20	5,60	78,90	138,00	8,00	0,35	4,20	1,33	0,00	2,60	3,45	0,84	1,10	36,00	0,80	5,60	5,88	8,48	69,30	0,00
M11	5,90	5,30	312,10	226,00	15,00	0,58	3,90	1,15	0,00	2,80	3,26	0,87	1,30	38,00	1,20	5,80	5,63	8,43	66,80	0,00
M12	6,00	5,40	153,20	138,00	10,00	0,35	4,20	1,30	0,00	2,60	3,49	1,25	1,10	38,00	1,10	6,30	5,85	8,45	69,20	0,00
M13	6,20	5,60	75,20	122,00	7,00	0,31	4,90	1,47	0,00	2,50	3,51	1,12	1,10	32,00	0,90	6,00	6,68	9,18	72,80	0,00

P, K= (HCL 0.05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0.0125 mol L⁻¹) P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al= (Solução Tampão SMP a pH 7.5); SB= Soma de Bases; T= CTC a pH 7.0; V= Saturação por bases; m= Saturação por Alumínio (EMBRAPA,1997), MO = Método Colorimétrico. B = (BaCl₂.2H₂O 0.0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn= (DTPA 0.005 mol L⁻¹ + TEA 0.1 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹ a pH 7.3).

¹Tratamentos: **M1**: 100% KCl org + 100% MAP org; **M2**: 80% KCl org + 80% MAP org; **M3**: 55% KCl org + 55% MAP org; **M4**: 35% KCl org + 35% MAP org; **M5**: 100% KCl min + 100% MAP org; **M6**: 100% KCl min + 80% MAP org; **M7**: 100% KCl min + 55% MAP org; **M8**: 100% KCl min + 35% MAP org; **M9**: 100% KCl org + 100% MAP min; **M10**: 80% KCl org + 100% MAP min; **M11**: 55% KCl org + 100% MAP min; **M12**: 35% KCl org + 100% MAP min; **M13**: 100% KCl min + 100% MAP min.