

JESION GEIBEL DA SILVA NUNES

**CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE
BATATA (*Solanum tuberosum* L.) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE
REGULADORES VEGETAIS**

Botucatu

2017

JESION GEIBEL DA SILVA NUNES

**CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE
BATATA (*Solanum tuberosum* L.) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE
REGULADORES VEGETAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes

Coorientador: Prof. Dr. Rogério Peres Soratto

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

N972c Nunes, Jesion Geibel da Silva, 1993-
Crescimento, produtividade e qualidade de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) em função da aplicação de reguladores vegetais / Jesion Geibel da Silva Nunes. - Botucatu: : [s.n.], 2017

93 p.: il., color. , grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017
Orientador: Adalton Mazetti Fernandes
Coorientador: Rogério Peres Soratto
Inclui bibliografia

1. Batata - Cultivo. 2. Tubérculo (Botânica)- Qualidade. 3. Hormônios vegetais. 4. Reguladores de crescimento. 5. Produtividade agrícola. I. Fernandes, Adalton Mazetti. II. Soratto, Rogério Peres. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TUBÉRCULOS DE BATATA
(Solanum tuberosum L.) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS"**

AUTOR: JESION GEIBEL DA SILVA NUNES

ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

COORIENTADOR: ROGÉRIO PERES SORATTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ADALTON MAZETTI FERNANDES
CERAT / Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof. Dr. MARCELO DE ALMEIDA SILVA
Depto de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS
Unidade Experimental / UNESP - Câmpus Registro, SP

Botucatu, 20 de julho de 2017.

Aos meus pais, **Maria e Nilton**,
pelo apoio incondicional.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de mestrado processo n. 2015/22885-0.

Ao Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela excelente orientação, ensinamentos e conselhos, os quais permitiram o desenvolvimento deste estudo.

Ao professor Dr. Rogério Peres Soratto, pela excelente coorientação.

Ao grupo Ioshida pela concessão da área para a condução dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Claudinei Paulo de Lima, pela grande confiança profissional.

Aos colegas de pós-graduação Bruno, Jason, Adilson e Luan, pelo apoio nas avaliações de campo e laboratoriais.

Aos estagiários Everton, Carolina, Gabriela e Laura, pela ajuda nas coletas e avaliações.

Aos funcionários técnicos e administrativos do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT), Elder, Luís, Juliana, Alessandra e Danilo, pela solicitude.

Aos professores do departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, pelos conhecimentos transmitidos em aulas e pessoalmente.

Ao grande amigo Bruno Gazola, por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos colegas de graduação Rogério (Tufão), Adilson e Lucas (Mineiro).

Aos meus irmãos, Jason Geter e Talita Eliata, pelo amor e carinho que sempre me passam.

Aos amigos Natan, Tiago, Bruno Campos, Luiz Fernando e João Marcos, pelos momentos de lazer.

À minha família, pelos momentos de alegria e palavras de apoio que todos me deram.

A todos os demais que de alguma maneira colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A produtividade da batata depende da capacidade da planta sintetizar carboidratos nas folhas e mobilizá-los para os tubérculos em crescimento. Assim, o crescimento foliar excessivo nos estágios tardios do ciclo da cultura pode afetar negativamente a produtividade de tubérculos. Em condições favoráveis ao crescimento da parte aérea das plantas, o uso de retardantes ou reguladores do crescimento vegetal pode ser uma alternativa para melhorar a produtividade da cultura, através da redução no porte das plantas e do aumento na alocação de matéria seca (MS) para os tubérculos em crescimento. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito dos reguladores de crescimento vegetal cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, proexadiona cálcica e paclobutrazol, no crescimento, produtividade e qualidade de tubérculos das cultivares de batata Agata e Mondial. Foram conduzidos dois experimentos independentes, um com a cultivar Agata e outro com a cultivar Mondial. Ambos os experimentos foram instalados no delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial 4x5+1, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por quatro reguladores vegetais (cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, paclobutrazol e proexadiona cálcica), aplicados nas doses de 25, 50, 100, 200 e 400 g ha⁻¹ do i.a., além do tratamento controle (sem aplicação de regulador vegetal). Na cultivar Agata todos os reguladores de crescimento tiveram efeito semelhante sobre as características de crescimento e de produtividade de tubérculos, mas o regulador de crescimento proexadiona cálcica diminuiu a qualidade pós-colheita dos tubérculos. Na cultivar Mondial o regulador de crescimento paclobutrazol foi mais eficiente em reduzir o crescimento vegetativo das plantas e manter a qualidade pós-colheita dos tubérculos. Em ambas as cultivares os maiores efeitos sobre o crescimento e a produtividade comercial de tubérculos ocorreram entre as doses de 50 e 100 g ha⁻¹ do i.a. Na cultivar Agata as doses dos reguladores de crescimento reduziram a produtividade comercial de tubérculos, mas na cultivar Mondial a produtividade comercial de tubérculos aumentou com a aplicação das doses dos reguladores de crescimento.

Palavras chave: Partição de assimilados. Reguladores de crescimento. Produtividade de tubérculos. Qualidade de tubérculos.

ABSTRACT

Potato yield depends on the plant's ability to synthesize carbohydrates in the leaves and mobilize them for growing tubers. Thus, excessive leaf growth in the late stages of the crop cycle can negatively affect tuber yield. Under conditions favorable to shoot growth, the use of retarders or plant growth regulators may be an alternative to improve crop yield by reducing plant size and increasing dry matter (DM) the growing tubers. Thus, the aim of this work was evaluate the effect of plant growth regulators mepiquat chloride, chlormequat chloride, prohexadione calcium and paclobutrazol on the growth, yield and quality of potato tubers of Agata and Mondial cultivars. Two independent experiments were conducted, one with the cultivar Agata and the other with the cultivar Mondial. Both experiments were installed in a randomized complete block design in the 4x5+1 factorial scheme, with four replications. The treatments were represented by four plant regulators (mepiquat chloride, chlormequat chloride, paclobutrazol and proexadione calcium), applied at the rates of 25, 50, 100, 200 and 400 g ha⁻¹ of i.a., in addition to the control treatment (without the application of plant growth regulator). In the Agata cultivar, all growth regulators had a similar effect on the growth and yield characteristics of tubers, but the prohexadione calcium regulator decreased the postharvest quality of the tubers. In the Mondial cultivar the growth regulator paclobutrazol was more efficient in reducing the vegetative growth of the plants and maintaining the postharvest quality of the tubers. In both cultivars the greatest effects on growth and commercial yield of tubers occurred between the rates of 50 and 100 g ha⁻¹ of i.a.. In the cultivar Agata the rates of growth regulators reduced the commercial yield of tubers, but in the cultivar Mondial the commercial yield of tubers increased with the application of the doses of growth regulators.

Keywords: Partition of assimilates. Growth regulators. Tuber yield. Tuber quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação, irrigação, temperatura máxima e temperatura mínima registrada na área dos experimentos com as cultivares Agata e Mondial. Taquarituba, SP, 2016.....	31
Figura 2 – Amostragem de quinze folhas de quatro plantas de uma parcela experimental e integrador de área foliar de bancada.....	33
Figura 3 – Coleta dos tubérculos de dez plantas em cada parcela experimental e classificação dos tubérculos produzidos.....	36
Figura 4 – Tubérculos armazenados em bancada com exposição à luz natural. Tubérculos de uma unidade experimental no dia da armazenagem e tubérculos com quinze dias após a armazenagem.....	38
Figura 5 – Detalhe do texturômetro para obtenção da firmeza do tubérculo e colorímetro para determinação da intensidade de esverdeamento.....	39
Figura 6 – Número de hastes por planta e número de folhas por planta da batateira, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	41
Figura 7 – Número de tubérculos por planta, área foliar e índice de área foliar de plantas de batata, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	45
Figura 8 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea da cultivar Mondial, em função da aplicação de doses de reguladores de crescimento.....	53
Figura 9 – Número de tubérculos por planta e porcentagem de tubérculos deformados, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	55
Figura 10 – Produtividade total, comercial e classe especial, de tubérculos das cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	60

Figura 11 – Produtividade das classes primeira, segunda e miúda, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	65
Figura 12 – Índice de formato dos tubérculos da cultivar Agata e porcentagem de matéria seca da cultivar Mondial; e intensidade de esverdeamento e firmeza dos tubérculos após o armazenamento, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	68
Figura 13 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 5, 10, 15 e 20 dias após o armazenamento, cultivar Agata, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	76
Figura 14 – Porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento, cultivar Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de hastes por planta, comprimento da maior haste e número de folhas por planta da batateira, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	40
Tabela 2 – Número de tubérculos por planta, área foliar por planta e índice de área foliar de plantas de batata, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	44
Tabela 3 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea, nos tubérculos e na planta inteira da batateira na fase de enchimento dos tubérculos, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	48
Tabela 4 – Partição de matéria seca para os tubérculos de plantas da batata em fase de enchimento dos tubérculos, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	50
Tabela 5 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea, nos tubérculos e na planta inteira da batateira no final do ciclo da cultura, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	51
Tabela 6 – Número de tubérculos por planta, peso médio dos tubérculos e porcentagem de tubérculos deformados, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	54
Tabela 7 – Produtividade total, comercial e classe especial, de tubérculos das cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	59

Tabela 8 – Produtividade de tubérculos das classes primeira, segunda e miúda, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	63
Tabela 9 – Porcentagem de matéria seca dos tubérculos, índice de formato dos tubérculos e intensidade de esverdeamento dos tubérculos, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	67
Tabela 10 – Firmeza dos tubérculos antes e após o armazenamento por 45 dias, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	72
Tabela 11 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias após o armazenamento, cultivar Agata, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	74
Tabela 12 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento, cultivar Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância.....	80

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Localização da área experimental.....	27
3.2	Caracterização das cultivares utilizadas.....	27
3.2.1	Cultivar Agata.....	27
3.2.2	Cultivar Mondial.....	28
3.3	Delineamento experimental e tratamentos.....	28
3.4	Instalação e condução dos experimentos.....	29
3.5	Avaliações.....	32
3.5.1	Avaliações na fase de enchimento dos tubérculos.....	32
a)	Número de hastes por planta e comprimento da maior haste.....	32
b)	Número de folhas por planta.....	33
c)	Área foliar por planta e índice de área foliar.....	33
d)	Número de tubérculos por planta.....	34
e)	Acúmulo de MS na parte aérea, tubérculos e na planta inteira.....	34
f)	Partição de MS para os tubérculos.....	34
3.5.2	Avaliações antes da dessecação da cultura.....	34
a)	Acúmulo de MS na parte aérea, tubérculos e na planta inteira.....	34
3.5.3	Avaliações na colheita final.....	35
a)	Número de tubérculos por planta, incidência de tubérculos deformados e peso médio dos tubérculos.....	35
b)	Produtividade e classificação dos tubérculos produzidos.....	36
c)	Índice de formato dos tubérculos.....	36
d)	Porcentagem de MS dos tubérculos.....	37
e)	Período de dormência dos tubérculos e incidência de tubérculos brotados.....	37
f)	Firmeza dos tubérculos e esverdeamento pós-colheita dos tubérculos.....	38
3.6	Análise estatística.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40

4.1	Avaliações na fase de enchimento dos tubérculos (entre 70 e 80 DAP).....	40
4.1.1	Número de hastes por planta, comprimento da maior haste e número de folhas por planta.....	40
4.1.2	Número de tubérculos por planta, área foliar por planta e índice de área foliar.....	40
4.1.3	Quantidade de MS acumulada e partição de MS para os tubérculos.....	48
4.2	Avaliações antes da dessecação da cultura.....	50
4.2.1	Quantidade de matéria seca acumulada.....	50
4.3	Avaliações na colheita final (após a dessecação).....	53
4.3.1	Número de tubérculos por planta, peso médio dos tubérculos e porcentagem de tubérculos deformados.....	53
4.3.2	Produtividade total e comercial, e produtividade classificada de tubérculos.....	58
4.3.3	Porcentagem de MS dos tubérculos, índice de formato e intensidade de esverdeamento dos tubérculos.....	66
4.3.4	Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados ao longo do período de armazenamento (experimento com a cultivar Agata).....	73
4.3.5	Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento (experimento com a cultivar Mondial).....	79
5	CONCLUSÕES.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE.....	91

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo que no Brasil o estado de São Paulo é um dos principais estados produtores dessa espécie tuberosa. Na cultura da batata a produtividade final de tubérculos depende da capacidade da planta de produzir matéria seca (MS) e alocar essa MS produzida para o crescimento dos tubérculos, bem como do teor de umidade desses tubérculos formados. Assim, a produção total de MS da batateira e sua distribuição entre os diferentes órgãos da planta são fatores de extrema importância e exercem interferência significativa sobre a produtividade de tubérculos.

Como a produtividade da batata depende da capacidade da planta sintetizar carboidratos nas folhas e mobilizá-los para os tubérculos em crescimento, o crescimento foliar excessivo nos estágios tardios do ciclo da cultura normalmente é desfavorável para a produção de tubérculos (BODLAENDER, 1968; RADWAN et al., 1971). Assim, em condições favoráveis a esse crescimento vegetativo tardio ou em cultivares que apresentam maior crescimento vegetativo, a adoção de práticas de manejo que visem reduzir o porte das plantas pode ser uma alternativa para incrementar a produtividade de tubérculos. Uma prática de manejo que pode ser utilizada para obter equilíbrio entre o crescimento da parte vegetativa e o órgão de reserva das plantas é a utilização de produtos reguladores ou retardantes do crescimento vegetal, os quais atuam inibindo a biossíntese de giberelina (GA).

No Brasil, são raros os estudos com reguladores de crescimento na cultura da batata (TAVARES; LUCCHESI, 1999), mas em outros países esses produtos têm sido utilizados com sucesso na cultura da batata (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005; PAVLISTA, 2013), cujos resultados positivos são atribuídos à redução no porte das plantas e ao incremento na alocação de MS para os tubérculos (PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005). No entanto, apesar desses produtos reduzirem o crescimento vegetativo excessivo das plantas e favorecerem o crescimento do órgão de reserva, é necessário que a planta produza uma quantidade de área foliar suficiente para encher satisfatoriamente os tubérculos e que os tubérculos produzidos não tenham sua qualidade reduzida.

Apesar de ser uma técnica promissora, o uso de reguladores de crescimento na cultura da batata carece de maiores informações, tendo em vista que a resposta dessa tuberosa a esses produtos parece variar dependendo das cultivares que são utilizadas

(BANDARA et al., 1998). Assim, pode ser que cultivares amplamente plantadas no Brasil e que possuem características de crescimento diferentes ao longo do ciclo, como é o caso das cultivares Agata e Mondial, possam responder diferentemente a utilização dessa técnica de manejo.

Assim, como nas condições brasileiras ainda são raros os estudos sobre os efeitos dos reguladores de crescimento na cultura da batata, e frente aos resultados positivos obtidos na literatura internacional com o emprego dessa técnica (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005; PAVLISTA, 2013), torna-se necessário estabelecer quais as melhores doses de cada regulador que podem ser aplicadas nas principais cultivares de batata plantadas no Brasil, visando obter aumento de produtividade e maior retorno econômico.

Em função do exposto, as hipóteses testadas foram: a) a aplicação de reguladores de crescimento aumenta a produtividade da batata; b) existe diferenças entre as cultivares de batata na resposta a aplicação de reguladores de crescimento; c) o efeito de cada regulador de crescimento na indução de modificações no crescimento e produtividade das plantas varia com as doses aplicadas.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito dos reguladores de crescimento vegetal cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, proexadiona cálcica e placobutrazol, no crescimento, produtividade e qualidade de tubérculos das cultivares de batata Agata e Mondial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A batata é um dos alimentos mais consumidos no mundo, devido a sua composição nutricional e versatilidade de uso culinário. A área mundial cultivada com batata é de aproximadamente 19,5 milhões de hectares, distribuídos por mais de 150 países (FAO, 2017). No Brasil, a área cultivada com batata fica ao redor de 134 mil hectares, mas a produção nacional é de mais de 3,9 milhões de toneladas, com destaque para os estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, que são responsáveis pela maior porcentagem de toda a batata produzida no Brasil (IBGE, 2017).

Nas condições tropicais e subtropicais, o ciclo de desenvolvimento da batata varia de 90 a 110 dias, dependendo da cultivar (PEREIRA; DANIELS, 2003). Nesse período, em regiões tropicais baixas, o potencial produtivo da batateira é de aproximadamente 30 t ha⁻¹, mas em regiões tropicais altas a produção potencial dessa cultura pode chegar próximo ao potencial da Europa, que é por volta de 90 a 100 t ha⁻¹ de tubérculos (BEUKEMA; ZAAG, 1990; SOUZA, 2003). A produtividade final de tubérculos da batata está na dependência da capacidade de produção de MS total da planta, da porcentagem de MS que é particionada para o crescimento dos tubérculos e do teor de umidade presente nos tubérculos (EWING, 1997). Assim, a produção total de MS da batateira e sua distribuição entre os diferentes órgãos da planta são fatores de extrema importância e que exercem interferência significativa sobre a produtividade de tubérculos (BALAMANI; POOVAIAH, 1985).

No entanto, um dos fatores que restringem a obtenção de maiores índices de produtividade na cultura da batata está relacionado com o crescimento excessivo da parte aérea, em detrimento do menor desenvolvimento dos tubérculos (PRAKASH et al., 2001). Assim, em cultivares que apresentam maior crescimento vegetativo e/ou em condições de cultivo que favoreçam o crescimento aéreo das plantas, a adoção de práticas de manejo que visem reduzir o porte das plantas pode ser uma alternativa para incrementar a produtividade de tubérculos.

Uma prática de manejo que pode ser utilizada para obter equilíbrio entre o crescimento da parte vegetativa e o órgão de reserva das plantas é a utilização de produtos reguladores ou retardantes do crescimento vegetal, os quais são compostos sintéticos que reduzem a altura das plantas sem ocasionar fitotoxidez (RADEMACHER, 2000), pelo fato de atuarem na regulação dos processos fisiológicos

da planta (CASTRO et al., 2012). Esses produtos atuam inibindo algumas etapas da rota biossintética da giberelina (GA). Assim, na cultura da batata a aplicação de produtos reguladores do crescimento após o início da tuberização pode ser uma alternativa para diminuir o crescimento aéreo das plantas e aumentar o crescimento dos tubérculos, através do incremento na mobilização de assimilados e nutrientes para os tubérculos em formação (DYSON, 1965; BALAMANI; POOVAIAH, 1985).

Em outras culturas a redução no crescimento da parte aérea tem sido realizada pela aplicação de produtos reguladores do crescimento vegetal, tais como cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, proexadiona cálcica e paclobutrazol, os quais atuam inibindo a biossíntese da giberelina (GA) (RADEMACHER, 2000).

A biossíntese de GA na planta é dividida em três etapas, no qual cada etapa acontece em um compartimento celular diferente (TAIZ; ZEIGER, 2013): (i) no estágio primário, que ocorre nos plastídeos, é sintetizado o composto denominado de ent-caureno; os reguladores cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat, quando aplicados à planta, agem inibindo a enzima ent-caureno sintase, impedindo a formação de ent-caureno (RADEMACHER, 2000; FAGAN et al., 2015; RADEMACHER, 2015). (ii) O segundo estágio da biossíntese de GA, que acontece sobre o envoltório dos plastídeos e no retículo endoplasmático, ocorre a oxidação do ent-caureno, resultando, após algumas reações, na formação da GA₁₂; o regulador paclobutrazol age inibindo monooxigenases que catalisam as etapas oxidativas do ent-caureno para ácido ent-caurenóico, impedindo a formação da primeira GA (GA₁₂) (RADEMACHER, 2000; SALISBURY; ROSS, 2012). (iii) O terceiro e último estágio da biossíntese de GA ocorre no citosol, e é onde as diferentes giberelinas (GAs) são sintetizadas, através de diversos passos de oxidação; o regulador proexadiona cálcica age neste estágio e, em geral, é aceito que a molécula desse regulador apresenta semelhanças com o ácido 2-oxoglutário, no qual é co-substrato de monooxigenases que catalisam a última etapa de formação das GAs, impedindo as formações de GAs precursoras e bioativas (RADEMACHER, 2000; FAGAN et al., 2015; RADEMACHER, 2015).

O uso de reguladores de crescimento inibidores da biossíntese de GA é bem comum em espécies de plantas superiores cultivadas em todo o mundo e diversos são os objetivos pelos quais são introduzidos no manejo (RADEMACHER, 2015).

O cloreto de mepiquat e o cloreto de chlormequat são largamente utilizados na cultura do algodão, com o objetivo de evitar o crescimento excessivo do dossel das

plantas e diminuir perdas na produção (RADEMACHER, 2000; ROSOLEM et al., 2013). Porém, em outras culturas, como a mamona, o uso desses reguladores também tem promovido redução significativa no porte das plantas sem afetar negativamente a produtividade de grãos (SOUZA-SCHLICK, 2013).

O cloreto de chlormequat também tem sido eficiente na redução do porte de plantas de trigo sem afetar negativamente a produtividade (ESPINDULA et al., 2009). No caso da proexadiona cálcica suas principais aplicações têm buscado atuar na estabilização do crescimento do caule de culturas como arroz e colza; no controle do crescimento de gramados e na redução do crescimento vegetativo de árvores frutíferas (RADEMACHER, 2000). Já o paclobutrazol tem sido utilizado no manejo do crescimento vegetativo de frutíferas, com o objetivo de evitar a brotação excessiva de ramos e promover a floração e frutificação em plantas jovens (DAVENPORT, 2007; MOUCO et al., 2011).

Em outras culturas, como a soja, pesquisas com o uso de paclobutrazol indicaram que esse regulador reduz o acamamento de plantas quando a aplicação é feita na fase vegetativa, mas quando sua aplicação ocorre em fases posteriores do ciclo há um efeito redutor na produtividade de grãos (PRICINOTTO; ZUCARELI, 2014). A redução na produtividade de grãos pelo uso de paclobutrazol também tem sido observada em feijoeiro, apesar da aplicação desse regulador ter aumentado o tamanho dos grãos de feijão produzidos (GITTI et al., 2012).

As diferentes etapas nos quais os reguladores de crescimento agem na rota biossintética da GA (RADEMACHER, 2000; SALISBURY; ROSS, 2012; FAGAN et al., 2015) também pode influenciar para as diferenças de respostas das plantas quando são submetidas a aplicação dos reguladores. Além disso, as características intrínsecas da espécie e até mesmo entre cultivares de uma mesma espécie, também devem ser consideradas. Isso é evidenciado em culturas onde o emprego desta técnica é mais comum, como é o caso do algodoeiro, onde estudos têm demonstrado que há diferenças significativas entre cultivares na resposta à aplicação do regulador de crescimento (BOGIANI; ROSOLEM, 2009).

O uso de reguladores de crescimento na cultura da batata tem sido pouco estudado nas condições brasileiras, mas existem alguns indícios de que a aplicação desses produtos na batateira pode incrementar a produtividade de tubérculos (TAVARES; LUCCHESI, 1999). Como no caso da batata a produtividade depende da capacidade de síntese de carboidratos nas folhas das plantas e da sua translocação

para os tubérculos, o crescimento foliar excessivo nos estágios tardios do ciclo da cultura normalmente é desfavorável para a produção de tubérculos (BODLAENDER, 1968; RADWAN et al., 1971)

.Assim, em condições favoráveis a esse crescimento vegetativo tardio, o uso de reguladores de crescimento poder ser uma alternativa interessante, já que em outros países há relatos de aumentos na produtividade de tubérculos da batata mediante o emprego desta técnica (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005; PAVLISTA, 2013). Aumentos na produtividade de tubérculos de até 20% com o uso de cloreto de chlormequat e de até 33% com a aplicação de proexadiona cálcica tem sido obtidos em outros países (PAVLISTA, 2013). E mesmo em épocas diferentes de cultivo o uso de reguladores, como o cloreto de chlormequat, tem incrementado a produtividade de tubérculos, apesar de no cultivo de verão os aumentos na produtividade serem, em média, duas vezes maior que no cultivo de inverno (RADWAN et al., 1971). No entanto, a resposta da batateira a aplicação de reguladores vegetais tem apresentado diferenças dependendo das cultivares utilizadas, e até mesmo entre os diferentes reguladores de crescimento (HARVEY et al., 1991). Bandara et al. (1998), em estudo sobre a produção de minitubérculos com as cultivares Norland e Russet Burbank, verificaram que a aplicação de paclobutrazol diminuiu o comprimento das hastes de ambas as cultivares, mas o regulador aumentou o número de tubérculos por planta apenas na cultivar Norland. A resposta diferenciada das cultivares pode estar relacionada também com a capacidade delas em distribuir essa MS produzida entre os diferentes órgãos da planta.

Nas condições brasileiras, há estudos demonstrando que na cultura da batata a distribuição de MS para os tubérculos em crescimento pode variar dependendo da cultivar utilizada (FERNANDES et al., 2010a; FERNANDES et al., 2015a; SORATTO et al., 2015). As cultivares Agata e Mondial, que estão entre as mais plantadas no Brasil (ABBA, 2010), têm como característica a produção de tubérculos com padrões que atendem ao mercado para comercialização na forma *in natura* (FERNANDES et al., 2010b). Porém, essas duas cultivares possuem diferenças significativas de crescimento ao longo do ciclo, das quais podem-se destacar o crescimento vigoroso da parte aérea e a elevada produção de tubérculos graúdos da cultivar Mondial, bem como a elevada produtividade da cultivar Agata que tem crescimento vegetativo aéreo relativamente inferior ao da cultivar Mondial (FERNANDES et al., 2010a). Assim, por essas cultivares terem características de crescimento distintas, pode ser que a

resposta delas a aplicação de reguladores de crescimento seja diferente, inclusive em relação à produtividade de tubérculos.

Os aumentos na produtividade de tubérculos da batata obtidos com a aplicação de reguladores de crescimento como os produtos cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e paclobutrazol tem sido atribuído ao incremento na alocação de MS para os tubérculos (PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005), o que tem aumentado o número e o tamanho dos tubérculos produzidos (PRAKASH et al., 2001). Tekalign e Hammes (2005) verificaram que a aplicação de paclobutrazol além de reduzir o crescimento vegetativo excessivo da batata, aumentou a partição de assimilados para os tubérculos, estimulou a tuberização precoce e aumentou posteriormente o crescimento dos tubérculos formados.

Além da produtividade, a qualidade dos tubérculos produzidos também é um fator importante para a comercialização, de modo que a presença de deformidades externas pode prejudicar valor comercial dos tubérculos. Assim, para existir utilidade benéfica dos reguladores de crescimento na cultura da batata, deve haver equilíbrio entre os benefícios e os efeitos indesejados, principalmente alterações morfológicas negativas nos tubérculos. No entanto, o uso de produtos como o cloreto de chlormequat não tem aumentado a incidência de tubérculos com deformidades (REX, 1992).

Uma outra característica que afeta a qualidade dos tubérculos após a colheita é o período de dormência. A dormência é caracterizada pela baixa atividade metabólica do tubérculo, onde mesmo que as condições sejam favoráveis para a emissão de brotos, o tubérculo permanece dormente (HIRANO, 2003). O período de dormência reflete no tempo de viabilidade na prateleira, dado que tubérculos brotados não garante boa aceitação pelo consumidor. Assim, considerando que a aplicação de reguladores de crescimento exerce efeitos fisiológicos nas plantas (CASTRO et al., 2012), é importante conhecer os possíveis efeitos ocasionados nos tubérculos após serem colhidos. Alguns estudos apontam que o período de dormência de tubérculos provenientes de plantas tratadas com reguladores de crescimento inibidores da biossíntese de GA é maior quando comparado aos tubérculos de plantas que não receberam a aplicação de reguladores (BANDARA; TANINO, 1995; TEKALIGN; HAMMES, 2004).

Apesar dos resultados positivos, o uso de reguladores de crescimento na cultura da batata carece de maiores informações, tendo em vista que em algumas situações

a aplicação de produtos como o ethephon e o cloreto de chlormequat proporcionou aumento no número de tubérculos por planta, mas diminuiu o tamanho dos tubérculos formados, resultando assim em maior produtividade de tubérculos pequenos (REX, 1992). Esses resultados indicam que a redução do crescimento vegetativo excessivo favorece o crescimento do órgão de reserva, mas existe a necessidade da planta crescer e produzir área foliar suficiente para encher satisfatoriamente os tubérculos, de modo que a síntese de GA endógena não deve ser totalmente inibida. Dessa forma, existe a necessidade de se definir uma dose adequada do regulador de crescimento que não prejudique a produtividade de tubérculos.

Como nas condições brasileiras os estudos sobre o uso de reguladores de crescimento na cultura da batata são restritos (TAVARES; LUCCHESI, 1999) e considerando que na literatura internacional têm-se obtido benefícios na produtividade de tubérculos com o emprego dessa técnica (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005; PAVLISTA, 2013), torna-se necessário conhecer melhor a resposta da batateira a aplicação de reguladores de crescimento nas condições brasileiras. Além disso, como há evidências de que as cultivares respondem diferentemente ao uso de reguladores de crescimento (BANDARA et al., 1998), torna-se necessário estabelecer quais as melhores doses de cada regulador que pode ser aplicada em algumas das principais cultivares de batata plantadas no Brasil, visando obter maior produtividade e qualidade de tubérculos, bem como maior retorno econômico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da aplicação de reguladores vegetais na cultura da batata foi realizado nas cultivares Agata e Mondial, as quais possuem diferenças significativas de desenvolvimento ao longo do ciclo (FERNANDES et al., 2010a). Ambas as cultivares foram plantadas na mesma área, mas a pesquisa com cada cultivar foi conduzida como experimentos independentes.

3.1 Localização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em campo no período de maio a setembro de 2016, em área comercial de produção de batata, localizada no município de Taquarituba-SP (49° 14' W; 23° 31' S e 618 m de altitude). O clima da região conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfa, que se caracteriza como subtropical, com verão quente e chuvoso e inverno com chuva de mais de 30 mm no mês mais seco.

3.2 Caracterização das cultivares utilizadas

3.2.1 Cultivar Agata

A cultivar Agata possui teor muito baixo de matéria seca (MS) nos tubérculos, sendo recomendada para o consumo na forma cozida ou assada. Atualmente é a cultivar mais plantada no Brasil, ocupando cerca de 65% da área plantada. As plantas dessa cultivar apresentam hastes finas a moderadamente finas (NIVAP, 2007; ABBA, 2017), curtas e em número de aproximadamente 4,2 hastes por planta (FERNANDES et al., 2010a). Os tubérculos são ovais de pele amarela e lisa (NIVAP, 2007; ABBA, 2017) e são formados em número de aproximadamente 14 tubérculos por planta (FERNANDES et al., 2010a), cujo peso médio dos tubérculos maiores fica em torno de 120 g (FERNANDES et al., 2011). A cor da polpa dos tubérculos é amarela clara e de consistência firme quando cozida (NIVAP, 2007; ABBA, 2017). Essa cultivar apresenta elevada produtividade de tubérculos, mas com crescimento vegetativo aéreo relativamente baixo, ou seja, com baixo acúmulo de MS nas folhas e hastes em comparação a cultivar Mondial (FERNANDES et al., 2010a).

3.2.2 Cultivar Mondial

A cultivar Mondial apresenta tubérculos com teor de MS de mediano a baixo, característica que a torna recomendada para o consumo na forma cozida ou assada. Atualmente é uma das cinco cultivares de batata mais plantadas no Brasil. Essa cultivar possui folhas grandes e de desenvolvimento rápido; hastes firmes, semi-eretas, compridas (NIVAP, 2007; ABBA, 2017) e em número de aproximadamente 3,3 hastes por planta (FERNANDES et al., 2010a). Seus tubérculos são oval-alongados, grandes e em número de aproximadamente 11 tubérculos por planta (FERNANDES et al., 2010a), cujo peso médio dos tubérculos maiores é de cerca de 178 g (FERNANDES et al., 2011). Os tubérculos possuem olhos superficiais, casca lisa e cor amarela, cuja polpa é de cor amarela clara quando cozida (NIVAP, 2007; ABBA, 2017). A cultivar Mondial possui alta produtividade de tubérculos e crescimento vigoroso da parte aérea com elevada acumulação de MS nas folhas e hastes após os 60 dias do plantio (DAP) (FERNANDES et al., 2010a).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Em ambos os experimentos, um com a cultivar Agata e outro com a cultivar Mondial, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 4x5+1, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por quatro reguladores vegetais (cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, proexadiona cálcica e paclobutrazol), aplicados nas doses de 25, 50, 100, 200 e 400 g ha⁻¹ do i.a., além do tratamento controle (sem aplicação de regulador vegetal).

As parcelas experimentais foram compostas por cinco fileiras de plantas de cinco metros de comprimento. Foi considerado como área útil da parcela as três fileiras centrais de plantas, desconsiderando 0,5 m nas extremidades de ambos os lados das parcelas. Nos experimentos, as cultivares Agata e Mondial tinham 30 e 27 plantas na área útil da parcela, respectivamente.

3.4 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados na mesma área, um ao lado do outro, sendo separados apenas pelo carreador. Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo da área experimental e determinaram-se as características químicas do solo (Quadro 1). As análises foram realizadas segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001).

Quadro 1 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m da área de ambos os experimentos

Características químicas	Valores
pH (CaCl ₂)	5,1
M.O. (g dm ⁻³)	36,0
P _{resina} (mg dm ⁻³)	31,0
K (mmol _c dm ⁻³)	4,7
Ca (mmol _c dm ⁻³)	43,0
Mg (mmol _c dm ⁻³)	14,0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	36,0
CTC (mmol _c dm ⁻³)	97,0
V%	63,0
B (mg dm ⁻³)	0,7
Cu (mg dm ⁻³)	2,2
Fe (mg dm ⁻³)	32,0
Mn (mg dm ⁻³)	4,8
Zn (mg dm ⁻³)	1,6

O preparo do solo foi realizado com as seguintes operações em série: duas gradagens pesadas, escarificação e uma gradagem leve próxima ao plantio. O plantio da batata, no experimento com a cultivar Agata e no experimento com a cultivar Mondial, foi realizado em 10/05/2016 e 26/05/2016, respectivamente, utilizando-se tubérculo-semente do tipo I (113 g e 116 g, Agata e Mondial, respectivamente). O espaçamento utilizado foi de 0,80 m entre linhas em ambos os experimentos, sendo a cultivar Agata espaçadas entre plantas de 0,40 m e a cultivar Mondial de 0,44 m, de modo que a população final de plantas foi de 31.176 (Agata) e 28.684 (Mondial) plantas ha⁻¹. A adubação de plantio foi realizada aplicando-se 2.314 kg ha⁻¹ do formulado 4-30-10, correspondendo a 93, 694 e 231 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A amontoa foi realizada aos 33 DAP (18 DAE), e aos 58 DAP (43 DAE) foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura, aplicando-se 41 kg de N ha⁻¹ através de fertirrigação, utilizando-se ureia como fonte.

Os tratamentos foram aplicados via foliar pulverizando-se um volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹ com um pulverizador costal elétrico, equipado com uma barra

de cinco bicos, com capacidade de vazão constante de 4 L minuto⁻¹ e pressão máxima constante de 40 Bar.

Como em ambos os experimentos se buscou aplicar as doses dos reguladores de crescimento no mesmo estágio de desenvolvimento das plantas, ou seja, quando os tubérculos apresentaram peso médio de 25 a 35 g (Quadro 2), em cada experimento as aplicações foliares ocorreram em datas diferentes (Quadro 4). Antes da aplicação dos reguladores de crescimento foi monitorado o estágio de desenvolvimento das plantas de batata, coletando-se e avaliando-se seis plantas representativas espalhadas na área do experimento. Nestas plantas, determinaram-se o número médio de folhas, hastes e de tubérculos por planta, bem como comprimento da maior haste e o peso médio dos tubérculos formados (Quadro 2). No dia da aplicação dos reguladores de crescimento as plantas de cada experimento encontravam-se na fase inicial de enchimento de tubérculos e apresentavam as características de crescimento descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Número de folhas, hastes e tubérculos por planta, comprimento da maior haste e peso médio de tubérculos de plantas de batata no momento da aplicação dos reguladores de crescimento nas cultivares Agata e Mondial

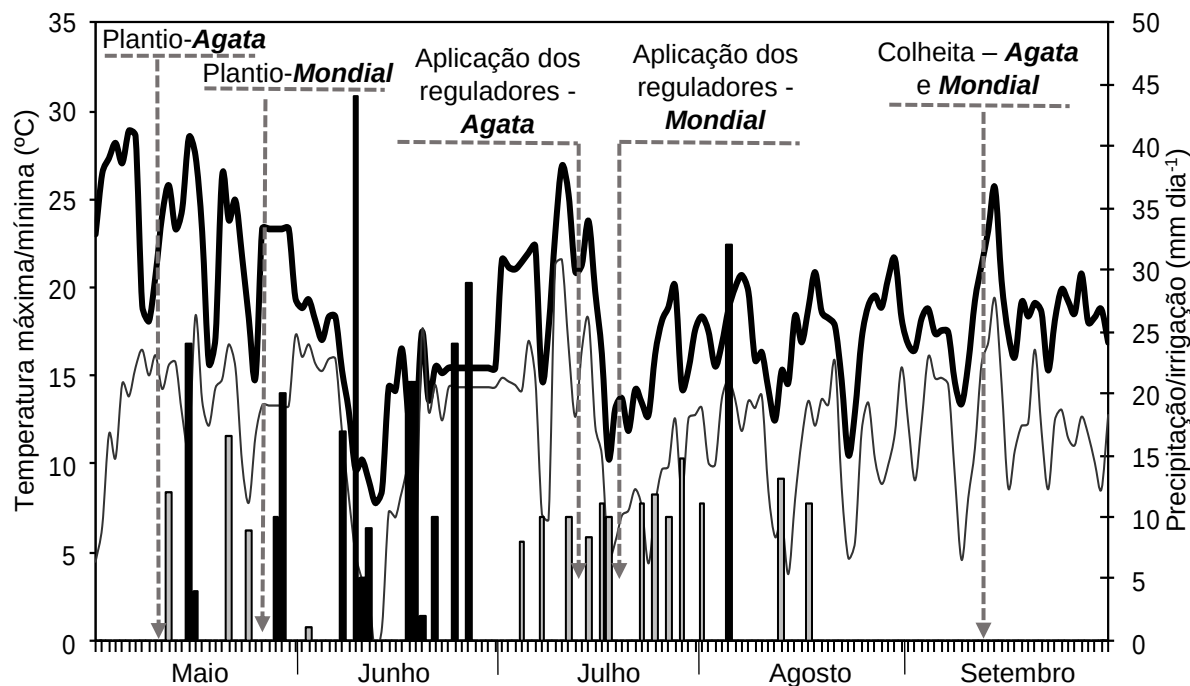
Características	Experimentos	
	Cultivar Agata	Cultivar Mondial
Número de folhas planta ⁻¹	38	58
Número de hastes planta ⁻¹	3,5	4,0
Número de tubérculos planta ⁻¹	14	11
Comprimento da maior haste (cm)	50	65
Peso médio de tubérculos (gramas)	32	25

No experimento com a cultivar Agata as doses dos reguladores vegetais foram pulverizadas aos 64 dias após o plantio (DAP) (46 dias após a emergência - DAE), enquanto no experimento com a cultivar Mondial as aplicações ocorreram aos 53 DAP (35 DAE) (Quadro 4). Nas parcelas do tratamento controle foi feita a pulverização apenas com água, utilizando-se o volume de 200 L ha⁻¹. Os reguladores cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat, proexadiona cálcica e paclobutrazol tiveram como fonte os produtos comerciais Pix HC[®], Tuval[®], Viviful[®] e Cultar 250 SC[®], respectivamente.

Ao longo do ciclo de cultivo, as plantas foram irrigadas de acordo com as recomendações para a cultura na região e critérios adotados pelo produtor, de modo a prover as necessidades hídricas da cultura. As informações de precipitação,

irrigação, temperaturas máxima e mínima do ar, estão apresentadas na Figura 1. Também foram realizadas todas as práticas agrícolas, de acordo com a necessidade.

Figura 1 – (■) Precipitação, (▨) irrigação, (—) temperatura máxima e (---) temperatura mínima registrada na área dos experimentos com as cultivares Agata e Mondial. Taquaritiba, SP, 2016



O manejo fitossanitário foi feito através de aplicações preventivas e com defensivos químicos sempre que necessário (Quadro 3).

A dessecação da parte aérea das plantas, para os dois experimentos, ocorreu em 26/08/2016, correspondendo a 108 DAP para a cultivar Agata e 92 DAP para a cultivar Mondial, utilizando-se o ingrediente ativo dicloreto de paraquat (Quadro 3). A colheita final dos tubérculos foi realizada em 12/09/2016, em ambos os experimentos, ou seja, 17 dias após a dessecação da parte aérea das plantas.

Quadro 3 – Defensivos agrícolas utilizados para o manejo fitossanitário no sulco de plantio e durante o ciclo de desenvolvimento das plantas nos experimentos com as cultivares Agata e Mondial

Época de aplicação (DAP) ⁽¹⁾		Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g ha ⁻¹ do i.a.)
Agata	Mondial		
Plantio ⁽²⁾	Plantio ⁽²⁾	Fluazinam	1.095
		Imidacloprido	462
		Clorpirifós	985
13	13	Metribuzim	298
		Paraquat dicloride	455
		Parationa metílica	464
22	22	Clorotalonil	929
		Fluazifope-P-butílico	483
23	23	Clorpirifós	926
33	33	Fluazinam	895
		Imidacloprido	196
		Benalaxil + Clorotalonil	72+360
41	41	Benthiavalicarb-isopropyl+Fluazinam	41+103
		Parationa metílica	558
		Metiran+Piraclostrobina	1.364+124
		Oxicloreto de cobre	1.042
57	57	Boscalida	75
		Benalaxyl+Mancozeb	166+1.346
58	58	Clorpirifós	986
64	64	Benalaxyl+Mancozeb	166+1.346
71	71	Parationa metílica	464
		Clorotalonil	1.094
78	78	Clorotalonil	994
		Azoxistrobina+Difenoconazol	82+51
		Parationa metílica	621
85	85	Oxicloreto de cobre	722
		Benthiavalicarb-isopropyl+Fluazinam	34+85
		Clorotalonil	994
		Acetamiprido+Alfa-cipermetrina	34+68
90	90	Parationa metílica	464
		Clorotalonil	994
		Fluxapirroxade+Piraclostrobina	52+103
108 ⁽³⁾	92 ⁽³⁾	Dicloreto de paraquat	571

⁽¹⁾DAP: dias após o plantio; ⁽²⁾defensivos aplicados no sulco de plantio; ⁽³⁾época de dessecação da parte aérea.

3.5 Avaliações

3.5.1 Avaliações na fase de enchimento dos tubérculos (entre 70 e 80 DAP)

a) Número de hastes por planta e comprimento da maior haste

Em 29/07/2016 e 05/08/2016 para a cultivar Agata e cultivar Mondial, respectivamente, correspondendo a 16 e 18 dias após a aplicação dos reguladores

(Quadro 4), foram coletadas quatro plantas sequenciadas em uma linha da área útil de cada parcela. As plantas foram levadas ao laboratório, lavadas e o número médio de hastes por planta foi obtido pela contagem destas estruturas em cada planta. O comprimento da maior haste determinou-se com auxílio de régua graduada medindo-se a distância entre a base e o ápice de cada planta (tufo apical).

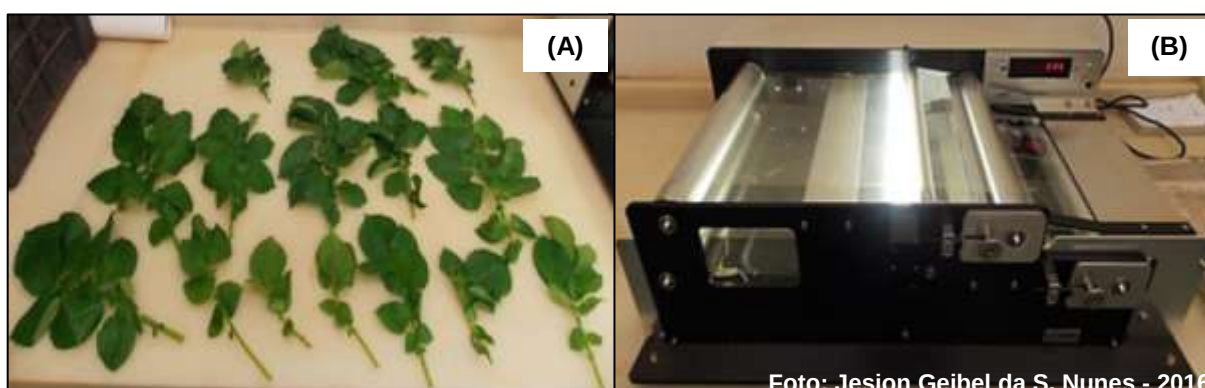
b) Número de folhas por planta

O número de folhas por planta foi obtido pela contagem de todas as folhas presentes em cada uma das quatro plantas coletadas de cada parcela experimental.

c) Área foliar por planta e índice de área foliar

Para determinação da área foliar, retirou-se uma amostra representativa de 15 folhas das quatro plantas que foram coletadas e acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo, de maneira a manter a integridade das folhas até a realização da leitura em um integrador de área foliar de bancada LICOR, modelo 3100C (Figura 2a e 2b). Após obtido a leitura da área foliar das 15 folhas amostradas, estas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 96 h e posteriormente pesadas. O peso seco das amostras de 15 folhas e a área foliar delas foram utilizados para calcular a área foliar das 4 plantas amostradas, por meio da relação entre a MS e a área foliar das 15 folhas. A MS das 15 folhas coletadas para determinação da área foliar foi somada a MS de folhas das quatro plantas e a área foliar estimada das quatro plantas foi dividida por 4 para se obter a área foliar média de cada planta.

Figura 2 – Amostragem de quinze folhas de quatro plantas de uma parcela experimental (A) e integrador de área foliar de bancada (B)



O índice de área foliar foi determinado através da razão entre os valores da área foliar total por planta e área de solo ocupada por uma planta.

d) Número de tubérculos por planta

O número de tubérculos foi determinado por meio da contagem do número total de tubérculos em cada uma das quatro plantas coletadas.

e) Acúmulo de MS na parte aérea, tubérculos e na planta inteira

As plantas coletadas foram separadas em parte aérea e tubérculos, e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da MS. A MS da planta inteira foi obtida pela soma das quantidades de MS acumuladas na parte aérea e nos tubérculos.

f) Partição de MS para os tubérculos

Com os dados de acúmulo de MS (item “e”) foi calculada a partição de MS para os tubérculos através da relação entre a MS de tubérculos e a MS a planta inteira.

Quadro 4 – Data das atividades que foram realizadas durante o período de condução dos experimentos com as cultivares Agata e Mondial.

Atividade	Agata		Mondial	
	Data	DAP ¹	Data	DAP ¹
Plantio	10 Maio 2016	-	26 Maio 2016	-
Aplicação dos reguladores	13 Jul. 2016	64	18 Jul. 2016	53
Avaliações na fase de enchimento dos tubérculos	29 Jul. 2016	80	5 Ag. 2016	71
Avaliações antes da dessecação da cultura	12 Ag. 2016	94	22 Ag. 2016	88
Avaliações após a dessecação da cultura (colheita)	12 Set. 2016	125	12 Set. 2016	109

¹DAP: dias após o plantio.

3.5.2 Avaliações antes da dessecação da cultura (final do ciclo)

a) Acúmulo de MS na parte aérea, tubérculos e na planta inteira

Em 12/08/2016 para o experimento com a cultivar Agata e 22/08/2016 para o experimento com a cultivar Mondial (Quadro 4), foram coletadas quatro plantas sequenciais em uma linha na área útil de cada parcela experimental para determinação do acúmulo de MS. Essa coleta compreende o final do ciclo da cultura, porém, antes da dessecação da parte aérea das plantas; pois é nessa fase que a cultura atinge o acúmulo máximo de MS (FERNANDES et al., 2010a). Após colhidas, as plantas foram lavadas em água de torneira, separadas em parte aérea e tubérculos e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da MS. A MS da planta inteira foi obtida pela soma das quantidades de MS acumuladas na parte aérea e nos tubérculos.

3.5.3 Avaliações na colheita final

a) Número de tubérculos por planta, incidência de tubérculos deformados e peso médio dos tubérculos

A colheita final foi realizada em 12/09/2016 para os dois experimentos (Agata e Mondial), ou seja, 17 dias após a dessecação da parte aérea das plantas (Quadro 4). Coletou-se os tubérculos de 4 metros lineares de uma linha da área útil de cada parcela (± 10 plantas). Os tubérculos colhidos foram retirados de uma linha que tinha plantas de todos os lados (Figura 3a e 3b). Os tubérculos colhidos foram lavados, classificados de acordo com a presença de deformidades (rachados e embonecados) e contados. Com esses resultados foram calculados o número de tubérculos por planta e foi quantificada a porcentagem de tubérculos com deformidade na classe especial. A incidência de tubérculos com deformidade foi realizada de acordo com a classificação proposta pelo CEAGESP (2015). Em seguida, todos os tubérculos foram pesados e calculado o peso médio dos tubérculos pela relação entre o número total e o peso total de tubérculos.

Figura 3 – Coleta dos tubérculos de dez plantas em cada parcela experimental (A e B) e classificação dos tubérculos produzidos (C)



b) Produtividade e classificação dos tubérculos produzidos

Os tubérculos colhidos no item “a” foram classificados, com auxílio de peneiras, segundo o diâmetro em quatro classes: especial (tubérculos com diâmetro maior que 45 mm), primeira (tubérculos com diâmetro entre 33 e 45 mm), segunda (tubérculos com diâmetro entre 23 e 33 mm) e miúda (tubérculos com diâmetro inferior a 23 mm) (Figura 3c). Após classificados, os tubérculos foram pesados para determinação da produtividade de tubérculos por classes. A partir do somatório de todas as classes, foi determinada a produtividade total de tubérculos, enquanto a produtividade comercial de tubérculos foi obtida a partir do somatório das três primeiras classes (especial, primeira e segunda).

c) Índice de formato dos tubérculos

O índice de formato dos tubérculos foi determinado na classe de tubérculos especial, a qual possui maior valor econômico. Para a determinação do índice de formato foi feita a medição do comprimento e do diâmetro dos tubérculos, com auxílio de paquímetro digital. O índice de formato foi obtido pela equação descrita a seguir (ORTIZ; HUAMAN, 1994):

$$IF = \frac{\text{Comprimento (cm)}}{\text{Diâmetro (cm)}} \times 100$$

Onde: IF (Índice de formato): < 125 são tubérculos arredondados; IF entre 125 e 150 são tubérculos ovais; e IF > 150 são tubérculos alongados

d) Porcentagem de MS dos tubérculos

Uma amostra de tubérculos da classe especial de cada tratamento foi pesada (peso fresco), fatiada e secada em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h, para a obtenção da MS. Com os dados de peso fresco e peso seco da amostra foram calculadas as porcentagens de MS dos tubérculos.

e) Período de dormência dos tubérculos e incidência de tubérculos brotados

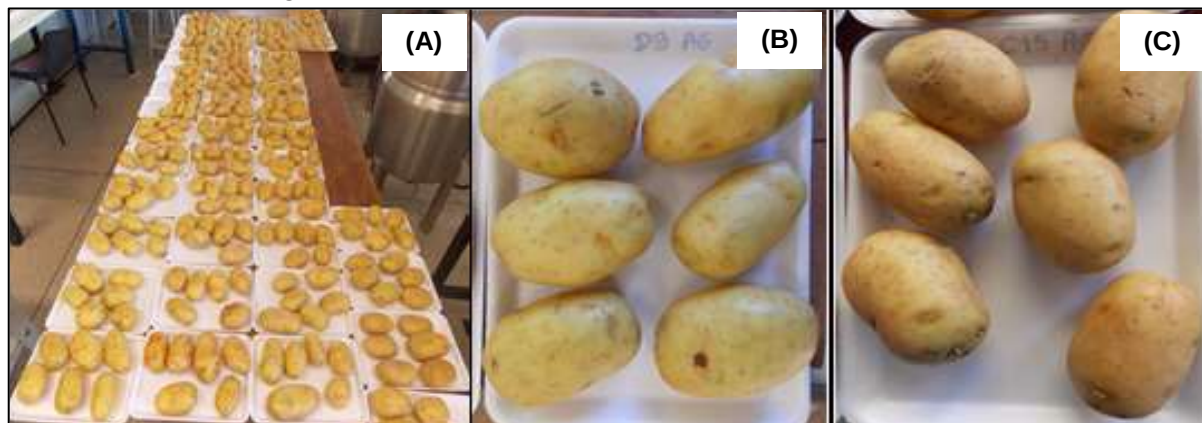
Nesta avaliação seis tubérculos da classe especial de cada parcela do campo foram armazenados sobre uma bancada no laboratório, por um período de 45 dias (Figura 4a, 4b e 4c). Os tubérculos foram mantidos expostos à luz natural. As amostras de tubérculos foram avaliadas a cada 5 dias para se determinar o período de dormência dos tubérculos. A dormência de cada tubérculo individual foi considerada finalizada quando encontrado o desenvolvimento de pelo menos um broto com 2 mm de comprimento (BANDARA; TANINO, 1995; TEKALIGN; HAMMES, 2004). A dormência dos tubérculos da parcela foi considerada finalizada quando a parcela apresentou quatro tubérculos brotados (mais de 50% da amostra).

A incidência de tubérculos brotados foi calculada ao final do período de armazenamento por meio da relação entre o número total de tubérculos armazenados por parcela e o número de tubérculos brotados por parcela, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Os tubérculos da cultivar Agata apresentaram, aos 35 dias após o armazenamento (DAA), para todos os tratamentos, 100% de tubérculos brotados. Portanto, para a cultivar Agata, aos 35 DAA foi finalizada a avaliação de porcentagem de tubérculos brotados. No entanto, os tubérculos foram mantidos armazenados na bancada até completar o período de 45 DAA.

O período de dormência dos tubérculos da cultivar Mondial foi maior do que 45. Assim, os valores do período de dormência dos tubérculos, expressos em dias, foram apresentados na forma descritiva. A porcentagem de tubérculos brotados para a cultivar Mondial foi analisada ao final do período de armazenamento, ou seja, somente aos 45 DAA.

Figura 4 – Tubérculos armazenados em bancada com exposição à luz natural (A). Tubérculos de uma unidade experimental no dia da armazenagem (B) e tubérculos com 15 dias após a armazenagem



f) Firmeza do tubérculo e esverdeamento pós-colheita dos tubérculos

Esta avaliação foi realizada no momento da colheita e, novamente, refeita no final do período de armazenamento descrito no item “e”, isto é, aos 45 DAA. A firmeza do tubérculo foi determinada em seis tubérculos (com casca) de cada unidade experimental, utilizando-se texturômetro (Figura 5a) com profundidade de penetração de 20 mm e velocidade de 2,0 mm s⁻¹ e ponteiro TA 9/1000, sendo a força necessária para a penetração do ponteiro no tubérculo expressa em newton (N).

A intensidade de esverdeamento foi determinada em cada um dos seis tubérculos com o auxílio de colorímetro Minolta modelo CR-400 (Figura 5b), que determina os parâmetros L*a*b*. Com os valores de L*, a* e b* foram calculadas as diferenças totais de cor dos tubérculos em relação à cor inicial determinada antes do armazenamento, utilizando a fórmula a seguir:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde: ΔE = valor para diferença de cor; ΔL^* = diferença entre a leitura L* antes e após o armazenamento; Δa^* = diferença entre a leitura a* antes e após o armazenamento; Δb^* = diferença entre a leitura b* antes e após o armazenamento.

Os valores de diferença de cor foram interpretados de acordo com a escala de variação da diferença total de cores (KONICA MINOLTA SENSING, 1998) em que: $\Delta E < 0,2$ = diferença de cor imperceptível, ΔE de 0,2 a 0,5 = diferença de cor muito

pequena, ΔE de 0,5 a 1,5 = diferença de cor pequena, ΔE de 1,5 a 3,0 = diferença de cor distinguível, ΔE de 3,0 a 6,0 = diferença de cor facilmente distinguível, ΔE de 6,0 a 12,0 = diferença de cor grande; e $\Delta E > 12,0$ = diferença de cor muito grande.

Figura 5 – Detalhe do texturômetro para obtenção da firmeza dos tubérculos (A) e colorímetro para determinação da intensidade de esverdeamento (B)



3.6 Análise estatística

Os dados obtidos em cada experimento foram submetidos à análise de variância separadamente. As médias dos tratamentos, componentes do fatorial, referentes aos reguladores de crescimento foram comparadas pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. Os efeitos das doses dos reguladores de crescimento foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo, a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste F. Para a análise de regressão o tratamento controle (sem aplicação de regulador de crescimento) foi considerado como dose zero. Por meio do teste de Dunnett ($p \leq 0,05$), os contrastes ortogonais dos tratamentos do fatorial foram comparados com o tratamento controle. Como um dos objetivos do trabalho foi avaliar qual regulador de crescimento teve melhor efeito positivo sobre o desenvolvimento das plantas, independentemente de haver interação significativa entre os fatores principais foram realizados contrastes ortogonais entre as médias de cada regulador de crescimento com o tratamento controle.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações na fase de enchimento dos tubérculos (entre 70 e 80 DAP)

4.1.1 Número de hastes por planta, comprimento da maior haste e número de folhas por planta

O número de hastes por planta foi afetado somente pelas doses de regulador de crescimento para o experimento com a cultivar Agata, mas no experimento com a cultivar Mondial houve efeito apenas de doses e da interação fatorial x controle (Tabela 1). No experimento com a cultivar Mondial, não houve diferença entre os reguladores de crescimento sobre o número de hastes por planta, mas todos os reguladores utilizados proporcionaram maior número de hastes por planta que no tratamento controle.

Em ambos os experimentos, o número de hastes por planta aumentou cerca de 29% em relação a testemunha, até as doses estimadas de 100 e 50 g ha⁻¹ do i.a., para as cultivares Agata e Mondial, respectivamente (Figura 6a e 6b).

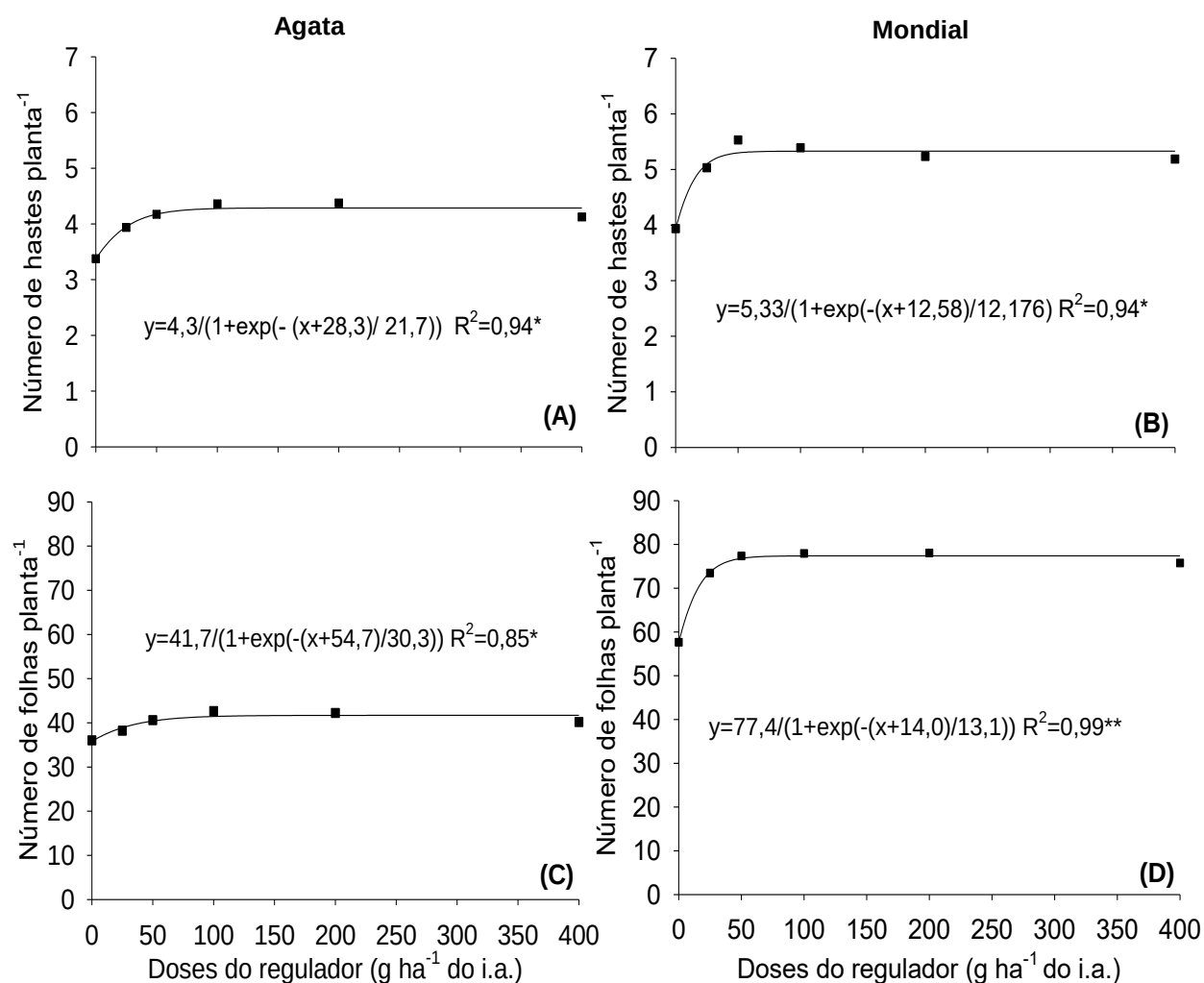
Tabela 1 – Número de hastes por planta, comprimento da maior haste e número de folhas por planta da batateira, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	nº hastes por planta		Comp. da maior haste		nº folhas por planta	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	— (nº pl ⁻¹) —		— (cm) —		— (nº pl ⁻¹) —	
<i>Média do Controle</i>	3,4	3,9	59,4	75,4	36,0	67,0
Cloreto de mepiquat	4,1 a	5,4 a*	57,7 a	75,2 a	40,7 a*	78,9 a*
Cloreto de chlormequat	4,3 a	5,2 a*	58,2 a	75,7 a	42,7 a*	76,9 a*
Proexadiona cálcica	4,1 a	5,3 a*	58,1 a	73,8 a	39,7 a	78,8 a*
Paclobutrazol	4,2 a	5,2 a*	57,7 a	69,2 b*	40,5 a*	71,5 b
	d'=1,1	d'=0,9	d'=4,7	d'=4,9	d'=3,8	d'=7,0
ANOVA (Probabilidade de F)						
Regulador (R)	ns	ns	ns	<0,001	ns	0,016
Dose do i.a. (D)	<0,001	<0,001	ns	ns	0,006	<0,001
Interação (R x D) ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	<0,010	ns	0,050	<0,010	<0,010
CV (%)	12,5	8,0	5,4	6,8	12,9	10,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ²Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Nos experimentos com a cultivar Agata e a cultivar Mondial, a aplicação de doses dos reguladores de crescimento promoveu aumento no número de hastes por planta, indicando que, compostos com ação de inibir a síntese de giberelina nas plantas, pode estimular a emissão de novas brotações laterais, resultando assim em maior número de hastes secundárias (Figura 6a e 6b). Alguns estudos apontam que plantas submetidas ao tratamento com substâncias inibidoras da síntese de giberelina resultam em elevação nos níveis endógenos de citocinina (IZUMI et al., 1988; GROSSMANN, 1992), e este hormônio atua no desenvolvimento de gemas axilares (TAIZ; ZEIGER, 2013), o que pode resultar em maior número de brotações secundárias, tal como foi observado no presente estudo.

Figura 6 – Número de hastes por planta e número de folhas por planta da batateira, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



Para o comprimento da maior haste, houve efeito apenas do fator regulador de crescimento e da interação fatorial x controle para o experimento com a cultivar Mondial, mas para o experimento com a cultivar Agata o comprimento médio da maior haste não foi influenciado pelos fatores estudados e nem pela interação fatorial x controle (Tabela 1).

Na cultivar Mondial, a aplicação do composto paclobutrazol diminuiu em aproximadamente 5,7% o comprimento da maior haste em relação à média dos demais reguladores de crescimento e, e em aproximadamente 8,2% em relação ao tratamento controle. No entanto, os outros reguladores de crescimento não reduziram o comprimento da maior haste em relação ao tratamento controle. Mabvongwe et al. (2016) relataram que a aplicação de paclobutrazol reduziu em até 30% o comprimento das hastes de plantas de batata avaliada aos 63 DAP. Neste mesmo estudo, os autores também observaram que aplicações em estádios iniciais do desenvolvimento da planta afetaram com maior severidade o crescimento vertical das hastes das plantas de batata. Digby e Dyson (1973) observaram que plantas de batata que foram tratadas com inibidor da síntese de giberelina aos 35 dias após o plantio, não tiveram o comprimento da haste alterado. No entanto, as plantas que receberam o tratamento imediatamente após a emergência, reduziram o comprimento da haste.

Os resultados do presente estudo indicam que a aplicação de regulador de crescimento em uma única vez ao longo do ciclo da batateira pode não ser suficiente para reduzir significativamente o comprimento das hastes, com exceção do regulador paclobutrazol que mostrou ser mais efetivo na cultivar Mondial, dado que reduziu significativamente o comprimento da maior haste quando comparado ao tratamento controle (Tabela 1).

No que se refere ao número de folhas por planta, houve efeito apenas das doses dos reguladores de crescimento e da interação fatorial x controle para o experimento com a cultivar Agata, enquanto no experimento com a cultivar Mondial esta variável foi afetada pelos fatores isolados (reguladores e doses) e, também, pela interação fatorial x controle (Tabela 1).

Para a cultivar Agata, a aplicação dos reguladores cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e paclobutrazol resultaram em aumentos significativos no número de folhas por planta em relação ao controle, ao passo que para a cultivar Mondial observou-se aumentos significativos em relação ao tratamento controle para os reguladores cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e proexadiona cálcica

(Tabela 1). Na cultivar Mondial, o composto paclobutrazol reduziu cerca de 8,6% o número de folhas por planta em relação aos demais produtos que não diferiram entre si.

O aumento das doses dos reguladores de crescimento elevou o número de folhas por planta em ambas as cultivares, onde, na cultivar Agata, as doses dos reguladores de crescimento aumentaram esta variável em cerca de 18% até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 6c), ao passo que na cultivar Mondial esse aumento foi de 25% e ocorreu até a dose estimada de 50 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 6d).

O aumento no número de folhas por planta nas cultivares Agata e Mondial deveu-se ao fato da aplicação dos produtos reguladores de crescimento terem estimulado a emissão e formação de maior número de hastes secundárias (Figura 6a e 6b). Boadlaender e Algra (1966) reportaram que a produção de novas folhas nas plantas de batata não foi diretamente inibida quando esta recebeu tratamento com compostos inibidores da síntese de giberelina. Estudos de Opatrná et al. (1997) revelaram que segmentos de internódios de plantas de batateira submetidos ao tratamento com paclobutrazol aumentaram o número de gemas, indicando que o tratamento de plantas com substâncias inibidoras da síntese de giberelina pode estimular novas brotações, como observado neste estudo, onde, o número de hastes por planta e o número de folhas por planta, aumentaram com o aumento das doses do ingrediente ativo dos reguladores de crescimento (Figura 6a, 6b, 6c e 6d).

Em estudo de Wang e Xiao (2009) foi verificado que o tratamento das plantas de batata com cloreto de chlormequat resultou em aumento da proporção de ácido indolacético (auxina) e zeatina (citocina) nas plantas. Assim, se a proporção auxina-citocinina for mais alta e mantida, há evidências de que a divisão celular é maior e, desta forma, as células divididas darão origem ao desenvolvimento de novos caules e folhas (SALISBURY; ROSS, 2012). Portanto, os aumentos no número de hastes e de folhas por planta que foram observados no presente estudo para as cultivares Agata e Mondial (Figura 6a, 6b, 6c e 6d), pode estar associado a este efeito fisiológico causado pelos reguladores de crescimento quando aplicados às plantas de batateira.

4.1.2 Número de tubérculos por planta, área foliar por planta e índice de área foliar

Em ambos os experimentos o número de tubérculos por planta foi influenciado apenas pelas doses dos reguladores de crescimento e não houve efeito significativo da interação fatorial x controle sobre esta variável (Tabela 2). A aplicação de doses crescentes dos reguladores de crescimento reduziu linearmente o número de tubérculos por planta no experimento com a cultivar Agata (Figura 7a), o que concorda com os resultados obtidos por outros autores que verificaram que a aplicação de paclobutrazol reduziu essa variável (SIMKO, 1994; TEKALIGN; HAMMES, 2005; KIANMEHR et al., 2012; MABVONGWE et al., 2016).

Tabela 2 – Número de tubérculos por planta, área foliar por planta e índice de área foliar (IAF) de plantas de batata, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

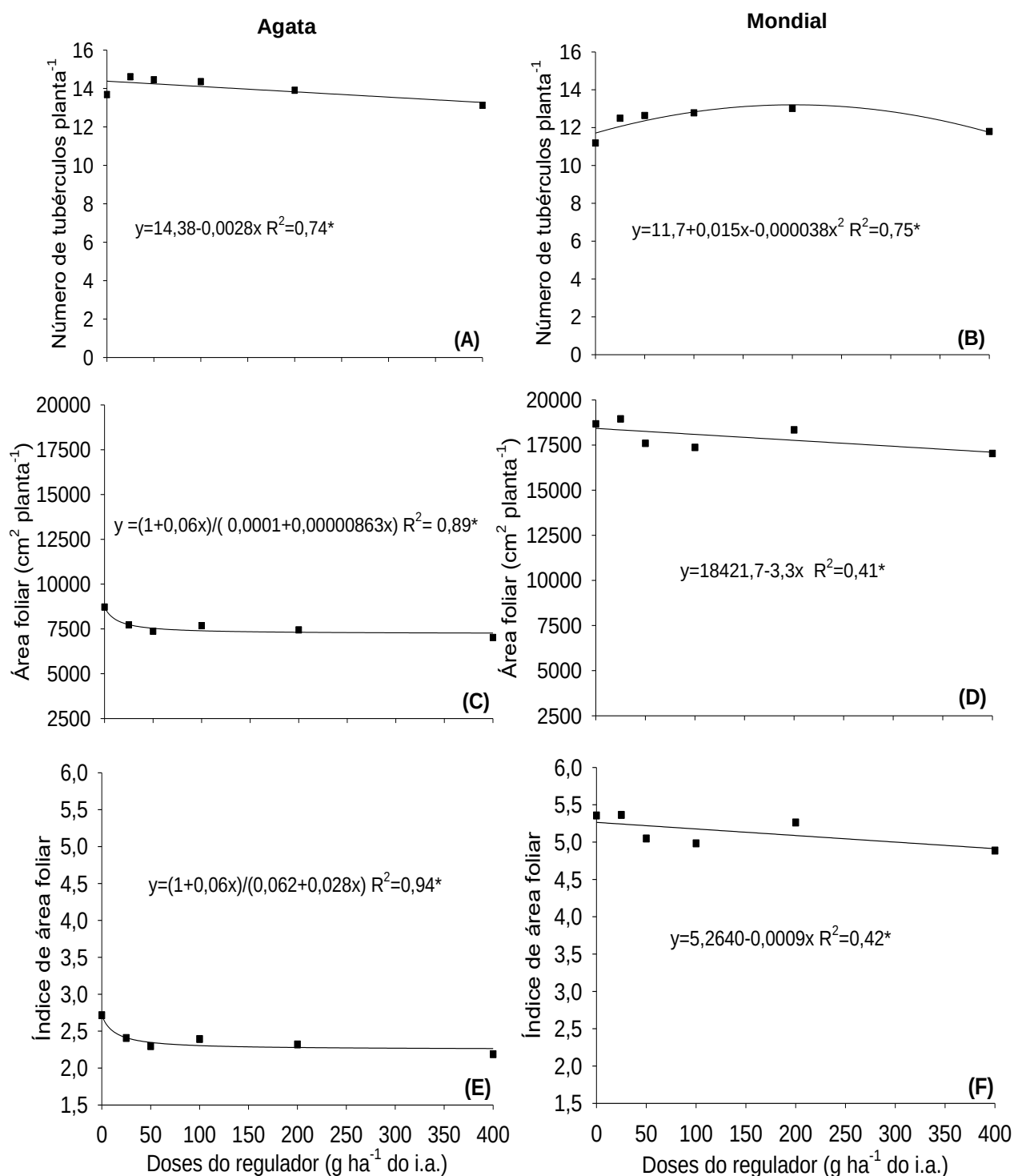
Tratamentos	Tubérculos por planta		Área foliar		IAF	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	— (nº pl ⁻¹) —		— (cm ² pl ⁻¹) —		— (m ² m ⁻²) —	
<i>Média do Controle</i>	13,7	11,2	8.719	18.675	2,7	5,4
Cloreto de mepiquat	13,9 a	12,8 a	7.359 a	18.292 b	2,3 a	5,2 b
Cloreto de chlormequat	14,2 a	12,7 a	7.287 a*	17.770 b	2,3 a	5,0 b
Proexadiona cálcica	14,4 a	12,4 a	7.571 a	19.660 a	2,4 a	5,6 a
Paclobutrazol	13,9 a	12,4 a	7.580 a	15.718 c*	2,4 a	4,5 c*
	d'=2,2	d'=1,8	d'=1.273	d'=2.552	d'=0,8	d'=0,9
ANOVA (Probabilidade de F)						
Regulador (R)	ns	ns	ns	<0,001	ns	<0,001
Dose do i.a. (D)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,025
Interação (R x D) ²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	<0,01	<0,01	ns	ns
CV (%)	7,5	6,7	8,0	6,7	16,9	9,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Para o experimento com a cultivar Mondial, o aumento nas doses dos reguladores de crescimento resultou em acréscimo de 14% no número de tubérculos por planta até a dose estimada de 200 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 7b). Esse comportamento está de acordo com alguns estudos na cultura da batata (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001). Uma provável causa desse efeito é que durante o processo de tuberização da batateira, ocorre a redução dos níveis endógenos de giberelina nas folhas e

estolões (CARRERA et al., 1999), portanto, a aplicação de substâncias inibidoras da síntese de giberelina, possivelmente intensificou a produção de tubérculos pelas plantas de batata (SIMKO, 1993).

Figura 7 – Número de tubérculos por planta, área foliar e índice de área foliar de plantas de batata, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadro (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



Wang et al. (2009) enfatizaram que o crescimento dos tubérculos foi favorecido pela aplicação de cloreto de chlormequat. Os autores observaram que maior quantidade de fotoassimilados, principalmente sacarose, foram destinados ao crescimento dos tubérculos, porém, não relataram se houve aumento do número de tubérculos por planta. Entretanto, para a cultivar Mondial, os reguladores favoreceram o número de tubérculos por planta, dado que houve aumento dessa variável com o aumento das doses dos reguladores de crescimento até 200 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 7b), podendo ser efeito da melhor distribuição de fotoassimilados das plantas para o desenvolvimento dos tubérculos.

De maneira geral, analisando os resultados obtidos em cada experimento, pode-se constatar que o efeito da aplicação dos reguladores de crescimento na cultura da batata varia dependendo da cultivar utilizada, dado que o acréscimo das doses reduziu o número de tubérculos por planta para a cultivar Agata, mas na cultivar Mondial observou-se aumento dessa variável (Figura 7a e 7b). O aumento do número de hastes por planta também pode ter colaborado para o aumento do número de tubérculos por planta, como foi observado para a cultivar Mondial (Figura 6b; Figura 7b), visto que há relação entre essas variáveis (FERNANDES et al., 2010a).

Houve efeito apenas das doses dos reguladores de crescimento sobre as variáveis área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF) no experimento com a cultivar Agata, mas o efeito da interação fatorial x controle foi observado apenas na variável área foliar dessa cultivar (Tabela 2). Para a cultivar Agata, a aplicação do regulador de crescimento cloreto de chlormequat reduziu significativamente a área foliar em relação ao controle, não havendo diferenças nas comparações dos demais reguladores com o tratamento controle.

No experimento com a cultivar Mondial, a área foliar e o índice de área foliar foram afetados pelos fatores isolados e pela interação fatorial x controle (Tabela 2). A aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol reduziu significativamente a área foliar e o índice de área foliar em relação ao controle. Entre os reguladores de crescimento, a aplicação do regulador paclobutrazol resultou nos menores valores de AF e IAF, enquanto os maiores valores de AF e IAF ocorreram com a aplicação da proexadiona cálcica, a qual não diferiu do tratamento controle. Os tratamentos com a aplicação dos reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat apresentaram valores intermediários de AF e IAF, os quais não diferiram

entre si. Considerando que os compostos reguladores de crescimento utilizados no presente estudo agem em fases distintas da biossíntese de giberelina (RADEMACHER, 2000; FAGAN et al., 2015; RADEMACHER, 2015), pode haver diferenças no desenvolvimento das plantas de batateira em resposta ao tratamento com diferentes ingredientes ativos, como foi observado no presente estudo com a cultivar Mondial, e que também está de acordo com outros trabalhos na cultura da batata (LÓPEZ et al., 2011; KIANMEHR et al., 2012; PAVLISTA, 2013).

No experimento com a cultivar Agata, o aumento das doses aplicadas dos reguladores de crescimento nas plantas, reduziu a AF e o IAF até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ i.a., enquanto na cultivar Mondial observou-se redução linear para essas mesmas variáveis (Figura 7c, 7d, 7e e 7f). A redução da AF e do IAF em resposta a aplicação de doses crescentes de reguladores de crescimento ocorreu devido às plantas terem emitido mais folhas, porém, de menor tamanho (Figura 6c, 6d, 7c, 7d, 7e e 7f). Em trigo, Tonkinson et al. (1995) reportaram que o paclobutrazol diminuiu o comprimento das folhas, no entanto, o efeito foi atribuído pelo fato de reduzir a expansão das células e não o número de células. Tekalign e Hammes (2005a) verificaram que a redução da síntese de giberelina em resposta ao tratamento com paclobutrazol ocasionou a diminuição da proliferação celular e, dessa forma, reduziu a expansão foliar em plantas de batata. Gifford e Moorby (1967) também observaram redução da área foliar de plantas de batata em estudo com a aplicação de cloreto de chlormequat.

Em geral, analisando as variáveis que refletem o crescimento da parte aérea das plantas da cultivar Mondial, como o comprimento da maior haste, o número de folhas por planta, a AF e o IAF, observou-se que a aplicação do regulador paclobutrazol resultou em menores valores para todas essas variáveis quando comparado aos demais reguladores de crescimento e, também, em comparação ao tratamento controle (Tabelas 1 e 2). Deste modo, entre os diferentes reguladores estudados, o composto paclobutrazol mostrou ser mais eficiente em reduzir o crescimento da parte aérea das plantas da cultivar Mondial. Portanto, há diferenças de respostas das plantas de batateira que são submetidas a aplicação de diversos reguladores de crescimento.

López et al. (2011) observaram que a aplicação dos reguladores de crescimento paclobutrazol e uniconazol em batateira foram mais efetivos em reduzir o crescimento da parte aérea das plantas de batata em comparação ao regulador de crescimento

cycocel, uma vez que a altura de planta, a AF e o IAF foram menores quando se utilizou paclobutrazol ou uniconazol. Os autores atribuíram os efeitos aos diferentes modos de ação dos compostos na biossíntese de giberelina (RADEMACHER, 2000; FAGAN et al., 2015).

4.1.3 Quantidade de MS acumulada e partição de MS para os tubérculos

O acúmulo de MS na parte aérea das plantas de batata do experimento com a cultivar Agata não foi influenciado pelos fatores estudados e nem pela interação fatorial x controle, e foi em média de 1.354 kg ha⁻¹ de MS, mas no experimento com a cultivar Mondial observou-se apenas efeito do fator regulador de crescimento sobre o acúmulo de MS na parte aérea, sem haver efeito da interação fatorial x controle (Tabela 3).

Tabela 3 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea, nos tubérculos e na planta inteira da batateira na fase de enchimento dos tubérculos, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Acúmulo de matéria seca					
	Parte aérea		Tubérculos		Planta inteira	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	(kg ha ⁻¹)					
<i>Média do Controle</i>	1.252	1.768	4.274	4.290	5.075	6.059
Cloreto de mepiquat	1.359 a	1.779 a	4.585 a	4.009 b	5.944 a	5.788 bc
Cloreto de chlormequat	1.366 a	1.843 a	4.490 a	4.281 a	5.857 a	6.124 a
Proexadiona cálcica	1.357 a	1.812 a	4.180 b	4.103 ab	5.537 b	5.915 ab
Paclobutrazol	1.334 a	1.580 b	4.139 b	3.970 b	5.473 b	5.550 c
	d'=356	d'=266	d'=734	d'=723	d'=1.011	d'=950
	ANOVA (Probabilidade de F)					
Regulador	ns	<0,001	<0,001	0,030	0,005	0,002
Dose do i.a. (D)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação (RxD) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	12,4	7,2	8,0	8,3	8,4	7,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

O tratamento com a aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol reduziu em cerca de 13% a quantidade de MS acumulada na parte aérea das plantas da cultivar Mondial em relação a média dos demais produtos reguladores do crescimento vegetal, os quais não diferiram entre si, entretanto, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos com o regulador paclobutrazol e o controle (Tabela 3). Em estudo realizado por Tekalign e Hammes (2005), observou-se que a aplicação

de paclobutrazol reduziu as quantidades de MS acumuladas na parte aérea das plantas de batata, com valores de redução que chegaram a 25% em comparação ao tratamento controle.

O acúmulo de MS nos tubérculos e planta inteira tiveram efeito apenas do fator regulador de crescimento em ambos os experimentos, mas ambas as variáveis não foram afetadas pela interação fatorial x controle (Tabela 3). No experimento com a cultivar Agata os tratamentos com a aplicação de proexadiona cálcica e paclobutrazol reduziram as quantidades de MS acumuladas nos tubérculos e na planta inteira, quando em comparação aos tratamentos com a aplicação de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat, entretanto, não houve diferença quando comparado ao tratamento controle. Esses resultados demonstram que no experimento com a cultivar Agata a aplicação dos compostos proexadiona cálcica e paclobutrazol, apesar de não terem alterado o acúmulo de MS da parte aérea, mostraram-se prejudiciais ao desenvolvimento dos tubérculos em relação aos demais reguladores de crescimento que foram utilizados e, conseqüentemente, da planta como um todo, tendo em vista que eles reduziram significativamente a MS dessas partes da planta. López et al. (2011), estudando o efeito de inibidores da síntese de giberelina na produção de tubérculo-semente em cultivo hidropônico, observaram que as plantas tratadas com cycocel, uniconazol e paclobutrazol diminuíram a quantidade de MS acumulada nos tubérculos e na planta inteira aos 45 dias após a aplicação dos compostos.

No caso do experimento com a cultivar Mondial, verifica-se que, de maneira geral, que os maiores acúmulos de MS nos tubérculos e na planta inteira ocorreram quando se realizou a aplicação dos produtos cloreto de chlormequat e proexadiona cálcica, enquanto que em geral os menores acúmulos de MS nessas partes da planta ocorreram com a aplicação de paclobutrazol e cloreto de mepiquat, porém, sem diferenças com o tratamento controle (Tabela 3). Apesar de nos experimentos com ambas as cultivares a aplicação de reguladores de crescimento, dependendo do composto utilizado, ter reduzido as quantidades de MS acumuladas nos tubérculos e nas plantas inteiras (Tabela 3), outros autores observaram que a aplicação de reguladores de crescimento, como o paclobutrazol, aumentou a taxa de crescimento dos tubérculos (TEKALIGN; HAMMES, 2005) e a proporção de MS acumulada nos tubérculos das plantas de batata (TEKALIGN; HAMMES, 2004). Essas diferenças nas respostas da batateira a aplicação de reguladores de crescimento podem estar relacionadas com a época de aplicação (PAVLISTA, 2013).

A partição de MS para os tubérculos das plantas de batata não foi influenciada pelos fatores estudados em ambos os experimentos e nem pela interação fatorial x controle (Tabela 4). No experimento com a cultivar Agata e com a cultivar Mondial, os tubérculos representaram em média 75,9% e 69,8%, respectivamente, da MS total acumulada pela planta (Tabela 4). Fernandes et al (2010) observaram, no mesmo período do ciclo da cultura, valores de 75,5% e 62,7% para as cultivares Agata e Mondial, respectivamente. Para ambas as cultivares a aplicação de reguladores de crescimento não aumentou a partição de MS para os tubérculos das plantas na fase de enchimento dos tubérculos, mas em outros experimentos os autores relataram aumentos significativos nas proporções de MS alocadas para o crescimento dessas estruturas das plantas de batata (DYSON, 1965; BALAMANI; POOVAIAH, 1985; TEKALIGN; HAMMES, 2004; TEKALIGN; HAMMES, 2005; WANG et al., 2009).

Tabela 4 – Partição de matéria seca para os tubérculos de plantas da batata na fase de enchimento dos tubérculos, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Partição de matéria seca para os tubérculos (%)	
	Agata	Mondial
<i>Média do Controle</i>	76,9	70,8
Cloreto de mepiquat	76,7 a	68,8 a
Cloreto de chlormequat	76,6 a	69,8 a
Proexadiona cálcica	75,3 a	69,1 a
Paclobutrazol	74,9 a	71,3 a
	d'=4,3	d'=5,0
ANOVA (Probabilidade de F)		
Regulador	ns	ns
Dose do i.a. (D)	ns	ns
Interação (RxD) ¹	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns
CV(%)	4,5	6,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

4.2 Avaliações antes da dessecação da cultura (final do ciclo – entre 85-95 DAP)

4.2.1 Quantidade de matéria seca acumulada

O acúmulo de MS nos diferentes órgãos da planta, no final do ciclo da cultura, não foi afetado pelos fatores estudados no experimento com a cultivar Agata e nem pela interação fatorial x controle (Tabela 5). Em média, o acúmulo de MS na parte aérea,

tubérculos e na planta inteira da cultivar Agata foi de 1.296 kg ha⁻¹, 6.132 kg ha⁻¹ e 7.427 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 5 – Acúmulo de matéria seca na parte aérea, nos tubérculos e na planta inteira da batateira no final do ciclo da cultura, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Acúmulo de matéria seca					
	Parte aérea		Tubérculos		Planta inteira	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	(kg ha ⁻¹)					
<i>Média do Controle</i>	1.262	1.476	6.258	6.305	7.520	7.781
Cloreto de mepiquat	1.307 a	1.388 b	6.104 a	6.992 a	7.411 a	8.380 a
Cloreto de chlormequat	1.303 a	1.270 c	6.183 a	6.108 b	7.485 a	7.378 b
Proexadiona cálcica	1.299 a	1.469 a	6.111 a	7.006 a	7.410 a	8.475 a
Paclobutrazol	1.274 a	1.197 c*	6.128 a	6.156 b	7.402 a	7.353 b
	d'=324	d'=250	d'=1.331	d'=1.454	d'=1.458	d'=1.604
ANOVA (Probabilidade de F)						
Regulador	ns	<0,001	ns	<0,001	ns	<0,001
Dose do i.a. (D)	ns	<0,001	ns	ns	ns	ns
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	<0,05	ns	ns	ns	ns
CV(%)	11,8	8,8	10,2	10,5	9,3	9,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Para o experimento com a cultivar Agata, os valores de acúmulo de MS nessa fase da cultura, ou seja, no final do ciclo (antes da dessecação da parte aérea das plantas), compreende quatro semanas após o tratamento das plantas com os compostos reguladores de crescimento. Tavares e Lucchesi (1999), em trabalho realizado no Brasil, estudaram o efeito de cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicado sobre as folhas de batateira (cultivar Monalisa), e observaram que quatro semanas após a aplicação dos reguladores de crescimento, as plantas também não apresentaram diferença no acúmulo de MS. Alguns estudos apontam que a aplicação de compostos inibidores da síntese de giberelina podem aumentar o teor de clorofila das folhas (BALAMI; POOVAIAH, 1985; TEKALIGN; HAMMES, 2004; WANG et al., 2009) e, sendo assim, é possível aumentar a taxa fotossintética, diminuindo o efeito inibidor causado pelos reguladores vegetais no crescimento e desenvolvimento das plantas de batata em etapas posteriores a aplicação.

De acordo com Wang et al. (2009), a aplicação de cloreto de chlormequat em batateira aumentou o número de cloroplastos, elevou a concentração de clorofila e carotenoides, acelerou o processo de fotofosforilação e, conseqüentemente,

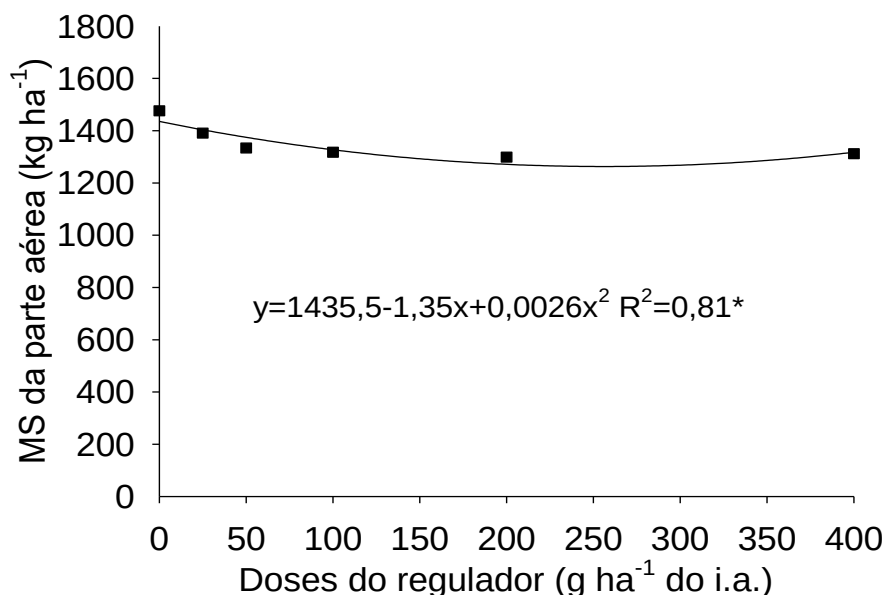
aumentou a taxa fotossintética. Portanto, a aplicação dos reguladores de crescimento, mesmo que tenha reduzido o conteúdo endógeno de giberelina na planta, os possíveis efeitos positivos que os reguladores causam para a fotossíntese, possivelmente contribuíram para que não houvesse alterações na quantidade de MS acumulada nas partes da planta no final do ciclo da cultura (Tabela 5).

Para o experimento com a cultivar Mondial, houve efeito isolado de reguladores, de doses dos reguladores de crescimento e da interação fatorial x controle sobre a MS da parte aérea, mas houve efeito somente do tipo de regulador sobre a MS de tubérculos e da planta inteira (Tabela 5).

Apenas a aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol reduziu significativamente a quantidade de MS acumulada na parte aérea da cultivar Mondial em comparação ao tratamento controle (Tabela 5). Entre os reguladores de crescimento, os valores de acúmulo de MS para os tratamentos que foram aplicados os compostos cloreto de chlormequat e paclobutrazol foram inferiores para a parte aérea, tubérculos e da planta inteira, demonstrando que esses produtos foram mais eficientes na redução da MS acumulada nessas partes das plantas dessa cultivar de batata.

A aplicação dos reguladores de crescimento provocou redução da MS acumulada na parte aérea das plantas de batata da cultivar Mondial até a dose estimada de 260 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 8). Os compostos inibidores da síntese de giberelina reduziram a quantidade de MS acumulada na parte aérea, entretanto, não houve acréscimo na quantidade de MS acumulada nos tubérculos, indicando que, apesar de diminuir a quantidade de MS destinada para o crescimento vegetativo, não houve aumento na partição de MS para os tubérculos. No entanto, alguns estudos apontam que o efeito benéfico da redução da quantidade de MS acumulada na parte aérea é o aumento na quantidade de MS alocada nos tubérculos (BALAMI; POOVAIAH, 1985; PRAKASH et al., 2001; TEKALIGN; HAMMES, 2005; WANG et al., 2009), fato este que não ocorreu no presente estudo (Figura 8).

Figura 8 – Acúmulo de matéria seca (MS) na parte aérea da cultivar Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



4.3 Avaliações na colheita final (17 dias após a dessecação)

4.3.1 Número de tubérculos por planta, peso médio dos tubérculos e porcentagem de tubérculos deformados

No experimento com a cultivar Agata, o número de tubérculos por planta não foi afetado pelos fatores estudados e nem pela interação fatorial x controle, apresentando, em média, 14,7 tubérculos por planta (Tabela 6). No entanto, apesar de não ter observado efeito para o fator dose, houve tendência de redução nas doses de 50 e 100 g ha⁻¹ do i.a. dos reguladores (Figura 9), o que confirma para tais doses, o efeito linear decrescente observado na avaliação dessa variável na fase de enchimento dos tubérculos (Tabela 2, Figura 7a). A redução do número de tubérculos por planta também foi observada por Mabvongwe et al. (2016), em que, neste estudo, os autores observaram que as plantas de batata que foram tratadas com 250 g ha⁻¹ do i.a. do regulador de crescimento paclobutrazol, aos 28 DAP, reduziram aproximadamente 2,5 tubérculos em comparação ao tratamento controle, onde não foi aplicado o regulador. Entretanto, nos estudos de López et al. (2011), não foram observadas alterações no número de tubérculos por planta com a aplicação de

reguladores de crescimento (cycocel, uniconazol e paclobutrazol) e doses do mesmo, o que confirma os resultados observados para a cultivar Agata (Tabela 6 e Figura 9a).

Tabela 6 – Número de tubérculos por planta, peso médio dos tubérculos e porcentagem de tubérculos deformados, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Tubérculos por planta		Peso médio dos tubérculos		% de tubérculos deformados	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	— (nº pl ⁻¹) —		— (g) —		— (%) —	
<i>Média do Controle</i>	14,6	12,0	117,8	139,7	0,0	18,8
Cloreto de mepiquat	14,8 a	13,1 b	113,2 a	135,3 a	2,5 b*	13,2 a*
Cloreto de chlormequat	14,2 a	13,4 b	110,5 a	134,4 a	2,6 b*	10,5 b*
Proexadiona cálcica	14,8 a	14,5 a*	110,9 a	125,4 b	6,1 a*	6,5 d*
Paclobutrazol	14,9 a	13,4 b	108,6 a	134,9 a	0,6 c	7,7 c*
	d'=2,9	d'=2,5	d'=23,6	d'=27,9	d'=1,0	d'=3,8
ANOVA (Probabilidade de F)						
Reguladores (R)	ns	<0,001	ns	0,042	<0,001	<0,001
Dose do i.a. (D)	ns	<0,001	ns	ns	<0,001	<0,001
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	<0,01	ns	ns	<0,01	<0,01
CV (%)	9,6	8,6	10,1	9,9	16,9	18,1

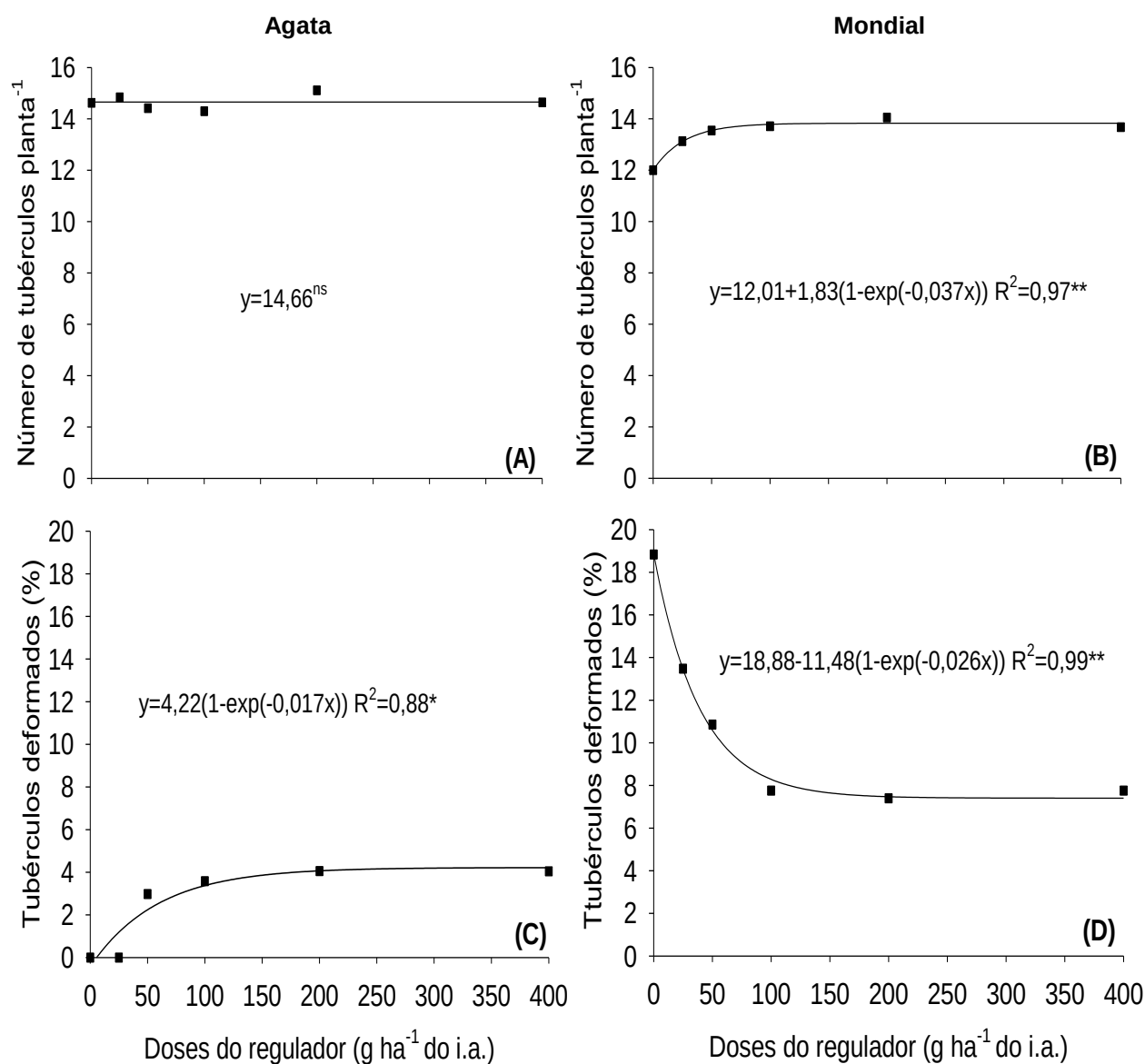
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

No experimento com a cultivar Mondial, o número de tubérculos por planta foi afetado pelos fatores isolados e pela interação fatorial x controle (Tabela 6). A aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica promoveu aumento de aproximadamente 2,5 tubérculos por planta em comparação ao tratamento controle. Entre os reguladores de crescimento que foram utilizados, a aplicação do regulador proexadiona cálcica resultou em aumento de 1 tubérculo por planta quando comparado aos demais, que na média foi de 13,3 tubérculos por planta. Embora todos os reguladores estudados atuam inibindo a biossíntese de GA, eles agem em etapas distintas da rota biossintética (RADEMACHER, 2000; FAGAN et al., 2015; RADEMACHER, 2015), podendo, certamente, diferirem quanto ao grau de inibição da biossíntese de GA, e potencialmente interferir no número de tubérculos por planta.

O aumento das doses resultou em aumento do número de tubérculos por planta na cultivar Mondial, aproximadamente 1,8 tubérculos, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 9b). Esse comportamento é semelhante ao encontrado em alguns estudos com a aplicação de inibidores da biossíntese de giberelina em plantas de batata (RADWAN et al., 1971; PRAKASH et al., 2001; MUSTAFA; ENNYLISAN,

2014), o que se deve ao fato de que durante o processo de tuberização, desenvolvimento e crescimento dos tubérculos, é aceito que a planta reduz os níveis endógenos de giberelina (JACKSON, 1999; SOUZA, 2003). Portanto, compostos que inibem e/ou diminuem a atividade da giberelina na planta, podem colaborar com o processo de tuberização (VREUGDENHIL; SERGEEVA, 1999; MELLO et al., 2008), inclusive aumentar o número de tubérculos por planta, como ocorreu no presente estudo para a cultivar Mondial (Figura 9b).

Figura 9 – Número de tubérculos por planta e porcentagem de tubérculos deformados, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. ns: não significativo. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



Wang e Xiao (2009) investigaram a influência da aplicação de cloreto de chlormequat em plantas de batata e observaram que houve aumento no conteúdo de carboidratos solúveis nas folhas quando as plantas foram tratadas com o regulador de crescimento, e destacaram que este efeito beneficia o crescimento e o desenvolvimento dos tubérculos. Desse modo, para a cultivar Mondial, o aumento do número de tubérculos por planta observado com o aumento das doses dos reguladores de crescimento (Figura 9b), provavelmente foi devido a maior quantidade de carboidratos destinados a formação dos tubérculos (WANG et al., 2009).

O aumento no número de hastes por planta com o aumento das doses dos reguladores também pode ter contribuído para o acréscimo no número de tubérculos por planta (Figura 6b e Figura 9b), uma vez que essas duas variáveis apresentam relação (FERNANDES et al., 2010a).

O peso médio dos tubérculos no experimento com a cultivar Agata não foi influenciado pelos fatores estudados e pela interação fatorial x controle, com valor médio de aproximadamente 111 g tubérculo⁻¹ (Tabela 6), semelhante aos resultados de Fernandes et al. (2015b), onde os autores observaram valor de 105 g tubérculo⁻¹.

No experimento com a cultivar Mondial, o peso médio dos tubérculos foi afetado apenas pelos reguladores de crescimento, mas não sofreu influência da interação fatorial x controle (Tabela 6). O regulador de crescimento proexadiona cálcica reduziu o peso médio dos tubérculos em cerca de 5% quando comparado ao valor médio dos demais reguladores, mas não diferiu do tratamento controle. Certamente, o aumento no número de tubérculos por planta, que foi obtido com a aplicação de proexadiona cálcica, cooperou para a obtenção de tubérculos de menor peso médio. No entanto, a aplicação do regulador inibidor de giberelina, proexadiona cálcica, também pode ter contribuído para o menor peso médio dos tubérculos (REX, 1992), uma vez que a alteração no equilíbrio hormonal endógeno da planta afeta os processos fisiológicos e metabólicos, refletindo no crescimento dos tubérculos (MARES et al., 1985; WANG; XIAO, 2009; WANG et al., 2009).

A porcentagem de tubérculos deformados, isto é, tubérculos rachados e embonecados da classe especial, foi afetada pelos fatores isolados e pela interação fatorial x controle em ambos os experimentos (Tabela 6). No experimento com a cultivar Agata, a aplicação dos reguladores de crescimento cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e proexadiona cálcica resultaram em aumento significativo da porcentagem de tubérculos deformados em comparação ao tratamento controle.

Apenas a aplicação do regulador paclobutrazol não resultou em valores significativamente mais elevados em relação ao controle. Na cultivar Agata, comparando apenas os reguladores de crescimento que foram utilizados, a aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica resultou em maior porcentagem de tubérculos deformados, com valores intermediários para os reguladores cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat que não diferiram entre si, seguido do tratamento com paclobutrazol que foi inferior aos demais (Tabela 6).

Para a cultivar Mondial, todos os reguladores de crescimento que foram utilizados no presente estudo reduziram significativamente a porcentagem de tubérculos deformados em comparação ao tratamento controle (Tabela 6). Comparando apenas os tratamentos com os reguladores de crescimento, a aplicação do regulador de crescimento cloreto de mepiquat resultou em maior porcentagem de tubérculos deformados, seguido de cloreto de chlormequat, paclobutrazol e proexadiona cálcica que resultou em menor porcentagem de tubérculos de deformados.

O aumento da porcentagem de tubérculos deformados é desfavorável economicamente, dado que tubérculos deformados (rachados ou embonecados) são menos valorizados (CEAGESP, 2015). Desta maneira, a aplicação de reguladores de crescimento em batateira, merece atenção quanto aos efeitos indesejados, considerando que houve diferenças nos valores de porcentagem de tubérculos deformados nas cultivares Agata e Mondial, dependendo do regulador de crescimento utilizado (Tabela 6).

O aumento das doses dos reguladores de crescimento no experimento com a cultivar Agata resultou em aumento da porcentagem de tubérculos deformados até aproximadamente a dose estimada de 200 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 9c). Em relação ao tratamento controle (sem aplicação) e a dose de 25 g ha⁻¹ do i.a., em que ambos não provocaram deformidades nos tubérculos, as doses acima e até 200 g ha⁻¹ do i.a., provocaram aumento de 4% na porcentagem de tubérculos deformados (Figura 9c).

Apesar do ligeiro aumento (4%) da porcentagem de tubérculos deformados pelo efeito do acréscimo das doses dos reguladores de crescimento (Figura 9c), esse valor de porcentagem de tubérculos deformados é aceitável na comercialização, segundo os critérios de classificação utilizado no presente estudo (CEAGESP, 2015). Rex (1992) não observou aumento na porcentagem tubérculos deformados em valores médios de três safras quando as plantas receberam aplicação do regulador de crescimento cloreto de chlormequat.

No experimento com a cultivar Mondial, o acréscimo das doses do ingrediente ativo dos reguladores de crescimento resultou em diminuição de 11,5% na porcentagem de tubérculos deformados até a dose estimada de 200 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 9d). Em estudos de Pavlista (2013), foi observado que a aplicação de doses crescentes dos ingredientes ativos dos reguladores de crescimento proexadiona cálcica e cloreto de chlormequat aos 48 DAE, não alterou a porcentagem de tubérculos deformados, porém, a aplicação de 280 g ha⁻¹ do i.a. do regulador de crescimento cloreto de chlormequat aos 70 DAE, reduziu cerca de 21% a porcentagem de tubérculos deformados se comparado ao tratamento controle (sem aplicação).

Com o aumento das doses dos reguladores, os níveis de giberelina endógenos nas plantas de batata da cultivar Mondial podem ter sido mais equilibrados e, desta forma, contribuiu para reduzir a porcentagem de tubérculos deformados, já que existem evidências de que o aumento dos níveis endógenos pela aplicação exógena de giberelina pode alterar o crescimento e a morfologia dos tubérculos (MARES et al., 1985; VREUGDENHIL; SERGEEVA, 1999), e até mesmo causar deformidades (SHARMA et al., 1998).

4.3.2 Produtividade total e comercial, e produtividade classificada de tubérculos

A produtividade total, produtividade comercial e produtividade da classe especial de tubérculos foram afetadas apenas pelo fator doses dos reguladores de crescimento nos experimentos com as cultivares Agata e Mondial, ao passo que o efeito regulador de crescimento afetou apenas a produtividade especial do experimento com a cultivar Agata e em ambos os experimentos não houve efeito de interação fatorial x controle (Tabela 7).

Para a cultivar Agata, a produtividade de tubérculos da classe especial no tratamento que foi aplicado o regulador de crescimento cloreto de chlormequat foi inferior aos tratamentos com cloreto de mepiquat e proexadiona cálcica, entretanto, não houve diferença quando comparado ao paclobutrazol e ao tratamento controle (Tabela 7). Em média, o tratamento com o regulador cloreto de chlormequat reduziu cerca de 3.223 kg ha⁻¹ de tubérculos da classe especial quando comparado aos tratamentos que obtiveram valores superiores (cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat). Rex (1992) observou que a aplicação de cloreto de chlormequat na

cultivar de batata Russet Burbank, na média de três safras, reduziu cerca de 27% a produtividade de tubérculos da classe de maior diâmetro e maior peso quando comparado ao tratamento controle (sem aplicação do regulador).

Tabela 7 – Produtividade total, comercial e classe especial, de tubérculos das cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

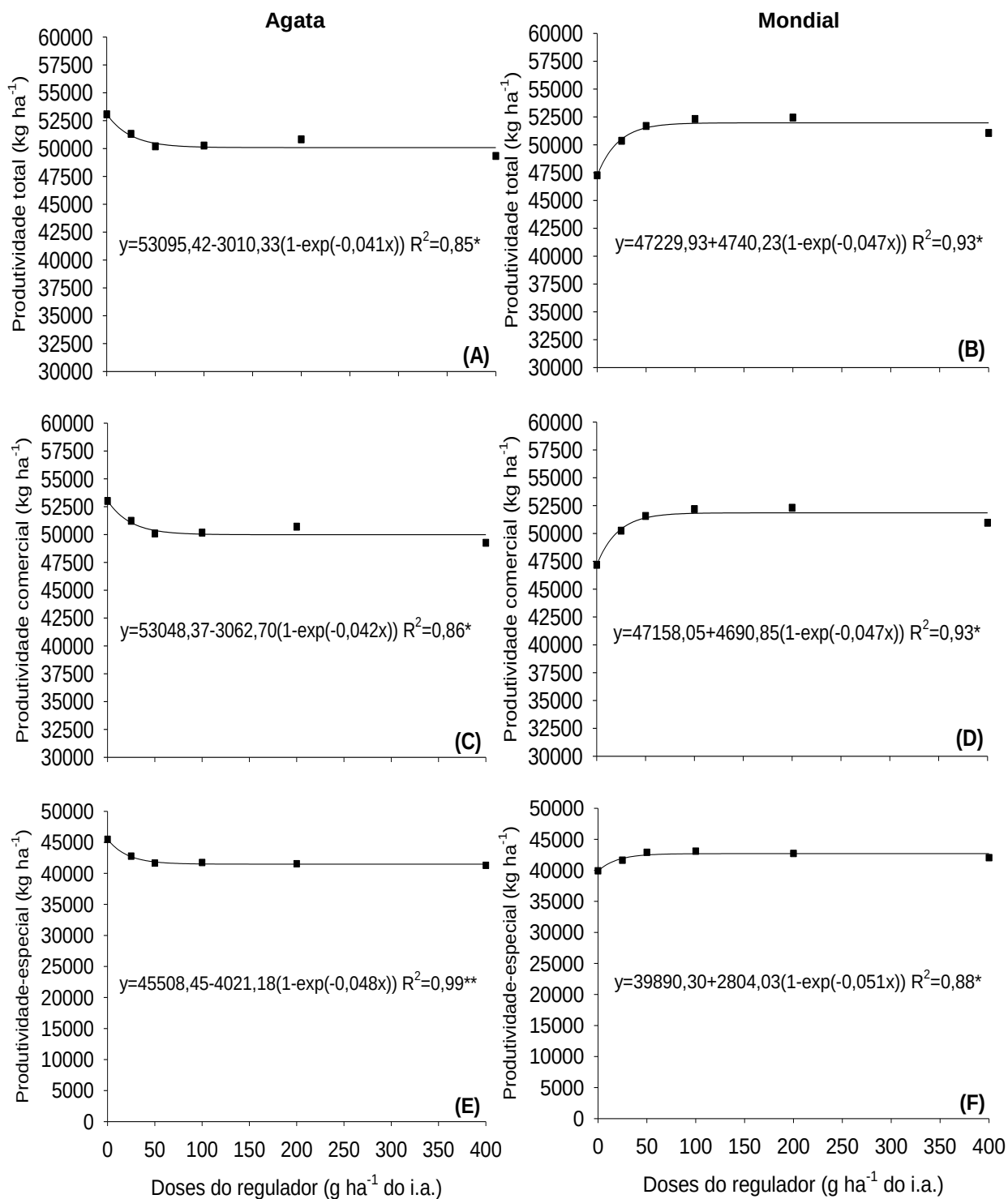
Tratamentos	Produtividade total		Produtividade comercial		Produtividade-classe especial	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	(kg ha ⁻¹)					
<i>Média do Controle</i>	53.069	47.256	53.022	47.185	45.497	39.932
Cloreto de mepiquat	51.738 a	50.765 a	51.631 a	50.666 a	43.192 a	41.920 a
Cloreto de chlormequat	48.718 a	51.646 a	48.617 a	51.519 a	39.700 b	42.736 a
Proexadiona cálcica	51.038 a	52.045 a	50.958 a	51.888 a	42.654 a	42.321 a
Paclobutrazol	50.061 a	51.840 a	49.967 a	51.746 a	41.688 ab	42.954 a
	d'=8.593	d'=10.870	d'=8.586	d'=10.885	d'=8.399	d'=11.640
	ANOVA (Probabilidade de F)					
Reguladores (R)	ns	ns	ns	ns	0,035	ns
Dose do i.a. (D)	0,040	0,045	0,040	0,045	0,035	0,040
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,0	9,9	8,03	10,0	9,4	12,9

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

A produtividade total, produtividade comercial e a produtividade especial de tubérculos da cultivar Agata diminuiu à medida que aumentaram as doses dos ingredientes ativos dos reguladores de crescimento (Figura 10a, 10c e 10e). Até aproximadamente a dose de 100 g ha⁻¹ do i.a., a produtividade total e a produtividade comercial reduziram cerca de 3.00 kg ha⁻¹, o que certamente foi devido a diminuição de aproximadamente 4.000 kg ha⁻¹ da produtividade da classe especial até essa mesma dose, uma vez que as produtividades das classes inferiores aumentaram com o acréscimo das doses (Figura 11a, 11c e 11e).

A redução da produtividade de tubérculos da classe especial na cultivar Agata (Figura 10e), provocado pelo efeito do aumento das doses dos reguladores de crescimento, é desfavorável, pois é a classe de tubérculos com maior valor econômico, e também a que mais representa na produtividade comercial (FERNANDES et al., 2013).

Figura 10 – Produtividade total, comercial e classe especial, de tubérculos das cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



A redução da produtividade especial na cultivar Agata pelo efeito do aumento das doses, que também levou a redução das produtividades total e comercial de tubérculos, pode estar relacionado com a menor AF e IAF observados na fase de

enchimento dos tubérculos (Figura 7c e 7e), ou seja, as doses dos reguladores de crescimento reduziram a AF das plantas e, como resultado, a quantidade de energia luminosa interceptada pelas folhas foi insuficiente, afetando negativamente a taxa fotossintética, a ponto de reduzir a quantidade ideal de carboidratos destinados aos tubérculos em crescimento, visto que a produtividade apresenta relação positiva com a quantidade de energia luminosa interceptada (ALLEN; SCOTT, 1980).

Apesar do aumento das doses dos reguladores de crescimento não ter afetado a quantidade de MS acumulada na parte aérea da cultivar Agata no final do ciclo da cultura (Tabela 5), a menor AF observada na fase de enchimento dos tubérculos pelo efeito das doses pode ter sido suficiente para afetar negativamente a produtividade de tubérculos na cultivar Agata (Figura 10a, 10c e 10e), uma vez que essa cultivar tem por característica o baixo crescimento de hastes e folhas (FERNANDES et al., 2010a; ABBA, 2017).

Tavares e Lucchesi (1999) estudaram o efeito da aplicação dos reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat, na cultivar de batata Monalisa, em produção de tubérculo-semente, e observaram que quando as plantas foram tratadas com os reguladores, houve redução média de 3.000 kg ha⁻¹ na classe de tubérculos de maior diâmetro (>60 mm) em comparação ao tratamento controle.

No experimento com a cultivar Mondial, o aumento das doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas, resultou em aumentos das produtividades total e comercial, e da produtividade especial de tubérculos (Figura 10b, 10d e 10f). As produtividades total e comercial aumentaram aproximadamente 4.700 kg ha⁻¹, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a., especialmente em razão do aumento da produtividade especial, que foi de 2.800 kg ha⁻¹, até próximo da dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a.. A classe especial de tubérculos é a classe que mais representa nas produtividades total e comercial de tubérculos, portanto, foi a que mais contribuiu para os aumentos observados. No entanto, como também foi observado aumento da produtividade de tubérculos das classes inferiores (primeira, segunda e miúda), do mesmo modo contribuíram para o aumento das produtividades total e comercial de tubérculos (Figura 10b, 10d, 10f e Figura 11b, 11d e 11f).

Tekalign e Hammes (2005b) estudaram o efeito da aplicação de paclobutrazol em batateira e observaram que a produtividade total aumentou aproximadamente 57% em relação ao tratamento controle. Segundo os autores, o aumento da produtividade esteve associado ao provável aumento da taxa fotossintética e atraso ao início da

senescência, como também foi observado em estudos anteriores (TKALIGN; HAMMES, 2004).

Wang et al. (2010) estudaram o efeito da aplicação de doses do regulador de crescimento cloreto chlormequat em batateira e observaram aumento de aproximadamente 10% da produtividade total de tubérculos. Os autores atribuíram o efeito benéfico da aplicação do regulador de crescimento na produtividade de tubérculo, a maior atividade de enzimas antioxidantes observada nas folhas, e melhoria da nutrição mineral das plantas que foram tratadas com o regulador de crescimento.

No experimento com a cultivar Mondial, o aumento das doses do ingrediente ativo dos reguladores de crescimento provocou diminuição na quantidade de MS acumulada na parte aérea no final do ciclo vegetativo (Tabela 5; Figura 8). Assim, é provável que a aplicação dos reguladores de crescimento fez com que a planta destinasse menor quantidade de fotoassimilados ao crescimento de hastes e folhas e, em contrapartida, os tubérculos receberam maiores quantidades de fotoassimilados, o que levou a aumentos de produtividade (WANG et al., 2009). O crescimento exuberante de hastes e folhas, principalmente em fases avançadas do ciclo da cultura, pode ser desfavorável a produtividade de tubérculos (BODLAENDER, 1968). Portanto, o manejo do porte da planta com a aplicação de reguladores de crescimento beneficiou a produtividade de tubérculos da cultivar Mondial. Outros estudos, com outras cultivares de batata, também evidenciam o efeito positivo da aplicação de reguladores de crescimento sobre a produtividade de tubérculos (RADWAN et al., 1971; PAVLISTA, 2013; MUSTAFA; ENNYLISAN, 2014; MABVONGWE et al., 2016).

A produtividade de tubérculos da classe primeira de ambas as cultivares foi afetada somente pelas doses de regulador, não havendo efeito da interação fatorial x controle (Tabela 8). Na classe segunda de tubérculos a produtividade no experimento com a cultivar Agata foi afetada somente pelas doses de regulador, mas no experimento com a cultivar Mondial houve influência dos fatores isolados e da interação fatorial x controle. Já para a produtividade de tubérculos da classe miúda houve efeito significativo dos fatores isolados e da interação fatorial x controle para ambos os experimentos (Tabela 8). Para a cultivar Agata, a aplicação de todos os reguladores de crescimento resultaram em maior produtividade de tubérculos da classe miúda em comparação ao tratamento controle, mas entre estudados as

maiores produtividades dessa classe de tubérculos ocorreu com a aplicação dos reguladores cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat (Tabela 8).

Na cultivar Mondial, a produtividade de tubérculos da classe segunda foi significativamente maior com a aplicação dos reguladores de crescimento, uma vez que os valores dessa variável para todos os reguladores de crescimento utilizados foram maiores que no tratamento controle (Tabela 8). Para a produtividade de tubérculos da classe miúda da cultivar Mondial apenas a aplicação dos reguladores de crescimento cloreto de chlormequat e proexadiona cálcica proporcionaram produtividades maiores que a dos demais reguladores de crescimento e superiores s do tratamento controle.

Tabela 8 – Produtividade de tubérculos das classes primeira, segunda e miúda, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Produtividade-classe primeira		Produtividade-classe segunda		Produtividade-classe miúda	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	(kg ha ⁻¹)					
<i>Média do Controle</i>	6.843	6.762	682	491	47	72
Cloreto de mepiquat	7.666 a	7.897 a	772 a	848 c*	107 a*	99 c
Cloreto de chlormequat	8.167 a	7.822 a	749 a	960 b*	101 ab*	127 b*
Proexadiona cálcica	7.509 a	8.372 a	794 a	1.194 a*	80 c*	157 a*
Paclobutrazol	7.565 a	7.948 a	714 a	844 c*	94 b*	95 c
	d'=2.809	d'=1.769	d'=244	d'=208	d'=28	d'=36
	ANOVA (Probabilidade de F)					
Reguladores (R)	ns	ns	ns	<0,001	<0,001	<0,001
Dose do i.a. (D)	0,045	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	ns	<0,010	<0,010	<0,010
CV (%)	17,2	10,5	15,2	10,5	13,9	14,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

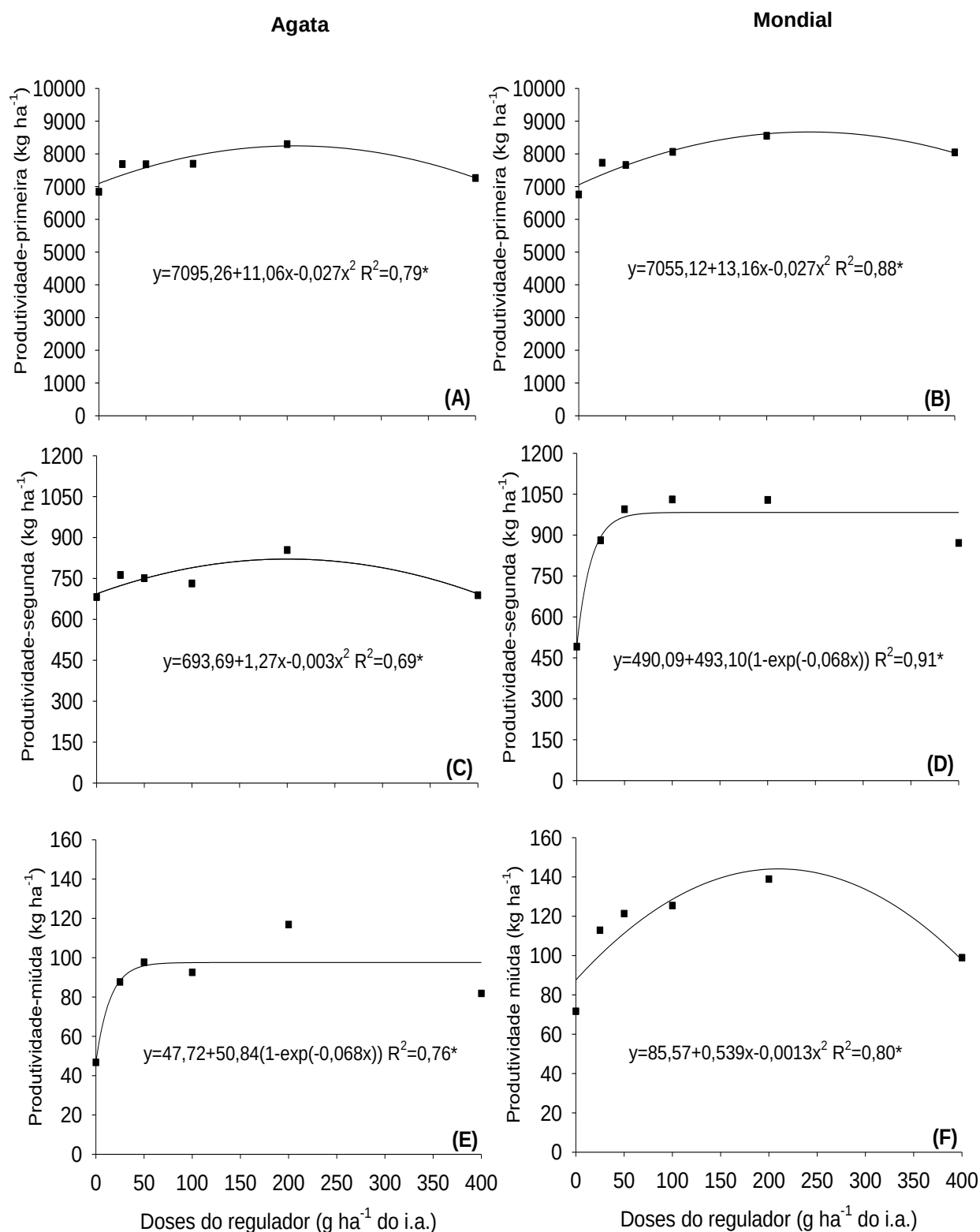
Os efeitos da aplicação dos reguladores de crescimento observados na produtividade das classes inferiores de tubérculos (primeira, segunda e miúda), em ambas as cultivares (Agata e Mondial), sugerem que dependendo do regulador utilizado pode haver diferenças nas respostas das plantas quanto a produtividade de tubérculos menores (Tabela 8). López et al. (2011) também observaram que plantas de batata submetidas a aplicação de cycocel, uniconazol e paclobutrazol, respondem de maneira diferenciada dependendo do regulador de crescimento utilizado.

A produtividade de tubérculos das classes primeira, segunda e miúda do experimento com a cultivar Agata, aumentaram aproximadamente 1.200, 135 e 51 kg ha⁻¹, respectivamente, à medida que houve aumento das doses aplicadas dos reguladores de crescimento, até as doses estimadas de 205, 212 e 80 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 11a, 11c e 11e). No entanto, mesmo sendo observado aumento de produtividade nas classes inferiores de tubérculos da cultivar Agata (primeira, segunda e miúda) pelo efeito das doses, isso não refletiu na produtividade total e comercial de tubérculos, uma vez que para essas variáveis foram observadas reduções à medida que houve aumento das doses dos reguladores de crescimento (Figura 10a e 10c).

Para a cultivar Mondial, o acréscimo das doses aplicadas dos reguladores de crescimento, resultou em aumento da produtividade de tubérculos das classes inferiores (primeira, segunda e miúda), o que certamente contribuiu para o aumento das produtividades total e comercial de tubérculos que foram observadas na cultivar Mondial (Figura 10b e 10c e Figura 11b, 11d e 11f). Contudo, o aumento das produtividades total e comercial de tubérculos, pelo efeito das doses aplicadas dos reguladores de crescimento, foi atribuído ao aumento da produtividade da classe especial de tubérculos na cultivar Mondial (Figura 10b, 10d e 10f), seguramente a classe que mais contribuiu.

Para a cultivar Mondial, o acréscimo das doses aplicadas dos reguladores de crescimento resultou em aumento da produtividade de tubérculos das classes primeira, segunda e miúda, de aproximadamente 1.600, 493 e 70 kg ha⁻¹, respectivamente, até as doses estimadas de 244, 100 e 207 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 11b, 11d e 11f).

Figura 11 - Produtividade das classes primeira, segunda e miúda, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



Em geral, analisando os resultados de produtividade total, comercial e, sobretudo, a produtividade da classe especial de tubérculos, nos experimentos com as cultivares

Agata e Mondial, observa-se que há diferenças de respostas das cultivares quanto à aplicação dos reguladores de crescimento, mas notadamente os efeitos das doses dos reguladores de crescimento tornam-se mais eminentes (Figura 10a, 10b, 10c, 10d, 10e e 10f e Figura 11a, 11b, 11c, 11d, 11e e 11f). No experimento com a cultivar Agata, as doses do ingrediente ativo dos reguladores provocaram redução da produtividade comercial, ao passo que no experimento com a cultivar Mondial houve aumento (Figura 10c e 10d). A cultivar Agata tem baixo acúmulo de MS nas hastes e folhas; já a cultivar Mondial acumula maior quantidade de MS nestes órgãos e a taxa de máximo acúmulo de MS na planta é mais tardia se comparada a cultivar Agata (FERNANDES et al., 2010a). Assim, sugere-se que o efeito positivo dos reguladores de crescimento é mais relevante em cultivares de batata que expressam maior crescimento de hastes e folhas, como foi observado no presente estudo para a cultivar Mondial.

Diferenças quanto as respostas de cultivares de batata submetidas a aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol foram relatadas por Bandara et al. (1998), onde os autores observaram que a aplicação de paclobutrazol aos 28 DAP reduziu cerca de 14% a produtividade total de tubérculos da cultivar Russet Burbank, ao passo que para a cultivar Norland não foi observado redução.

O efeito benéfico da aplicação de reguladores de crescimento na produtividade de tubérculos da batateira também foram atribuídos à melhorias no particionamento de fotoassimilados da parte aérea para os tubérculos, maior equilíbrio do conteúdo proporcional de hormônios endógenos, aumento do teor de clorofila e carotenoides nas folhas, maior assimilação de CO₂ e maior taxa fotossintética líquida, aumento da atividade de enzimas antioxidantes nas folhas e nutrição mineral melhorada (SHARMA et al., 1998; WANG; XIAO, 2009; WANG et al., 2009; WANG et al., 2010).

4.3.3 Porcentagem de MS dos tubérculos, índice de formato e intensidade de esverdeamento dos tubérculos

A porcentagem de MS dos tubérculos não foi afetada pelos fatores estudados no experimento com a cultivar Agata, enquanto no experimento com a cultivar Mondial foi observado apenas efeito de doses dos reguladores de crescimento, mas em ambos os experimentos não houve efeito da interação fatorial x controle (Tabela 9). A porcentagem de MS dos tubérculos observada no experimento com a cultivar Agata

teve valor médio de 16,2%. No experimento com a cultivar Mondial, observou-se valor médio de 16,5%. Braun et al. (2010) relataram para a cultivar Agata valor de 16,5% e Fernandes et al. (2015b) valor de 16,3% para a cultivar Mondial, resultados estes que são semelhantes aos obtidos no presente estudo.

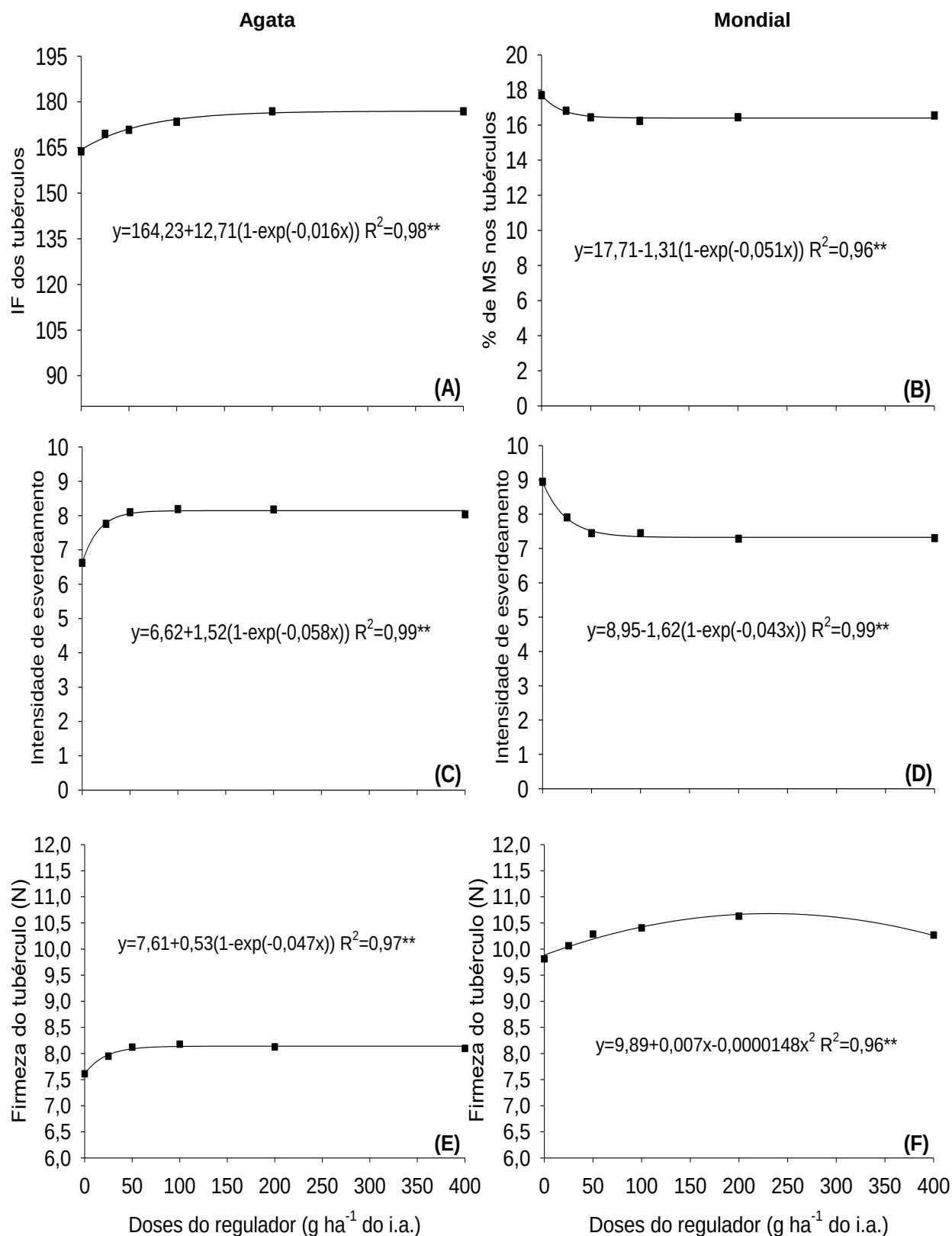
O aumento das doses dos reguladores de crescimento no experimento com a cultivar Mondial, resultou em redução de aproximadamente 1,3% da porcentagem de MS dos tubérculos, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 12b). Embora tenha ocorrido pequena diminuição da porcentagem de MS dos tubérculos pelo efeito das doses mais elevadas dos reguladores de crescimento, a produtividade de tubérculos da cultivar Mondial não foi afetada pelo conteúdo de MS nos tubérculos, inclusive, observou-se aumento da produtividade por área (Figura 10b, 10d, 10f, 11b, 11d e 11f), o que provavelmente foi a causa da redução da porcentagem de MS dos tubérculos, dado que ocorre o efeito de diluição (FERNANDES et al., 2015b).

Tabela 9 – Porcentagem de matéria seca (MS) dos tubérculos, índice de formato dos tubérculos (IFT) e intensidade de esverdeamento dos tubérculos (IE), cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Porcentagem de MS dos tubérculos		Índice de formato dos tubérculos		Intensidade de esverdeamento dos tubérculos	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	—— (%) ——		—— (IFT) ——		—— (IE) ——	
<i>Média do Controle</i>	15,7	17,7	164	207	6,6	8,9
Cloreto de mepiquat	16,2 a	16,7 a	176 a	212 a	7,8 a	7,9 a
Cloreto de chlormequat	16,1 a	16,3 a	174 a	209 a	8,2 a	7,9 a
Proexadiona cálcica	16,4 a	16,6 a	174 a	215 a	8,0 a	6,5 b*
Paclobutrazol	16,1 a	16,4 a	170 a	206 a	8,2 a	7,6 a
	d'=1,8	d'=2,0	d'=26,3	d'=22,8	d'=1,9	d'=2,4
ANOVA (Probabilidade de F)						
Reguladores (R)	ns	ns	ns	ns	ns	<0,001
Dose do i.a. (D)	ns	<0,001	0,027	ns	<0,001	<0,001
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	ns	ns	ns	<0,05
CV (%)	5,2	5,8	7,2	5,1	11,1	14,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Figura 12 – Índice de formato (IF) dos tubérculos da cultivar Agata e porcentagem de matéria seca (MS) da cultivar Mondial; e intensidade de esverdeamento e firmeza dos tubérculos após o armazenamento, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



Tekalign e Hammes (2004) estudaram o efeito da aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol em batateira, e observaram que quando as plantas foram tratadas com o regulador, houve aumento médio de 3,2% na porcentagem de MS dos tubérculos em relação ao tratamento controle, resultado este contrário ao observado no presente estudo com a cultivar Mondial. Os autores não relataram diferenças com o aumento das doses aplicadas.

O índice de formato dos tubérculos teve apenas efeito de doses dos reguladores de crescimento no experimento com a cultivar Agata, mas no experimento com a cultivar Mondial os fatores estudados não afetaram essa variável, e em ambos os experimentos não houve efeito significativo da interação fatorial x controle (Tabela 9). Na cultivar Mondial, observou-se valor médio de 211 para o índice de formato dos tubérculos, o que classifica os tubérculos, segundo escala proposta por Ortiz e Huaman (1994), como tubérculos alongados (>150) (ABBA, 2017).

No experimento com a cultivar Agata, o aumento das doses dos reguladores de crescimento resultou em acréscimo de aproximadamente 8% do índice de formato dos tubérculos, até a dose estimada de 200 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 12a). Entretanto, para todas as doses, os tubérculos da cultivar Agata foram classificados como alongados (>150) (ORTIZ; HUAMAN, 1994).

Apesar de não alterar o peso médio dos tubérculos (Tabela 6), o aumento das doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas afetaram o formato dos tubérculos, como foi observado no experimento com a cultivar Agata (Figura 12a). Segundo Mares et al. (1985), a alteração do conteúdo endógeno de giberelina na planta pode alterar o crescimento e a morfologia dos tubérculos. Souza (2003) também evidencia que a aplicação exógena de ácido giberélico pode resultar na formação de tubérculos com formato atípico. Portanto, como a giberelina é um dos hormônios que participa ativamente no desenvolvimento e crescimento dos tubérculos, as possíveis alterações do conteúdo endógeno desse hormônio nas plantas, causadas pelo aumento das doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas da cultivar Agata, resultaram em alteração do formato do tubérculo (Figura 12a).

Kianmehr et al. (2012) estudaram o efeito da aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol, em produção de minitubérculos *in vitro*, e observaram que os minitubérculos provenientes de plantas tratadas com o regulador de crescimento apresentaram maior comprimento em relação ao controle. Portanto, como o índice de

formato dos tubérculos no presente estudo foi calculado pela razão entre o comprimento e o diâmetro dos tubérculos (ORTIZ; HUAMAN, 1994), possivelmente o maior índice de formato dos tubérculos observado para a cultivar Agata à medida que as doses foram mais elevadas, deveu-se ao aumento do comprimento dos tubérculos (Figura 12a).

No experimento com a cultivar Agata, a intensidade de esverdeamento dos tubérculos ao longo de 45 dias de armazenamento foi afetada apenas pelas doses dos reguladores de crescimento, mas no experimento com a cultivar Mondial observou-se efeito dos fatores isolados (reguladores de crescimento e doses) e da interação fatorial x controle (Tabela 9).

Na cultivar Agata, o aumento das doses dos reguladores de crescimento até 100 g ha⁻¹ do i.a., resultou em tubérculos com maior intensidade de esverdeamento, com acréscimo de aproximadamente 1,52 na escala de variação da diferença total de cores (KONICA MINOLTA SENSING, 1998) (Figura 12c). No entanto, para todas as doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas no experimento com a cultivar Agata, os valores de intensidade de esverdeamento dos tubérculos estiveram dentro do intervalo de 6 a 12 da escala, os quais foram interpretados como tubérculos com “diferença de cor grande”.

Embora os valores de intensidade de esverdeamento dos tubérculos da cultivar Agata não variarem dentro do que a escala os classifica, o aumento das doses dos reguladores de crescimento resultou em esverdeamento mais intenso dos tubérculos armazenados com exposição a luz natural (Figura 12c). O aumento da intensidade de esverdeamento é desfavorável para o comércio *in natura*, dado que o consumidor opta por tubérculos de cor mais clara (SILVA et al., 2008).

No experimento com a cultivar Mondial, a aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica resultou em tubérculos com menor intensidade de esverdeamento quando em comparação aos demais reguladores de crescimento e ao tratamento controle (Tabela 9). Apesar dessa diferença, os valores observados para todos os reguladores de crescimento estão dentro do intervalo de 6 a 12 da escala, os quais foram classificados como tubérculos com “diferença de cor grande” (KONICA MINOLTA SENSING, 1998).

O aumento das doses dos reguladores de crescimento até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a., no experimento com a cultivar Mondial, provocou redução de aproximadamente 1,6 na escala de intensidade de esverdeamento do tubérculo

(Figura 12d). Apesar de não haver diferença na interpretação dos valores em todas as doses estudadas, de acordo com a escala (KONICA MINOLTA SENSING, 1998), o aumento das doses diminuiu a intensidade de esverdeamento dos tubérculos. A redução da cloração verde nos tubérculos é um efeito positivo, pois garante maior aceitação pelo consumidor (SOUZA, 2003; SILVA et al., 2008; FERNANDES et al., 2011), além de aumentar o tempo de permanência viável na prateleira.

É provável que a redução da intensidade de esverdeamento observada nos tubérculos da cultivar Mondial foi devido à alterações fisiológicas provocadas pelo tratamento das plantas com as doses dos reguladores de crescimento. Lopes et al. (2012) estudaram o efeito da aplicação de fungicida sistêmico (metiram + piraclostrobina) em batateira e, observaram que os tubérculos provenientes das plantas tratadas, obtiveram notas visuais 22% menores aos 20 DAA, em comparação ao tratamento que não recebeu a aplicação do fungicida. Isso respalda que a aplicação de substâncias que agem no metabolismo fisiológico das plantas, a exemplo os reguladores de crescimento, podem ocasionar alterações na intensidade de esverdeamento do tubérculo, como foi observado no presente estudo para a cultivar Mondial.

Wang e Xiao (2009) estudaram o efeito da aplicação do regulador de crescimento cloreto de chlomerquat em plantas de batata e observaram que o conteúdo de solanina nos tubérculos reduziu quando as plantas receberam o tratamento com o regulador. A solanina é um glicoalcalóide sintetizado nos tubérculos quando estes permanecem expostos à luz, e a maior intensidade de esverdeamento dos tubérculos pode conferir maior quantidade de solanina sintetizada (MAINE et al., 1988; FERNANDES et al., 2011). Portanto, a redução do conteúdo de solanina nos tubérculos observado quando as plantas foram tratadas com regulador de crescimento que atua inibindo a síntese de giberelina (WANG et al., 2009), indica que possivelmente os reguladores de crescimento também podem diminuir a intensidade de esverdeamento dos tubérculos, como observado no experimento com a cultivar Mondial (Figura 12d).

Em geral, os resultados de intensidade de esverdeamento dos tubérculos nos experimentos com as cultivares Agata e Mondial mostram que os tubérculos de cada cultivar após serem colhidos e armazenados com exposição à luz, respondem de maneira distinta quanto à aplicação de diferentes tipos de reguladores e doses do mesmo, uma vez que, principalmente para o fator doses, o efeito foi oposto entre as

cultivares Agata e Mondial (Figura 12c e 12d). Diferenças quanto à intensidade de esverdeamento entre cultivares de batata são relatadas na literatura (BRUNE; MELO, 2001; FELTRAN et al., 2004; EVANGELISTA et al., 2011). Essas diferenças estão relacionadas com as características genéticas da cultivar, ou seja, dependendo da cultivar, pode haver intensificação na síntese de clorofila e, conseqüentemente, conferir maior intensidade de esverdeamento dos tubérculos (FERNANDES et al., 2011).

A firmeza do tubérculo antes do armazenamento não foi influenciada pelos fatores estudados e nem pela interação fatorial x controle, com valores médios de 9,0 N e 12,0 N, para Agata e Mondial, respectivamente (Tabela 10). Fernandes et al. (2015b) relataram valor médio de 6,5 para a cultivar Agata e 9,0 para a cultivar Mondial, os quais estão abaixo dos valores obtidos no presente estudo. No entanto, os autores constataram valores de porcentagem de MS dos tubérculos de 14,4% e 16,3%, para Agata e Mondial, respectivamente, abaixo dos valores observados no presente estudo (Tabela 9).

Tabela 10 – Firmeza dos tubérculos antes e após o armazenamento por 45 dias, cultivares Agata e Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Firmeza do tubérculo antes do armazenamento		Firmeza do tubérculo após o armazenamento	
	Agata	Mondial	Agata	Mondial
	(N)		(N)	
<i>Média do Controle</i>	8,9	12,0	7,6	9,8
Cloreto de mepiquat	9,0 a	12,0 a	8,2 a	10,2 a
Cloreto de chlormequat	9,1 a	11,9 a	8,3 a	10,6 a
Proexadiona cálcica	9,1 a	11,9 a	7,9 a	10,2 a
Paclobutrazol	8,9 a	11,8 a	7,9 a	10,4 a
	d'=0,8	d'=1,3	d'=0,9	d'=1,6
ANOVA (Probabilidade de F)				
Reguladores (R)	ns	ns	ns	ns
Dose do i.a. (D)	ns	ns	0,015	0,046
Interação (R x D) ¹	ns	ns	ns	ns
Fatorial x Controle	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,4	5,2	5,7	7,2

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Alguns autores ressaltam que o aumento da porcentagem de MS do tubérculo pode conferir maior firmeza aos tubérculos (ANZALDÚA-MORALES, 1992; EVANGELISTA et al., 2011; FERNANDES et al., 2015b; SUCHORONCZEK et al.,

2016). Dessa forma, os maiores valores médios de firmeza dos tubérculos antes do armazenamento, observados para as cultivares Agata e Mondial no presente estudo (Tabela 10), podem estar relacionados com o maior conteúdo de MS dos tubérculos.

A firmeza dos tubérculos após o armazenamento foi afetada apenas pelo fator doses dos reguladores de crescimento nos experimentos com as cultivares Agata e Mondial, mas não houve efeito da interação fatorial x controle sobre essa variável (Tabela 10). No experimento com a cultivar Agata, o aumento das doses dos reguladores de crescimento até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a., resultou em acréscimo de 0,5 N na firmeza dos tubérculos após o armazenamento, enquanto no experimento com a cultivar Mondial o acréscimo foi de 0,8 N, até a dose estimada de 237 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 12e e 12f).

Em ambas as cultivares, a firmeza dos tubérculos após o armazenamento aumentou ligeiramente à medida que aumentou a dose aplicada dos reguladores de crescimento, o que pode ter sido em decorrência da maior desidratação do tubérculo durante o período armazenado. Um fator que regula a desidratação dos tubérculos, é o grau de maturidade da película (epiderme), uma vez que influencia a permeabilidade da superfície do tubérculo (BURTON, 1978; DANIELS-LAKE et al., 2014). Assim, é provável que as doses mais elevadas dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas das cultivares Agata e Mondial, alteraram a maturidade e/ou a permeabilidade da película e, portanto, a taxa de desidratação dos tubérculos foi maior, conferindo maior firmeza após o armazenamento (Figura 12e e 12f).

4.3.4 Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados ao longo do período de armazenamento (experimento com a cultivar Agata)

O período de dormência dos tubérculos no experimento com a cultivar Agata foi afetado pelos fatores reguladores de crescimento e doses, e pela interação fatorial x controle (Tabela 11). O regulador de crescimento proexadiona cálcica foi o que mais reduziu o período de dormência dos tubérculos, diferindo do tratamento controle e de todos os demais reguladores de crescimento utilizados, seguido do cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat que não diferiram entre si. O maior período de dormência resultou da aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol, entretanto, não diferiu do cloreto de chlormequat.

Tabela 11 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias após o armazenamento (DAA) da cultivar Agata, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamentos	Período de dormência (dias)	Porcentagem de tubérculos brotados (%)						
		Dias após o armazenamento (DAA)						
		5	10	15	20	25	30	35 ¹
<i>Média do Controle</i>	17,5	13	29	50	58	88	92	100
Cloreto de mepiquat	12,3 b	24 c*	52 bc*	69 b	86 b*	95 a	95ab	100
Cloreto de chlormequat	13,0 ab	27 b*	48 c	61 c	79 c*	88 b	91 b	100
Proexadiona cálcica	7,8 c*	56 a*	88 a*	93 a*	95 a*	97 a	99 a	100
Paclobutrazol	14,0 a	25 bc*	55 b*	72 b*	86 b*	96 a	99 a	100
	d'=5,4	d'=8,6	d'=21,6	d'=19,2	d'=13,3	d'=18,9	d'=15	---
ANOVA (Probabilidade de F)								
Reguladores (R)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,002	---
Dose do i.a. (D)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	ns	ns	---
Interação (R x D) ²	ns	<0,001	0,045	ns	ns	ns	ns	---
Fatorial x Controle	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	ns	ns	---
CV (%)	21,4	12,6	17,3	12,5	7,4	9,6	7,4	---

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹aos 35 DAA, todos os tratamentos apresentaram 100% de tubérculos brotados. Portanto, os dados não foram submetidos à análise de variância. ²Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

O efeito mais notável da redução do período de dormência entre os reguladores de crescimento que foram aplicados na cultivar Agata foi observado para o regulador proexadiona cálcica (Tabela 11). Este, por sua vez, reduziu cerca de 6, 5 e 4 dias quando comparado aos reguladores paclobutrazol, cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquat, respectivamente. Esses resultados indicam que entre os produtos reguladores, existem diferenças quanto aos efeitos desencadeados sobre o período de dormência dos tubérculos.

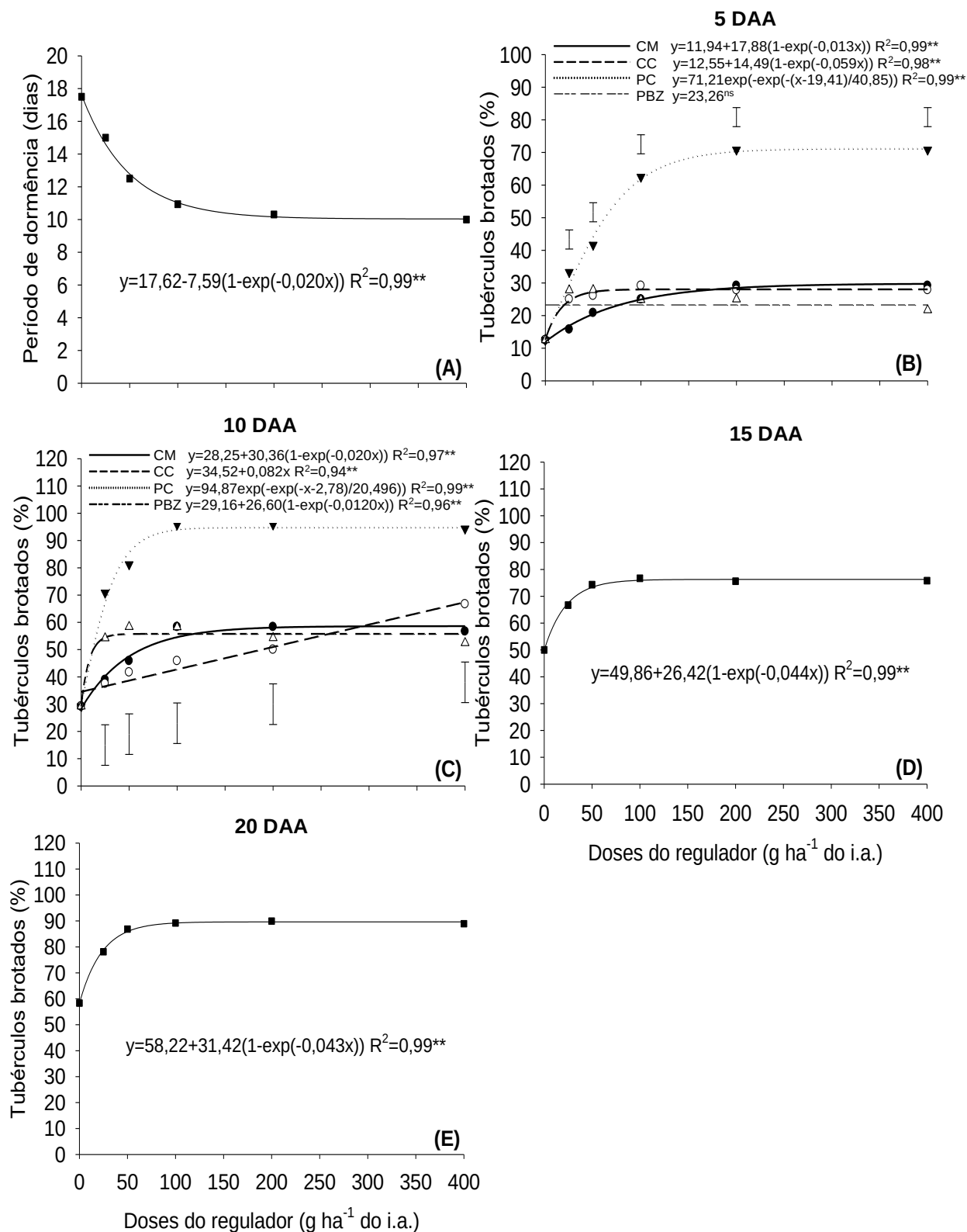
A dormência é caracterizada pela baixa atividade metabólica e pelo equilíbrio hormonal endógeno dos tubérculos, no qual os hormônios inibidores do crescimento são favorecidos, em detrimento dos hormônios promotores do crescimento (SOUZA, 2003; RODRIGUEZ; MORENO, 2010). Os reguladores de crescimento utilizados no presente estudo agem em etapas distintas na biossíntese de giberelina (RADEMACHER, 2000) e, certamente, podem influenciar de maneira desigual os níveis hormonais endógenos dos tubérculos quando ainda ligados à planta mãe e, por consequência, afetar o período de dormência após a colheita.

O aumento das doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas da cultivar Agata, resultou em redução de aproximadamente oito dias do período de dormência dos tubérculos, até a dose máxima estimada de 250 g ha⁻¹ do

i.a. (Figura 13a). Em estudos de Tekalign e Hammes (2004), com a aplicação do regulador de crescimento paclobutrazol em batateira aos 28 DAP, foi observado que os tubérculos provenientes de plantas que foram tratadas com o regulador de crescimento aumentaram o período de dormência em aproximadamente 30 dias quando comparado ao controle (sem aplicação de paclobutrazol). No entanto, os autores não encontraram diferenças à medida que aumentou a dose aplicada. Bandara e Tanino (1995) também observaram que a aplicação de paclobutrazol na fase de início da formação do estolão das plantas de batata, aumentou cerca de 19 dias o período de dormência dos tubérculos armazenados após a colheita.

No entanto, nos estudos de Bandara e Tanino (1995) e Tekalign e Hammes (2004), os tubérculos foram submetidos ao armazenamento em uma condição de 4°C para o primeiro estudo, e sem a presença de luz (escuro) em ambos os estudos. Assim, o efeito contrário provocado pelos reguladores, pode ter sido devido as condições de armazenamento dos tubérculos no presente experimento que difere daquelas utilizadas pelos autores supracitados. Além disso, as diferenças na fase de desenvolvimento da planta em que o regulador de crescimento foi aplicado e as características intrínsecas de cada cultivar utilizada também podem ter colaborado para as dessemelhanças entre resultados.

Figura 13 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 5, 10, 15 e 20 dias após o armazenamento (DAA) da cultivar Agata, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. (●) cloreto de mepiquat (CM), (○) cloreto de chlormequat (CC), (▼) proexadiona cálcica (PC) e (△) paclobutrazol (PBZ). * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. Barra vertical na área da figura indica o valor de DMS pelo teste t a 5% de probabilidade



As porcentagens de tubérculos brotados foram afetadas pela interação dos fatores regulador x dose aos 5 e 10 DAA, pelos efeitos isolados de reguladores e doses aos 15 e 20 DAA, e pelo efeito de reguladores aos 25 e 30 DAA (Tabela 11). O efeito da interação fatorial x controle foi observado para a porcentagem de tubérculos brotados aos 5, 10, 15 e 20 DAA. Aos 35 DAA, para todos os reguladores, todas as doses e o tratamento controle, foi observado 100% de tubérculos brotados.

A porcentagem de tubérculos brotados aos 5 e 20 DAA foi significativamente maior com a aplicação dos reguladores de crescimento, uma vez que para todos os reguladores os valores foram maiores em comparação ao tratamento controle (Tabela 11). Aos 10 DAA, a aplicação dos reguladores cloreto de mepiquat, proexadiona cálcica e paclobutrazol resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados, com valores significativamente mais elevados em relação ao controle. Aos 15 DAA, observou-se que apenas a aplicação dos reguladores de crescimento proexadiona cálcica e paclobutrazol resultaram em maior porcentagem de tubérculos brotados em comparação ao tratamento controle.

Com relação a interação regulador x dose, verifica-se que aos 5 DAA, aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica resultou em maior porcentagem de tubérculos brotados em relação aos demais e, em doses mais elevadas, as diferenças foram mais acentuadas (Figura 13b). Em doses mais baixas (25 e 50 g ha⁻¹ do i.a.), o regulador de crescimento cloreto de mepiquat apresentou menores porcentagens de tubérculos brotados, ao passo que os reguladores cloreto de chlormequat e paclobutrazol obtiveram valores intermediários nessas condições. A partir da dose de 100 g ha⁻¹ do i.a., os reguladores cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e paclobutrazol não diferiram significativamente entre si.

O desdobramento da interação regulador x dose mostra que aos 5 DAA, o aumento das doses de todos os reguladores de crescimento que foram aplicados nas plantas da cultivar Agata, resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados (Figura 13b).

O tratamento das plantas com o regulador de crescimento paclobutrazol resultou, apesar de não haver ajuste significativo, em aumento médio de 18% na porcentagem de tubérculos aos 5DAA, até a dose de 25 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 13b). Para o tratamento que foi aplicado o regulador de crescimento proexadiona cálcica, foi observado aumento de aproximadamente 60% na porcentagem de tubérculos brotados aos 5 DAA, até a dose máxima estimada de 200 g ha⁻¹ do i.a., ao passo que para os

reguladores cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquat os aumentos foram respectivamente de 15 e 18%, até as doses estimadas de 50 g ha⁻¹ do i.a. (cloreto de chlormequat) e 200 g ha⁻¹ do i.a. (cloreto de mepiquat).

Aos 10 DAA, o aumento das doses de todos os reguladores de crescimento que foram aplicados nas plantas da cultivar Agata, resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados (Figura 13c). A porcentagem de tubérculos brotados foi superior em todas as doses quando se utilizou o regulador de crescimento proexadiona cálcica, com valores intermediários para os reguladores de crescimento paclobutrazol e cloreto de mepiquat, e menores valores para o cloreto de chlormequat. No entanto, as diferenças mais acentuadas e significativas foram observadas para o regulador proexadiona cálcica em comparação aos demais, em todas as doses utilizadas (Figura 13c).

Aos 10 DAA, o aumento das doses do regulador de crescimento proexadiona cálcica que foram aplicadas nas plantas da cultivar Agata resultou em aumento de aproximadamente 65% da porcentagem de tubérculos brotados, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a., ao passo que para os reguladores de crescimento paclobutrazol e cloreto de mepiquat houve aumento de 27% e 30% da porcentagem de tubérculos brotados, até as doses estimadas de 50 e 200 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente (Figura 13c). Para o regulador cloreto de chlormequat, o efeito das doses crescentes foi linear, e o aumento da porcentagem de tubérculos brotados foi de 37% até a maior dose estudada (Figura 13c).

Aos 15 DAA e aos 20 DAA, observou-se que a aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica resultou em maiores valores de porcentagem de tubérculos brotados, com valores intermediários para os reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e paclobutrazol, e inferiores para o regulador de crescimento cloreto de chlormequat (Tabela 11). Aos 15 DAA, a porcentagem de tubérculos brotados observada nos tratamentos que foram aplicados os reguladores de crescimento proexadiona cálcica, cloreto de mepiquat, paclobutrazol e cloreto de chlormequat, foi de 93, 69, 72 e 61%; aos 20 DAA, os valores observados foram de 95, 86, 86 e 79% de tubérculos brotados, respectivamente.

O acréscimo das doses dos reguladores de crescimento que foram aplicadas nas plantas da cultivar Agata, resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados aos 15 e aos 20 DAA (Figura 13d e 13e). Aos 15 DAA, a porcentagem de tubérculos brotados aumentou 26%, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a.,

enquanto aos 20 DAA o aumento observado foi de 31%, até a dose estimada de 100 g ha⁻¹ do i.a., alcançando valor máximo de 90% de tubérculos brotados (Figura 13d e 13e).

Aos 25 DAA e aos 30 DAA, as porcentagens de tubérculos brotados no tratamento com o regulador de crescimento cloreto de chlormequat, foi significativamente menor em relação aos tratamentos com os demais reguladores de crescimento, entretanto, aos 30 DAA, não foram observadas diferenças da porcentagem de tubérculos brotados entre os tratamentos com os reguladores de crescimento cloreto de chlormequat e cloreto de mepiquat (Tabela 11).

De maneira geral, ao longo do período de armazenamento, os tubérculos da cultivar Agata e provenientes de plantas que foram tratadas com o regulador de crescimento proexadiona cálcica, resultaram em maior porcentagem de tubérculos brotados (Tabela 11; Figura 13b e 13c). Isso demonstra que o efeito dos reguladores de crescimento na brotação dos tubérculos após a colheita pode ser mais acentuado dependendo do tipo de regulador utilizado.

Para a cultivar Agata, a aplicação dos inibidores da síntese de giberelina resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados durante o período de armazenamento (Figura 13b, 13c, 13d e 13e). Esse comportamento pode ser associado às mudanças no conteúdo hormonal endógeno dos tubérculos, dado que a aplicação dos inibidores da biossíntese de giberelina pode ter reduzido a concentração de giberelina no tubérculo, mas por outro lado aumentou as concentrações de auxina e citocinina (IZUMI et al., 1988; GROSSMANN, 1992), que para alguns autores o início da brotação é controlado por tais hormônios (AKSENOVA et al., 2013). Do ponto de vista comercial, o aumento na porcentagem de tubérculos brotados não é interessante, pois pode reduzir o tempo de prateleira dos tubérculos.

4.3.5 Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento (experimento com a cultivar Mondial)

Até o final dos 45 dias de armazenamento os tubérculos da cultivar Mondial ainda estavam em dormência, com exceção do tratamento controle que encerrou a dormência aos 45 DAA (Tabela 12). Os tubérculos da cultivar Mondial são

caracterizados por apresentarem dormência mais longa (ABBA, 2017), portanto, o período de 45 dias, não foi suficiente para encerrar a dormência dos tubérculos nos tratamentos que foram utilizados os reguladores de crescimento e doses dos mesmos.

A porcentagem de tubérculos brotados aos 45 DAA foi afetada pelos fatores isolados e pela interação fatorial x controle (Tabela 12). Em comparação ao tratamento controle, as aplicações de todos os reguladores de crescimento resultaram em menores porcentagens de tubérculos brotados aos 45 DAA, efeito este que beneficia a qualidade dos tubérculos após a colheita.

Comparando apenas os tratamentos com os reguladores de crescimento, a aplicação do regulador de crescimento proexadiona cálcica resultou em maior porcentagem de tubérculos brotados, seguido de cloreto de mepiquat, cloreto de chlormequat e paclobutrazol, havendo diferença significativa entre todas as comparações. Isso mostra que os efeitos dos reguladores de crescimento na brotação dos tubérculos podem ser mais ou menos acentuados, dependendo do composto utilizado. Não é interessante que ocorra brotação, principalmente, em tubérculos que são destinados ao consumo *in natura*, uma vez que para o consumidor essa é uma característica indesejável. Portanto, o tratamento de plantas de batata com reguladores de crescimento que estimulam com maior intensidade a brotação dos tubérculos após a colheita é desfavorável para a sua qualidade.

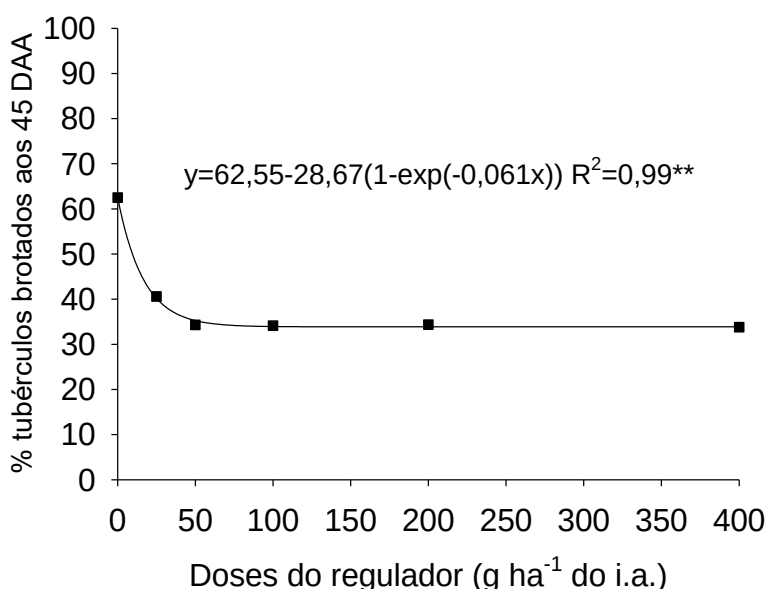
Tabela 12 – Período de dormência dos tubérculos e porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento (DAA), cultivar Mondial, em função da aplicação de reguladores de crescimento e doses do ingrediente ativo, e análise de variância

Tratamento	Período de dormência dos tubérculos (dias)					Porcentagem de tubérculos brotados aos 45 DAA
	Doses (g ha ⁻¹ do i.a.)					(%)
	25	50	100	200	400	
<i>Média do Controle</i>	45 dias					63
Cloreto de mepiquat	> 45	> 45	> 45	> 45	> 45	39 b*
Cloreto de chlormequat	> 45	> 45	> 45	> 45	> 45	30 c*
Proexadiona cálcica	> 45	> 45	> 45	> 45	> 45	46 a*
Paclobutrazol	> 45	> 45	> 45	> 45	> 45	26 d*
						d'=12,1
	---					ANOVA (Probabilidade de F)
Reguladores (R)	---					<0,001
Dose do i.a. (D)	---					<0,001
Interação (R x D) ¹	---					ns
Fatorial x Controle	---					<0,010
CV (%)	---					15,4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade. ns: não significativo. ¹Interação considerando apenas o fatorial 4 reguladores x 5 doses. d' é a diferença mínima significativa de Dunnet; * indica o contraste entre o valor do tratamento controle com cada regulador de crescimento, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

O aumento das doses dos reguladores de crescimento diminuiu a porcentagem de tubérculos brotados. No tratamento controle, ou seja, sem aplicação dos reguladores, foi observado aproximadamente 62% de tubérculos brotados. Com o aumento das doses que foram aplicadas, porcentagem de tubérculos brotados reduziu aproximadamente 29%, até a dose estimada de 75 g ha⁻¹ do i.a. (Figura 14).

Figura 14 – Porcentagem de tubérculos brotados aos 45 dias após o armazenamento (DAA), cultivar Mondial, em função da aplicação de doses do ingrediente ativo de reguladores de crescimento. Quadrado (■) = média de quatro reguladores de crescimento. * e ** são: significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente



A emissão de brotos a partir das gemas dos tubérculos é denominada de brotação, e é aceito que o estímulo para a emissão dos brotos é controlado, além de fatores exógenos, pelo balanço hormonal interno dos tubérculos, principalmente auxina, citocinina e giberelina (SOUZA, 2003; AKSENOVA et al., 2013). Isso se confirma porque estudos mostram que a aplicação exógena de ácido giberélico em tubérculos de batata acelera a brotação (BISOGNIN et al., 1998; BENEDETTI et al., 2005). Provavelmente, a menor porcentagem de tubérculos brotados ao final do período de armazenamento para a cultivar Mondial, à medida que aumentou a dose aplicada dos reguladores de crescimento (Figura 14), foi devido ao menor conteúdo de giberelina nos tubérculos e elevação dos níveis de hormônios que inibem o crescimento (TEKALIGN; HAMMES, 2004). Vecchio et al. (2000), também observaram em condições de cultivo *in vitro*, que os minitubérculos resultantes de plantas que foram

tratadas com cloreto de chlormequat, prolongaram o tempo para emissão dos brotos. Bandara e Tanino (1995) e Tekalign e Hammes (2004) estudaram o efeito do regulador de crescimento paclobutrazol em batateira e relataram que os tubérculos provenientes de plantas que receberam a aplicação de paclobutrazol retardaram a brotação.

Em geral, analisando o efeito das doses dos reguladores de crescimento nos dois experimentos (Agata e Mondial), foi observado que para a cultivar Agata o acréscimo das doses resultou em aumento da porcentagem de tubérculos brotados, enquanto para a cultivar Mondial houve diminuição (Figura 13b, 13c, 13d e 13e; Figura 14). Isso mostra que o tratamento das plantas de batata com reguladores que atuam inibindo a síntese de giberelina pode resultar em efeitos contrários dependendo da cultivar utilizada, sendo os efeitos para a cultivar Agata desfavoráveis, e na cultivar Mondial favoráveis para a manutenção da viabilidade dos tubérculos após a colheita.

5 CONCLUSÕES

Na cultivar Agata todos os reguladores de crescimento tiveram efeito semelhante sobre as características de crescimento e de produtividade de tubérculos, mas o regulador de crescimento proexadiona cálcica diminuiu a qualidade pós-colheita dos tubérculos. Na cultivar Mondial o regulador de crescimento paclobutrazol foi mais eficiente em reduzir o crescimento vegetativo das plantas e manter a qualidade pós-colheita dos tubérculos.

Em ambas as cultivares os maiores efeitos sobre o crescimento e a produtividade comercial de tubérculos ocorreram entre as doses de 50 e 100 g ha⁻¹ do i.a. Na cultivar Agata as doses dos reguladores de crescimento reduziram a produtividade comercial de tubérculos, mas na cultivar Mondial a produtividade comercial de tubérculos aumentou com a aplicação das doses dos reguladores de crescimento.

REFERÊNCIAS

- ABBA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/variedades/mondial/>> Acesso em: 08 Maio. 2017.
- ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Variedades. **Revista Batata Show**, v.10, p.1-4, 2010.
- AKSENOVA, N.P.; SERGEEVA, L.I.; KONSTANTINOVA, T.N.; GOLYANOVSKAYA, S.A.; KOLACHEVSKAYA, O.O.; RAMANOV, G.A. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.60, p.301-312, 2013.
- ALLEN, E.J.; SCOTT, R.K. An analysis of growth of the potato crop. **Journal of Agricultural Science**, v.94, p.583-606, 1980.
- ANZALDÚA-MORALES, A.; BOURNE, M.C.; SOMER, I. Cultivar, specific gravity and location in tuber affect puncture force of raw potatoes. **Journal of Food Science**, v.57, p.1353-1356, 1992.
- BALAMANI, V.; POOVAIAH, B.W. Retardation of shoot growth and promotion of tuber growth of potato plants by paclobutrazol. **American Potato Journal**, v.62, p.363-369, 1985.
- BANDARA, M.S.; TANINO, K.K.; WATERER, D.R. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.17, p.75-79, 1998.
- BANDARA, P.M.S.; TANINO, K.K. Paclobutrazol enhances mini tuber production in Norland potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.14, p.151-155, 1995.
- BARANI, M.; AKBARI, N.; AHMADI, H. The effect of gibberellic acid (GA₃) on seed size and sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.3898-3903, 2013.
- BENEDETTI, M.; BISOGNIN, D.A.; SEGATTO, F.B.; COSTA, L.C.; BANDINELLI, M.G.; BRACKMANN, A. Quebra de dormência de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**, v.35, p.31-38, 2005.
- BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E. van der. **Introduction to potato production**. Wageningen: PUDOC. 1990. 207p.
- BISOGNIN, D.A.; CENTENARO, R.; MISSIO, E.L. Uso de ácido giberélico na quebra de dormência e de dominância apical em batata. **Ciência Rural**, v.28, p.205-2013, 1998.
- BODLAENDER, K.B.A. The influence of the growth retardant B 995 on potato growth and yield. **The Seed Potato**, v.8, p.194-196, 1968.

BODLAENDER, K.B.A.; ALGRA, S. Influence of the growth retardant B 995 on growth and yield of potatoes. **European Potato Journal**, v.9, p.242-258, 1966.

BOGIANI, J.C.; ROSOLEM, C.A. Sensibilidade de cultivares de algodoeiro ao cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1246-1253, 2009.

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

BRUNE, S.; MELO, P.E. Método rápido de avaliação do esverdeamento em tubérculos de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.809-814, 2001.

BURTON, W.G. The physics and physiology of storage. In: HARRIS, P.M. (ed.). **The Potato Crop**. London: Chapman and Hall, 1978. p.545-606.

CARRERA, E.; JACKSON, S.D.; PRAT, S. Feedback Control and Diurnal Regulation of Gibberellin 20-Oxidase Transcript Levels in Potato. **Plant Physiology**, v.119, p.765-773, 1999.

CASTRO, P.R.C.; SANTOS, V.M.; STIPP, S.R. **Nutrição vegetal e biorregulação no desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: IPNI, 2012. p.9-15. (Encarte de Informações Agronômicas, n. 139).

CEAGESP – COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Apoio ao produtor: classificação da batata *in natura***. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/produtor/classific/>>. Acesso em: 08/10/2015.

DANIELS-LAKE, B.; FRANGE, R.; WALSH, J.; HILTZ, K.; BISHOP, S.; MUNRO-PENNELL, K. Effects of simulated harvest injury and relative humidity during the first week post-harvest on potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber weight loss during subsequent storage. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.89, p.167-172, 2014.

DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.363-376, 2007.

DIGBY, J.; DYSON, P.W. A comparison of the effects of photoperiod, and of a growth retardant (CCC) on the control of stem extension in potato. **Potato Research**, v.16, p.159-167, 1973.

DYSON, P.W. Effects of gibberellic acid and (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride on potato growth and development. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.16, p.542-549, 1965.

ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; GROSSI, J.A.S.; SOUZA, M.A.; SOUZA, L.T.; FAVARATO, L.F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, v.27, p.379-387, 2009.

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, p.953-960, 2011.

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

EWING, E.E. Potato. In: WIEN, H.C. (ed.) **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: Cab International. 1997. p.295-344.

FAGAN, E.B.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. 300p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (Roma, Itália). **FAOSTAT: Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acesso em: 28 maio. 2017.

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B.; ARTIOLI, G.M.; BANZATTO, D.A. Esverdeamento em cultivares de batata avaliado pela escala visual e índice spad. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.681-685, 2004.

FERNANDES, A.M. **Adubação fosfatada em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2013. 163p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2013.

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**, v.28, p.299-304, 2010b.

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

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; MORENO, L.A.; EVANGELISTA, R.M. Qualidade de tubérculos frescos de cultivares de batata em função da nutrição fosfatada. **Bragantia**, v.74, p.102-109, 2015b.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; PILON, C. Soil phosphorus increases dry matter and nutrient accumulation and allocation in potato cultivars. **American Journal of Potato Research**, v.92, p.117-127, 2015a.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; SILVA, B.L.; SOUZA-SCHLICK, G.D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.826-835, 2010a.

GITTI, D.C.; ARF, O.; BUZETTI, S.; FERREIRA, M.M.R.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; RODRIGUES, R.A.F. Aplicação de paclobutrazol e doses de nitrogênio em feijão de inverno cultivado em sistema plantio direto. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, p.35-46, 2012.

GROSSMANN, K. Plant growth retardants: Their mode of action and benefit for physiological research. In: KARSEN, C.M.; VAN LOON, L.C.; VREUGDENHIL, D.

(eds). **Plant Growth Regulations**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992. p. 788–797.

HARVEY, B.M.R.; CROTHERS, S.H.; EVANS, N.E.; SELBY, C. The use of growth retardants to improve microtuber formation by potato (*Solanum tuberosum*). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.27, p.59-64, 1991.

HIRANO, E. Colheita e Pós-colheita de Batata-semente. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. (eds). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.509-528.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201704.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf)>. Acesso em: 28 maio. 2017.

IZUMI, K.; NAKAGAWA, S.; KOBAYASHI, M.; OSHIO, H.; SAKURAI, A; TAKAHASHI, N. Levels of IAA, cytokinins, ABA and ethylene in rice plants as affected by GA biosynthesis inhibitor, uniconazole-P. **Plant and Cell Physiology**, v.29, p.97–104, 1988.

JACKSON, S.D. Multiple signaling pathways control tuber unduction in potato. **Plant Physiology**, v.119, p.1-8, 1999.

KIANMEHR, B.; OTROSHY, M.; PARSA, M.; MOHALLATI, M.N.; MORADI, K. Effect of Plant Growth Regulation during *in vitro* Phase on Potato Minituber Production. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v.4, p.1060-1067, 2012.

KONICA MINOLTA SENSING INC. **Comunicação precisa de cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. 53p. 1998. Disponível em: <www.konicaminolta.com/sensingusa/support/product_applications>. Acesso em: 29 maio. 2017.

LOPES, E.C.P.; JADOSKI, S.O.; LIMA, A.S.; SAITO, L.R.; RAMOS, M.S. Esverdeamento pós-colheita de tubérculos de batata submetidos a diferentes manejos de fungicidas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.5, p.99-105, 2012.

LÓPEZ, R.F.; CASTILHO, F.S.D.; PÉREZ, J.E.R.; AGUILAR, R.M.; LEÓN, M.T.C.; SALDAÑA, H.L. Paclobutrazol, uniconazole y cycocel en la producción de tubérculo-semilla de papa en cultivo hidropónico. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v.17, p.173-182, 2011.

MABVONGWE, O.; MANENJI, B.T.; GWAZANE, M.; CHANDIPOSHA, M. The effect of paclobutrazol application time and variety on growth, yield, and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Advances in Agriculture**, v. 2016, 5p., 2016.

MAINE, M.; BAIN, H.; JOYCE, J.A.L. Changes in the total tuber glycoalkaloid content of potato cultivars when exposed to light. **Journal of Agricultural Science**, v.11, p.57-58, 1988.

MARES, D.J.; SOWOKINOS, J.R.; HAWKER, J.S. Carbohydrate metabolism in developing potato tubers. In: LI, P.H. (ed.). **Potato Physiology**. London: Academic Press, 1985. p.279-327.

MELLO, S.C.; SAKAMOTO, Y.; MELLO, V.D.C. Batata. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. (eds.). **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Ceres, 2008. p.48-57.

MOUCO, M.A.C.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.1043-1047, 2011.

MUSTAFA, R.M. ENNYLISAN, B. The effectiveness of paclobutrazol and organic fertilizer for the growth and yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in medium plain. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v.3, p.101-108, 2014.

NIVAP - NETHERLANDS POTATO CONSULTATIVE FOUNDATION. **Netherlands catalogue of potato varieties**. 2007. 287p.

OPATRŇÁ, J.; NOVÁK, P.; OPATRŇÝ, Z. Paclobutrazol stimulates bud regeneration in *Solanum tuberosum* L. primary explant cultures. **Biologia Plantarum**, v.39, p.151-158, 1997.

ORTIZ, R.; HUAMAN, Z. Inheritance of morphological and tuber characteristics. In: MACKAY, G.R.; BRADSHAW, J.E. (eds.) **Potato genetics**. Cambridge: CAB INTERNATIONAL, 1994. p.263-283.

PAVLISTA, A.D. Influence of foliar-applied growth retardants on Russet Burbank potato tuber production. **American Journal of Potato Research**, v.90, p.395-401, 2013.

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

PRAKASH, P.; CHETTI, M.B.; PATIL, S.S. Effect of plant regulators on growth parameters and yield in potato. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.14, p.938-942, 2001.

PRICINOTTO, L.F.; ZUCARELI, C. Paclobutrazol no crescimento e desempenho produtivo da soja sob diferentes densidades de semeadura. **Revista Caatinga**, v.27, p.65-74, 2014.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellins biosynthesis and others metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.

RADEMACHER, W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.34, p.845-872, 2015.

RADWAN, A.A.; EL-FOULY, M.M.; GARAS, N.A. Retarding stem elongation and stimulating dry matter production and yield of potato with chlormequat chloride (CCC). **Potato Research**, v.14, p.173-180, 1971.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

REX, B.L. Effect of two plant growth regulators on the yield and quality of Russet Burbank potatoes. **Potato Research**, v.35, p.227-233, 1992.

RODRIGUEZ, L.E.; MORENO, P. Factores y mecanismos relacionados com la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. **Agronomía colombiana**, v.28, p.189-197, 2010.

ROSOLEM, C.A.; OOSTERHUIS, D.M.; SOUZA, F.S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agricola**, v.70, p.82-87, 2013.

SALISBURY, F.; ROSS, C.W. **Fisiologia das plantas**. Tradução de Patrícia Lia Santarosa. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 774p.

SHARMA, N.; KAUR, N.; GUPTA, A.K. Effects of gibberellic and chlorocholine chloride on tuberistion and growth of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.78, p.466-470, 1998.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A.S.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, F.I.F.; VIEIRA, E.A. Qualidade de película de famílias clonais de batata. **Bragantia**, v.67, p.633-638, 2008.

SIMKO, I. Effect of paclobutrazol on *in vitro* formation of potato microtubers and ther sprouting after storage. **Biologia Plantarum**, v.36, p.15-20, 1994.

SIMKO, I. Effects of kinetin, paclobutrazol and their interactions on the microtuberization of potato stem segments cultured *in vitro* in the light. **Plant Growth Regulation**, v.12, p.23-27, 1993.

SORATTO, R.P.; PILON C.; FERNANDES, A.M.; MORENO, L.A. Phosphorus uptake, use efficiency, and response of potato cultivars to phosphorus levels. **Potato Research**, v.58, p.121-134, 2015.

SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (eds). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.80-105.

SOUZA-SCHLICK, G.D. **Reguladores vegetais para o manejo do porte da mamoneira IAC 2028**. 2013. 128p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. 2013.

SUCHORONCZEK, A. **Qualidade pós-colheita e alterações bioquímicas de duas cultivares de batata submetidas a estresse térmico**. 2016. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de Armando Molina Divan Junior... et al. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAVARES, S.; LUCCHESI, A.A. Reguladores vegetais na batata cv. Monalisa, após a tuberação. **Scientia Agricola**, v.56, p.975-980, 1999.

TEKALIGN, T.; HAMMES P.S. Response of potato grown under non-inductive condition to paclobutrazol: shoot growth, chlorophyll content, net photosynthesis, assimilate partitioning, tuber yield, quality, and dormancy. **Plant Growth Regulation**, v.43, p.227-236, 2004.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and biomass production in potato grown in the hot tropics as influenced by paclobutrazol. **Plant Growth Regulation**, v.45, p.37-46, 2005a.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth responses of potato (*Solanum tuberosum*) grown in a hot tropical lowland to applied paclobutrazol: 2. Tuber attributes. **New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science**, v.33, p.43-51, 2005b.

TONKINSON, C.L., LYNDON, R.J., ARNOLD, G.M.; LENTON, J.R. Effect of Rht3 dwarfing gene on dynamics of cell extension in wheat leaves, and its modification by gibberellic acid and paclobutrazol. **Journal of Experimental Botany**, v.46, p.1085-1092, 1995.

VECCHIO, V.; BENEDETTELLI, S.; ANDRENELLI, L.; PALCHETTI, E.; ESPEN, L. Inductive and noninductive conditions on *in vitro* tuberisation and microtuber dormancy in potato (*Solanum tuberosum* subspecies *tuberosum* and subspecies *andigena*). **Potato Research**, v.43, p.115-123, 2000.

VREUGDENHIL, D.; SERGEEVA, L. Gibberellins and tuberization in potato. **Potato Research**, v.42, p.471-481, 1999.

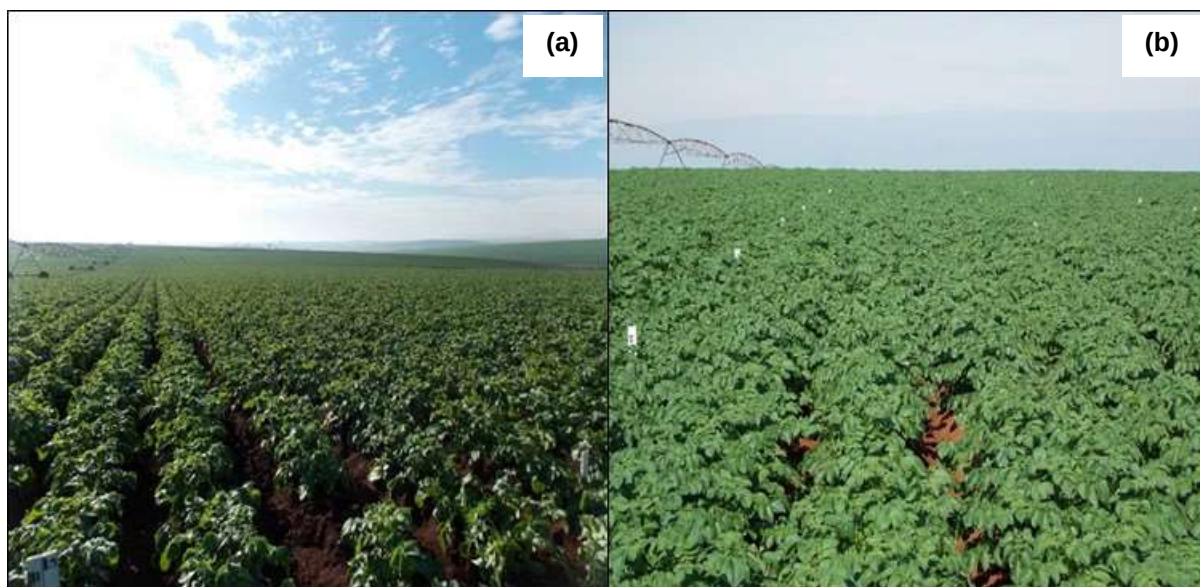
WANG, H.; LI, H.; LIU, F.; XIAO, L. Chlorocholine chloride application effects on photosynthetic capacity and photoassimilates partitioning in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Scientia Horticulturae**, v.119, p.113-116, 2009.

WANG, H.; XIAO, L. Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.28, p.21-27, 2009.

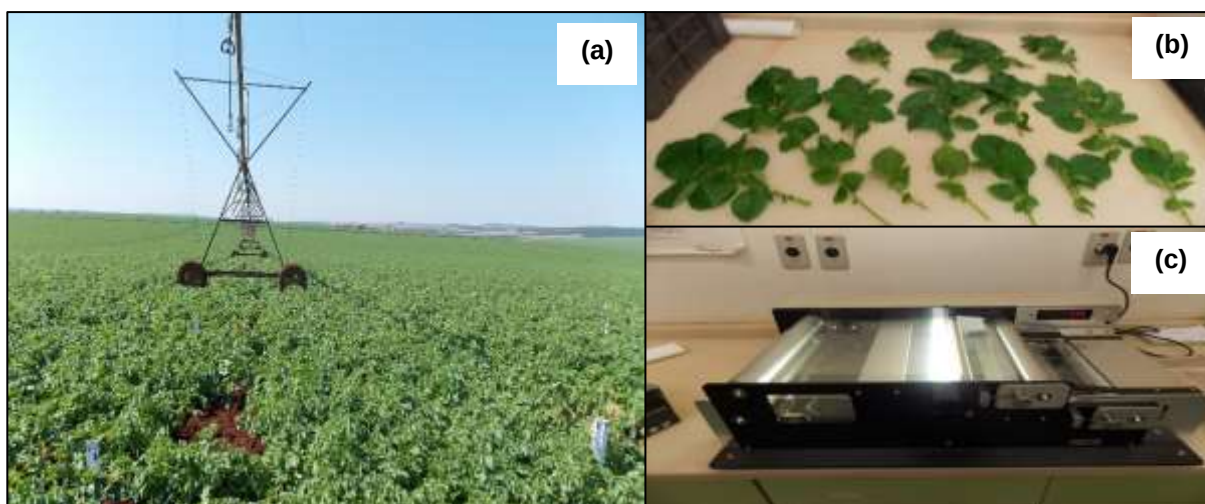
WANG, H.; XIAO, L.; TONG, J.; LIU, F. Foliar application of chlorocholine chloride improves leaf mineral nutrition, antioxidant enzyme activity, and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Scientia Horticulturae**, v.125, p.521-523, 2010.

APÊNDICE

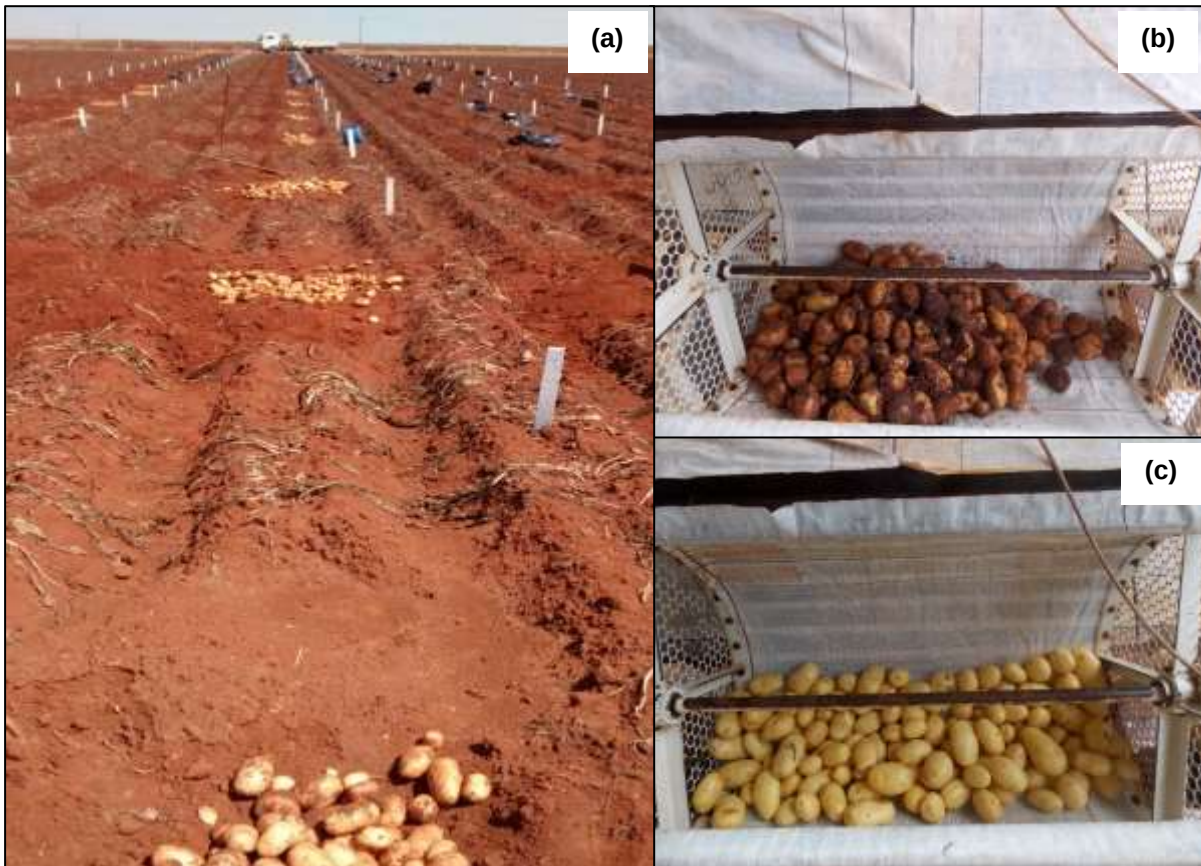
APÊNDICE A – Visão geral das plantas de batata, cultivar Agata, aos 50 DAP (a). Visão geral das plantas de batata, cultivar Mondial, aos 53 DAP (b). Detalhe das diferenças de desenvolvimento da parte aérea entre as cultivares



APÊNDICE B – Área da parcela em que quatro plantas foram coletadas (a). Amostra de quinze folhas das quatro plantas coletadas para determinação da área foliar (b). Integrador de área foliar utilizado na leitura (c)



APÊNDICE C – Detalhe dos tubérculos na área útil de cada parcela experimental na colheita final
(a). Amostra de tubérculos antes de serem lavados (b). Amostra de tubérculos
após serem lavados (c).



APÊNDICE D – (a) Peneiras para classificação dos tubérculos. (b) Tubérculos sobre as peneiras
e classificados



APÊNDICE E – Tubérculos classificados das cultivares Agata e Mondial.

