



RELATÓRIO DE ENSAIO COMERCIAL COM DUNITO®

Elaborado por:

Eng. Agrônomo André Hokari

Eng. Agrônomo Ricardo Rossi

Perdizes - MG, Novembro de 2020



1 – INTRODUÇÃO

Trabalhos têm mostrado que a cultura da batata apresenta capacidade de resposta à adubação mais elevada que a de outras culturas. Esse desempenho pode ser atribuído ao elevado potencial de produção, ao ciclo curto e ao sistema radicular relativamente superficial dessa espécie, o que tem levado ao uso de grandes quantidades de fertilizantes por unidade de área (QUEIROZ et al., 2013). Muitas vezes, a adubação atinge níveis de 160 kg de N, 560 kg de P_2O_5 e 320 kg de K_2O (KCl) em áreas de primeiro ano, e, 120, 420 e 240 kg ha^{-1} , em áreas cultivadas anteriormente, o que equivale a 4.000 e 3.000 kg ha^{-1} da formulação NPK 04-14-08, respectivamente (MALLMANN; LUCCHESI; DESCHAMPS, 2011). A utilização de gesso ($CaSO_4 \cdot 7H_2O$) complementa significativamente o manejo nutricional, uma vez que tal insumo consiste numa eficiente fonte de Ca e S para as culturas.

Nesse contexto, o equilíbrio, sobretudo dos cátions Ca, Mg e K, torna-se afetado contra o Mg, geralmente fornecido no preparo e correção do solo através de calcário dolomítico. A solubilidade do Mg fornecido pelo referido corretivo comparado ao Ca e K que incorporam formulações e fertilizantes é bem mais lenta no solo, necessitando de tempo para que se obtenha regular efetividade o que, muitas vezes, não é suficiente no sentido de atender as demandas de Mg exigidas por culturas de ciclos mais curtos, como a batata.

A carência e/ou deficiência de magnésio em batata está associada ao manejo nutricional, como mencionado, influenciando de maneira significativa a produtividade e qualidade dos tubérculos. Muitas funções essenciais das plantas requerem fontes adequadas de Mg, sendo o seu papel mais visível na formação de raízes, clorofila, na fotossíntese e, principalmente, na translocação de carboidratos para grãos e tubérculos. Muitas reações menos visíveis também são dependentes do suprimento adequado de magnésio (CAKMAK e KIRKBY, 2008). De maneira geral, a deficiência de Mg torna-se cada vez mais um fator limitante nos sistemas intensivos de produção, especialmente em solos adubados apenas com N, P e K. Em particular, o esgotamento de Mg dos solos é uma crescente preocupação para a agricultura de alta produtividade (CAKMAK; YAZICI, 2010). Crescentes evidências mostram que os órgãos-drenos (tais como raízes em crescimento e sementes em desenvolvimento) também são severamente afetados pela deficiência de Mg.

Supreendentemente ao exposto, há pouca pesquisa relacionada ao papel da nutrição com Mg na produção e qualidade agrícola. Por isso, muitas vezes, o Mg é considerado “um elemento esquecido” da nutrição de plantas. Dessa forma, torna-se especialmente importante o estudo de fontes de magnésio e seus desdobramentos no sistema solo-planta, como



disponibilidade, eficiência e alterações no comportamento produtivo e qualitativo das culturas. Essas informações permitirão manejar de forma eficiente as adubações magnesianas, visando equilíbrio nutricional e incremento produtivo.

O fertilizante magnesiano Dunito[®] consiste numa ferramenta importante na adequação de Mg no solo, uma vez que é composto por minerais de fraca e moderada resistência ao intemperismo, responsáveis pelas rápidas respostas iniciais a campo e pelo fornecimento de Mg ao longo do ciclo da cultura, respectivamente. É constituído na maior parte por olivina (MgFe)₂SiO₄ e por minerais originados pelo seu intemperismo. Contém 40 % de MgO e 34 % SiO₂ (CRUSCIOL et al., 2019).

Este ensaio de validação técnico-comercial visou determinar se o fertilizante Dunito[®] consiste em uma fonte eficiente de magnésio para a cultura da batata, se é capaz de melhorar o desempenho da cultura, alterando, positivamente, a produtividade e as características qualitativas dos produtos colhidos.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de batata no município de Perdizes – MG, com coordenadas geográficas de latitude 19°19'27'', 36 S e de longitude 47°22'17'', 23 W, situada a 1.069 m de altitude. A cultivar de batata utilizada nesse estudo foi a Asterix, cujo ciclo é de 120 dias, destinada para processamento industrial, possui pele avermelhada e alto teor de sólidos solúveis.

O plantio foi realizado no período entre 25 e 30 de maio de 2020, em sistema de pivô central, de forma mecanizada, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre linhas, com profundidade de plantio de 0,12 m. Os tratos culturais pertinentes à cultura, como correção de solo, adubação de plantio e cobertura, amontoa e tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e cronograma da Fazenda.

O ensaio foi conduzido em delineamento simples com 5 repetições, sem esquema fatorial, avaliando-se uma dose do fertilizante Dunito[®] e comparando as médias obtidas com as médias obtidas pela testemunha, sem aplicação. Todas as parcelas foram submetidas à adubação padrão designada pelo planejamento agrônômico da Fazenda, sendo que as parcelas tratadas com o fertilizante magnesiano Dunito[®] receberam a dose de 1 t/ha do fertilizante, além da adubação padrão, aplicado a lanço em área total, logo após o plantio dos tubérculos, superficialmente.



2.1 - Fertilizante Dunito®

De acordo com Crusciol et al. (2019), o fertilizante Dunito® consiste numa fonte de Mg e Si de solubilidade imediata e constante, pois a liberação dos nutrientes ocorre de forma controlada, sendo que o mecanismo de liberação dos nutrientes do produto é comprovadamente regulado pela demanda da planta, uma vez que é dependente da remoção dos produtos dos equilíbrios de dissolução e hidrólise dos minerais que compõem o fertilizante, sendo este fator mais determinante, inclusive, que a acidez do solo.

A análise de difração por raios-X (DRX) foi realizada para determinar e quantificar as fases mineralógicas (Figura 01) do produto, sendo que os resultados quantitativos destas estão expressos na Tabela 01.

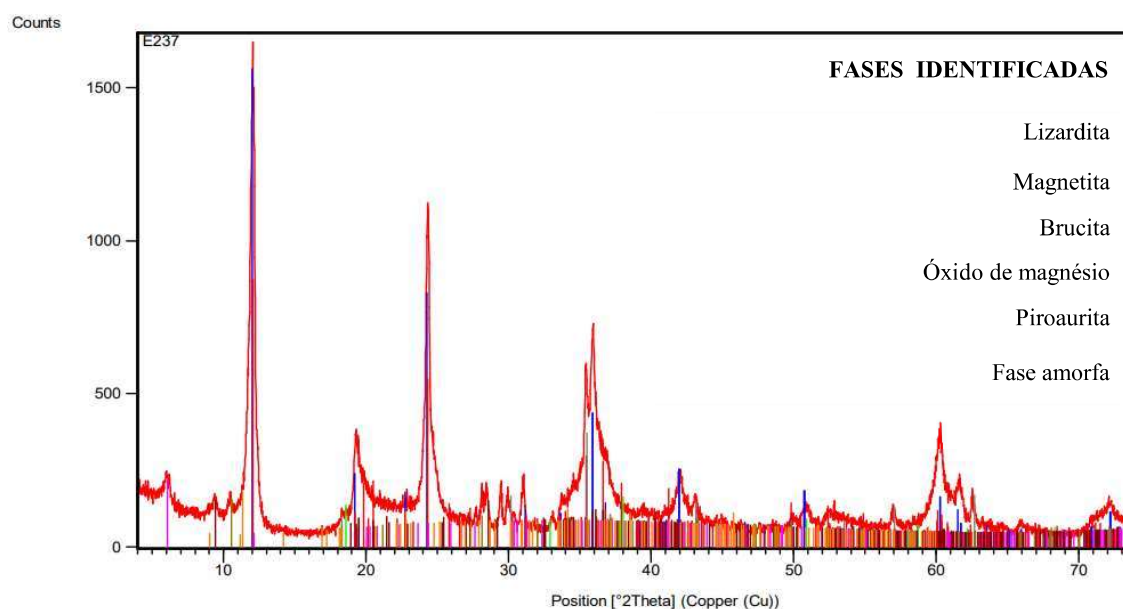


Figura 01. Difratograma de raios-X do Dunito® da CMAG Fertilizantes. Universidade de São Paulo (USP), Escola Politécnica, Departamento de Minas e Engenharia de Petróleo, Laboratório de Caracterização Tecnológica, São Paulo, Brasil, 2020.

A identificação das fases cristalinas foi obtida comparando a amostra com a base de dados PDF2 do ICDD - Centro Internacional para Dados de Difração e ICSD - Base de Dados de Estrutura de Cristais Inorgânicos. Os valores foram calculados pelo método de Rietveld (YOUNG, 1993) utilizando as estruturas cristalinas ICSD padrão e fluorita interna (CaF₂), conforme demonstrado na Tabela 01. As características químicas do Dunito® também estão demonstradas nesta Tabela. O produto apresenta teores de metais pesados abaixo dos limites estabelecidos pelos Anexos I, III e V da Instrução Normativa 27, referindo às concentrações máximas permitidas para metais pesados tóxicos (MAPA, 2019). Por esse motivo, o produto



possui certificação orgânica pelo Instituto Biodinâmico de São Paulo (IBD), sendo permitida sua utilização em áreas agrícolas orgânicas certificadas.

Tabela 02. Metais pesados, fases mineralógicas e garantias como fertilizante do Dunito[®]. Botucatu - SP, 2020.

Descrição	Símbolo Químico	Valor	Unidade
Metais pesados[†]			
Arsênio	As ³⁺	3,79	mg kg ⁻¹
Cadmio	Cd ²⁺	0,8	mg kg ⁻¹
Chumbo	Pb ²⁺	2,5	mg kg ⁻¹
Mercúrio	Hg ²⁺	<0,20	mg kg ⁻¹
Selênio	Se ²⁺	<0,10	mg kg ⁻¹
Cromo	Cr ³⁺	0,037	%
Níquel	Ni ²⁺	0,239	%
Fases minerais[‡]			
Lizardita	Mg ₃ (Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	50,3	%
Magnetita	Fe ₃ O ₄	1,3	%
Brucita	Mg(OH) ₂	12,3	%
Óxido de magnésio	MgO	0,3	%
Piroaurita	Mg ₂ Fe(OH)16CO ₃ .4H ₂ O	0,3	%
Fase amorfa	-	35,5	%
Garantias[§]			
Óxido de magnésio	MgO	40	%
Sílica	SiO ₂	34	%
Granulometria			
Dunito [®]		100 mesh	=149 μm

[†] Relatório técnico n.07.25.008. ICASA–Campineiro Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo;

[‡] Relatório técnico n.118-2666. HPF. Universidade de São Paulo (USP), Escola Politécnica;

[§] Relatório técnico n. 9336-9342. Agrilab–Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais.

2.3 – Avaliações

Os tubérculos das linhas centrais de cada parcela foram colhidos antes da dessecação da parte aérea das plantas e pesados, sendo a unidade convertida para kg ha⁻¹.

Para as avaliações físico-químicas foram utilizados 2 tubérculos da classe graúda proveniente de cada unidade experimental no campo. Foram avaliados: composição mineral (P, K, Ca e Mg), pH, Brix, acidez e matéria seca dos tubérculos, além de do teor de amido, açúcares redutores e totais, proteínas, fibras e matéria graxa. Outras análises como cor da casca e cor da polpa também foram realizadas. Os tubérculos foram analisados no Laboratório



de Análises do Centro de Raízes e Tubérculos Tropicais da Unesp, Campus de Botucatu – CERAT, sendo que todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos nesse trabalho a médias dos 3 resultados.

2.3.1 - Teor de minerais – P, K, Ca e Mg

Os minerais foram determinados conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1974). Foram pesados 250 mg de cada amostra em tubos de digestão e adicionado 3 mL de solução nitroperclórica. Em seguida, os tubos foram levados ao bloco digestor aonde permaneceram até atingir a temperatura de 220° C. O ponto ideal para as amostras estarem prontas pôde ser evidenciado através da cor límpida do material. O extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL e o volume ajustado com água deionizada.

Para a análise de fósforo foi retirado 1 mL do extrato e foram adicionados 4 mL de água destilada, 2 mL da mistura molibdato de amônio + metavanadato de amônio e deixado em repouso por 5 minutos. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV-VIS (FEMTO) a 420 nm. Os resultados de fósforo foram expressos em porcentagem.

Os demais minerais, potássio, cálcio e magnésio foram analisados utilizando espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 2380 (PERKIN ELMER). Para a realização das análises, foi utilizado 1 mL do extrato, diluído em 9 mL de óxido de lantânio a 0,5 %. A leitura foi feita diretamente na solução e os resultados expressos em mg kg⁻¹.

2.3.2 - Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do potencial hidrogeniônico foi realizado em pHmetro à temperatura de 24° C. Foram utilizados 5 g das amostras condicionadas em erlenmeyers de 250 mL, segundo metodologia descrita pela AOAC (2000).

2.3.3 – Graus-Brix

Na quantificação dos sólidos solúveis, algumas fatias das polpas foram maceradas e duas gotas do suco foram colocadas no prisma do refratômetro eletrônico (Atago, modelo PR32) e após um minuto fez-se a leitura direta dos graus-Brix, sendo os resultados expressos em porcentagem.



2.3.4 – Acidez

Para a determinação da acidez, 50 g de polpa foram trituradas com 100 mL de água destilada e a mistura foi filtrada e titulada com solução de NaOH a 0,1 N, tendo como indicador fenolftaleína (BRASIL, 2005). Com os dados de acidez e ° Brix é possível calcular a relação entre teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT).

2.3.5 - Teor de matéria seca dos tubérculos

O teor de matéria seca foi determinado pelo método gravimétrico a 105°C em estufa com circulação de ar até peso constante (BRASIL, 2005), e as cinzas foram determinadas pela calcinação em mufla a 550° C, de acordo com o método 942.05 da AOAC (2000). A metodologia utilizada para a determinação de fibra alimentar total, nos tubérculos de batata foi a proposta pela AOAC (1997). Os teores de açúcares totais, redutores e amido foram determinados na matéria seca, segundo metodologia descrita por Somogyi, adaptada por Nelson (1944) e as leituras realizadas em espectrofotômetro a 535 nm, e os dados de açúcares convertidos para teores na matéria fresca.

2.3.6 - Determinação do teor de amido (método enzimático)

O teor de amido foi determinado pelo método de hidrólise enzimática segundo metodologia ISSO – 6647. Foram transferidos 200 g de amostra para erlenmeyers de 125 mL, adicionaram-se em seguida 42 mL de água destilada, 100 µL de solução de alfa-amilase e 1 mL de solução tampão acetato de sódio 2 mol L⁻¹ em pH 5,35. As amostras foram colocadas em banho com agitação à temperatura de 90° C por duas horas. Após, as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente e adicionados 100 µL de amiloglicosidase voltando ao banho maria por mais duas horas sob agitação constante a uma temperatura de 55° C. Posteriormente, as amostras foram resfriadas e transferidas para balão volumétrico de 250 mL, onde o pH foi corrigido para 7 – 9. Após a hidrólise do amido o teor foi determinado pelo método de Somogy (1945), adaptado por Nelson (1994), sendo feita a conversão para amido pela multiplicação da porcentagem de açúcar obtida pelo fator 0,9. Os resultados foram expressos na base úmida em g 100 g⁻¹.



2.3.7 - Determinação do teor de açúcares totais

Na determinação dos açúcares totais pesou-se 0,5g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL acrescentando-se 30 mL de etanol absoluto P.A., em seguida adicionou-se 30 mL de água destilada, levando-se a banho com aquecimento entre 60-65°C por 60 minutos. Depois se acrescentou 1mL de HCl P.A. concentrado e agitou-se, retornando ao banho por mais uma hora na mesma temperatura. Após este tempo resfriou-se a amostra e esta foi transferida para balão volumétrico de 250 mL efetuando-se a neutralização com solução saturada de carbonato de sódio. Adicionaram 1 a 2 mL de solução de hidróxido de bário a 0,3N e 1 a 2 mL de solução de sulfato de zinco a 5%, completou-se o volume do balão com água destilada. Após agitação retirou-se uma amostra do material e centrifugou-se, sendo então determinado o teor de açúcares totais (SOMOGY, 1945).

2.3.8 – Determinação de açúcares redutores

Na análise do teor de açúcares redutores, 1 grama de amostra foi colocado em um erlenmeyer de 250 mL sendo adicionado 50 mL de água destilada. Os frascos permaneceram em banho com aquecimento a 65° C por 30 minutos, sendo em seguida retirados e resfriados. O material foi transferido para balão volumétrico de 100 mL passando por papel de filtro comum, sendo o volume completado com água destilada. Retirou-se uma amostra e efetuou-se a determinação do teor de açúcares redutores (SOMOGY, 1945).

2.3.9 - Determinação do teor de proteína

Para determinar o teor de nitrogênio foi utilizado o método de Kjeldahl, conforme AOAC (2007). O fator utilizado para conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta foi de 6,25. Os resultados foram expressos na base úmida em 100 g⁻¹.

2.3.10 - Determinação do teor de fibra

A fibra alimentar foi determinada por hidrólise ácida seguida de hidrólise alcalina. Foram utilizados 3 g de cada amostra processada em bloco digestor de fibras, obedecendo a metodologia proposta por AOAC (2007). Os resultados foram expressos na base úmida em g 100 g⁻¹.



2.3.11 - Determinação do teor de matéria graxa

Para a determinação da matéria graxa foram utilizados 3 g de cada amostra e realizadas em extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo para a extração, conforme metodologia descrita por AOAC (2007). Os resultados foram expressos na base úmida em g 100 g⁻¹.

2.3.12 – Determinação da cor da casca e cor da polpa

Para a determinação da cor de casca e de polpa dos tubérculos foi utilizado o colorímetro Minolta CR – 400 (Konica Minolta Sensing). As coordenadas utilizadas foram: L*, indicando a luminosidade, esta variando em uma escala de zero (preto) a 100 (branco); os parâmetros a*, indicando a variação de cor, -60 (verde) até +60 (vermelho), e; parâmetro b*, indicando a faixa de cor entre -60 (azul) até +60 (amarelo).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição centesimal dos tubérculos estão apresentados na Tabela 02, onde é possível verificar que a adição de magnésio via Dunito[®] influenciou positivamente o teor de amido. Tal efeito já era esperado, pois o teor de Mg das plantas influi decisivamente no transporte pelo floema de fotoassimilados e afeta, sobremaneira, a distribuição de carboidratos entre os órgãos-fonte e órgãos-dreno, que não são capazes de fotossintetizar, tais como raízes em crescimento, sementes em desenvolvimento, tubérculos, frutos e grãos.

Tabela 02. Teores de amido, açúcares redutores e totais, proteína, fibras total e de matéria graxa (lipídeos) em tubérculos de batata Asterix produzidos na safra de inverno submetidos à adubação padrão do produtor com e sem fertilizante magnésiano. Perdizes – MG, setembro de 2020.

Amostra	Amido	Aç. Redutor	Aç. Total	Proteína	Fibras	M. Graxa
	----- (%)-----					
Padrão	17,18	0,25	2,20	1,98	0,68	0,050
Dunito	20,98	0,16	1,85	2,12	0,81	0,014



O teor de amido (Tabela 02) correlacionou-se positivamente com o teor de matéria seca (Tabela 03), confirmando os relatos de Fontes e Finger (2000) e Freitas et al. (2006) de que o amido representa de 60 a 80 % da matéria seca dos tubérculos. Segundo Moreno (2000), o teor de amido é um dos itens na composição química dos tubérculos que determina a qualidade interna da batata para fritura. Além disso, possui influência direta com a textura dos produtos processados (PEREIRA, 2003).

Em relação aos açúcares redutores, os teores dos tubérculos submetidos à adubação com o fertilizante magnésiano foram inferiores aos tubérculos submetidos à adubação sem o fertilizante, o mesmo se repetindo para o teor de açúcares totais, expressos na base úmida ou amostra fresca (Tabela 02). Os principais açúcares encontrados na batata são os redutores (glicose e frutose) e não redutores (sacarose), os quais têm valores variados, que oscilam entre épocas de plantio, entre produtores e cultivares (ROBLES, 2003). Stark et al., (2003) relatam que batatas para serem aceitas para o processamento devem possuir teores de açúcares redutores geralmente abaixo de 0,035 % da massa fresca para processamento na forma de chips e 0,12 % quando processadas na forma de palitos. Assim, os resultados obtidos neste ensaio comercial estão em desacordo com os obtidos por esses autores, porém, os mesmos relatam que, em condições de cultivo de inverno, nenhuma das cultivares avaliada no experimento deles apresentou teores de açúcares redutores adequados para processamento na forma de chips.

O teor médio de proteínas para os tubérculos de batata encontrado neste experimento foi de 1,98 % e 2,12 % na base úmida para adubação com Dunito[®] e sem o fertilizante magnésiano, respectivamente (Tabela 02). Tais valores foram superiores aos valores encontrados nos trabalhos de Philippi (2002) e Evangelista et al. (2011). De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO/UNICAMP (2011), 100 g de batata crua pode fornecer 1,8 g de proteínas, valor inferior aos encontrados neste ensaio para o teor de proteínas.

Em virtude de seu baixo teor, a batata não é considerada uma fonte rica em proteína, mas apresenta proteína de alto valor nutritivo e biológico. O próprio aumento da massa média e o acúmulo de amido podem contribuir para uma menor quantidade de proteínas, chegando a variar, segundo Filgueira (1982), de 1 a 5 % o teor. Segundo Lachman et al. (2005), os teores de proteína em tubérculos de batata são afetados por diversos fatores: diferentes cultivares/variedade, localização, adubação e maturidade dos tubérculos. Stertz, Rosa e Freitas (2005) observaram elevado teor de proteína em batatas cultivadas no sistema orgânico, quando comparado ao sistema convencional.



As fibras alimentares são importantes por complementar a alimentação humana além de causar efeitos benéficos fisiológicos na função gastrointestinal, podendo reduzir a absorção dos nutrientes, aumentar a massa fecal, reduzir o nível de colesterol do plasma sanguíneo e reduzir a resposta glicêmica. Segundo TACO/UNICAMP (2011), a cada 100 g batata base seca, 1,2 g é fibra alimentar, valor este superior aos valores encontrados no presente trabalho com e sem adubação magnesiana, conforme observado na Tabela 02.

Em relação ao teor de lipídios ou matéria graxa, independentemente do tratamento, os tubérculos apresentaram quantidades ínfimas variando entre 0,014 a 0,050 %, respectivamente para tubérculos com e sem o fertilizante magnesiano, conforme se observa na Tabela 02, estando de acordo com a TACO-UNICAMP (2011). Na realidade, os lipídios são os constituintes mais susceptíveis à degradação química, sendo influenciado pela temperatura de secagem do tubérculo e, nas plantas tuberosas, de uma maneira geral, estão presentes em baixas concentrações.

Na Tabela 03 é possível observar os valores obtidos para pH, ° Brix, acidez e teor de matéria seca para os tubérculos submetidos ou não à adubação com Dunito®.

Tabela 03. Potencial hidrogeniônico e teores de brix, acidez e de matéria seca em tubérculos de batata Asterix produzidos na safra de inverno submetidos à adubação padrão do produtor com e sem fertilizante magnesiano. Perdizes – MG, setembro de 2020.

Amostra	pH	Brix	Acidez		Matéria Seca
			----- (%)-----		
Padrão	5,47	5,3	2,96		22,43
Dunito	6,15	4,4	2,73		24,45

Os maiores valores de pH da polpa foram observados nos tubérculos de plantas que foram fertilizadas com o fertilizante magnesiano. Considerando que, para um melhor estado de maturação e conservação do tubérculo, o pH da polpa deve estar acima de 6,0, conforme preconizado por Nardin (2009), o magnésio influenciou positivamente essa variável, pois valor de pH de polpa inferior pode beneficiar ação de enzimas que degradam o amido. Tal fato pode ser comprovado pela correlação entre pH da polpa, matéria seca (Tabela 03) e amido (Tabela 02), ou seja, quanto maior o pH da polpa ou menor a acidez da polpa, maior o teor de amido e, conseqüentemente, de matéria seca do tubérculo, fatores importantes que se pôde constatar com o fornecimento de Mg via Dunito® no presente trabalho. O nutriente Mg



influenciou positivamente o pH de polpa, teor de amido e teor de matéria seca das batatas Asterix neste experimento, conforme pode ser observado nas Tabelas 02 e 03.

O teor de matéria seca é uma das mais importantes características determinantes da textura do tubérculo, após o cozimento (McCOMBER; OSMAN; LOHNES, 1988) e relaciona-se diretamente com a densidade específica do tubérculo. O teor de matéria seca também é relevante para o processamento industrial, sendo critério preponderante para a indústria classificar os tubérculos de batata. O teor de matéria seca > 20 % é compatível com o requerido pelas indústrias de processamento (PEREIRA et al., 2007). Tubérculos de batata que apresentam alto teor de matéria seca melhoram o rendimento industrial, além de reduzir a absorção de gordura durante o processo de fritura, resultando num produto processado de melhor qualidade, como os chips mais crocantes. A cultivar Asterix pode ser considerada de boa qualidade para o processamento industrial, pois apresentou 22,43 e 24,45 % de matéria seca em adubação padrão sem e com o fertilizante Dunito[®], respectivamente, como pode ser observado na Tabela 03.

Os valores de sólidos solúveis (°Brix) foram maiores nos tubérculos das plantas que não foram adubadas com o fertilizante magnésiano (Tabela 03). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares (sacarose), o que pode ser confirmado com as correlações positivas dessa variável com os teores de açúcares totais e redutores. Feltran, Lemos e Vieites (2004) não observaram diferenças em tubérculos das cultivares Ágata (5,46), Asterix (5,94) e Mondial (4,88). Assim, o valor de °Brix relatado por esse autor para a cultivar Asterix é maior que os observados no presente trabalho. Contudo, de acordo com Pereira (1987), menor valor de sólidos solúveis (°Brix) não é indicativo de baixa qualidade de tubérculo.

Praticamente não houve diferença entre os tubérculos de plantas tratadas com e sem Dunito[®] quanto aos valores de acidez titulável (Tabela 03), demonstrando que a quantidade de ácidos orgânicos presentes na polpa dos tubérculos de batata não difere entre o fornecimento de magnésio no sistema solo-planta. Estes dados estão de acordo com os obtidos por Feltran et al. (2004) e Robles (2003) que também não observaram diferenças estatísticas em situação semelhante.

Os atributos de cor das batatas fritas encontram-se na Tabela 04. As cores foram expressas em termos de três atributos: luminosidade (L^*), que diferencia cores claras de escuras e seu valor varia de zero para cores escuras a 100 para cores claras; a^* , indicando a variação de cor, -60 (verde) até +60 (vermelho), e; parâmetro b^* , indicando a faixa de cor entre -60 (azul) até +60 (amarelo). O magnésio não influenciou a coloração casca e nem da



polpa dos tubérculos, sendo os valores obtidos para cada parâmetro muito próximos aos obtidos para os tubérculos de plantas que não foram adubadas com o fertilizante. Coleman (2004) classificou a cor da batata após a fritura como sendo de qualidade inaceitável (L*50). Assim, de acordo com esse autor, os tubérculos apresentaram coloração aceitável com potencial de palitos de alta qualidade. Em relação à textura, os efeitos seguem a correlação desta variável com o teor de amido, conforme mencionado anteriormente: quanto maior o teor de amido maior a crocância do alimento processado.

Tabela 04. Cor da casca (epiderme), cor da polpa e textura de tubérculos de batata Asterix submetidos à adubação padrão do produtor com e sem fertilizante magnésiano. Perdizes – MG, setembro de 2020.

Amostra	----- Cor da casca -----			----- Cor da polpa -----		
	L	a	b	L	a	b
Padrão	52,56	20,08	15,91	79,13	0,26	35,30
Dunito	50,05	18,15	16,52	78,88	0,55	36,60

	Textura		
	Extremidade esquerda	Meio	Extremidade direita
Padrão	11,7625N	10,5669N	11,3438N
Dunito	11,2794N	11,6328N	12,3113N

Na Tabela 05 encontram-se os dados de produtividade e de quantidade de nutrientes exportada em razão das produtividades obtidas. Os dados de exportação de nutrientes pela cultura da batata neste experimento estão em acordo com os dados de Fernandes et al. (2011), onde se verifica que o nutriente mais exportado pelos tubérculos da batata é o K, seguido de N (não constando na Tabela 05), P, Ca, Mg e S.

Tabela 05. Produtividade e exportação de nutrientes por tubérculos de batata Asterix submetidas ou não à adubação magnésiana com fertilizante Dunito[®]. Perdizes – MG, setembro de 2020.

AMOSTRA	Pivô 36	 Exportação de nutrientes (kg/ha)				
	kg/ha	sacos/ha	P	K	Ca	Mg	S
Adubação Padrão	49.040 b	980,80 b	12,358	189,785	1,128	10,004	9,514
Dunito [®]	54.490 a	1.089,80 a	13,786	202,158	0,975	10,626	10,081
CV (%)		13,9	-	-	-	-	-
DMS		5,1	-	-	-	-	-

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 %.



A aplicação de Dunito[®] como fonte de Mg apresentou efeito positivo sobre a produtividade (Tabela 05), como consequência do aumento dos teores de amido (Tabela 02) e de matéria seca (Tabela 03) dos tubérculos.

O mecanismo de liberação do Mg e dos outros elementos do fertilizante Dunito[®] ocorre de maneira controlada ou gradual, sendo regulado pela demanda da planta, uma vez que é dependente da remoção dos produtos dos equilíbrios de dissolução e hidrólise dos minerais que compõem a matéria-prima do produto, sendo este fator mais determinante que a acidez do solo (MORRETTI et al., 2019). A demanda por nutrientes pela cultura da batata, sobretudo por magnésio, ocorre de forma gradativa ao longo dos estádios fenológicos da cultura, sendo intensificado de maneira significativa no enchimento dos tubérculos, conforme Tabela 06, e diminuindo drasticamente nas fases de maturação.

Tabela 06. Percentual de Mg acumulado em cada fase do desenvolvimento das plantas de cultivares de batata. Adaptado de Fernandes, Soratto e Silva (2011).

Cultivar	Dias após o plantio/Fase da cultura				
	0 - 34	35 - 41	42 - 62	63 - 90	91 - 97
	Vegetativo	Tuberização	Enchimento de tubérculo		Maturação
Magnésio acumulado (%)					
Asterix	17	10	45	26	2
Ágata	12	11	52	24	1
Markies	11	13	61	15	0

Sob este aspecto, o produto torna-se interessante para a cultura da batata, pois as taxas de liberação de nutrientes são mais ajustadas à demanda da cultura ao longo do tempo. Além disso, o fato do produto ser de liberação controlada abre a possibilidade de aplicação antecipada ou em dose única que, sob o ponto de vista financeiro, torna-se extremamente atrativo para algumas culturas por proporcionar reduções nos custos operacionais. A ideia de solubilidade controlada ou gradual do produto pode ser constatado no trabalho de Moretti et al. (2020), mostrado na Figura 02), que relata a dinâmica da solubilidade do Dunito[®] em solos de diferentes texturas.

Altas produtividades exigem equilíbrio nutricional, pronta disponibilidade e fontes de alta eficiência. Como resultado do maior acúmulo de MS e do elevado valor e período de duração das taxas de acúmulo do nutriente magnésio no tubérculo (Tabela 06), fontes de solubilidade controlada que forneçam nutrientes em fases de maior demanda da planta são imprescindíveis ao sucesso do manejo nutricional.



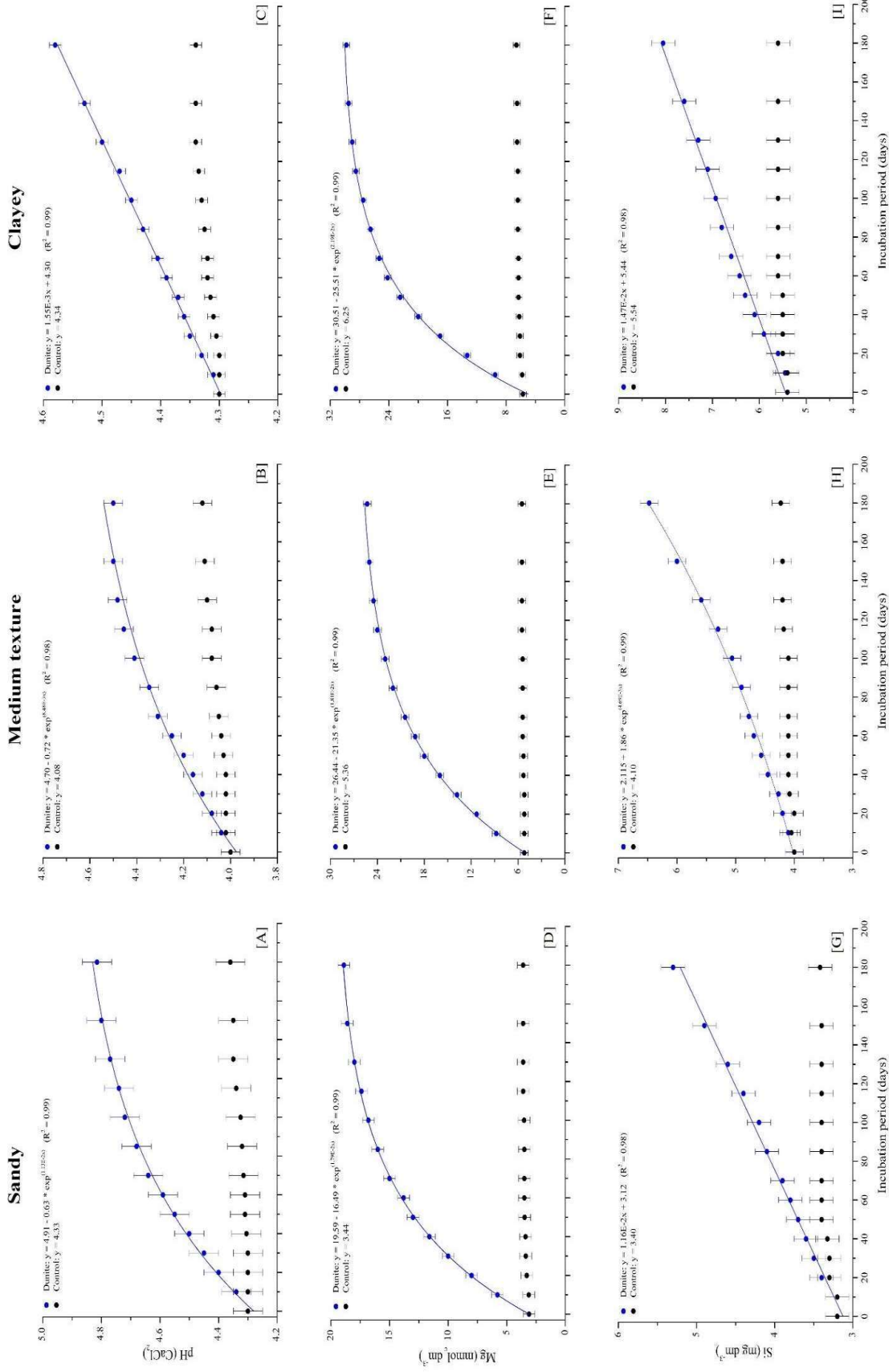


Figura 02. pH, Mg e Si em solos de texturas distintas incubados com Dunito. Extraído de Moretti et al. (2020). Dados não publicados.



4 – CONCLUSÃO

O Dunito[®] contribuiu para o aumento do pH da polpa de tubérculos da batata Asterix diminuindo, assim, a ação das amilases e de outras enzimas que degradam e convertem o amido em açúcares redutores. Tal fato contribuiu para um maior teor de amido e, conseqüentemente, maior teor de matéria-seca nos tubérculos em plantas que foram adubadas com o fertilizante magnésiano, uma vez que o amido corresponde a 70-80 % da constituição da matéria-seca de tubérculos.

A aplicação do fertilizante Dunito[®] promoveu aumentos na produtividade da ordem de 11 % em massa de tubérculos comerciais, evidenciando que o magnésio configura-se no nutriente em desequilíbrio dentro do manejo nutricional, sendo o seu aporte refletido em qualidade e produção.

O fertilizante Dunito[®] consiste em uma fonte eficiente no fornecimento de Mg por todo ciclo da cultura, atendendo as demandas iniciais da planta e etapas posteriores de maior exigência no referido nutriente.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 1997. 16 ed. Gaytheersburg: AOAC. 1015 p.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 2000. 17 ed. Gaythersburg: AOAC. 1141p.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 2007. 18th edition – Gaithersburg. Current Through Revision 2.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos**. 2005. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1018 p.

CAKMAK, I.; KIRKBY, E. A. Role of magnesium in carbono partitioning and alleviating photoxidative damage. Sweden, **Physiology Plantarum**, v. 133, p.692-704, 2008.



CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. **Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola.** Informações Agronômicas, nº 132, dez. 2010, p. 14-16.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2005. 2 ed. Lavras: UFLA. 785 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORETTI, L. G.; BOSSOLANI, J. W.; MOREIRA, A.; MICHERI, P. H.; ROSSI, R. Can Dunito promote physiological changes, magnesium nutrition and increased corn grain yield?, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.50, n. 18, p. 2343-2353, 2019.

EVANGELISTA, R.M.; NARDIN, I.; FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 953-960, 2011.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. 2004. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, n, 61, p. 598-603. 2004.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, n. 28, v. 299-304, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortícolas** (Olericultura Especial, 2). 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 357, 1982.

FONTES, P. C. R; FINGER, F. L. **Pós-colheita do tubérculo de batata.** 2000. Viçosa: UFLA. 32 p.

FREITAS, S. T.; BISOGNIN, D. A.; GÓMEZ, A. C. S.; SAUTTER, C. K.; COSTA, L. C.; RAMPELOTTO, M. V. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 80-85, 2006



LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; DVORÁK, P.; ORSÁK, M. The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. **Plant, Soil and Environment**, v. 51, n. 10, p. 431-438, 2005.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, Ed. Pioneira, 1974. 727p.

MALLMANN, N.; LUCCHESI, L. A. C.; DESCHAMPS, C. Influência da adubação com NPK na produção comercial e rentabilidade da batata na região Centro-Oeste do Paraná. Guarapuava, **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, n. 4, p. 67-74, 2011.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2019. Solubilidade de fertilizantes contendo silício - método incubação. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/registro-estab-e-prod/2010-metodo-reatividade-si-incubacao-ver-15.pdf>>. Acesso em: Outubro de 2020.

McCOMBER, D. R.; OSMAN, E. M.; LOHNES, R. A. Factors related to potato mealiness. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1423-1426, 1988.

MORETTI, L. G.; BOSSOLANI, J. W.; CRUSCIOL, C. A. C.; MOREIRA, A.; MICHERI, P. H.; ROSSI, R.; IMAIZUMI, C. Dunite in Agriculture: Physiological Changes, Nutritional Status and Soybean Yield, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 50, n. 14, p. 1775-1784, 2019.

MORETTI, L. G.; CRUSCIOL, C. A. C.; BOSSOLANI, J. W.; ROSSI, R.; MOREIRA, A. Dunite solubilization kinetics in silicone-magnesium fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, submetido em Agosto de 2020.

NARDIN, I. **Qualidade, suscetibilidade ao esverdeamento e aptidão culinária de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. (Monografia especialização). 2009. Botucatu: UNESP-FCA. 96 p.



NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, n. 153, p. 375-390, 1994.

PEREIRA, A. S. Composição química, valor nutricional e industrialização. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (eds). **Produção de batata**. 1987. Brasília: Linha Gráfica. p. 12-28.

PEREIRA, A. S. Melhoramento genético. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (eds). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. 2003. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.105-124.

PEREIRA, A. S.; SILVA, R. S.; BENDER, C. I.; FERRI, M. L.; VENDRUSCOLO, J. L. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.220-223, 2007.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2 ed. São Paulo: Coronário, 2002.

QUEIROZ, L. R. M; KAWAKAMI J.; MÜLLER M. M. L.; OLIARI, I. C. R.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V. Adubação NPK e tamanho da batata-semente no crescimento, produtividade e rentabilidade de plantas de batata. **Horticultura Brasileira**, Pernambuco, v. 31, p. 119-127, 2013.

ROBLES, W. G. R. **Dióxido de carbono via fertirrigação em batateira (*Solanum tuberosum* L.) sob condições de campo**. Tese (Doutorado). 2003. Piracicaba: USP-ESALQ. 160 p.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **J Journal of Biological Chemistry**, n. 160, p. 69 – 73, 1945.

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



STERTZ, S. C.; ROSA, M. I. S.; FREITAS, R. J. S. Qualidade nutricional e contaminantes da batata (*Solanum tuberosum* L., solanaceae) convencional e orgânica na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 383-396, 2005.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA** - Universidade Estadual de Campinas. 2ªed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2006. 113 p.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA** - Universidade Estadual de Campinas. 4ª edição revisada e ampliada. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

YOUNG, R. A. **Introduction to the Rietveld method**. Oxford, University Press, London, 1993.



6 – ANEXOS

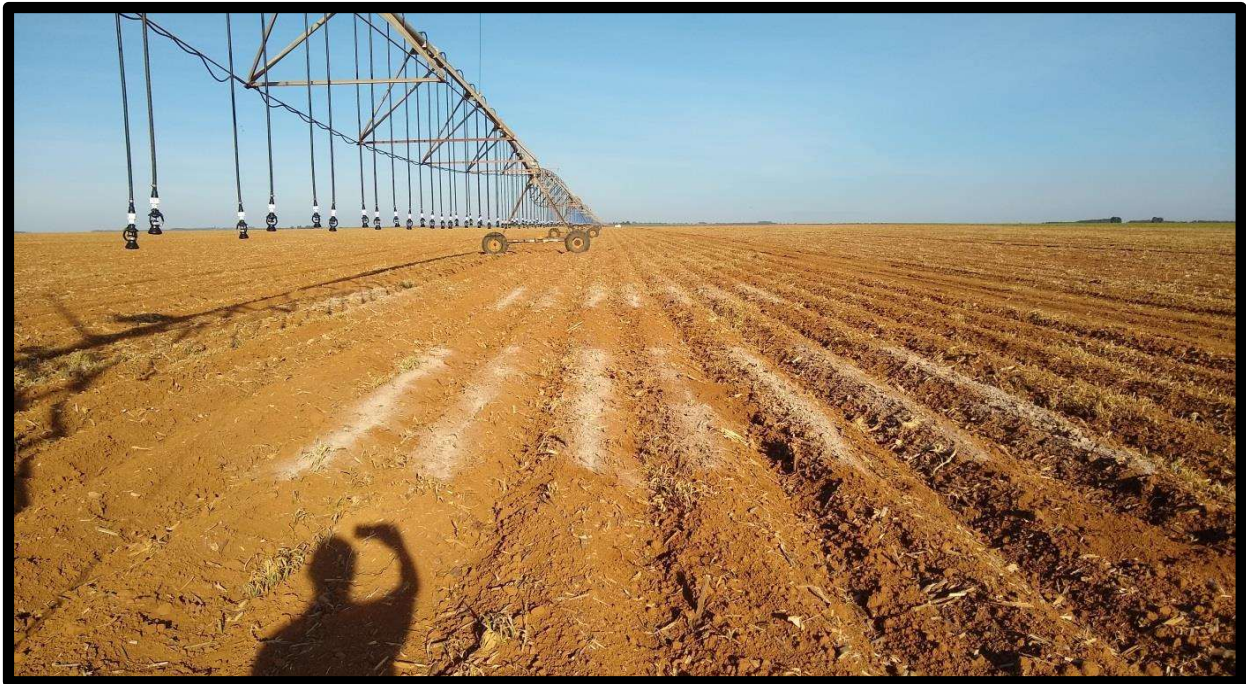


Figura 03. Ilustração durante a montagem do ensaio comercial. Perdizes – MG, 2020.



Figura 04. Ilustração durante a condução da lavoura. Perdizes – MG, 2020.





Figura 05. Ilustração durante a colheita do ensaio comercial. Perdizes – MG, 2020.



Figura 06. Ilustração da finalização da colheita do ensaio comercial. Perdizes – MG, 2020.

