

ARIEL SANTIVAÑEZ AGUILAR

RESPOSTA DA BATATA CV. CUPIDO À FERTILIZAÇÃO ORGANOMINERAL

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

Orientador

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

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

S236r Santivañez Aguilar, Ariel, 1989
2016 Resposta da batata cv. Cupido à fertilização organomineral / Ariel
 Santivañez Aguilar. - 2016.
 46 f. : il.

Orientador: José Magno Queiroz Luz.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Agronomia - Teses. 2. Batata - Adubação - Teses. 3. Adubação -
Teses. I. Luz, José Magno Queiroz, 1967. II. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

ARIEL SANTIVAÑEZ AGUILAR

RESPOSTA DA BATATA CV. CUPIDO À FERTILIZAÇÃO ORGANOMINERAL

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

APROVADA em 19 de fevereiro de 2016.

Profa. Dra. Angélica Araújo Queiroz IFTM

Dra. Atalita Francis Cardoso UFU

Profa. Dra. Denise Garcia de Santana UFU

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua proteção divina.

A minha família que é o pilar fundamental de minha vida.

A Organização de Estados Americanos (OEA) pela concessão da bolsa de estudos.

A Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e o ICIAG por acolherem no período do mestrado.

Ao Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pelo constante apoio, pessoa chave para concluir com êxito o mestrado, pessoa muito simples e de grande coração.

A Prof. Dra. Denise Garcia de Santana pelo conselhos e apoio.

A Profas. Angélica A. Queiroz e Atalita F. Cardoso por participarem da banca e contribuírem na dissertação.

Ao grupo de orientados e estagiários do professor José Magno Queiroz Luz.

Ao grupo da ‘salinha’ da pós-graduação: Robertinha, Diego, Ernane, João Eduardo, Daniel, Herick, Fernando, Igor, Gaby, Renata, Alyne, a todos os “patrões” e as “patronas” da pós-graduação e graduação que deram sua contribuição para a finalização desta etapa de minha vida no Brasil.

“A maior glória em viver não está em jamais cair, mas em nos levantar cada vez que caímos.”

NELSON MANDELA

(1918-2013)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Importância econômica e alimentar da batata	3
2.2. Taxonomia e morfologia	3
2.3. Ciclo de desenvolvimento de <i>Solanum tuberosum L.</i>	4
2.4. Nutrição mineral	5
2.4.1. Nitrogênio	5
2.4.2. Fósforo	6
2.4.3. Potássio	6
2.5. Amontoa e adubação de cobertura	7
2.6. Cultivar Cupido.....	8
2.7. Fertilizantes Organominerais	9
2.8. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Localização	13
3.2. Delineamento Experimental.....	14
3.3. Condução do experimento.....	15
3.4. Características dos fertilizantes organominerais	16
3.5. Características avaliadas	16
3.5.1. Desenvolvimento ao longo do ciclo	16
3.5.2. Classificação dos tubérculos e Produtividade	17
3.5.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS.....	17
3.6. Análise estatística.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Desenvolvimento	19
4.1.1. Massa seca de hastes ao longo do ciclo da cultura.....	19
4.1.2. Massa seca de folhas ao longo do ciclo da cultura.....	21
4.1.3. Massa seca de tubérculos ao longo do ciclo da cultura.....	24
4.2. Produtividade e classificação de tubérculos.....	26
4.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS.....	31
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de adubação organomineral com parcelamento nas doses de cobertura de batateira, cv. Cupido. Uberlândia-MG, 2015	15
Tabela 2. Características da formulação de fertilizantes organominerais utilizados no experimento. Uberlândia-MG, 2015.....	16
Tabela 3. Massas seca de hastes (g planta^{-1}) durante o desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura ou adubação mineral	20
Tabela 4. Massas seca de folhas (g planta^{-1}) ao longo do desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura ou adubação mineral	23
Tabela 5. Massas seca de tubérculos (g planta^{-1}) durante o desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura ou adubação mineral	25
Tabela 6. Produtividade total de tubérculos (t ha^{-1}) de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura.....	27
Tabela 7. Classificação de tubérculos (t ha^{-1}) de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura e adubação mineral	29
Tabela 8. Teores foliares médios e produtividade (t ha^{-1}) da população de alta produtividade e de baixa produtividade de batata do cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado	32
Tabela 9. Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) de alta produtividade ($> 15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e IBN de batata do cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado. Uberlândia-MG, 2015	34
Tabela 10. Índice de deficiência e excesso de macro e micronutrientes em lavouras de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluvial (mm); a) dia, b) noite, ao longo da condução do experimento, Perdizes-MG, 2015.....	13
---	----

RESUMO

SANTIVAÑEZ AGUILAR, ARIEL. **Resposta da batata cv. Cupido à fertilização organomineral.** 2016. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG¹.

A cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto e alto rendimento por área, portanto é uma cultura muito exigente quanto à presença de nutrientes na forma disponível em solução do solo. Apesar da sua importância e do grande número de pesquisas sobre a cultura, são poucas as pesquisas na área de nutrição vegetal com relação ao uso do fertilizante organomineral. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produtividade da batateira, cv. Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado. O experimento foi conduzido no município de Perdizes, em Minas Gerais, na safra das águas de 2014/2015. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com esquema fatorial de 4 doses x 2 manejos + testemunha com adubação mineral, com 3 repetições. As doses de fertilizante organomineral foram: 25, 50, 75 e 100% da dose do mineral convencional, sendo utilizado 600 kg ha⁻¹ de K₂SO₄, 850 kg ha⁻¹ NH₄H₂PO₄, e 300 kg ha⁻¹ de (NH₄)₂ SO₄ de adubação de cobertura aos 19 dias após o plantio (DAP). Os dois manejos de adubação foi com ou sem cobertura aos 19 DAP quando foi realizado a amontoa. Aos 36, 50, 64 e 81 DAP, foram amostradas duas plantas por parcela e analisadas quanto ao teor de massa seca de folhas, hastes e tubérculos. Aos 36 DAP, foi feito o DRIS-Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação e aos 112 DAP foi efetuada a colheita e classificação dos tubérculos. A massa seca das hastes, folhas e tubérculos ao longo do ciclo não apresentou diferenças significativas entre os manejos da fertilização. As doses de fertilizante organomineral e o manejo de adubação de cobertura não influencia a produtividade, em que doses menores (25%) foram iguais com relação as doses maiores conjuntamente com a testemunha, em média 16,8 t ha⁻¹, sendo viável a aplicação única de adubo organomineral no plantio, devido a eficiência operacional. As baixas produtividades foram decorrentes pela alta precipitação pluvial e elevadas temperaturas, criando-se condições favoráveis para a incidência de pragas e doenças. De acordo com, o DRIS a dose 75% com realização de cobertura, apresenta o melhor equilíbrio nutricional.

PALAVRAS CHAVES: diagnose foliar, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação, *Solanum tuberosum* L.

¹Professor Orientador: José Magno Queiroz Luz - UFU

ABSTRACT

SANTIVAÑEZ AGUILAR, ARIEL. **Response of potato cv. Cupid to organomineral fertilization.** 2016 49 f. Dissertation (Master's degree in Agriculture/ Plant Sciences) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia².

Potato crop cycle is relatively short and presents high yield per area; therefore, it is a very demanding culture for available nutrients in the soil solution. Despite its importance and the large number of studies about the crop, there is little research on plant nutrition regarding the use of organomineral fertilizer. This study evaluated potato, cv. Cupid, development and productivity as a function of fertilization with pelletized organomineral fertilizer. The experiment was done in Perdizes, Minas Gerais, in the rainy season of 2014/2015. The experimental design was a randomized blocks, with factorial arrangement of 4 x 2 (doses x management) and a control with mineral fertilizer, with 3 repetitions. Organomineral fertilizer doses were 25, 50, 75 and 100% of the conventional mineral dose, which was 600 kg ha^{-1} K_2SO_4 , 850 kg ha^{-1} $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, and 300 kg ha^{-1} $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ of topdressing 19 days after planting (DAP). Fertilization managements were with or without topdressing at 19 DAP, when the potato was hilled. Two plants per plot were sampled at 36, 50, 64 and 81 DAP and analyzed for leaf, stem and dry matter contents. DRIS - Diagnosis and Recommendation Integrated System was applied at 36 DAP and the potatoes were harvested 112 DAP and subjected to tuber classification. Throughout the cycle, stem, leaf and tuber dry mass showed no significant differences between the fertilization managements. The doses of organomineral fertilizer and topdressing management does not affect productivity, and the lower doses (25%) were similar the greater ones and the control, with an average of 16.8 t ha^{-1} , demonstrating that it is viable to make a single application of organomineral fertilizer at planting due to operational efficiency. The low yields observed were due to high rainfall and temperature, creating favorable conditions for the incidence of pests and diseases. According to DRIS, the organomineral dose 75% for topdressing, presented the best nutritional balance.

KEYWORDS: Leaf diagnosis, Diagnosis and Recommendation Integrated System, *Solanum tuberosum L.*

²Advisor: José Magno Queiroz Luz - UFU

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade a produção agrícola procura maior sustentabilidade ambiental e de acordo com Ipea (2012), o aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos constitui-se numa prática econômica e ambientalmente viável. Segundo TEJADA; BENITEZ; GONZALEZ, (2005) e AKANDE et al., (2010) aplicações isoladas, seja de fertilizante orgânico ou mineral, podem causar diversos problemas sendo o fator limitante o alto custo de aplicação e, portanto, a combinação destes dois tipos de fertilizantes trata-se de uma estratégia de manejo da fertilidade do solo, aumento no rendimento das culturas e proporciona efeito benéfico residual.

Apesar do ciclo produtivo da batata ser relativamente curto, de três a quatro meses, a cultura gera altas produtividades, o que a caracteriza como muito exigente em nutrientes na forma prontamente disponível na solução do solo, (PEREIRA; DANIELS, 2003).

O interesse pela aplicação ao solo de resíduos de animais e materiais orgânicos industrializados tem aumentado nos últimos anos, sendo uma alternativa viável a utilização dos fertilizantes organominerais, que são fabricados a partir da fabricação dos resíduos orgânicos provenientes da agricultura entre as principais questões sobre o uso destes produtos está a eficiência agronômica em comparação com as fontes convencionais de nutrientes.

O fertilizante organomineral diminui a lixiviação de nutrientes minerais e a fixação de fósforo no solo, aumentando a eficiência agronômica do fertilizante. O desenvolvimento de bases tecnológicas para a produção de novas tecnologias como o fertilizante organomineral peletizado, tem como finalidade a correção e adubação com fontes de matérias-primas disponíveis e que apresentem alta eficiência, promovendo grande contribuição na fertilidade de solos (GEOCICLO, 2015).

O estado nutricional de plantas a partir da diagnose foliar tem sido eficiente, pois a planta é o próprio extrator de nutrientes do solo, o que possibilita um diagnóstico nutricional direto (BEAUFILS, 1973). A correta interpretação de resultados de diagnose foliar proporciona informações evitando-se o desperdício de fertilizantes e melhora o equilíbrio nutricional das plantas e, consequentemente, proporciona aumento da produtividade (PARTELLI; VIERIA; COSTA, 2005).

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) pode ser uma ferramenta útil para indicar situações em que o rendimento é limitado por outros fatores que não sejam nutritivos, no entanto, não faz discriminar os fatores que estaria

limitando o rendimento. Em culturas que têm baixa produtividade e baixo Índice Balanço Nutricional (IBN) espera-se que outros fatores estavam limitando a produtividade, não sendo uma limitação, o estado nutricional da planta (BEAUFILS, 1973). A utilização do DRIS ainda está sendo amplamente disseminada no mundo, o DRIS traz resultados consistentemente bom na avaliação do estado nutricional das plantas, mostrando o equilíbrio nutricional, um fato que não é observado com os sistemas tradicionais (SERRA, et al., 2013).

A compreensão dos princípios considerados por diferentes métodos de diagnose, bem como a comparação de seus resultados é importante para utilização criteriosa dessas ferramentas de análise (URANO, et al., 2006).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o desenvolvimento e produtividade de batateira cv. Cupido, em função de doses de fertilizante organomineral peletizado e o parcelamento da adubação de cobertura comparando com a adubação mineral e avaliar o estado nutricional em base ao Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância econômica e alimentar da batata

De acordo com a FAO (2015), a batata é produzida em uma área de 19 milhões de hectares cultivada em 157 países, com uma produção de 365 milhões de toneladas em 2012, sendo que o Brasil possui uma área cultivada de 135,9 mil hectares, ocupando o 19º lugar no ranking mundial.

A composição nutricional dos tubérculos de batata é aproximadamente composta de 78% de água, 20% de carboidratos e 2% de proteínas (ORR; CASH, 1991). A proteína da batata é constituída de aminoácidos essenciais e não essenciais e, embora não seja uma fonte protéica importante, em termos quantitativos, é de elevada qualidade. Cerca de 80% do peso dos carboidratos de batata é formado por amido, composto por amilopectina (75% - 79%) e amilose (21% – 25%). Morales (1987) destaca que os tubérculos oferecem quantidades substanciais de riboflavina, niacina e tiamina, sendo uma fonte importante de ferro e magnésio. Os tubérculos quando são expostos à luz solar ou artificial, desenvolvem clorofila, superficialmente, e os alcalóides tóxicos α -chaconina e α -solanina internamente, tornando-se inadequados para o consumo humano.

Os tubérculos apresentam uma excelente fonte de vitamina C, fornecendo de 12 a 23 mg por 100 g de massa fresca, embora existem perdas durante o cozimento e o processamento (WILLAMS; ROSS; MILLER, 1995).

No estado de Minas Gerais, a produção de batata é destaque nacional com aproximadamente 1.182 mil t ano⁻¹ (IBGE, 2014), especialmente na zona do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde a cultura vem sendo manejada com o uso de avançadas tecnologias produtivas, como a utilização de cultivares adaptadas a regiões, condições edafoclimáticas e utilização de sistemas de irrigação mais eficientes. Com isso, a produtividade média do estado encontra-se na faixa de 25 a 45 t ha⁻¹, e em casos especiais, utilizando as cultivares Ágata, Asterix, Mondial e Vivaldi podem atingir 60 t ha⁻¹ (MARQUELLI; GUIMARÃES, 2006).

2.2. Taxonomia e morfologia

Apresenta caules aéreos, herbáceos, cujas raízes se originam de sua base, apresentando um sistema radicular superficial que é delicado, sendo sua concentração até 30 cm de profundidade. As folhas são compostas por folíolos arredondados e as flores são hermafroditas reunidas em inflorescências do tipo cimeira, na extremidade de

um caule aéreo tendo diferentes cores: branca, rósea e arroxeadas, dependendo da cultivar. Além de apresentar o caule aéreo, a batata apresenta mais dois tipos de caules subterrâneos, sendo os estólons, que se desenvolvem horizontalmente e os tubérculos que é a parte de valor econômico, alimentar e a principal forma propagativa da planta (FILGUEIRA, 2008).

O ciclo vegetativo é variável entre precoce, médio e longo com <90, 90-110 ou >110 dias após o plantio (DAP), respectivamente, dependendo das características agronômicas de cada cultivar (FORTES; PEREIRA, 2003).

2.3. Ciclo de desenvolvimento de *Solanum tuberosum* L.

A cultura da batateira apresenta diferentes períodos definidos que vão desde o plantio até a senescência natural da planta, sendo dividida em quatro estádios de desenvolvimento: fase I, tem início no plantio da batata-semente e vai até a emergência; a fase II, compreende o intervalo entre a emergência e o início da tuberização; a fase III, vai do início da tuberização até o enchimento dos tubérculos e a fase IV, compreende o período da maturação e senescência (FILGUEIRA, 2008).

Por outro lado, Lopes e Buso (1997) dividem em três fases:

- a) Emergência ao início da tuberização (EM-IT): caracterizando-se pelo estabelecimento do sistema radicular e aumento da área foliar e fotossíntese.
- b) Início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) em que os produtos da fotossíntese são usados para crescimento dos estolões, crescimento da folhagem e início da formação e crescimento dos tubérculos na extremidade dos estolões. Souza (2003) afirma qualquer estresse sofrido nesta fase pode afetar de forma significativa o rendimento final já que os açúcares produzidos pela fotossíntese são convertidos em amido e armazenados nos tubérculos.
- c) Início da senescência até a colheita (IS-CO) onde as reservas da parte aérea e os assimilados são direcionados para os tubérculos e o teor de massa seca destes atinge o máximo. As folhas e caules se tornam amareladas, com redução gradual da fotossíntese e do crescimento dos tubérculos. A colheita, segundo Braun (2007) deve ser realizada após o firmamento da película externa dos tubérculos.

Streck et al., (2007) indicam que a duração destes estádios está relacionada com o genótipo, condicionada pelo ambiente e pela incidência de pragas e doenças. Na cultura da batata as temperaturas maiores de 18 e 22 °C estimulam o crescimento da

parte aérea, diminuindo a produção, qualidade e a partição de assimilados dos tubérculos (FONTES; FINGER, 1999).

Outro fator de grande incidência no rendimento é a disponibilidade de radiação solar principalmente fora das épocas aptas para a cultura, sendo a principal variável determinante no rendimento. Existe uma maior competição pelos assimilados, entre os órgãos vegetativos e dos tubérculos quando o fotoperíodo vai decrescendo o que leva a uma tuberização precoce (DEMAGANTE; VANDER ZAAG, 1988; ANDRIOLI et al., 2001).

2.4. Nutrição mineral

2.4.1. Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais impacta na produtividade das culturas, estando relacionado com à fotossíntese e ao crescimento vegetativo da planta, além de possuir elevada redistribuição via floema (MARSCHNER, 1995; YIN et al., 2003), sendo o mineral com importância fundamental para melhorar o desenvolvimento e qualidade da planta (MATSON; LOHSE; HALL, 2002).

A absorção de nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, como a irrigação que tem um impacto significativo sobre o acúmulo de nitrogênio, remobilização na planta, afetando o desempenho da planta (LIN et al., 2006). Outro fator importante são as condições de umidade do solo (BADR; EL-TOHAMY; ZAGHLOUL, 2012) já que com o aumento de nitrogênio e a entrada de água mostra inconsistência do impacto sobre a produção de matéria seca por unidade de água aplicada (DARWISH et al., 2006).

Na fase inicial de crescimento da batata, um aumento no fornecimento de nitrogênio leva à um vigor da raiz, em contraste, no tubérculo em estágios de maturação, o vigor da raiz é inicialmente aumentada, mas, em seguida é suprimida. A importância de um fornecimento de nitrogênio em quantidades equilibradas e aplicação de adubação de cobertura são essenciais para a produtividade de batata (ZHENG, et al., 2016).

Geralmente a cultura da batata responde a aplicação de nitrogênio em função do grau de disponibilidade no solo desse elemento e equilíbrio nutricional, especialmente relacionados com a disponibilidade de fósforo e de potássio. Altas doses de nitrogênio sem a disponibilidade adequada de outros nutrientes resultam em um desenvolvimento exuberante de massa foliar à custa da produção de raízes de armazenamento (AMMA; GONZÁLEZ, 1990).

Osaki, Nakamura e Tadano (1993) determinaram que a eficiência parcial de produção de batata em relação ao nitrogênio absorvido (PPE-N), diminuiu rapidamente após a floração. Segundo os autores o (N) aplicado continuamente depois da floração não produziu aumentos no número ou peso do tubérculo primário e quando aplicado no sulco de plantio após a floração, afetou o rendimento de tubérculo de forma adversa, especialmente quando a aplicação se aproximou da colheita.

Aplicações excessivas de nitrogênio durante o ciclo de cultivo, pode também induzir o crescimento de tubérculos secundários e reduzir substancialmente a porcentagem de tubérculos comerciais (JOERN; VITOSH, 1995).

2.4.2. Fósforo

O fósforo é um macronutriente que mais limita a produtividade na região do cerrado brasileiro, que tem solos caracterizados por apresentarem baixa disponibilidade de fósforo (LIMA; FIDELIS; COSTA, 2007). O fósforo na solução do solo pode ser adsorvido na superfície dos minerais de argila, em solos neutro ou alcalino, ou na superfície de óxido de ferro e de alumínio e minerais de argila em solos ácidos (BARROSO; NAHAS, 2008). Estimula a tuberização, acelerando a maturação e aumentando a incidência de tubérculos graúdos (MESQUITA et al., 2011) e desempenha papéis importantes nas propriedades funcionais dos amidos mantendo a claridade e alta viscosidade de pasta, baixa temperatura de gelatinização e lenta taxa de retrogradação (JANE et al., 1999).

O fósforo é importante em processos vitais no metabolismo vegetal, como a respiração, fotossíntese e transferência de energia na célula viva por meio da ponte de ATP, sendo importante para formação e translocação de carboidratos, ácidos graxos, glicerídeos, quando apresenta deficiência resulta em reduções na produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2009).

2.4.3. Potássio

Na cultura da batateira os tubérculos removem do solo muito mais (K) que outros nutrientes, a exportação de potássio é normalmente 1,5 vez a de nitrogênio e quatro a cinco vezes a de fósforo, enquanto aos micronutrientes as exportações de magnésio, enxofre e cálcio são bem menores quando comparadas a de potássio. (PERRENOUD, 1993). O (K) é necessário para a translocação de açúcares e síntese de amido (REIS JÚNIOR; FONTES, 1996) porém o potássio tem uma incidência na

produtividade de tubérculos (WESTERMANN et al., 1994), sendo que a taxa de assimilação máxima de K pelas plantas ocorre quando a planta encontra-se no pico de desenvolvimento da parte aérea (ZAAG, 1993).

A utilização de adubos potássicos em doses excessivas interfere no satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, causando uma redução na produção de tubérculos, já que aumenta a condutividade elétrica do solo e a relação $K^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})^{1/2}$ interferindo no equilíbrio eletroquímico das células, o que afeta a absorção e a disponibilidade fisiológica de Ca^{2+} e Mg^{2+} e prejudica a produção de tubérculos (JONES JÚNIOR; WOLF; MILL, 1999), além de elevar os custos de produção e causar impactos ambientais (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001).

A deficiência de potássio provoca nas plantas diminuição em seu crescimento, encurtando os entrenós, com folhas murchas e de formas irregulares, com uma deficiência mais crítica nas folhas velhas que apresentam coloração avermelhada e necrosada (MALLMANN, 2001).

2.5. Amontoa e adubação de cobertura

A amontoa é uma prática cultural e tradicional na cultura da batata, que consiste no “chegamento de terra” das entrelinhas para a base da planta de batata, formando assim um camalhão de aproximadamente 20 cm de altura (JADOSKI et al., 2014).

Filgueira (2008) indica que a finalidade da amontoa é escarificar o solo, tornando-o mais frouxo, com menor resistência ao crescimento dos tubérculos e expansão do sistema radicular. Primordial para desenvolvimento da planta, este manejo dever ser feito antes de que o dossel vegetativo cubra a superfície do solo.

O nitrogênio (N) deve ser aplicado de forma parcelada, pois será mais vantajoso em relação à aplicação da dose total no plantio sendo que o fracionamento aumentará a eficiência da utilização do N pela planta, favorecendo a produção (FILGUEIRA, 2008).

Cardoso et al., (2007) realizando o parcelamento da adubação de N e K na cv. Vivaldi em duas aplicações (50% no plantio e 50% na tuberização) afirmaram que o parcelamento de N, favoreceu o incremento da produtividade de tubérculos com relação à aplicação total do fertilizante no plantio. Por outro lado, Barcelos et al., (2007) verificaram que o parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetou o na cv. Monalisa. Rosen (1991) e Kleinhez (2001) sugeriram o fracionamento da dose de nitrogênio em mais de uma vez após o plantio, constituindo uma alternativa interessante em solos de textura grosseira e sob irrigação.

O parcelamento da adubação nitrogenada é benéfica em casos em que o nitrogênio possa ser lixiviado pelas chuvas (solos arenosos), sendo a recomendação o parcelamento em duas aplicações na ocasião do plantio e no início da formação dos tubérculos (ASKEW, 1992).

A importância de parcelamento da adubação nitrogenada e potássica na cultura da batata promove uma série de vantagens como: menor perda por lixiviação (K e N), menor perda por volatilização (N), redução do efeito salino (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

Na preparação da área no plantio da batata, as práticas de aração e gradagem, promovem o aumento do potencial de perda de matéria orgânica por erosão hídrica e decomposição microbiana, sendo a última a principal forma de perda de matéria orgânica do solo afetada pelos preparos (REICOSKY; LINDSTRON, 1993).

Danos mecânicos causadas pelas máquinas na operação da amontoa podem causar estresse nas relações bioquímico-físicas das plantas e assim diminuir o desenvolvimento vegetativo (STREHMEL et al., 2010).

Jadoski et al., (2014) em trabalho com diferentes épocas na realização de amontoa de batata cv. Agata concluíram que o manejo de amontoa no plantio e aos 10 dias após emergência (DAE) demonstraram ser mais adequados para a cultura, ocasionando maior comprimento final das hastes principais e redução de danos mecânicos nas plantas em relação a amontoa realizada aos 20 (DAE).

2.6. Cultivar Cupido

Hayashi (2001) indica que a cultivar Cupido apresenta um porte médio a alto, com tendência a acamamento, hastes vigorosas de emergência e desenvolvimento lento, apresenta susceptibilidade a requeima (*Phytophthora infestans*) e pinta preta (*Altenaria solani*), com alta resistência a enrolamento (PLRV) e ao mosaico (PVY), também apresenta resistência à verruga (*Synchytrium endobioticum*) e ao nematoide do cisto patótipo A. Os tubérculos da cultivar Cupido apresentam forma oval alongada de pele e polpa amarelo claro sendo graúdos e uniformes, apresentando susceptibilidade ao esverdeamento. Seu consumo ocorre na forma *in natura* sendo uma cultivar com excelente sabor, de textura firme, sem descoloração quando cozida, sem aptidão para a indústria pelo alto conteúdo de açúcares redutores.

2.7. Fertilizantes Organominerais

De acordo com a Legislação Brasileira, por meio da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23, DE 31 DE AGOSTO DE 2005, o fertilizante organomineral é: “um produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos” poderão conter no máximo 25% de umidade, no mínimo 8% de carbono orgânico, CTC mínima de 80 mmol_c kg⁻¹ e soma de nutrientes primários (N, P e K) mínima de 10% (BRASIL, 2009).

Os solos predominantes nos biomas brasileiros são altamente intemperizados, por isso a adubação trata-se de uma prática indispensável para a elevação da produtividade. Segundo a Anda (2014) no ano 2014 foram consumidas 32,20 milhões de toneladas de fertilizantes no país, dos quais, 24,03 milhões de toneladas que corresponde à (74,02%) foram importados.

A utilização de fertilizantes organominerais no mercado brasileiro cresce anualmente em torno de 16% (POLIDORO, 2013). Tedesco et al., (1999) indicam que a elevação constante dos preços de fertilizantes minerais, incrementam os custos de produção, sendo que resíduos orgânicos produzidos pelas cidades, industrias e atividades agrícolas passaram a ter maior importância como materiais recicláveis e utilizáveis para melhorar as condições do solo e aumentar o nível de fertilidade. Teixeira (2013) sustenta que a adição de resíduos orgânicos a fertilizantes minerais, minimizaria o impacto ambiental da atividade agropecuária.

O uso de insumos químicos agrícolas tem sido identificado como o principal fator de contaminação da água e do solo (BHATTI; MULLA; FRAZIER, 1991). A possibilidade na redução de utilização de fontes não renováveis na agricultura, acompanhada da necessidade de uma disposição mais sustentável dos resíduos orgânicos do ambiente, a ciclagem de nutrientes e energia pelo uso de materiais orgânicos, tornam os fertilizantes contendo fonte orgânica mais atrativos na perspectiva ambiental, econômica e agrícola (HIGASHIKAWA; SILVA; BETTIOL, 2010).

Para a formulação dos fertilizantes organominerais é realizado o tratamento de resíduos oriundos do plantio de cana de açúcar ou resíduos de avicultura, não somente o que caracteriza um manejo sustentável sob perspectiva ambiental, social e ecológica. O uso correto desta tecnologia protege o solo da salinização por altos níveis de fertilização, também apresenta uma expressiva redução de perda de minerais no solo e consequentemente nos lençóis freáticos (GEOCICLO, 2015).

Apresentam ainda como vantagens do fertilizante organomineral, uma melhoria na uniformidade na adubação já que os pellets têm em sua composição o NPK, os micronutrientes e matéria orgânica distribuídos de forma uniforme, o que evita os problemas de segregação dos nutrientes em comparação aos fertilizantes minerais.

O objetivo dos fertilizantes organominerais é aumentar o teor de nutrientes dos materiais orgânicos e a eficiência dos fertilizantes minerais (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007). De acordo com Levrero (2009) os benefícios agronômicos do fertilizante organomineral são: melhorar o desenvolvimento radicular e retenção de água no solo; recuperar a flora microbiana; baixar a propensão à erosão; reduzir a acidificação do solo, com redução do uso de calcário e o custo operacional mais baixo, com aplicação conjunta do produto orgânico e do mineral.

Os fertilizantes organominerais apresentam em sua formação aminoácidos livres que atuam como precursores de hormônios essenciais no processo de enraizamento das plantas (GONÇALVES et al., 2007). NCR 103 COMMITTEE (1984) ampara que os compostos organominerais enquadram-se nas categorias de ativadores biológicos, estimulantes e reguladores de crescimento, fontes de nutrientes minerais de baixa concentração, condicionadores e agentes umectantes. No entanto, Stevenson (1979) afirma que as propriedades físicas do solo, em geral, não são mensuráveis, quando são utilizados fertilizantes organominerais, já que as doses utilizadas são insuficientes para afetar os parâmetros físicos do solo.

Cardoso, Luz e Lana (2015) testando fertilizantes organominerais e minerais na cultura de batata concluíram que na safra de inverno não foram observadas diferenças entre os tratamentos em que se utilizou o fertilizante mineral e doses de organomineral em avaliação da produção de tubérculos cv. Atlantic, já para a safra das águas as doses de fertilizante organomineral foram superiores quando comparada com a fonte mineral, estimando um rendimento máximo de 27,0 t ha⁻¹ o que equivale a 85,90% da dose de fertilizante organomineral.

Teixeira, Sousa e Korndorfer (2014) avaliando doses de fósforo provenientes de fontes de fertilizantes organominerais e minerais na cana concluíram que as duas fontes não influenciaram nos parâmetros tecnológicos da cana com a aplicação do fertilizante organomineral na dose de 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os autores afirmaram que pode-se substituir a adubação mineral e proporcionar a economia de 18,8% no uso de fertilizantes.

A maior porção da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo no bioma de Cerrado é proveniente da contribuição da matéria orgânica por ionização de grupos carboxílicos, enólicos e fenólicos, devido a aumento do pH do meio. A matéria orgânica desempenha, papel importante na reciclagem de nutrientes, no tamponamento do solo contra alterações bruscas de pH, na manutenção da estrutura e na adsorção e armazenamento de água (VARGAS; HUNGRIA, 1997). Klamt e Sombroek (1988) salientaram que mais da metade da CTC de Latossolos subtropicais é proveniente da fração orgânica, evidenciando a importância desta no manejo do solo visando a manutenção e aumento nos estoques, principalmente nos que possuem atividade baixa.

Na cultura de batata a resposta à aplicação de fertilizantes varia a uma série de fatores como a cultivar, densidade de plantio, cultura antecessora, conteúdo de nutrientes no solo, umidade do solo e manejo da cultura, sendo importante verificar o momento adequado de realizar as práticas culturais e o equilíbrio na quantidade de insumos, para a obtenção de produtividade satisfatórias (FONTES, 1997).

2.8. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS

As folhas têm importância na nutrição mineral das plantas, já que alterações e distúrbios fisiológicos ocorrem devido a desequilíbrios dos nutrientes, sendo a folha a parte mais ativa metabolicamente das plantas, é nesta que são refletidas tais alterações. Queiroz (2011) indica que a utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação entre o suprimento de nutrientes e os níveis dos elementos. Evenhuis e Waard (1980) relacionam as produções alta ou baixas com aumentos ou decréscimos nas concentrações foliares.

A dinâmica natural do conteúdo dos nutrientes na planta é fortemente influenciada pela idade e por fatores que afetam a absorção e distribuição destes, sendo diferente e variável de acordo com as épocas de amostragem foliar, que são específicas para cada cultura. É necessário que a planta esteja em uma época de máxima atividade fisiológica, como no florescimento ou início da frutificação (WALWORTH; SUMNER, 1987).

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), parte de relações binárias entre as concentrações de nutrientes e transforma os valores das concentrações em índices (GUINDANI; ANGHINONI; NACHTIGALL, 2009). De acordo com Reis Júnior et al., (2002) a partir das relações binárias calcula-se um índice para cada

nutriente que pode ser negativa a positiva; o somatório dos índices dos nutrientes sempre será zero (ELWALI; GASCHO, 1984).

O índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente foliar está abaixo do desejado, e quanto maior for o índice, maior a deficiência; quando o índice DRIS apresenta valores positivos indicam que os teores dos nutrientes estão em excesso, e quanto maior for o valor do índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal, já quando o índice DRIS estiver próximo ou igual a zero, indica que o teor do nutriente está no valor ótimo (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

O DRIS fornece um índice geral, que é o somatório absoluto dos valores dos índices dos nutrientes (BALDOCK; SCHULTE, 1996), a qual se denomina Índice de Balanço Nutricional (IBN) (RATHFON; BURGER, 1991). Snyder e Kretschmer (1988) indicam que quanto menor este somatório absoluto, menor será o desequilíbrio entre os nutrientes da lavoura amostrada.

No conceito de balanço nutricional, o uso do DRIS, vem sendo considerado como um método mais eficaz em avaliar o estado nutricional, ordenando os nutrientes pela ordem de exigência da planta, ou seja, fornecendo o balanço nutricional entre os nutrientes na amostra foliar analisada (PEREIRA, 2011).

De acordo com Baldock e Schulte (1996) as principais vantagens do DRIS são ordenação dos nutrientes do mais deficiente para o mais excessivo, identificar casos em que a produção está limitada em razão de um desequilíbrio nutricional, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo de seu nível crítico. Já o Índice de Balanço Nutricional (IBN) fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes, sobre a produção tendo a desvantagem que os índices não são independentes, ou seja, o teor de um nutriente pode ter efeito marcante sobre os índices de outros nutrientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

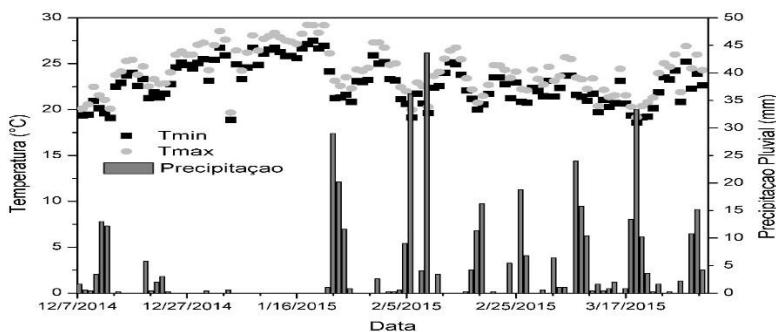
3.1. Localização

O experimento foi conduzido na safra das águas 2014/2015, com a semeadura no dia 10/12/2015 no município de Perdizes (latitude: 19°21'10"S e longitude: 47°17'34"O), no estado de Minas Gerais, utilizando a cultivar Cupido, destinada ao consumo *in natura*, sendo colhido os tubérculos cerca de 110 dias após o plantio.

A área experimental apresentou as seguintes características, por meio de análise química do solo, realizada antes do preparo do solo, na profundidade de 0-20 cm: P= 29,5 mg dm⁻³; K= 63 mg dm⁻³, pH = 5,3; Ca²⁺ = 3,8 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 0,6 cmol_c dm⁻³, Al³⁺= 0 cmol_c dm⁻³, CTC: 8,05 cmol_c dm⁻³, T= 8,05 cmol_c dm⁻³; SB= 4,55 cmol_c dm⁻³. O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo vermelho, com textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

O clima do município de Perdizes é caracterizado como tropical de altitude, a temperatura máxima e mínima diurna foi de 29,2 e 19,0 °C, respectivamente; já no período noturno as temperaturas máximas foram de 24,52 °C e mínima 17,0 °C (Figura 1).

A)



B)

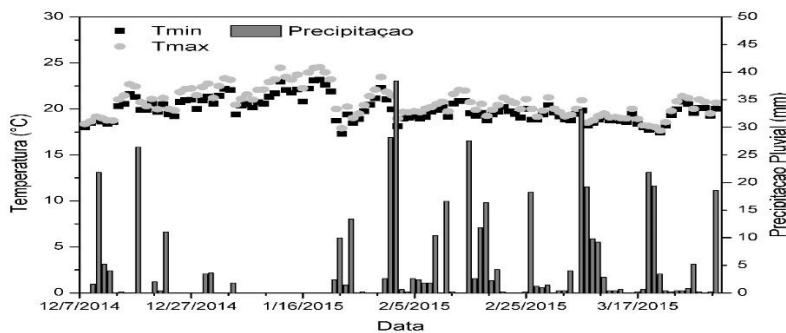


Figura 1. Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação pluvial (mm); A) dia, B) noite, ao longo da condução do experimento, Perdizes-MG, 2015.

O sistema de irrigação foi por pivô central incorporando 71,58 mm, sendo que a faixa ideal para o desenvolvimento é de 450 a 500 mm de água em todo o ciclo produtivo. No entanto, ocorreram chuvas constantes no período da execução do experimento, tendo sido registrado 883,4 mm, configurando um excesso de 504,9 mm de agua.

3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4x2+1), com oito tratamentos mais uma testemunha em três repetições, totalizando 27 parcelas, sendo que cada parcela era constituída por 6 linhas, espaçadas 0,8m entre linhas, com 6m de comprimento, totalizando 28,8 m² de área total por parcela.

As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, que compreendiam a área útil da parcela, desprezando duas linhas de cada lado dos blocos e 1,5 m inicial e final de cada bloco, que eram as bordaduras, tendo como área útil da parcela 4,8 m².

Os tratamentos consistiram em quatro proporções (25, 50, 75, 100%) de fertilizante organomineral e dois manejos no parcelamento da adubação de cobertura (sem e com) adubação de cobertura. As concentrações do fertilizante organomineral foram em relação a 100% da adubação mineral (controle) que correspondeu à 600 kg ha⁻¹ de Sulfato de potássio (K_2SO_4 contendo 50% de K₂O) e 850kg ha⁻¹ de Fosfato monoamônico ($NH_4H_2PO_4$ contendo 10% de N e 48% de P₂O₅) no plantio e 300 kg ha⁻¹ de Sulfato de amônio ($(NH_4)_2SO_4$, composto por 21% de N e 24% S, aplicado na amontoa.

As adubações de plantio e cobertura estão descritas na tabela 1 para cada tratamento.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de adubação organomineral com parcelamento nas doses de cobertura de batateira, cv. Cupido. Uberlândia-MG, 2015.

Proporção de fertilizante organomineral	Doses kg ha ⁻¹			
	00.00.30	Plantio 06.30.00	18.03.00	Cobertura ¹ 18.03.00
25%	240	368,3	83,5	-
25%	240	368,3	-	83,5
50%	480	736,5	167	-
50%	480	736,5	-	167
75%	720	1105	250,5	-
75%	720	1105	-	250,5
100%	960	1473	334	-
100%	960	1473	-	334

¹Adubação de cobertura feita aos 19 dias após o plantio (DAP)

3.3. Condução do experimento

O preparo do solo foi realizado de acordo com o recomendado para a cultura da batata, por meio de: aração seguida de gradagem, destorroadora/niveladora e posteriormente, abertura dos sulcos. A distribuição realizada dos fertilizantes (organomineral e mineral) foi efetuado no plantio das batatas-semente da cultivar Cupido, tipo 3 (tubérculos com 30 a 40 a milímetros de diâmetro) junto com a aplicação de fungicidas e inseticidas registrados para a cultura.

Para cada uma das proporções de fertilizante organomineral, o manejo de adubação de cobertura (sem e com) foi realizado aos 19 DAP com o trato cultural da amontoa.

O tratamento fitossanitário foi o mesmo usado na lavoura comercial, sendo aplicados apenas produtos registrados para a cultura da batata e nas doses recomendadas.

3.4. Características dos fertilizantes organominerais

O fertilizante organomineral foi produzido pela empresa Geociclo Biotecnologia, com sede operacional em Uberlândia, MG, elaborado a partir de torta de filtro com tecnologia de compostagem assistida de resíduos orgânicos, transformando-os em um composto orgânico descontaminado e bioestabilizado, com nutrientes solubilizados com adição das fontes minerais, depois que o material foi homogeneizado e peletizado por um polímero orgânico biodegradável que associado às condições adequadas de temperatura e pressão, permitindo que os nutrientes minerais agreguem a matriz orgânica porosa do solo.

Tabela 2. Características da formulação de fertilizantes organominerais utilizados. Uberlândia-MG, 2015.

Composição (kg)	00.00.30 + 9% S	06.30.00 + 6% S	18.03.00 + 14% S
Composto orgânico (torta de filtro)	337,57	339,27	363,61
KCl	515,17	-	-
MAP	-	569,62	49,86
Filtrado de Enxofre (70%S)	128,57	87,71	200
Geopeletizador	18,19	5,40	15,06

Fonte: Biotecnologia Geociclo

3.5. Características avaliadas

3.5.1. Desenvolvimento ao longo do ciclo

Foram realizadas coletas de plantas para avaliar o desenvolvimento da cultura, em cada coleta, duas plantas de cada parcela foram retiradas da segunda e sexta linha. Durante o ciclo, foram feitas quatro coletas: aos 36 dias após plantio-DAP (estolonização), 50 DAP (início de tuberização), 64 DAP (crescimento dos tubérculos) e 81 DAP (maturação dos tubérculos). Em cada coleta, as plantas amostradas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia, e avaliadas a massa seca de hastes, folhas e tubérculos (g planta^{-1}). Para a determinação da massa seca, as hastes, folhas e tubérculos, foram seccionados e colocados em sacos de papel, e submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante.

3.5.2. Classificação dos tubérculos e Produtividade

Ao final do experimento, os tubérculos foram colhidos, pesados e classificados com base em duas peneiras: de 45 e 36 mm. Assim, foram estabelecidas três classificações comerciais: tubérculos com diâmetro superior a 45 mm (especial), superior a 36 mm (1x) e inferior a 36 mm (pirulito). Os tubérculos danificados por doenças, podres ou deformados por anomalias fisiológicas conhecidas como embonecamento e rachadura, foram separados e constituíram uma quarta classe (descarte). Cada classe foi pesada para cálculo da produtividade da área útil das parcelas e estimativa em t ha⁻¹.

3.5.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS

Aos 36 DAP foi realizada uma amostragem de tecido foliar compostas por folhas completas (limbo+pecíolo) do terceiro trifólio completamente desenvolvido (CFSEMG, 1999). Foram coletadas 10 folhas por parcela. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar ($65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Após a secagem, foram moídas e submetidas à determinação química dos nutrientes, conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1999). Avaliou-se os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Para o respectivo cálculo do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), a população de alta produtividade (população de referência) constituiu-se onde os tratamentos com produtividades foram maiores que 15,5 t ha⁻¹ e baixa produtividade quando foi menor a 15,5 t ha⁻¹, sendo que o conjunto de dados foi separado em uma população de alta e outra de baixa produtividade, para estabelecimento das normas DRIS.

O software utilizado foi Microsoft Excel, utilizando-se a planilha DRIS empregando-se para os cálculos através do método original recomendado por Beaufils (1973), para os cálculos dos índices DRIS e do Balanço Nutricional (IBN).

A fórmula do DRIS permite calcular os índices relativos para os nutrientes que podem ser negativos ou positivos, cuja soma será igual a zero. Os índices positivos e negativos indicam excesso e deficiência, respectivamente, e números próximos a zero indicam teores adequados. Após o cálculo do índice para cada nutriente, foi estabelecido o Índice de Balanço Nutricional (IBN).

3.6. Análise estatística

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade entre as variâncias (Teste de Levene) e aditividade de blocos (Aditividade) utilizando o programa SPSS (SPSS, 2008). As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância (Teste F), e em seguida, comparadas pelo Teste de Dunett e Tukey com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009), a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento

4.1.1. Massa seca de hastes ao longo do ciclo da cultura

As doses de fertilizante organomineral não apresentaram diferenças significativas para massa seca de hastes (MSH) em cada um dos quatro estádios ao longo do desenvolvimento da cultura, quando comparadas com a adubação mineral (Tabela 3). Não existem pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de batata cv. Cupido e no presente trabalho, na época de estolonização (36 DAP) a cultura foi submetida a um stress hídrico durante 20 dias compreendendo a primeira quinzena de janeiro, justamente no período de ausência de chuvas (Figura 1). Este estresse foi devido à problemas com o funcionamento do pivô que estava irrigando a área. Neste contexto, as respostas fisiológicas da cultura da batata submetidas a alguma etapa de estresse hídrico interferem na redução do tamanho das plantas, na diminuição da turgescência celular, redução das hastes e o número de folhas. (HSIAO, 1973; HANG; MILLER, 1986).

No entanto, ainda assim as doses de fertilizante organomineral não se diferiram do mineral convencional verificando-se uma MSH de $2,72\text{ g planta}^{-1}$. Do mesmo modo, o parcelamento da adubação com a cobertura não foi significativo apresentando-se médias de $2,135\text{ g planta}^{-1}$ de MSH quando foi feita toda a adubação no plantio e apresentaram $2,317\text{ g planta}^{-1}$ de MSH quando a adubação de cobertura foi realizada aos 19 DAP.

Tabela 3. Massas seca de hastes (g planta^{-1}) durante o desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função as doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura ou adubação mineral.

Doses	Estolonização (36 DAP)		Tuberização (50 DAP)		Crescimento dos tubérculos (64 DAP)		Maturação dos tubérculos (81 DAP)	
	Adubação de cobertura							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
25	1,531 ns	2,143 ns	4,318 ns	4,816 ns	5,595 ns	5,880 ns	6,225 ns	7,111 ns
50	2,186 ns	2,450 ns	4,665 ns	4,691 ns	4,738 ns	6,420 ns	6,576 ns	8,340 ns
75	3,105 ns	3,060 ns	5,513 ns	5,273 ns	4,946 ns	7,315 ns	8,265 ns	7,723 ns
100	1,720 ns	1,616 ns	5,345 ns	5,071 ns	6,811 ns	7,473 ns	7,193 ns	9,216 ns
Média	2,135 A	2,317 A	4,960 A	4,963 A	5,522 A	6,772 B	7,065 A	8,097 A
Mineral	2,720		4,445		5,965		6,801	
	CV % = 38,62; DMS DUNNET = 2,136; DMS AC = 0,762 F = 0,849; W = 0,966; F_{Adit} = 0,260		CV % = 34,51; DMS DUNNET = 4,104; DMS AC = 1,46 F = 1,516; W = 0,981; F_{Adit} = 0,579		CV % = 21,77; DMS DUNNET = 3,234; DMS AC = 1,155 F = 1,051; W = 0,977 F_{Adit} = 0,042		CV % = 23,34; DMS DUNNET = 4,241; DMS AC = 1,514 F = 1,323; W = 0,979 F_{Adit} = 0,678	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas dentro de cada variável na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; ns não difere da adubação mineral pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância; F, W, F_{adit} ; estatística do teste de Levene, de Shapiro-Wilke de Tukey para aditividade de blocos, respectivamente; valores em negrito indicam homogeneidade de variâncias, resíduos com distribuição normal e aditividade de blocos, respectivamente, a 0,01 de significância; DAP: Dias após o plantio.

Observa-se que a etapa de crescimento dos tubérculos (64 DAP) com relação ao manejo de adubação de cobertura, a MSH foi superior quando não foi realizada a adubação de cobertura apresentando média de 6,772 g planta⁻¹ em comparação a 5,522 g planta⁻¹ quando a adubação de cobertura foi realizada aos 19 DAP (Tabela 3). Esta resposta pode ser explicada pelo processo de decomposição mais lenta dos fertilizantes organominerais, para que a planta possa absorver os nutrientes prontamente disponíveis. Vale lembrar que condições de estresse hídrico seguido de intensa chuva (Figura 1) pode ter contribuído pela menor influência da adubação de cobertura no crescimento das hastes. Medeiros e Cunha (2003) afirmaram que doses elevadas de (N) interferem no aumento do desenvolvimento da parte aérea e reduz o número de tubérculos, entretanto, as variações climáticas modificaram o crescimento, desenvolvimento e partição de assimilados na batateira, além da possibilidade de ocorrer interação genótipo e ambiente que podem modificar a resposta às doses de N.

4.1.2. Massa seca de folhas ao longo do ciclo da cultura

Para a variável de massa seca das folhas (MSF) ao longo do ciclo da cultura, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4). Resultados similares foram encontrados por Ferreira (2015) quando avaliou o desenvolvimento de batata cv. Ágata aos 40 e 56 DAP. Oliveira (2013) em teste de fertilizantes potássicos na cultivar Asterix, observou que aos 41 DAP, a MSF apresentou uma média de 18,98 g planta⁻¹, diferente ao obtido na etapa de estolonização (36 DAP) no presente experimento onde a média foi de 7,79; 8,39 e 8,85 g planta⁻¹ quando foi utilizada a fertilização organomineral sem cobertura e com cobertura aos 19 DAP, e adubação mineral, respectivamente.

Estes menores valores provavelmente se deram pelo desenvolvimento prejudicado no presente experimento em função do estresse hídrico e condições ambientais desfavoráveis conforme já comentado anteriormente. A batata é sensível ao estresse hídrico, sendo exigente em água, pois possui sistema radicular superficial e pouco ramificado, levando à redução de transporte de fotoassimilados das folhas para as raízes com tendência de fechamento dos estômatos. Portanto, depende do suprimento adequado de água durante todos os estádios de desenvolvimento da planta, existindo correlação direta entre disponibilidade de água no solo com o desenvolvimento das plantas e a produtividade de tubérculos (FILGUEIRA, 2008).

Aos 81 DAP, no estádio de maturação dos tubérculos, parcelas tratadas com as diferentes doses de fertilizantes organominerais e sem adubação de cobertura apresentou 46,505 g planta⁻¹ de MSF, em quanto com a adubação de cobertura apresentou 59,896 g planta⁻¹ de MSF e onde as parcelas foram tratadas com fertilizante mineral a MSF foi de 53,886 g planta⁻¹. Estes valores foram superiores aos obtidos por Oliveira (2013) e Fernandes (2010) que observaram 34,57 e 25,37 g planta⁻¹ aos 76 e 86 DAP, respectivamente, ambas pesquisas apesar de valores menores em relação a MSF observaram maiores produtividades que o presente trabalho, já que o crescimento vegetativo exagerado normalmente diminuía eficiência da fotossíntese, devido ao sombreamento mútuo das folhas e também faz a planta gastar mais energia com sua manutenção, reduzindo assim a massa seca dos tubérculos.

Tabela 4. Massas seca de folhas (g planta⁻¹) ao longo do desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função das doses de adubação organomineral e manejo de adubação ou adubação mineral.

Doses	Estolonização 36 DAP		Tuberização 50 DAP		Crescimento dos tubérculos 64 DAP		Maturação dos tubérculos 81 DAP	
	Adubação de cobertura							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
25	5,805 ns	7,906 ns	22,330 ns	22,339 ns	56,176 ns	54,923 ns	55,911 ns	44,115 ns
50	8,746 ns	8,873 ns	21,464 ns	22,968 ns	35,557 ns	50,718 ns	36,558 ns	62,201 ns
75	10,301 ns	10,451 ns	25,975 ns	26,130 ns	50,462 ns	62,512 ns	52,204 ns	67,094 ns
100	6,345 ns	6,361 ns	23,955 ns	29,560 ns	51,228 ns	63,517 ns	41,350 ns	66,173 ns
Média	7,799 A	8,398 A	23,4314 A	25,2495 A	48,356 A	57,918 A	46,505 A	59,896 A
Mineral	8,885		18,845		56,161		53,886	
	CV % = 30,07; DMS DUNNET= 5,968; DMS AC= 2,131; F=0,861; W= 0,967; F _{Adit} = 0,339		CV % = 26,79; DMS DUNNET= 15,413; DMS AC= 5,504; F= 4,646; W= 0,933; F _{Adit} = 0,506		CV % = 26,31; DMS DUNNET= 34,122; DMS AC= 12,186; F= 1,828; W= 0,983; F _{Adit} = 0,245		CV % = 32,35; DMS DUNNET= 41,798; DMS AC= 14,927; F= 3,434; W= 0,964; F _{Adit} = 0,896	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas dentro de cada variável na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; ns não difere da adubação mineral pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância; F, W, F_{adit}; estatística do teste de Levene, de Shapiro-Wilke de Tukey para aditividade de blocos, respectivamente; valores em negrito indicam homogeneidade de variâncias, resíduos com distribuição normal e aditividade de blocos, respectivamente, a 0,01 de significância; DAP: Dias após o plantio.

O excesso de água ao longo do ciclo produtivo (512,37 mm), favoreceu a uma maior incidência de doenças na parte de área como requeima (*Phytophthora infestans*) e pinta preta (*Altenaria solani*) e principalmente canela preta (*Pectobacterium spp.*). Vale ressaltar que a cultivar Cupido apresenta alta susceptibilidade a estas doenças (HAYASHI, 2001). Segundo Yorinori (2003) alterações referentes ao ataque de insetos e à incidência de doenças podem promover alterações na resposta de desenvolvimento da planta ao longo do ciclo e afetar a produtividade.

Em pesquisa desenvolvida na safra de águas por Yorinori (2003), com a cv. Atlantic, verificou maior acúmulo de MSF comparada com a da safra da seca, sendo que o máximo acúmulo de MSF ocorreu aos 79 DAP (22,67 g planta⁻¹) na safra das águas e aos 41 DAP (15,5 g planta⁻¹) na safra da seca. Midmore e Prange (1992), estabelecem que uma intensidade luminosa reduzida ocasiona um maior alongamento de hastes, reduz o tamanho das folhas, atrasa o início da tuberização e a senescência das folhas e, ainda, diminui a produção de tubérculos por planta.

4.1.3. Massa seca de tubérculos ao longo do ciclo da cultura

A massa seca de tubérculos (MST) por planta não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5). São escassas as informações referentes com a cv. de batata Cupido. No entanto Fernandes (2010) verificou que a partir dos 55 DAP, ocorreu o crescimento acelerado na MST até em torno dos 69 DAP. Fernandes (2010) verificou ainda que o acúmulo de MS nos tubérculos de Asterix foi pequeno no início da tuberização, seguido de crescimento acelerado entre 55 e 69 DAP, semelhante ao presente trabalho com Cupido onde o crescimento acelerado foi entre os 50 e 64 DAP. A cv. Asterix apresentou uma acumulação máxima aos 97 DAP (166,68 g planta⁻¹) enquanto que cv. Cupido aos 81 DAP (Tabela 5). A MST da cultivar Cupido no estádio de maturação dos tubérculos foi de 71,83 e 63,87 g planta⁻¹ quando submetida a fertilização mineral e organomineral, respectivamente, sendo valores inferiores em mais de 50% comparados às variedades Asterix e Mondial, no trabalho de Fernandes (2010).

Tabela 5. Massas seca de tubérculos (g planta⁻¹) durante o desenvolvimento de batateira, cv. Cupido, em função as doses de adubação organomineral e manejo de adubação ou adubação mineral.

Doses	Tuberização 50 DAP		Crescimento dos tubérculos 64 DAP		Maturação dos tubérculos 81 DAP	
	Adubação de cobertura					
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
25	4,221 ns	5,708 ns	28,574 ns	34,404 ns	47,585 ns	50,094 ns
50	6,080 ns	3,525 ns	21,183 ns	27,771 ns	51,284 ns	80,597 ns
75	6,658 ns	7,911 ns	28,102 ns	40,221 ns	62,450 ns	71,678 ns
100	3,663 ns	5,845 ns	35,731 ns	34,898 ns	62,412 ns	84,958 ns
Média	5,155 A	5,747 A	28,397 A	34,323 A	55,933 A	71,832 A
Mineral	2,996		29,365		71,837	
	CV % = 70,46; DMS DUNNET= 8,848; DMS AC= 3,160; F= 2,356; W= 0,961; F_{Adit} = 0,940		CV % = 28,58; DMS DUNNET= 21,584; DMS AC= 7,708; F= 1,539; W= 0,945; F_{Adit} = 2,286		CV % = 28,56; DMS DUNNET= 44,855; DMS AC= 16,018; F= 6,340; W= 0,874; F_{Adit} = 0,213	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas dentro de cada variável na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; ns não difere da adubação mineral pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância; F, W, F_{adit}; estatística do teste de Levene, de Shapiro-Wilke de Tukey para aditividade de blocos, respectivamente; valores em negrito indicam homogeneidade de variâncias, resíduos com distribuição normal e aditividade de blocos, respectivamente, a 0,01 de significância; DAP: Dias após o plantio

A realização ou não da adubação de cobertura e as diferentes doses do fertilizante organomineral, não influenciaram na MST (Tabela 5). Normalmente o parcelamento da adubação com N é favorável, como no trabalho de Mallman (2001) que verificaram que o parcelamento de N (80 kg ha^{-1} de N antes do plantio e o restante em cobertura, efetuado aos 30 DAP) e doses maiores de K (480 kg ha^{-1} e 960 kg ha^{-1} de K_2O) para a cultivar Monalisa aumentaram o teor de massa seca dos tubérculos, assim como altas doses de K e P, combinadas com N e S, promoveram melhor qualidade dos tubérculos.

No entanto, em condições pouco favoráveis para a batata como as altas temperaturas e precipitação pluvial maior que a requerida (Figura 1), Marouelli (2005) afirma que a água em excesso é prejudicial, já que dificulta a respiração dos tubérculos, reduz a aeração do solo e favorece a multiplicação de patógenos de solo e durante o período de emissão dos estolões e início de tuberização o que propicia maior potencialidade para a formação de coração oco especialmente em tubérculos grande, crescimento secundário (embonecamento) e rachaduras nos tubérculos. Solo excessivamente úmido causa a abertura das lenticelas, também denominado lenticelose que permite a entrada de patógenos, portanto, os tubérculos tornam-se mais suscetíveis a infecções (DE BOER, 2008).

Doorenbos e Kassan (2000) sustentaram que a ocorrência de um pequeno período de déficit hídrico no estádio de estolonização (início da formação e de crescimento dos tubérculos) resultaram na obtenção de tubérculos pequenos e foi justamente o que ocorreu no presente trabalho.

4.2. Produtividade e classificação de tubérculos

A produtividade não apresentou diferenças significativas entre as doses de adubação organomineral e na realização ou não da adubação de cobertura (Tabela 6). A produtividade média com doses de fertilizante organomineral foi de 16 t ha^{-1} e $18,5 \text{ t ha}^{-1}$ com adubação mineral, ambas com valores abaixo da produtividade média brasileira, que é de $27,80 \text{ t ha}^{-1}$, segundo dados do IBGE (2014).

Tabela 6. Produtividade total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$) de batateira, cv. Cupido, em função as doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura, com respeito a adubação mineral.

Dose	Adubação de cobertura	
	Sem	Com
25	15,37 ns	17,56 ns
50	14,89 ns	15,26 ns
75	18,84 ns	17,36 ns
100	13,94 ns	14,69 ns
Média	15,76 A	16,22 A
Mineral	18,50	
	CV % = 28,06;	
	DMS DUNNET = 11,07;	
	DMS AC = 3,95;	
	$F = 1,692$; $W = 0,964$; $F_{Adit} = 0,247$	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; ns não difere da adubação mineral pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância; F , W , F_{adit} ; estatística do teste de Levene, de Shapiro-Wilke de Tukey para aditividade de blocos, respectivamente; valores em negrito indicam homogeneidade de variâncias, resíduos com distribuição normal e aditividade de blocos, respectivamente, a 0,01 de significância; DAP: Dias após o plantio.

Cardoso, Luz e Lana (2015) não observaram diferenças significativas na produtividade de tubérculos entre os tratamentos onde foram testadas doses fertilizante organomineral comparado com o fertilizante mineral, na safra de inverno e em condições ideais para a cultura. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira Junior et al., (2009) que também não encontraram diferença significativa para as variáveis de produtividade, classificação de tubérculos e teor de sólidos solúveis em testes de fertilizantes organominerais via sulco e foliar em cv. Cupido.

A ocorrência de temperaturas noturnas mais elevadas nesta safra aumentou a respiração com consequente redução na produção, além da pressão de doenças ser maior devido a ocorrência de chuvas. Segundo Wrege, Pereira e Herter (2005) a temperatura fria a noite colabora para que a planta reduza a respiração e assim acumule mais reserva, este acúmulo de reservas no tubérculo decorre em função da quantidade de energia que a planta assimila durante o dia, menos o que ela respira.

O fato que doses reduzidas de fertilizante organomineral foram iguais na produtividade com adubação mineral (Tabela 6) pode ser atribuído a fração orgânica presente na composição destes fertilizantes que lhes confere solubilidade gradual, isto é, o teor total não é solúvel plenamente em água, fazendo que os nutrientes sejam liberados gradualmente ao longo do tempo, no início com menor disponibilidade (LUZ; KORNDÖRFER, 2011; SEVERINO et al., 2004). Kiehl (2008) afirma que os

fertilizantes organominerais apresentam solubilização gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, o que torna a eficiência agronômica maior quando comparado com os fertilizantes minerais.

O parcelamento da adubação em cobertura ou não com fertilizante organomineral não influenciou significativamente nas classificações dos tubérculos tipos Especial e 1X (Tabela 7). Por outro lado, pesquisadores como Vieira e Sugitomo (2002) verificaram maiores produtividades em áreas onde o nitrogênio e o potássio foram parcelados em duas aplicações (plantio e amontoa), em comparação à área onde o N e K foram fornecidos em uma só aplicação, juntamente com o fósforo no sulco de plantio.

Tabela 7. Classificação de tubérculos ($t \text{ ha}^{-1}$) de batateira, cv. Cupido, em função as doses de adubação organomineral e manejo de adubação de cobertura, e adubação mineral.

Doses	Especial		IX		Pirulito		Descarte	
	Adubação de cobertura							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
25	5,10 ns	5,70 ns	5,12 ns	4,52 ns	1,58	1,25 ns	3,55 ns	6,09 ns
50	5,02 ns	4,53 ns	4,56 ns	2,92 ns	1,38	1,50 ns	3,92 ns	6,30 ns
75	6,81 ns	4,67 ns	5,41 ns	2,95 ns	1,41	0,75 ns	5,19 ns	8,98 ns
100	3,17 ns	5,20 ns	4,19 ns	4,50 ns	2,12	0,63 ns	4,45 ns	4,35 ns
Média	5,02 A	5,02 A	4,82 A	3,72 A	1,62 A	1,03 B	4,28 A	6,43 B
Mineral	4,78		5,05		1,71		6,94	
	CV % = 57,06;		CV % = 51,99;		CV % = 48,52;		CV % = 33,19;	
	DMS DUNNET = 6,92;		DMS DUNNET = 5,49;		DMS DUNNET = 1,61;		DMS DUNNET = 4,45;	
	DMS AC = 2,47;		DMS AC = 1,96;		DMS AC = 0,57;		DMS AC = 1,59;	
	<i>F</i> = 2,083 ; <i>W</i> = 0,980 ;		<i>F</i> = 2,714 ; <i>W</i> = 0,966 ;		<i>F</i> = 0,767 ; <i>W</i> = 0,989 ;		<i>F</i> = 2,352 ; <i>W</i> = 0,943 ;	
	<i>F_{Adit}</i> = 0,262		<i>F_{Adit}</i> = 0,045		<i>F_{Adit}</i> = 0,042		<i>F_{Adit}</i> = 1,958	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas dentro de cada variável na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, à 0,05 de significância; ns não difere da adubação mineral pelo teste de Dunnet, a 0,05 de significância; *F*, *W*, *F_{adit}*; estatística do teste de Levene, de Shapiro-Wilke de Tukey para aditividade de blocos, respectivamente; valores em negrito indicam homogeneidade de variâncias, resíduos com distribuição normal e aditividade de blocos, respectivamente, a 0,01 de significância; DAP: Dias após o plantio

Boock e Catani (1956) observaram um incremento na produtividade de batata, principalmente em anos com alta pluviosidade quando fizeram o parcelamento da adubação nitrogenada e potássica, subdividindo os nutrientes três vezes. No estudo desenvolvido por Mallmann (2001) no qual foram avaliadas doses de N, P e K e parcelamentos de N (80 kg ha^{-1} de N no plantio + 40 kg ha^{-1} de N 30 dias após o plantio) e (80 kg ha^{-1} de N no plantio + 80 kg ha^{-1} de N, 30 dias após o plantio) cv. Monalisa, constatou-se que houve maior produtividade nos tratamentos submetidos ao parcelamento. No entanto, estes trabalhos foram com fertilizante exclusivamente mineral.

Com referência a classificação pirulito, a ausência da adubação de cobertura foi superior ($1,62 \text{ t ha}^{-1}$) quando realizada a adubação de cobertura aos 19 DAP ($1,03 \text{ t ha}^{-1}$), sendo este maior valor prejudicial, pois este tipo de tubérculo é o de menor valor no mercado.

De maneira geral obteve-se alta porcentagem de descarte (50%) com relação a produtividade total, com os dois tipos de fertilizantes e parcelamentos na adubação de cobertura (Tabela 7) o que se deve às condições ambientais adversas. Ocorreu alta severidade de canela preta, (*Pectobacterium spp.*) o que gerou apodrecimento de grande parte dos tubérculos. Esta doença inicia-se por ferimentos ou pelas lenticelas, combinando com condições favoráveis de alta temperatura e alta umidade, avança rapidamente e preenche todo o tubérculo, com um escurecimento no limite entre os tecidos afetados e sadios da polpa, seguida da invasão de organismos secundários que causam o apodrecimento do tecido associado normalmente a um odor desagradável.

A safra das águas representa mais de 50% da produção de tubérculos caracterizando-se pelo alto custo de produção a causa da pressão de doenças, no caso da safra de inverno as produtividades são superiores e caracterizadas com pacotes tecnológicos superiores a produção na safra das águas pela irrigação complementar CEPEA (2013).

Cardoso (2014) testando diferentes doses de fertilizantes organominerais com a cv. Atlantic, em duas safras (água e inverno) observou maior quantidade de classificação descarte em a safra das águas, com uma média de ($2,43 \text{ t ha}^{-1}$). Em condições mais favoráveis para a cultura (inverno) o descarte, segundo a autora, diminui em 39,5% com um total de $0,96 \text{ t ha}^{-1}$, valores estes muito inferiores aos encontrados nesta pesquisa $6,94 \text{ t ha}^{-1}$ em parcelas tratadas com fertilizante mineral, não diferindo com as doses de fertilizante organomineral (Tabela 7).

A princípio não há uma explicação para o fato da adubação de cobertura apresentarão maior valor médio de descarte. Os coeficientes de variação, que são indicativos da precisão experimental, foram altos (Tabela 7) com respeito à classificação e produtividade de tubérculos, quando comparados aos encontrados por Silva et al., (2006); Costa et al., (2007); Bisognin et al., (2008) sendo o Cv. no máximo de 22,70%, considerando-se que o rendimento de tubérculos é um caráter quantitativo e de grande influência ambiental (SILVA et al., 2006).

Os fatores ambientais como a precipitação, temperatura e fotoperíodo influenciaram negativamente no desenvolvimento e produtividade da cultura. Temperaturas mais altas como no caso do experimento favoreceram ao crescimento da parte aérea e uma redução na produção dos tubérculos (BISOGNIN et al., 2008; HELDWEIN; STRECK; BISOGNIN, 2009).

Menezes et al., (2001) afirmam que quando as temperaturas se encontram acima das ideais, estas podem impedir o início da tuberização ou reduzir a taxa de desenvolvimento, principalmente no decorrer do período de enchimento de tubérculos. A cultura apresenta um bom desenvolvimento sob condições de clima temperado, sendo que as temperaturas ideais variam entre 18 e 22 °C. A termoperiodicidade exigida pela cultura varia entre 20 e 25 °C de temperaturas diurnas, e as noturnas de 10 a 12 °C. Van Dam; Kooman e Struik (1996) não pode ocorrer formação de tubérculos quando as temperaturas médias noturnas ultrapassam 20 °C, dias curtos são necessários para desencadear o início da tuberização e dias longos ou neutros para o florescimento.

4.3. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – Dris

A média de produtividade do grupo classificado como alta produtividade ($>15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($<15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e os teores médios encontrados dos macros e micronutrientes avaliados no tecido foliar da cultura da batata do cultivar Cupido estão descritos na (Tabela 8).

Nas hortaliças a absorção de nutrientes apresenta um padrão de crescimento ou acúmulo de massa seca, sendo o K normalmente o mais absorvido (FERREIRA; CASTELLANE; CRUZ, 1990), seguido do N, P, Ca e Mg (EMBRAPA, 1999). Os teores foliares de potássio em ambos grupos de alta e baixa produtividade encontram-se em deficiência já que estudos realizados por Reis Júnior (1995) verificaram que a faixa ideal para a produtividade de batata em 74 a 89 g kg⁻¹ de K (Tabela 8).

Referindo-se aos valores de folha de N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn (Tabela 8), estes foram encontrados com os valores adequados para o cultivo de batata, Fe e Mn apresentou excesso de acordo com os valores obtidos por Reis Júnior (1995), por isso, quando estas concentrações de metais no solo aumentam são visíveis efeitos tóxicos que conduzem a alterações fisiológicas com influências negativas sobre o crescimento das plantas (BAKER; WALKER, 1989).

O excesso de Mn interfere nas enzimas, gerando uma respiração lenta e pode causar a destruição de auxinas (FOY; CHANEY; WHITE, 1978). O elemento pode ser encontrado, uniformemente distribuído e dissipado nas raízes, especialmente em solos ricos em matéria orgânica, com pH menor ou igual a 5,5 (WALLACE; ALEXANDER; CHAUDHRY, 1977). O Mn e Fe apresentam uma densidade superior a 4,5 g cm⁻³ sendo classificados como metais pesados (ERNST, 1996), ocasionando na planta uma redução na fotossíntese já que estes elementos inibem a biossíntese de clorofila, reduzindo a proporção total de clorofila a e b (KRUPA; BARANOWSKA; ORZOL, 1996).

Com a excessiva precipitação pluvial ao longo do experimento o ferro existente na forma de Fe³⁺; é reduzido para Fe²⁺ o que aumenta a concentração na forma disponível para as plantas (PONNAMPERUMA; BRADFIELD; PEECH, 1995).

A absorção de P, K, Ca e Mg decresce com o aumento da concentração de Fe, e inibe a formação de novas raízes ativas pois o Fe está associado a desordens nutricionais (FAGEIRA; FILHO; CARVALHO, 1981). O excesso do ferro pode bloquear a absorção de nutrientes pela camada de óxido férrico formada nas raízes (HOWELER, 1973). A decrescente capacidade de oxidação do sistema radicular existe quando os teores de K e P agravam a toxidez de ferro (TROLLDENIER, 1977).

Tabela 8. Teores foliares médios e produtividade (t ha⁻¹) da população de alta produtividade e de baixa produtividade de batata do cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
				g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
Acima de 15,5 t ha ⁻¹											
18,03	40,92	3,70	42,17	16,72	4,48	3,17	33,01	11,98	673,51	279,66	71,04
Abaixo de 15,5 t ha ⁻¹											
14,89	40,50	3,70	41,83	17,67	4,67	3,20	33,87	12,46	661,05	269,94	73,59

A relação entre o equilíbrio nutricional e a produtividade é evidente, os valores dos índices DRIS (Tabela 9) para o grupo de alta produtividade apresentam valores menores daqueles do grupo de baixa produtividade. Isso é devido ao fato de que, quanto mais próximo de zero estiver o valor do índice, mais equilibrado estará o teor do nutriente em relação aos demais. Dentro do grupo de alta produtividade ($>15,5\text{ t ha}^{-1}$), observa-se que o tratamento com a proporção de 75% de fertilizante organomineral peletizado com adubação de cobertura, apresentou IBN de 36,83, o mais baixo do grupo de alta produtividade. Em geral os IBN apresentaram valores superiores aos encontrados por Queiroz et al., (2014) onde foi testado doses de NPK na cv. Agata, com um IBN entre 8,6 e 69,62, com aumento do IBN quando ocorreu queda na produtividade. White et al., (2009) afirmaram que os teores dos nutrientes presentes nos tubérculos e folhas são influenciados por fatores ambientais e genéticos. Os valores de IBN encontrados no presente trabalho não apresentam proximidade a zero devido às condições ambientais adversas do experimento.

Bangroo et al., (2010) afirmaram que as normas DRIS devem ser desenvolvidas para condições específicas, nas quais todos os outros fatores a serem correlacionados com a produtividade como cultivar, clima, solo e cultura condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção dos nutrientes e capacidade de remoção dos nutrientes pelas culturas, ou seja, o sistema de produção como um todo.

Dentro do grupo de alta produtividade (Tabela 9) entre as proporções de fertilizantes organominerais, os nutrientes que mais limitaram a produtividade foram o N, P e Zn. O nitrogênio é importante na síntese protéica e de compostos, como clorofila, hormônio, vitamina, sendo também precursor dos aminoácidos que estão associados à suscetibilidade ou resistência das plantas às doenças, além de possuir elevada redistribuição via floema (MARSCHNER, 1995). O N pode aumentar a produção de massa seca da parte aérea, sem que ocorra conversão para a produção de tubérculos, devido a alteração da relação fonte/dreno (BEBENDO, 1995). No caso do fertilizante mineral os nutrientes que mais limitaram foram Cu, B e Mg. O macronutriente P da composição do fertilizante organomineral foi em excesso quando comparado com os fertilizantes organominerais.

Tabela 9. Índices DRIS para macro (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) de alta produtividade ($> 15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e baixa produtividade ($< 15,5 \text{ t ha}^{-1}$) e IBN de batata do cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado. Uberlândia-MG, 2015.

Tratamento	Produti vidade	Índices DRIS para grupo de alta produtividade										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
75% Sem Cob	18,84	-2,74	-2,39	5,06	-2,49	-3,59	-12,64	8,14	-1,01	9,35	0,00	2,31
Mineral	18,50	-1,18	6,56	1,30	-1,54	-4,70	1,80	-5,98	-12,02	0,24	5,71	9,82
25% Com Cob	17,56	-2,87	-1,39	-9,98	3,61	7,99	9,86	2,49	13,63	-14,69	-6,57	-2,08
75% Com Cob	17,36	6,76	-2,69	2,90	0,06	0,39	0,91	-5,03	0,79	6,39	0,21	-10,69
Índices DRIS para grupo de baixa produtividade												
25% Sem Cob	15,37	6,07	6,59	4,67	16,02	4,96	1,69	4,20	3,59	-14,38	-48,22	14,81
50% Com Cob	15,26	-11,35	-0,41	-3,43	12,45	-22,85	-7,53	15,86	3,93	4,50	15,35	-6,51
50% Sem Cob	14,89	3,01	11,47	8,11	-2,36	21,17	7,16	-5,37	11,42	-13,47	-41,41	0,27
100% Com Cob	14,69	-20,96	-47,63	-6,21	5,99	1,88	-3,68	-3,85	-11,18	1,54	75,56	8,55
100% Sem Cob	13,94	1,21	-18,54	3,54	16,55	-7,61	-4,38	11,71	-9,97	3,03	-6,56	11,00

Sem Cob=adubação de cobertura realizada no plantio; Com Cob= adubação de cobertura realizada aos 19 Dias após o plantio

No grupo de baixa produtividade os nutrientes deficientes foram o Mn, P, N, Mg e o Mn e Ca apresentam excesso. Queiroz (2011) sustentou que geralmente é observado um máximo de absorção de P, K, Mg e S entre 40 e 50 DAP. No entanto, P e Ca são absorvidos durante todo o ciclo da cultura, sendo o pico máximo de absorção entre 90 e 110 DAP, sendo que no grupo de baixa produtividade o P foi que apresentou déficit, atribuindo ao P uma influência significativa na redução do ciclo vegetativo e no aumento do número de tubérculos por planta de batata, mas pouco contribui para o aumento da produtividade e para tamanho do tubérculo (FONTES; FINGER, 1999; ZAAG, 1993).

Dentro do grupo de baixa produtividade, a menor produtividade foi observada no tratamento que recebeu 100% de adubação organomineral e sem adubação de cobertura apresentando IBN de 94,10 sendo o P o nutriente com maior limitação, com índice DRIS de -18,54 (Tabelas 9 e 10).

Tabela 10. Índice de deficiência e excesso de macro e micronutrientes em lavouras de alta e baixa produtividade de tubérculos de batata, cultivar Cupido, em função da adubação com fertilizante organomineral peletizado.

Ordem	Índices de deficiência				Índices de excesso			
	>15,5 t ha ⁻¹	<15,5 t ha ⁻¹	>15,5 t ha ⁻¹	<15,5 t ha ⁻¹	Mn	Ca	P	Zn
1°	Fe	-14,7	Mn	-32,0	Cu	7,2	Mn	45,4
2°	S	-12,6	P	-22,1	N	6,8	Ca	12,7
3°	K	-10,0	N	-16,1	P	6,6	B	10,6
4°	Mm	-6,6	Mg	-15,2	Zn	6,0	Mg	9,3
5°	Cu	-6,5	Fe	-13,9	B	5,3	P	9,0
6°	Zn	-6,4	Cu	-10,6	Fe	5,3	Zn	8,6
7	B	-5,5	Zn	-6,5	S	4,2	Cu	6,3
8°	Mg	-4,1	S	-5,2	Mg	4,2	K	5,4
9°	N	-2,2	K	-4,8	K	3,1	S	4,4
10°	P	-2,1	B	-4,6	Mn	2,9	N	3,4
11°	Ca	-2,0	Ca	-2,4	Ca	1,8	Fe	3,0

Entre os nutrientes estudados, o Fe foi o elemento que apresentou maior índice de deficiência no grupo de alta produtividade e, no grupo de baixa produtividade, o elemento que apresentou maior deficiência foi o elemento Mn. Sendo assim, pode-se estabelecer a ordem de insuficiência nas áreas de alta produtividade Fe>S>K>Mn>Cu>Zn>B>Mg>N>P>Ca, e a ordem de insuficiência nas áreas de baixa produtividade Mn>P>N>Mg>Fe>Cu>Zn>S>K>B>Ca.

5. CONCLUSÕES

Em condições de alta precipitação pluvial e sem a termoperiodicidade ótima para a cultura da batata as doses menores (25%) de fertilizante organomineral independente do parcelamento da adubação de cobertura tiveram igual efeito a doses superiores (50, 75, 100%) de fertilizante organomineral e adubação mineral no desenvolvimento e na produtividade de tubérculos.

A adubação com fertilizante organomineral pode ser feita totalmente no plantio, trazendo economia nos custos de produção e eficiência operacional.

Segundo o DRIS pode-se estabelecer a ordem de insuficiência no grupo de alta produtividade obedecendo a sequência de: Fe>S>K>Mn>Cu>Zn>B>Mg>N>P>Ca, e a ordem do grupo de baixa produtividade: Mn>P>N>Mg>Fe>Cu>Zn>S>K>B>Ca.

O tratamento com a dose de 75% de organomineral com cobertura apresentou o melhor equilíbrio nutricional na produção de batata cv. Cupido.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRIOLI, J. L.; FALCÃO, L. L.; DUARTE, T. S.; SKREBSKY, E. C. Defoliation of greenhouse tomato plants and its effects on dry matter accumulation and distribution to fruits. **Acta Horticulturae**, v. 559, p. 123-126, 2001.
- AKANDE, M. O.; OLUWATOYINBO, F. I.; MAKINDE, E. A.; ADEPOJU, A. S; ADEPOJU, I. S. Response of Okra to Organic and Inorganic Fertilization. **Nature and Science**, v. 8, n. 11, p. 261-269, 2010.
- ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes de 2014**. São Paulo: ANDA. 2014. Disponível em: http://www.anda.org.br/estatistica/Principais_Indicadores_2014.pdf. Acesso em: 15 nov. 2014.
- AMMA, A. T.; GONZÁLEZ, J. A. 1990. **Cultivo de la batata, requerimientos edáficos, nutrición mineral, fertilización**. II Curso Internacional sobre el Cultivo de la Batata. Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. San Pedro, Buenos Aires, Argentina.
- ASKEW, M. F. Potato. In: WICHMMAN, W. (Coord.) **IFA – World Fertilizer Manual**, Nayland: International Fertilizer Industry Association, 1992. p. 119-137.
- BADR, M. A.; EL-TOHAMY, W. A.; ZAGHLOUL, A. M. Yield and Water use efficiency of potato grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region. **Agricultural Water Management**, v.110, n. 1, p. 9-15, 2012.
- BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 3, p. 448-456, 1996.
- BAKER, A. J. M.; WALKER, R. L. Physiological responses of plants to heavy metals and the quantification of tolerance and toxicity. **Chemical Speciation and Bioavailability**, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1989.
- BANGROO, S. A.; BHAT, M. I; TAHIR, A. L. I.; AZIZ, M. A.; BHAT, M. A.; MUSHTAQ, A. W. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) – A Review. **International Journal of Current Research**, v. 10, n.1, p. 84-97, 2010.
- BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2007.
- BARROSO, C. B.; NAHAS, E. Solubilização de fosfato de ferro em meio de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 529-535, 2008.
- BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**: A general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. Pietermaritzburg, University of Natal, 1973. 132 p.

BEBENDO, I. P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, p. 331-341, 1995.

BHATTI, A. U.; MULLA, D. J.; FRAZIER, B. E. Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images. **Remote Sensing Environment**, v. 37, n. 3, p. 181-191, 1991.

BISOGNIN, D. A.; MULLER, D. R.; STRECK, N. A.; ANDRIOLI, J. L.; SAUSEN, D. Desenvolvimento e rendimento de clones de batata na primavera e no outono. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 699-705, 2008.

BOOCK, O. J.; CATANI, R. A. Adubação da batatinha. Resultados preliminares referentes ao emprego do parcelamento de N e K. **Bragantia**, v. 15, n. 26, p. 353-361, 1956.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes. Destinados à agricultura. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 5, 2009.

BRAUN, H. **Qualidade pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata influenciada por doses de nitrogênio**. 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Fitotecnia, Viçosa, 2007.

CARDOSO, A.D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1729-1736, 2007.

CARDOSO, A. F. **Fertilizante organomineral em batata, cv. Atlantic: Produtividade, crescimento e acumulo de nutrientes em diferentes safras de plantio**. 2014. 184f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

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

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). **Indicadores do preço da batata. 2013.** Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/126/batata.pdf>. Acesso em: 10/09/2015.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Viçosa, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 176p.

COSTA, L. C.; BISOGNIN, D. A.; ANDROLO, J. L.; RITER, C. E. L.; BANDINELLI, M. G. Identificação de clones de batata com potencial para mesa e adaptados para os cultivos de outono e primavera do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 2, p. 93-104, 2007.

DARWISH, T. M.; ATALLAH, T. W.; HAJHASAN, S.; HAIDAR, A. Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato. **Agricultural Water Management**, v. 85, p. 95-104, 2006.

DE BOER, S. H. **Managing soft rot and ring rot**. In: JOHNSON, D.A. (Ed.). Potato health management. 2nd ed. Saint Paul: The American phytopathological society, p. 171-182, 2008.

DEMAGANTE, A. L.; VANDER ZAAG, P. The response of potato (*Solanum* spp.) to photoperiod and light intensity under high temperatures. **Potato Research**, v. 31, n. 1, p. 73-83, 1988.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. 2000. **Efeitos da água no rendimento das culturas**. Estudos FAO Irrigação e Drenagem 33. Paraíba: UFPB. 191p.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 3, p. 466-70, 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1997) **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. 3^a ed. Brasília, Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças. 18p. (Instruções Técnicas, 7).

ERNST, W. H. 1996. Schwermetalle. p. 191-220. En: Brunold, Ch., A. Rüegesegger y R. Brändle (eds). Stress bei Pflanzen. UTB für Wissenschaft. Verlag Paul Haupt, Stuttgart.

EVENHUIS, B.; WAARD, P. W. F. **Principles and practices in plant analysis**. In: FAO. Soils. Rome, 1980. p. 152-163. (FAO Bulletin, 38/1).

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 10 de nov. 2015.

FAGEIRA, K. N.; FILHO, M. P. B.; CARVALHO, J. R. P. Influência de ferro no crescimento e na absorção de P, K, Ca e Mg pela planta de arroz em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 483-488, 1981.

FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. 144f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita”, Botucatu, 2010.

FERREIRA, D. M. **Produção e qualidade de batata cultivar ágata sob adubação mineral e organomineral**. 2015. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Victoria da Conquista, 2015.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal, Potafós. 1990, 480p.

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

FONTES, P. C. R. **Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997, 42p.

FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n.1, p. 24-29, 1999.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Classificação e Descrição Botânica. In: PEREIRA, S. A.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 69-79, 2003.

FOY, C. D.; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, n. 1, p. 511-556, 1978.

GEOCICLO. 2015. Responsabilidade Ambiental. Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/index.php/empresa/sustentabilidade/>. Acesso em: 12 de sep. 2015.

GONÇALVES M. V.; CARREON, R.; LUZ, J. M. Q.; GUIRELLI, J. E.; SILVA, P. A. R.; SILVA, M. A. D. **Produção de batata, cv. Atlantic, submetida a produtos organominerais Aminoagro**. In: ENCONTRO NACIONAL DA PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 13. 2007. **Anais eletrônicos** Holambra: ABBA.

GUINDANI, R. H. P.; ANGHINONI, I.; NACHTIGALL, G. R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, n. 1, p. 109-118, 2009.

HANG, A. N.; MILLER, D. E. Yield and physiological responses of potatos to deficit, high frequency sprinkler irrigation. **Agronomy Journal**, v. 78, n. 3, p. 436-440, 1986.

HAYASHI, P. Variedade Cupido. Nova opção para mercado freso. 2001. Itapetininga. Batata Show. Disponível em: http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista03_010.htm. Acesso em 07 de sep. de 2015.

HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. Batata. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. cap. 2, p. 281-293.

HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1743-1752, 2010.

HOWELER, R. H. Iron induced orange disease of rice in relation to Physico-Chemical changes in a flooded oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, v. 37, n. 6, p. 898-903, 1973.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 519-570, 1973.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201503_5.sht>. Acesso em: 07 de nov 2015.

IPEA - Comunicados do Ipea: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: Diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Brasília: IPEA, n. 145, 2012.

JADOSKI, S. O., REZENDE SALES, L. L. S.; SAITO, L. R.; RAMOS, M. S.; POTT, C. A. Desenvolvimento vegetativo da cultura da batata em função da amontoa e espaçamento de plantas. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 83-92, 2014.

JANE, J.; CHEN, Y. Y.; LEE, L. F.; McPHERSON, A. E.; WONG, K. S.; RADOSAVLJEVIC, M.; KASEMSUWAN, T. Effects of amylopectin branch chain length and amylase content on the gelatinization and pasting properties of starch. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 5, p. 629-637, 1999.

JOERN, B. C.; VITOSH, M. L. Influence of applied nitrogen on potato. Part II. Recovery and partitioning of applied nitrogen. **American Potato Journal**, v. 72, n. 2, p. 73-83, 1995.

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILL, H. A. Plant analysis handbook. **MicroMacro Publishing**, 1991. 213p.

KLAMT, E.; SOMBROEK, W. G. **Contribution of organic matter to exchange properties of oxisols**. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8, 1986, Rio de Janeiro. Anais Rio de Janeiro: EMBRAPA/SMSS/AID/UPR. 1988. Parte 1, p. 64-70.

KRUPA, Z.; BARANOWSKA, M.; ORZOL, D. Can anthocyanins be considered as heavy metal stress indicator in higher plants?. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 18, n. 2, p. 147-151, 1996.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. 4. ed. Piracicaba, SP: DEGASPERI, 2008. 160 p.

KLEINHEZ, M. Potatoes growing tips and news from the world of research. **The Tuber Times**, v. 2, n. 1, 2001.

LEVRERO, C. R. **Fertilizante organomineral**: a serviço do mundo. In: FÓRUM ABISOL, 2009.

LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de Brachiaria briizantha cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007.

LIN X. Q.; ZHOU, W. J.; ZHU, D. F.; CHEN, H. Z.; ZHANG, Y. P. Nitrogen accumulation, remobilization and partitioning of rice (*Oryza sativa* L.) under an improved irrigation practice. **Field Crops Research**, v. 96, n. 2, p. 448-454, 2006.

LOPES, C. A.; BUSO, J.A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.).** Brasília: Embrapa-CNPH, 1997. 36 p. (Embrapa CNPH. Instruções Técnicas, 8).

LUZ, P. H. de C.; KORNDÖRFER, G. H. Reciclagem de subprodutos na agricultura. In: VASCONCELOS, H. P. (Ed.). **Contribuições para a produção de alimentos: Ideias para uma agricultura eficaz.** São Paulo: Nova Bandeira Produções Editoriais, 2011. v. 1, p. 123-143.

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense.** 2001. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2001.

MARQUELLI, W. A; GUIMARÃES, T. G. **Irrigação na cultura da batata.** Itapetininga: ABBA, 2006, 66p.

MARQUELLI, W. A. **Irrigar bem. Um dos segredos para reduzir doenças e aumentar o lucro do bataticultor.** 2005. Itapetininga. Batata Show. Disponível em: http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista11_010.htm. Acesso em 07 de sep. de 2015.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MATSON, P.; LOHSE, K. A.; HALL, S. J. The Globalization of Nitrogen Deposition: Consequences for Terrestrial Ecosystems. **Ambio**, v. 31, n. 2, p. 113-119, 2002.

MEDEIROS, C. A. B.; CUNHA, B. P. Cultivo hidropônico de sementes pré-básicas de batata: concentração de nitrogênio na solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 372, 2003.

MENEZES, C. B. de; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and applied Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 145-157, 2001.

MESQUITA, H. A.; PAULA, M. B.; VENTURIN, R. P.; PÁDUA, J. G.; YURI, J. E. Fertilização da cultura da batata. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). Produção integrada da batata. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, v. 1, p. 351-380, 2011.

MIDMORE, D. J.; PRANGE, R. K. Growth response of two *Solanum* species to contrasting temperatures and irradiance levels: relation to photosynthesis, dark respiration and chlorophyll fluorescence. **Annals of Botany**, Londres, v. 69, n. 1, p. 13-20, 1992.

MORALES, W. R. J. **Teores de α-chaconina e α-solanina em tubérculos de quatro variedades de batata submetidas aos efeitos da luz, refrigeração e fritura.** 1987. 66f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

NCR-103 COMMITTEE-**Non-traditional soil amendments and growth stimulants.** 1984. Compendium of research reports on use of non-traditional material for crop production. Ames: Iowa State University. Cooperative ExpeNion Service. 473p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; et al. (Eds.) Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. cap. 8, p. 472 537.

OLIVEIRA, R. C. **Acúmulo de nutrientes, produtividade e qualidade de batata, cv. Asterix, sob fontes de fertilizantes potássicos.** 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

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.** In: Congresso Brasileiro De Olericultura, v. 49. 2009.

ORR, P. H.; CASH, J. N. Potatoes and potato processing. In: HUI, Y. H. **Encyclopedia of Food Science and Technology**, v. 3, p. 2132-2136, 1991.

OSAKI, M.; NAKAMURA, T.; TADANO, T. Production efficiency of nitrogen absorbed by potato plant at various growth stages. **Soil Science.** Plant Nutrition, v. 39 n. 4, p. 583-593, 1993.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; COSTA, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1456-1460, 2005.

PEREIRA, A. **Normas e funções DRIS para avaliação do estado nutricional do algodoeiro (*Gossypium hirsutum r latifolium*).** 2011. 150f. Tese (Doutorado em produção vegetal) Universidade Federal da Grande Dourados, 2011.

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil.** Brasília: EMBRAPA, 2003. 567 p.

PONNAMPERUMA, F. N.; BRADFIELD, R.; PEECH, M. Physiological disease of rice attributable to iron toxicity. **Nature**, v. 175, n. 265, 1955.

POLIDORO, J. C. **Fertilizantes Organominerais:** Aspectos tecnológicos, mercadológicos e legislação. In: FÓRUM ABISOLO, Ribeirão Preto – SP, 2013.

QUEIROZ, A. A. **Produtividade e qualidade de cultivares de batata em função de doses de NPK.** 2011, 121f. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

QUEIROZ, A. A.; LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C.; FIGUEREIDO, F. C. Productivity and establishment of DRIS indices for tubers of the potato cultivar ‘Agata’. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 351-360, 2014.

RATHFON, R. A.; BURGER, J. A. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) nutrient norms for Fraser fir Christmas trees. **Forest Science**, v. 37, n. 1, p. 998-1010, 1991.

REICOSKY, D. C.; LINDSTROM, M. J. Effect of fall tillage method on short term carbon dioxide flux from soil. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 1, p. 1237-1243, 1993.

REIS JÚNIOR, R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Estabelecimento de normas DRIS para o cafeeiro no sul de minas gerais: 1 aproximação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 2, p. 269-282, 2002.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 227-231, 2001.

REIS JÚNIOR, R. A.; FONTES, P. C. R.; NEVES, J. C. L.; SANTOS, N. T. Total soil electrical conductivity and critical soil K^+ to Ca^{2+} and Mg^{2+} ratio for potato crops. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 985- 989, 1999.

ROSEN, C. J. **Potato fertilization on irrigated soils**. Minnesota: University of Minnesota, 1991. 7p.

PERRENOUD, S. **Potato: fertilizers for yield and quality**. Bern: International Potash Institute, 1993. 94 p.

SERRA, A. P.; MARCETTI, M. E.; BUNGENSTAB, M. A. G.; SILVA, M. A G.; SERRA, R. P.; GUIMARÃES, F. C. N.; CONRAD, V. A.; MORAIS, H. S. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) to Assess the Nutritional State of Plants. **Biomass. Now – Sustainable Growth and Use** v. 1105, n. 5, p. 129-146, 2013.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, M. E.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2004.

SILVA, F. De A. S.; AZEVEDO, C. A. V. De. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, G. O.; SOUZA, V. Q.; PEREIRA, A. da S.; CARVALHO, F. I. F.; NETO, R. F. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 73-78, 2006.

SOUZA, Z. S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS.J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2003, 80-104 p.

SNYDER, G. H.; KRETSCHMER, A. E. A. DRIS analysis for bahiagrass pastures. **Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings**, v. 47, n. 1, p. 56-59. 1988.

SPSS v.17.00 **SPSS**. Chicago, Illinois, 2008. CD-ROM.

STEVENSON, F. J. Humates: facts and fantasies on their value as commercial amendments. **Crops and Soils Magazine**, v. 31, n. 7, p. 14-16, 1979.

STRECK, N. A.; MATIELO, F. L.; BISOGNIN, A. A.; HELDWEIN, A. B.; DELLAJAI, J. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, n. 1, p. 1-11, 2007.

STREHMEL, N.; PRAEGER, U.; FERHRLE, I.; ERBAN, A.; GEYER, M.; KOPKA, J.; VAN DONGEN, J. T. Time course effects on primary metabolism of potato (*Solanum tuberosum*) tuber tissue after mechanical impact. **Postharvest Biology and Technology**, v. 56, n. 2, p. 109–116, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre, 2009, 819 p.

TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio de fertilizantes mineral e organomineral**. 2013. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TEIXEIRA, W. G.; SOUSA, R. T.; KORNDORFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1729-1736, 2014.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. **Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente**. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo, ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênesis, 1999, 159-196 p.

TEJADA, M.; BENITEZ, C.; GONZALEZ, J. L. Effects of application of two organomineral fertilizers on nutrient leaching losses and wheat crop. **Agronomy Journal**, v. 97, p. 960-967, 2005.

TROLLDENIER, G. Mineral nutrition and reduction processes in the rhizosphere of rice. **Plant and Soil**, v. 47, n.1, p. 193-202, 1977.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T., GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1421-1428, 2006.

VAN DAM, J.; KOOMAN, P. L.; STRUIK, P. C. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tuber in potato (*Solanum tuberosum* L.) **Potato Research**, v. 39, n. 1, p. 51-62, 1996.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997, 524 p.

VIEIRA, F. de C.; SUGITOMO, L. H. Importância da adubação na cultura da batata. **Batata Show**, v. 2, n. 5, p. 16-17, 2002.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advance in Soil Science**, v. 6, n. 1, p. 149-188, 1987.

WALLACE, A.; ALEXANDER, G. V.; CHAUDHRY, F. M. Phytotoxicity and some interactions of the essential trace metals iron, manganese, molybdenum, zinc, copper, and boron. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 8, n. 9, p. 741-50, 1977.

WESTERMANN, D. T.; TINDALL, T. A.; JAMES, D. W.; HURST, T. R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity. **American Potato Journal**, v. 71, n. 1, p. 417-432, 1994

WHITE, P. J.; BRADSHAW, J. E.; FINLAY, M.; DALE, B.; RAMSAY, G.; HAMMOND, J. P.; BROADLEY, M. R. Relationships between yield and mineral concentrations in potato tubers. **HortScience**, v. 44, n. 11, p. 6-11, 2009.

WILLIAMS, P. G.; ROSS, H.; MILLER, J. C. B. Ascorbic acid and 5-methyltetrahydrofolate losses in vegetables with cook/chill or cook/chill or cook/hot-hold foodservice systems. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 3, p. 541-546, 1995.

WREGE, M. S.; PEREIRA, A. da S.; HERTER, F. G. Climas das principais regiões produtoras de batata do Brasil. **Batata Show**: A revista da batata, Itapetininga-SP, n.11, 2005. Disponível em: http://www.abbatatabrasileira.com.br/revista11_026.htm. Acesso em: 30 maio 2015.

YIN, X.; LANTINGA, E. A.; SHAPENDONK, H. C. M.; ZHONG, X. Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. **Annals of Botany**, v. 91, n. 7, p. 893-903, 2003.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. ‘Atlantic’**. 2003. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya - Holanda: Instituto Consultivo Holandés sobre la patata, 1993.

ZHENG, S. L.; CHENG, H.; LI, P. H.; YUAN, J. C. Root vigor and kinetic characteristics and nitrogen use efficiencies of different potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 18, n. 1, p. 399-410, 2016.