



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



EDUARDO YUJI WATANABE

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE BATATA DE USO
INDUSTRIAL EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE PROEXADIONA CÁLCICA**

Botucatu

2025

EDUARDO YUJI WATANABE

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE BATATA DE USO
INDUSTRIAL EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE PROEXADIONA CÁLCICA**

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia/Agricultura.

Orientador: Adalton Mazetti Fernandes

Coorientador: Rogério Peres Soratto

Botucatu

2025

W324c

Watanabe, Eduardo Yuji

Crescimento e produtividade de cultivares de batata de uso industrial em resposta à aplicação de proexadiona cálcica / Eduardo Yuji Watanabe. -- Botucatu, 2025

98 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Adalton Mazetti Fernandes

Coorientador: Rogério Peres Soratto

1. Solanum tuberosum. 2. inibidor da síntese de giberelina. 3. cultivares de uso industrial. 4. curva de crescimento. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE BATATA DE USO INDUSTRIAL
EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE PROEXADIONA CÁLCICA**

AUTOR: EDUARDO YUJI WATANABE

ORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

COORDENADOR: ROGERIO PERES SORATTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Agronomia (Agricultura),
pela Comissão Examinadora:



Professor Doutor ADALTON MAZETTI FERNANDES (Participação Presencial)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu Unesp



Pesquisador Dr. JOSÉ CARLOS FELTRAN (Participação Virtual)
Divisão de Plantas Alimentícias Básicas / Instituto Agronômico de Campinas



Pesquisador Dr. THIAGO LEANDRO FACTOR (Participação Virtual)
Núcleo Regional de Pesquisa Itararé / Instituto Agronômico de Campinas



Professora Doutora ELIZABETH ORIKA ONO (Participação Presencial)
Biodiversidade e Bioestatística / Instituto de Biociências de Botucatu - Unesp Botucatu


Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS (Participação Virtual)
Agronomia / FCAVR UNESP Registro

Botucatu, 03 de dezembro de 2025.

À minha esposa

Keila, e aos meus filhos Mateus Kenzo,

Marcos Kenji e Karyn Harumi

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao único Deus (Javé), e ao seu filho Jesus, o único mediador entre Deus e os homens (1 Tim 2,5).

Ao Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela excelente orientação, ensinamentos, paciência, atenção, humildade e comprometimento.

Ao Dr. Rogério Peres Soratto, pela valorosa contribuição na coorientação.

À FCA/UNESP Botucatu, pela oportunidade da realização do doutorado.

Ao Centro de Amidos e Raízes Tropicais (CERAT), representado pelo Diretor Dr. Pablo Forlan Vargas, pelo apoio em todas as fases do projeto da tese.

Aos Professores Drs. Leonardo T. Bull, Hélio Grassi Filho, Dirceu M. Fernandes, Luiz Gustavo F. Lessa, Maria Marcia P. Sartori, Elizabeth O. Ono, Magali Leonel, Marcelo de Almeida Silva, Carlos Alexandre C. Crusciol, Juliano C. Calonego, Gustavo F. da Silva, Carmem S. F. Boaro, Gisela Ferreira e Felipe G. Campos.

Ao Diretor do Instituto Agrônômico (IAC), Dr. Marcos Guimarães de A. Landell, ao Diretor substituto, Dr. Heitor Cantarella, à Dra. Eliane Gomes Fabri, Diretora do Centro de Horticultura do IAC, e às colegas Roselaine F. Lima, Margarete A. das Chagas e Ana Elisa Salles.

Aos Pesquisadores (as) Drs.(as) do IAC: Thiago L. Factor, Aildson P. Duarte, José Carlos Feltran, José A. Caram de Souza Dias, Sebastião de Lima Júnior (Tião), Sally F. Blat, Paulo Boller Gallo, Marcelo Ticelli, Hilário da Silva Miranda Filho, Newton do Prado Granja e Vera Lucia Nishijima Paes de Barros.

Aos colaboradores do CERAT: Elder Mattos, Luiz Urbano, Lucas Ouro, Juliana, Débora (dona Dé), Danilo Rosa, sr. Dicão e seus filhos João e Daniel, Ariovaldo, Fábio Agostinho, Juliano Índio, sr. Antonio pajé, Beto, Edimar Ferreira, Paraná, Primo, Lucas macarrão e Thiago.

Aos colaboradores da FCA: Flávio Galhardo, Rubia, Daniel, Silvia, Dirceu tratorista, Mauro, Márcio, Ailton, Guilherme, sr. Josias, Custódio, alemão, sr. Mauro da manutenção e equipe, sr. Cirinho, Eliane Gonçalves, Messias Victor e Carlinhos Fioravante.

Aos srs. Nakata e Thailati da Iharabrás, e à Dra. Zilda, da empresa Microbio.

Aos colegas da FCA Politon Guedes (Popó), Ítala Tavares, Vitor Tamura, Samuel Cardena, Renan José Parecido, Jaqueline Marcon, Júlio César Silva, Ringleia Brauer, Layana Nascimento e Fabrício Rodrigues.

À minha esposa Keila, e aos meus filhos Mateus, Marcos e Karyn.

Ao meu pai Seiiti Watanabe (em memória), à minha mãe Kinué Shinohara Watanabe, avô Kinkiichi Watanabe (em memória), avó Kiyoko Watanabe (em memória), Mitsuaki (irmão), Massako e Yukiko (irmãs), Lucas M. Kitamura (cunhado), Beatriz (Bia/cunhada), e sobrinho (as) Pedro Shigueru, João Vitor, Koji (sugiro), Júlia e Clara.

Às famílias de Minematsu (em memória) e Hisako Watanabe, Kingo e Mikiko Watanabe (ambos em memória), Toshio (em memória) e Yoko Kawaguchi, Noboru (em memória) e Nazilda Watanabe, Yoshito (Chitão) e Mika Watanabe (ambos em memória), e às famílias Saito e Shinohara.

Ao meu sogro João de Moraes Galvão, à minha sogra Marilda Siqueira S. Galvão, e cunhado Jefferson (jefinho).

Ao meu tio Missao Kakinoki (em memória) e tia Kazuko Kakinoki, representando os demais familiares.

Aos colegas do EDR Botucatu – CATI, Flávio Chueire e Daniel Ferreira Pio, e do EDR Itapeva, Emmanuel Moraes, João Borba, Sandra Ramos e Paulo Leite.

Aos colegas da 29ª turma de Agronomia da FCA, em especial aos da antiga ‘República Pacú’: Acelga/salsicha (Alexandre L. Buzzeto), Kuzido (Nélio M. Uemura), Tapado/bag freezer (Luciano A. Freitas), Kará (Wagner Jun Takano), Cebola (Leandro Myamoto), Doug (Wilson A. Horie), Salame (Mario Marcos Sallai) e Lerdo/coala (Hamilton Krawiec Koga).

Aos colegas da antiga Unidade de Pesquisa Itararé do IAC: Dr. Valdir Ramos, José Maria Gonçalves (santo), Marco Ruivo, André Nunes de Marins (pavão), João Manoel dos Santos (em memória, porquinho), Durval Ribas, Osmar Furquim, Riva Furquim, Celso dos Santos (guacho), Gilmar, João Albino (bugiu/João índio), Wilson Ferreira, José F. Ferreira (zé flora), Luis Ruivo, Antonio Mariano e Oraci Barbosa.

Ao sr. Leonardo de Andrade Molina e a sua equipe da Imobiliária Molina, pela confiança e acolhida em Botucatu.

E ao Colégio Casimiro Montenegro Filho (Instituto Embraer), representado pelo Diretor Dr. Renato Augusto da Silva, atuais coordenadores educacionais Dra. Cláudia Gabriel e Dr. André Messias (fogo), e antigos coordenadores educacionais Dra. Larissa Corulli e Dr. Guilherme Lopes, que acolheram e instruíram os meus filhos Mateus e Marcos durante esse período em Botucatu.

Deus é capaz de transformar a sua vida
O impossível Ele fará, porque és precioso aos seus olhos
E se tiveres a coragem e a loucura de acreditar, então irás provar que Ele pode
muito mais
Deus é capaz de trocar reinos por ti, abrir mares para que possas atravessar
E se preciso fosse, daria novamente a vida por ti
Deus só não é capaz, de deixar de te amar.
Walmir Alencar: Deus é capaz. CD Deus é capaz, 2003.

RESUMO

As altas temperaturas durante o desenvolvimento das plantas de batata favorecem o crescimento vegetativo exagerado da parte aérea, com redução no direcionamento de fotoassimilados aos tubérculos. O uso de reguladores vegetais pode evitar esse crescimento exagerado da parte aérea, com o incremento no direcionamento de matéria seca (MS) aos tubérculos em desenvolvimento. Com base nessas informações, objetivou avaliar os efeitos da aplicação isolada ou sequencial da proexadiona cálcica (PCA), sobre a dinâmica de acúmulo de matéria seca na planta, no seu desenvolvimento, produtividade e na qualidade dos tubérculos das cultivares de uso industrial Asterix e IAC Frida. Foram conduzidos quatro experimentos para cada cultivar, sendo dois na safra das águas e dois na safra da seca. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram quatro manejos de aplicação do PCA, sendo: controle (sem a aplicação do regulador vegetal), uma aplicação de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30 dias após o plantio (DAP), duas aplicações de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30 e 41 DAP e três aplicações de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30, 41 e 54 DAP. As subparcelas foram oito épocas de coletas de plantas (30, 41, 54, 67, 82, 95, 101 e 115 DAP), e mais duas subparcelas extras colhidas aos 116 e 125 DAP, que foram dessecadas em duas épocas diferentes (100 e 115 DAP). Para a cultivar Asterix, o manejo de PCA reduziu o número de hastes por planta e o comprimento da maior haste, aumentou a produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos com calibre maior que 45 mm (graúdos), e aumentou os teores de matéria seca e de açúcar total nos tubérculos. Para a cultivar IAC Frida, o manejo de PCA aumentou a massa média de tubérculos, a produtividade de tubérculos frescos graúdos e o teor de açúcar total nos tubérculos. O manejo do regulador vegetal interagiu de forma distinta para cada cultivar de batata e também foi influenciado pelo período de cultivo.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*; inibidor da síntese de giberelina; cultivares de uso industrial; curva de crescimento.

ABSTRACT

The high temperatures during the potato plant growth further the exaggerated aerial plant part growth, with reduction of photoassimilates targeting to growing tubers. The plant growth regulators use may avoid the exaggerated of aerial plant part growth, with dry matter (DM) increase further to growing tubers. Based on this information, the research study aim was evaluated the isolated or sequential effects of prohexadione calcium (PCA) applications, on dry matter plant accumulation dynamics, plant growth behavior, fresh tuber yield and tubers quality on Asterix and IAC Frida industry cultivars. Four trials were conducted for each potato cultivar, twice at rainy season crop and twice at dry season crop. The trials design were randomized blocks in split-plot arrangement, with four replicates. The plots implicated on the four PCA application management, by a control treatment (without PCA application), once PCA application at 30 days after planting (DAP) by 100 g ha⁻¹ of active ingredient (a.i.) dosage, twice PCA applications at 30 and 41 DAP by 100 g ha⁻¹ of active ingredient (a.i.) dosage, three times PCA applications at 30, 41 and 54 DAP by 100 g ha⁻¹ of active ingredient (a.i.) dosage. The subplots were represented by eight plant collections (at 30,41, 54, 67, 82, 95, 101 and 115 DAP), and two further subplots, that were harvested at 116 and 125 DAP, whose plants were desiccated at two different periods. In Asterix potato cultivar, the PCA management reduced the plant stem number and the highest plant stem length, increased total fresh tubers yield and fresh tubers with caliber bigger than 45 mm (large tubers), and increased dry matter and total sugar content on tubers. In IAC Frida potato cultivar, the PCA management increased the medium weight of tubers, the fresh large tubers yield and the total sugar content on tubers. The plant growth regulators interacted in different way on each potato cultivars and influenced by season crop.

Keywords: *Solanum tuberosum*; gibberellin synthesis inhibitor; industry potato cultivars; growth curve behavior

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temperaturas máximas, mínimas, precipitação e irrigação registradas durante as safras das águas e da seca em dois anos de cultivo, em Botucatu, SP.....	29
Figura 2 - Número de hastes planta por planta (a, b), comprimento da maior haste (c, d), AF (e, f) e IAF (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	43
Figura 3 - Número de tubérculos por planta (a, b), massa média de tubérculos (c, d), produtividade total de tubérculos frescos (e, f) e produtividade de tubérculos frescos graúdos (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	48
Figura 4 - Acúmulos de MS no resto da planta (a, b), nos tubérculos (c, d), na planta inteira (e, f) e IC (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	53
Figura 5 - Número de hastes por planta (a, b), comprimento da maior haste (c, d), AF (e, f) e IAF (g, h) da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	66
Figura 6 - Número de tubérculos por planta (a, b), massa média de tubérculos (c, d), produtividade total de tubérculos frescos (e, f) e produtividade de tubérculos frescos graúdos (g, h) da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	71
Figura 7 - Acúmulos de MS no resto da planta (a, b), nos tubérculos (c, d), na planta inteira (e, f), e IC (g, h) da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo das áreas experimentais nas safras das águas e da seca na profundidade de 0 – 0,2 m durante dois anos de cultivo.....	33
Tabela 2 - Defensivos agrícolas utilizados no manejo fitossanitário da cultura da batata.....	34
Tabela 3 - Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	41
Tabela 4 - Desdobramento da interação PCA x Ano para o comprimento da maior haste da cultivar Asterix na safra da seca.....	44
Tabela 5 - Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e de tubérculos frescos graúdos da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	46
Tabela 6 - Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos, na planta inteira, e IC da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	52
Tabela 7 - Produtividade total de tubérculos frescos e teor de MS nos tubérculos da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	56
Tabela 8 - Desdobramento da interação Ano x Época para a produtividade total de tubérculos frescos da cultivar Asterix na safra das águas.....	57
Tabela 9 - Teores de açúcar redutor e total, e amido da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	59
Tabela 10 - Desdobramento da interação Ano x Época para os teores de açúcar redutor e total, e amido da cultivar Asterix nas safras das águas e da seca.....	61
Tabela 11 - Desdobramento da interação PCA x Época para o teor de açúcar total da cultivar Asterix na safra das águas.....	62
Tabela 12 - Número de hastes planta por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	64
Tabela 13 - Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos graúdos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	68
Tabela 14 - Desdobramento da interação PCA x Ano para a massa média de tubérculos e produtividade de tubérculos frescos graúdos da cultivar IAC Frida na safra das águas.....	72

Tabela 15 - Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira, e IC da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	74
Tabela 16 - Produtividade total de tubérculos frescos e teor de MS nos tubérculos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	78
Tabela 17 - Desdobramento da interação Ano x Época para a produtividade total de tubérculos frescos da cultivar IAC Frida na safra das águas	79
Tabela 18 - Teores de açúcar redutor e total, e amido nos tubérculos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.....	81
Tabela 19 - Desdobramento da interação Ano x Época para o teor de açúcar total da cultivar IAC Frida na safra das águas.....	82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Local e características das áreas experimentais.....	28
3.2	Cultivares utilizadas.....	28
3.3	Delineamento experimental e tratamentos.....	31
3.4	Instalação e condução dos experimentos.....	31
3.5	Coleta de plantas, preparo e acondicionamento das amostras...	36
3.6	Avaliações.....	37
3.6.1	Durante o período de desenvolvimento da cultura.....	37
3.6.1.1	Número de hastes por planta e comprimento da maior haste.....	37
3.6.1.2	Área foliar (AF) e índice de área (IAF) foliar.....	37
3.6.1.3	Número e massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos com calibre maior que 45 mm (gráudos).....	37
3.6.1.4	Acúmulo de matéria seca no resto da planta, tubérculos e na planta inteira.....	38
3.6.1.5	Índice de colheita (IC).....	38
3.6.2	No final do ciclo da cultura.....	38
3.6.2.1	Produtividade total de tubérculos frescos.....	38
3.6.2.2	Teores de matéria seca, açúcar redutor, açúcar total e amido nos tubérculos.....	39
3.7	Análise dos dados.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Cultivar Asterix.....	41
4.1.1	Avaliações durante o período de desenvolvimento da cultura....	41
4.1.1.1	Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF.....	41
4.1.1.2	Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos gráudos.....	45

4.1.1.3	Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira, e IC.....	51
4.1.2	Avaliações no final do ciclo de desenvolvimento da cultura.....	56
4.1.2.1	Produtividade total de tubérculos frescos, teores de MS, açúcar redutor e total, e amido nos tubérculos.....	56
4.2	Cultivar IAC Frida.....	63
4.2.1	Avaliações durante o período de desenvolvimento da cultura....	63
4.2.1.1	Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF.....	63
4.2.1.2	Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos graúdos.....	68
4.2.1.3	Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira, e IC.....	73
4.2.2	Avaliações no final do ciclo de desenvolvimento da cultura.....	77
4.2.3	Produtividade total de tubérculos frescos, teores de MS, açúcar redutor e total, e amido nos tubérculos.....	77
5	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICE A.....	96
	APÊNDICE B.....	96
	APÊNDICE C.....	97
	APÊNDICE D.....	97
	APÊNDICE E.....	98

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais importantes, populares e acessíveis no mundo. É fonte de carboidratos, proteínas, fibras, minerais e possui baixo teor de lipídeos. É considerada no Brasil a hortaliça de maior importância, com uma cadeia produtiva complexa e diversificada, e é conduzida sob diferentes níveis de tecnologia e infraestrutura, além de contribuir solidamente para a economia na geração de empregos e renda.

A batata pode ser preparada de diversas formas. Nos últimos anos, o consumo de batata processada aumentou, e no segmento de batata pré-frita congelada esse crescimento foi de 10% ao ano.

As formas mais comuns de processamento industrial de batata no Brasil são os palitos pré-fritos congelados (palitos), chips e palha. No segmento de palitos, a produção interna ainda é insuficiente, mas vem crescendo lentamente.

Nos últimos vinte anos, estabeleceram-se algumas unidades industriais de processamento de palitos no estado de Minas Gerais. Aproximadamente 60% da batata palito processada consumida no Brasil é produzida internamente, e 40% ainda provém de importação. No Brasil, as cultivares Asterix e Markies são as líderes nesse segmento.

Considerando que 40% do volume consumido sob a forma de palitos é produzido em outros países como a Argentina e países europeus, e utiliza cultivares estrangeiras, existe um enorme potencial genético e econômico para ser explorado no Brasil, que poderia atender os produtores rurais locais e favorecer a movimentação econômico-social, incentivar os programas de melhoramento genético nacionais, a pesquisa científica e a produção interna de material de propagação, que inclui os tubérculos-semente e os brotos-semente.

O Programa de Melhoramento Genético do Instituto Agrônomo (IAC) é um dos mais antigos do país. A cultivar IAC Frida (clone IAC 145.11) foi gerada por esse programa, originada do cruzamento das cultivares Asterix e Maria Bonita, e vem destacando-se na forma de palitos fritos. Essa cultivar possui elevado potencial produtivo, produz tubérculos graúdos e excessivamente graúdos, com formato alongado-cheio, que são bem aceitos por esse segmento industrial. Os teores de matéria seca dos seus tubérculos são altos, e os de açúcar redutor são baixos, que a torna adequada para o preparo na forma de fritura.

A cultivar holandesa Asterix possui elevado potencial produtivo de tubérculos graúdos. No Brasil, é uma das principais cultivares no segmento de palitos congelados.

Nos cultivos sob condições brasileiras da safra das águas (agosto a dezembro) ou da seca (janeiro a abril), as altas temperaturas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura favorecem o crescimento vegetativo excessivo da parte aérea, e reduzem o acúmulo de reservas nos tubérculos. Nessas situações, o uso de reguladores vegetais pode ser interessante, pela inibição da biossíntese de giberelina (GA) nas plantas, redução do porte aéreo e favorecimento na produtividade dos tubérculos. No Brasil, alguns estudos indicaram que a aplicação de proexadiona cálcica (PCA) em batata, reduziu a altura das plantas e alterou o padrão de distribuição nas classes de tamanho dos tubérculos (Oliveira *et al.*, 2021; Nunes, 2017). Já o estudo de Ellis, Knowles e Knowles (2019) mostrou que a aplicação de inibidor da síntese de GA em batata pode reduzir e uniformizar o tamanho dos tubérculos nas cultivares com o potencial de produção de tubérculos excessivamente graúdos. Contudo, esses trabalhos indicaram a necessidade de mais de uma aplicação do regulador vegetal durante a fase de desenvolvimento da planta, em decorrência do seu efeito inibitório curto e temporário. Além disso, os estudos a respeito da PCA enfatizaram as cultivares para o mercado fresco, existindo ainda a carência de informações para as cultivares destinadas ao uso industrial.

Portanto, objetivou avaliar os efeitos da aplicação isolada ou sequencial da PCA, sobre a dinâmica de acúmulo de matéria seca na planta, o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade dos tubérculos das cultivares de batata de uso industrial Asterix e IAC Frida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é nativa da América do Sul, da região dos Andes, próximo à divisa da Bolívia com o Peru, numa altitude de 3.800 metros acima do nível do mar. Historicamente, a sua domesticação ocorreu há aproximadamente 7.000 anos. Teve participação fundamental no desenvolvimento desses povos, e já nessa época contribuía para a segurança alimentar. Atualmente a batata é cultivada em mais de 150 países (FAO, 2009).

No ano de 2023, a produção mundial foi de 476 milhões de toneladas (t), numa área de 21,4 milhões de hectares com produtividade média de 33,8 t ha⁻¹. Os 10 países com maior produção de batata foram a China (93,5 milhões de t), Índia (60,1 milhões de t), Ucrânia (21,4 milhões de t), Estados Unidos (20,0 milhões de t) e Rússia (19,4 milhões de t). O Brasil ocupou a 18ª posição, com produção de 4,2 milhões de t, numa área de 123,4 mil ha e produtividade média de 33,9 t ha⁻¹ (FAO, 2025).

No Brasil, a batata é produzida em sete estados, e é considerada a hortaliça de maior importância econômica. Com base no ano de 2024, a produção e área plantada foram respectivamente: Minas Gerais com 1,4 milhões de toneladas, numa área de 39,4 mil hectares, Paraná com 699,0 mil toneladas em uma área de 25,4 mil hectares, São Paulo com 648,5 mil toneladas, em 19,1 mil hectares, Rio Grande do Sul com 444,2 mil toneladas, e 17,7 mil hectares, Bahia com 510,8 mil toneladas, em 10,5 mil hectares, Goiás com 267,4 mil toneladas, em 6,5 mil hectares, e Santa Catarina com 168,8 mil toneladas, em 5,7 mil hectares. Os três maiores estados produtores, ou seja, Minas Gerais, Paraná e São Paulo responderam por 34,2%, 16,7% e 15,5%, respectivamente da produção nacional (IBGE, 2025).

O comércio de batata *in natura* ainda representa 53,4% da produção nacional. Contudo, as mudanças do padrão, do tamanho e da estrutura familiar, aliado ao aumento das refeições 'fora do lar', contribuíram para o aumento do consumo de batata processada, sobretudo de palitos, e redução na aquisição de batata *in natura* (Shimoyama, 2024).

No segmento de batata industrializada sob a forma de palitos, 60% é produzida internamente e 40% é importada da Argentina e de países europeus. Dessa forma, o Brasil ainda é dependente da importação. Estima-se que essa importação anual seja de 300 mil toneladas, que corresponde a 600 mil toneladas *in natura*, produzida numa área de 15 mil ha (Shimoyama, 2024).

Atualmente, na produção nacional para a indústria de processamento predominam as cultivares estrangeiras. No segmento de palitos, as cultivares Asterix e Markies de origem holandesa são as mais utilizadas, pois possuem qualidades favoráveis (Fernandes *et al.*, 2010a; Shimoyama, 2015). A cultivar Asterix, produz tubérculos com elevado teor de matéria seca e formato alongado-cheio, que permite alto rendimento na forma de palitos. No entanto, o armazenamento em ambientes refrigerados favorece a reversão de amido à açúcar redutor, que é uma característica indesejável no processo de fritura (Asterix, 2001).

O Programa de Melhoramento Genético do Instituto Agrônomo (IAC) é um dos mais antigos no país, e existe desde meados de 1930. Um dos segmentos de pesquisa desse programa é direcionado para a geração de cultivares de batata adaptadas às condições agroecológicas brasileiras, com maior rusticidade e, portanto, menos exigentes em fertilização mineral e uso de pesticidas, adaptando-se ao cultivo com reduzido uso de insumos e à Agricultura Familiar (Factor *et al.*, 2017).

A cultivar IAC Frida, originada do cruzamento das cultivares Asterix e Maria Bonita obteve recentemente o registro como cultivar (MAPA, 2025). Ela tem se destacado pelo elevado potencial produtivo de tubérculos graúdos e excessivamente graúdos, com o formato alongado-cheio, favoráveis à produção de palitos. Apresenta os tubérculos com teores de matéria seca e de açúcar redutor adequados para o uso culinário de fritura. O teor de matéria seca nos tubérculos próximos a 21%, são considerados adequados à fritura (Vendruscolo; Zorzella, 2002) e de até 0,59% de açúcar redutor para a fritura na forma de palitos (Stark *et al.*, 2003)

A cultivar IAC Frida demonstrou um futuro promissor no segmento de batata palito, com qualidades favoráveis tais como formato de tubérculo, crocância, sabor neutro e aparência após o processo de fritura (Factor *et al.*, 2019).

No caso da batata, o produto de valor alimentício e comercial é resultado da capacidade de síntese total de carboidratos da planta e do direcionamento e armazenamento nos tubérculos. Em condições de cultivo brasileiras em que o plantio da batata ocorre de agosto a dezembro (safra das águas) ou de janeiro a abril (safra da seca), os valores de temperaturas são mais elevados quando comparados ao cultivo de inverno (plantio de maio a julho). Sob condições de cultivo que favorecem o crescimento vegetativo excessivo das plantas, pode haver redução da produtividade de tubérculos (Bodlander; Algra, 1966; Radwan; El-Fouly; Garas, 1971). Portanto, nessas condições, o uso de reguladores vegetais, principalmente dos inibidores da

síntese de GA pode ser promissor para a redução do porte das plantas de batata e aumento da produtividade de tubérculos.

Os inibidores da síntese de GA são compostos sintéticos que, em baixas concentrações podem reduzir a parte aérea da planta, sem alterar os padrões de desenvolvimento ou provocar a fitotoxidez (Weaver, 1982; Arteca, 1995; Clealand, 1996; Rademacher, 2000; Fagan *et al.*, 2015). As giberelinas (GAs) são os principais hormônios vegetais responsáveis pelo alongamento celular. As GAs são compostos orgânicos tetracíclicos que estimulam o crescimento longitudinal de inúmeras espécies vegetais, pelo aumento da plasticidade das paredes celulares e transformação do amido em açúcares, que favorecem a entrada de água nas células, e promovem o seu alongamento (Taiz *et al.*, 2017).

Dentre as 136 GAs reconhecidas, apenas algumas (GA₁, GA₃, GA₄ e GA₇) atuam nas atividades biológicas, sendo que a maioria são precursoras ou formas catabólicas. A biossíntese da GA ocorre em três etapas, associadas com a natureza das enzimas envolvidas e a localização na célula. A etapa inicial ocorre nos plastídeos, e envolve as enzimas terpeno ciclases na transformação do geranilgeranildifosfato (GGPP) em ent-caureno. A etapa mediana corresponde a ação das monooxigenases no retículo endoplasmático, na qual o ent-caureno é convertido em GA₅₃ por inúmeras reações. E a última etapa ocorre no citosol, quando a GA₁₂ e GA₅₃ formam as GA₃₄ e GA₈, respectivamente, após reações na cadeia carbônica (Rademacher, 2015; Taiz *et al.*, 2017; Fagan *et al.*, 2015).

A PCA é um dos inibidores da síntese de GA utilizados para reduzir o porte de árvores frutíferas, e usada na redução de acamamento de plantas nas culturas de arroz, cereais e outras gramíneas. A sua ação ocorre na última fase da biossíntese de GA, pela inibição das enzimas (Vieira *et al.*, 2010; Rademacher; Bucci, 2002), e representa um dos grupos mais importantes desses reguladores vegetais (Rademacher, 2015). Quase a totalidade das plantas superiores respondem na redução da parte aérea, pelo tratamento com os reguladores desse grupo. Contudo, a PCA demonstrou uma baixa eficiência inibitória da biossíntese de GA produzido pelo fungo *G. fujikuroi*, que evidencia as diferentes vias de produção de GA em vegetais e fungos (Rademacher, 2000).

O plantio de batata em épocas quentes do ano pode induzir ao aumento do crescimento vegetativo, diminuindo a produção de tubérculos na planta.

A inibição do crescimento das plantas de batata pelo uso dos inibidores da síntese de GA pode favorecer um maior acúmulo dos fotoassimilados nos tubérculos e aumentar o rendimento produtivo (Balamani; Poovaiah, 1985; Prakash; Chetti; Patil, 2001). Entretanto, cada genótipo de batata pode responder de maneira particular ao uso desses reguladores vegetais (Harvey *et al.*, 1991; Ellis; Knowles; Knowles, 2019). Nunes (2017) aplicou doses crescentes de diferentes inibidores de síntese de GA, após a tuberização da batata e obteve aumento na produtividade comercial da cultivar Mondial, e redução na produtividade comercial da cultivar Agata. Esse autor verificou que a PCA reduziu a qualidade pós-colheita dos tubérculos da cultivar Agata, e o paclobutrazol foi o mais eficiente na redução do crescimento da parte aérea das plantas e na manutenção da qualidade pós-colheita dos tubérculos.

A época de aplicação do regulador vegetal pode modificar a dinâmica de desenvolvimento dos tubérculos. Quando realizou-se mais de uma aplicação de PCA, a partir do início de tuberização da cultivar Mondial, utilizando a dose de 100 g ha⁻¹, promoveu aumento na produtividade de tubérculos de menor tamanho, devido ao aumento no número de tubérculos por planta (Oliveira *et al.*, 2021). Num estudo realizado no exterior com a cultivar Bondi, utilizada para fins de processamento industrial na forma de palitos e que produz tubérculos excessivamente graúdos, a aplicação de paclobutrazol na fase de pré-tuberização reduziu o desenvolvimento da parte aérea da planta, aumentou o número de tubérculos por planta e reduziu o tamanho médio dos tubérculos, sem alterar a produtividade (Ellis; Knowles; Knowles, 2019). Nesse mesmo estudo, quando o paclobutrazol foi aplicado na fase de tuberização, houve redução no porte das plantas. No entanto, não houve alteração no número, tamanho e produtividade de tubérculos. Esse estudo confirma a particularidade dos resultados dos diferentes reguladores vegetais, assim como a influência da dose utilizada e da fase fenológica aplicada.

Por outro lado, os resultados do uso de inibidores da síntese de GA nem sempre são positivos. Pavlista (2013) obteve aumento de até 20% na produtividade de tubérculos da cultivar Russet Burbank, com a aplicação de PCA em diferentes fases fenológicas dos tubérculos, à partir do início da tuberização. Contudo, nesse trabalho o uso do regulador vegetal aumentou a intensidade de tubérculos deformados. O uso dos inibidores da síntese de GA em culturas anuais ou perenes apresentaram resultados positivos em inúmeros países. Contudo, o número de estudos nesse segmento de pesquisa ainda é reduzido no Brasil e, portanto, os

benefícios e as limitações são pouco divulgados (Tavares; Lucchesi, 1999; Nunes, 2017; Oliveira *et al.*, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos de campo com as cultivares Asterix e IAC Frida foram conduzidos na safra das águas de 2022 e 2023, e na safra da seca de 2023 e 2024.

3.1 Local e características das áreas experimentais

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), da UNESP, Campus de Botucatu, SP, localizada nas coordenadas geográficas 22° 51' 5" S, 48° 26' 30" W e 776 m de altitude. O clima predominante da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa (tropical de altitude) com verão quente e úmido e inverno seco (Lombardi Neto; Drugovich, 1994). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (Santos *et al.*, 2013). As temperaturas máximas, mínimas, precipitação e irrigação durante os ensaios estão apresentados na Figura 1.

3.2 Cultivares utilizadas

A cultivar holandesa Asterix possui elevado potencial produtivo de tubérculos graúdos, com pele vermelha de aspereza média, de formato oval a alongado, olhos superficiais e polpa amarela clara. Possui aptidão culinária para o cozimento e para a fritura. É bastante utilizada pelas indústrias européia e brasileira para a produção de batata palito. Possui resistência moderada à requeima e à sarna comum (Asterix, 2001; Pádua *et al.*, 2011).

A cultivar IAC Frida foi originada do cruzamento das cultivares Asterix e Maria Bonita. Possui potencial elevado de produção de tubérculos graúdos e excessivamente graúdos, de coloração de película e de polpa brancas. Essa cultivar possui características favoráveis ao processamento na forma de palitos pré-fritos congelados, e apresentou boa aceitação por produtores familiares (Factor *et al.*, 2019, 2021).

Figura 1 - Temperaturas máximas, mínimas, precipitação e irrigação registradas durante as safras das águas e da seca em dois anos de cultivo, em Botucatu, SP. a e b: safra das águas de 2022 e 2023, respectivamente; c e d: safra da seca de 2023 e 2024, respectivamente.

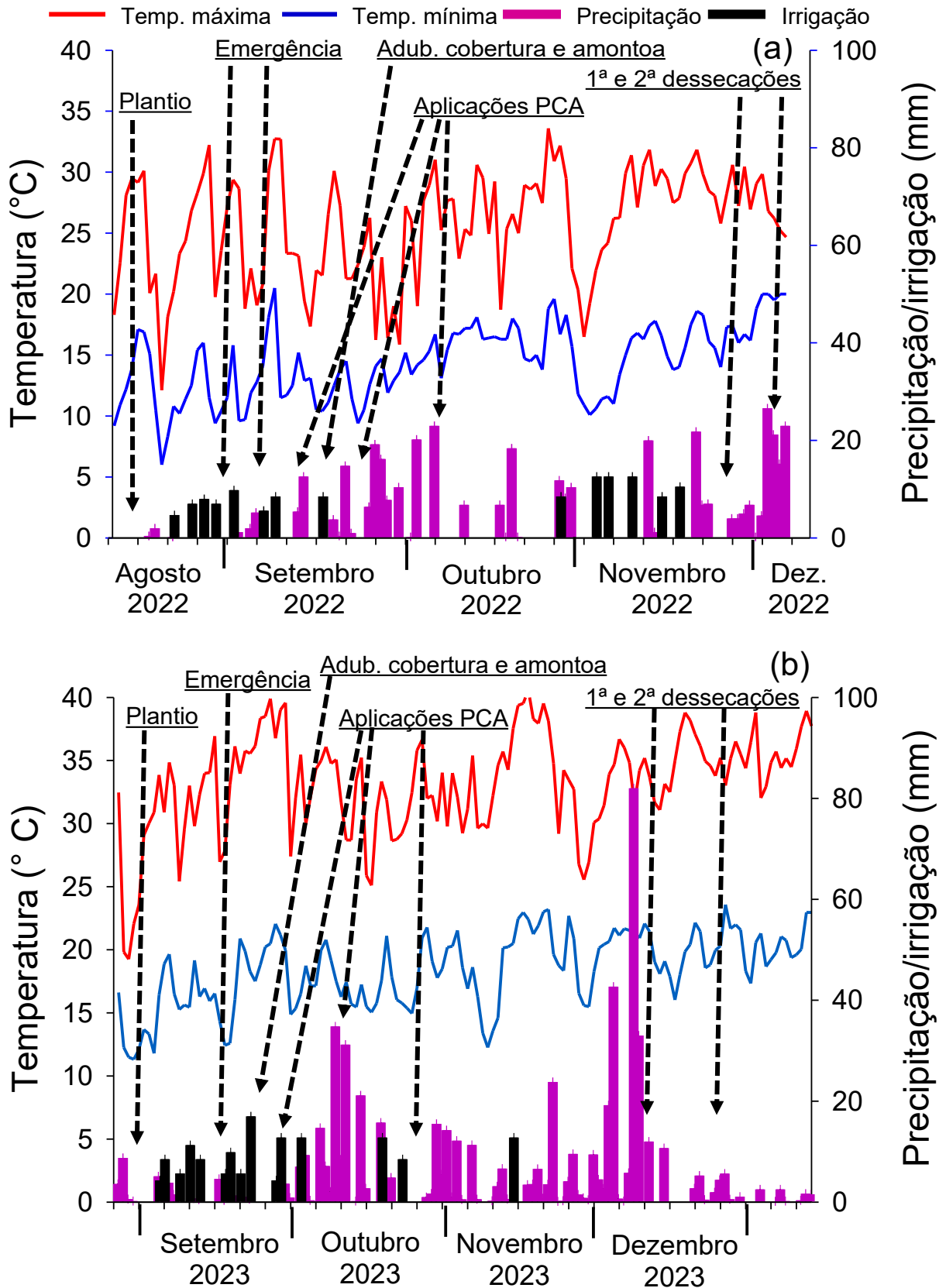
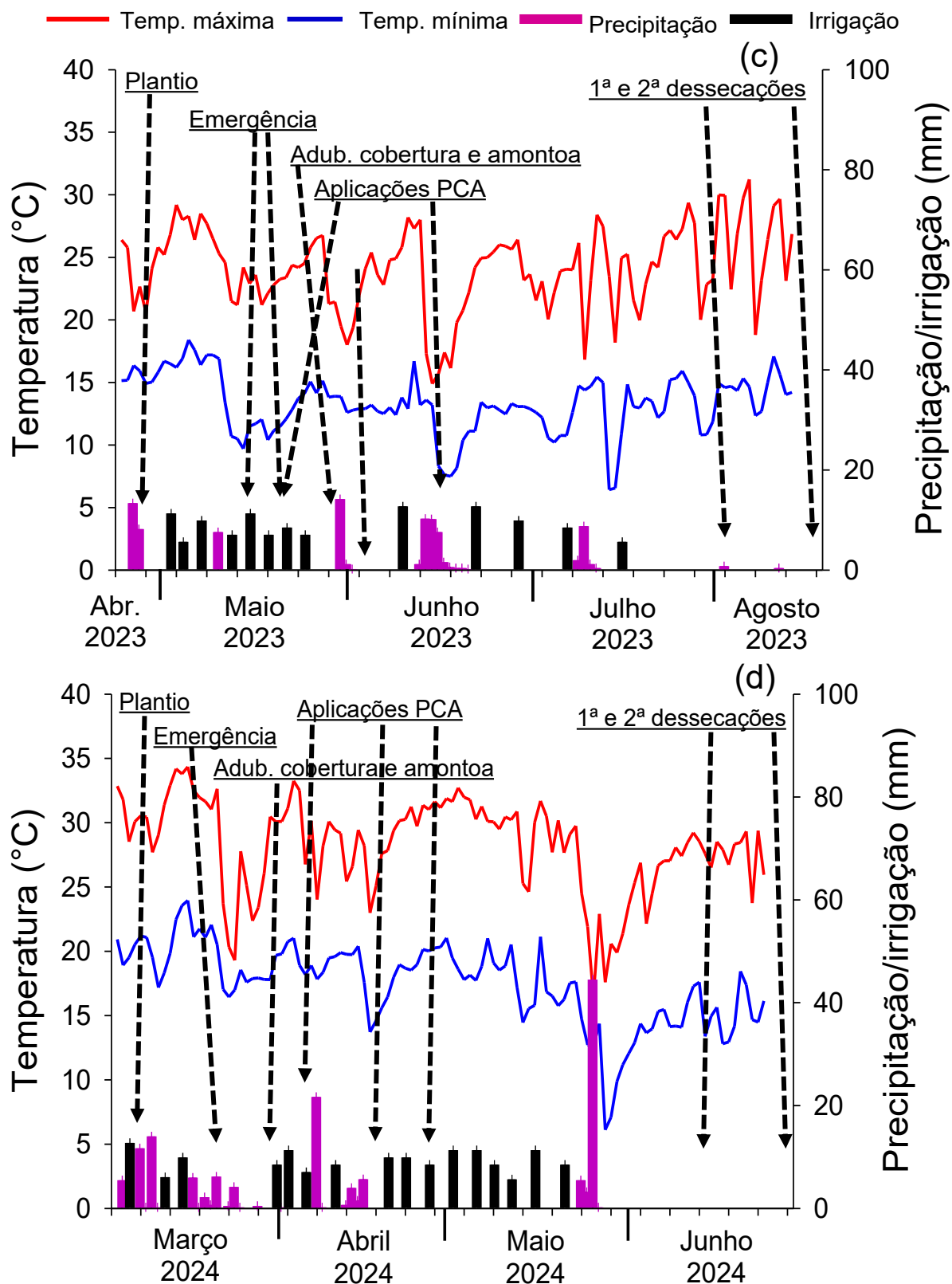


Figura 1 - Temperaturas máximas, mínimas, precipitação e irrigação registradas durante as safras das águas e da seca em dois anos de cultivo, em Botucatu, SP. a e b: safra das águas de 2022 e 2023, respectivamente; c e d: safra da seca de 2023 e 2024, respectivamente (continuação).



Fonte: ciiagro (<http://www.ciiagro.org.br/diario/cperiodo>).

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Para cada cultivar, o delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por quatro manejos de aplicação da PCA, sendo elas: 1 – controle, sem aplicação de regulador, 2 – aplicação de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30 DAP (1ap), 3 – aplicação de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30 e 41 DAP (2ap) e 4 – aplicação de 100 g ha⁻¹ do i.a. aos 30, 41 e 54 DAP (3ap). As subparcelas foram representadas por oito épocas de coletas de planta (30, 41, 54, 67, 82, 95, 101 e 115 DAP). Além disso, para se avaliar a produtividade final e os parâmetros de qualidade foram incluídas mais duas subparcelas extras, dessecadas em duas épocas diferentes (tradicional e tardia), ou seja, aos 100 e 115 DAP, e colhidas aos 116 e 125 DAP, respectivamente. Nessas subparcelas extras foram colhidos os tubérculos de oito plantas.

Cada parcela foi composta de 4 fileiras de plantas de 15,4 m de comprimento, totalizando 176 plantas. As subparcelas 30, 41, 54, 67, 82, 95, 101 e 115 DAP foram compostas pela coleta de 4 plantas, e as plantas adjacentes que não foram coletadas, foram mantidas como bordadura. A batata foi plantada no espaçamento de 0,8 m entre fileiras e de 0,35 m entre plantas na fileira.

O regulador vegetal utilizado foi a PCA, que teve como fonte o produto comercial Viviful. A aplicação do regulador vegetal foi realizada com pulverizador costal elétrico, numa vazão constante de calda de 200 L ha⁻¹ (4 L minuto⁻¹) e pressão máxima constante de 40 Bar, equipado com uma barra de cinco bicos do tipo leques, onde manteve-se à altura da barra a 0,2 m do dossel das plantas de batata. No tratamento controle, as plantas foram pulverizadas apenas com água.

3.4 Instalação e condução dos experimentos

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas na profundidade de 0 - 0,2 m, para a determinação das características químicas do solo (Raij *et al.*, 1997), conforme indicada na Tabela 2.

Foi realizada a calagem no segundo ano da safra das águas, na dose de 2,5 t ha⁻¹, e na safra da seca (1º e 2º anos), nas doses de 2,0 e 2,7 t ha⁻¹, respectivamente. A calagem foi realizada utilizando calcário dolomítico com PRNT 90%, de acordo com a metodologia descrita por Cantarella *et al.* (2022), onde o valor da saturação em bases (V₂) foi elevada a 70%.

Em todas as áreas o preparo do solo ocorreu pela sequência de três gradagens pesadas e três gradagens intermediárias.

Antecedendo o plantio, foi realizado o sulcamento com o equipamento sulcador tratorizado, numa profundidade de 0,1 m, espaçadas de 0,8 m entre os sulcos.

A adubação da cultura foi realizada com base na análise de solo e nas recomendações de Feltran *et al.* (2022), com ajustes nas formas de aplicação, visando uma produtividade esperada de 31-45 t ha⁻¹ de tubérculos. No plantio foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio, 20% N), 500 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato triplo, 45% P₂O₅), 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio, 60% K₂O) e 0,5 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico, 17% B). Após a distribuição manual dos fertilizantes nos sulcos, estes foram incorporados (misturados) ao solo. Em seguida, foram distribuídos os tubérculos-semente, e os mesmos receberam pulverização com defensivos agrícolas, para o controle de rizoctoniose, sarna-comum, nematóides e larva-alfinete (Tabela 2). Utilizou-se tubérculos-semente, tipo II (40 a 50 mm) da cultivar IAC Frida e tubérculos-semente tipo III (30-40 mm) da cultivar Asterix. Os tubérculos-semente da cultivar Asterix foram provenientes de produtores regionais e da cultivar IAC Frida do Serviço Regional de Pesquisa de Itararé (SRP Itararé). Posteriormente, os sulcos foram cobertos com solo.

O tratamento fitossanitário dos tubérculos-semente, pulverização no sulco de plantio e via foliar nos quatro ensaios foram realizados de acordo com a Tabela 2. No segundo ano das safras das águas e da seca foi utilizada a mistura de *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *B. megaterium* e *Trichoderma harzianum*, aplicados no sulco de plantio.

O plantio ocorreu em 12/08/2022 e 01/09/2023 na safra das águas e em 25/04/2023 e 05/03/2024 na safra da seca. A emergência da cultura ocorreu entre 15 e 26 dias após o plantio (DAP) na safra das águas e entre 16 e 28 DAP a safra das secas. A adubação de cobertura foi realizada na dose de 70 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio, 20% de N), 100 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio, 60% de K₂O) e 0,5 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico, 17% B), durante a fase inicial de tuberização (entre 20 e 34 DAP), aplicando-se as quantidades de fertilizantes recomendadas por Feltran *et al.* (2022) para a expectativa de produtividade de 31-45 t ha⁻¹. O fertilizante foi distribuído manualmente ao lado da base das plantas e, em seguida, foi realizada a amontoa.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo das áreas experimentais nas safras das águas e da seca na profundidade de 0 – 0,2 m durante dois anos de cultivo, Botucatu (2025).

Características químicas	Safra das águas		Safra da seca	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
pH (CaCl ₂)	5,4	4,4	5,1	4,4
M.O. (g dm ⁻³)	33,0	25,0	26,0	20,0
P _{resina} (mg dm ⁻³)	8,0	8,0	11,0	9,0
K (mmol _c dm ⁻³)	4,7	5,5	5,4	4,3
Ca (mmol _c dm ⁻³)	33,0	21,0	30,0	20,0
Mg (mmol _c dm ⁻³)	16,0	9,0	12,0	11,0
S (mg dm ⁻³)	7,0	21,0	14,0	13,0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	31,0	51,0	45,0	50,0
CTC (mmol _c dm ⁻³)	84,0	87,0	92,0	86,0
V% (%)	64,0	41,0	51,0	42,0
B (mg dm ⁻³)	0,2	0,2	0,5	0,2
Cu (mg dm ⁻³)	7,8	8,4	10,0	9,6
Fe (mg dm ⁻³)	23,0	28,0	22,0	23,0
Mn (mg dm ⁻³)	43,3	61,5	41,5	44,8
Zn (mg dm ⁻³)	1,5	11,4	3,3	2,5

Fonte: Agrilab (2022, 2023)

No primeiro ano dos experimentos de ambas as safras (águas e seca), a amontoa foi realizada de forma manual com o uso de enxada. No segundo ano de cultivo da safra das águas utilizou-se uma aiveca (cultivador tracionado por trator) para revolver o solo das entrelinhas e, em seguida, a amontoa foi finalizada com o uso de enxada manual. No segundo ano da safra das secas, a amontoa foi realizada com fresadora acoplada ao trator e, em seguida, usou-se enxada manual para corrigir certas imperfeições das leiras.

A batata foi cultivada adotando-se sistema de irrigação por aspersão. Na safra das águas, o primeiro e segundo anos de cultivo foram irrigados 14 vezes e total de 120 mm de água, e 15 vezes e total 140 mm, respectivamente. Para a safra da seca,

a irrigação foi realizada por 13 vezes e total de 118 mm, e 16 vezes e total de 149 mm, respectivamente, para o primeiro e segundo anos de cultivo.

Ao final do ciclo foi realizada a dessecação da parte aérea das plantas, com o uso do dessecante diquat, na dose de 2,5 L ha⁻¹ nas subparcelas, de acordo com os tratamentos, ou seja, uma subparcela foi dessecada aos 100 DAP e a outra aos 115 DAP, e a colheita dos tubérculos foi realizada aos 116 e 125 DAP, respectivamente.

Tabela 2 – Defensivos agrícolas utilizados no manejo fitossanitário da cultura da batata.

Ordem	Forma de uso	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g ou ml ha ⁻¹ i.a.)
1	TS ⁽¹⁾	Tiametoxan	12,5
		Metiram	1650
		Piraclostrobina	150
2	PS ⁽²⁾	Fluazinam	1500
		Fluopiram	500
		Clorpirifós	1920
		Biológico	2000
3	PF ⁽³⁾	Metribuzin	720
4	PF	Deltametrina	4
		Mancozebe	2400
5	PF	Metiram	1650
		Piraclostrobina	150
		Tiametoxan	22,5
		Lambda-cialotrina	17
6	PF	Dimetomorfe	400
		Clorfenapir	180
7	PF	Mancozebe	1600
		Metalaxyl – M	100
		Tiametoxan	14
		Lambda – cialotrina	10,6
		Boscalida	75
8	PF	Cloridrato de propamocarbe	1444
		Metiram	1650
		Piraclostrobina	150
		Clorfenapir	180

⁽¹⁾TS: tratamento de sementes; ⁽²⁾PS: pulverização no sulco; ⁽³⁾PF: pulverização foliar.

Tabela 2 – Defensivos agrícolas utilizados no manejo fitossanitário da cultura da batata. (continuação)

Ordem	Forma de uso	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g ou ml ha ⁻¹ i.a.)
8	PF	Cloridrato de propamocarbe	1444
		Metiram	1650
		Piraclostrobina	150
		Clorfenapir	180
9	PF	Mancozebe	1600
		Metalaxil -M	100
		Trifloxistrobina	75
		Tebuconazol	150
		Tiametoxan	14
		Lambda-cialotrina	10,6
10	PF	Clorotalonil	1485
		Dimetomorfe	400
		Espinetoram	50
11	PF	Oxicloreto de cobre	672
		Mancozebe	1280
		Cimoxanil	160
		Cloretos de etilbenzalcônios e de benzalcônios	112
		Deltametrina	4
12	PF	Mancozebe	1600
		Metalaxyl – M	100
		Trifloxistrobina	75
		Tebuconazol	150
		Cloretos de etilbenzalcônios e de benzalcônios	112
		Espinetoram	50
		Azoxistrobina	80
13	PF	Difeconazol	50
		Dimetomorfe	400
		Oxicloreto de cobre	672
		Casugamicina	70
		Abamectina	18
		Óleo mineral	189

⁽¹⁾TS: tratamento de sementes; ⁽²⁾PS: pulverização no sulco; ⁽³⁾PF: pulverização foliar.

Tabela 2 – Defensivos agrícolas utilizados no manejo fitossanitário da cultura da batata. (continuação)

Ordem	Forma de uso	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g ou ml ha ⁻¹ i.a.)
14	PF	Fluazinam	500
		Casugamicina	70
		Deltametrina	4
		Oxicloreto de cobre	672
15	PF	Azoxistrobina	80
		Difeconazol	50
		Boscalida	75
		Abamectina	18
		Óleo mineral	189
16	PF	Trifloxistrobina	75
		Tebuconazol	150
		Mancozebe	2800
		Clorfenapir	180
17	PF	Diquat	500
18	PF	Azoxistrobina	80
		Difeconazol	50
		Deltametrina	4
19	PF	Fluazinam	500
		Abamectina	18
		Óleo mineral	189
20	PF	Diquat	500

⁽¹⁾TS: tratamento de sementes; ⁽²⁾PS: pulverização no sulco; ⁽³⁾PF: pulverização foliar.

3.5 Coleta das plantas, preparo e acondicionamento das amostras

As coletas foram realizadas aos 30, 41, 54, 67, 82, 95, 101 e 115 DAP no período da manhã. Para as coletas foi adotado o critério de amostragem de plantas que tinham plantas competitivas de todos os lados, e visualmente sadias. Após a coleta, as plantas foram levadas ao Laboratório de Matérias Primas do Centro de Raízes e Amidos Tropicais da Unesp (CERAT), e as partes da planta quando presentes, foram lavadas em água corrente de torneira, separadas em tubérculos-mãe, tubérculos e resto da planta (hastes+folhas+raízes+estolões) e avaliadas (avaliações no material fresco).

Todas as partes da planta foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por pelo menos 96 horas ou até atingir a massa constante e avaliadas em balança (avaliações no material seco).

3.6 Avaliações

3.6.1 Durante o período de desenvolvimento da cultura

3.6.1.1 Número de hastes por planta e comprimento da maior haste

Das plantas coletadas dos 30 aos 115 DAP foram contabilizados o número de hastes por planta. O comprimento da maior haste foi obtido pelo uso de trena graduada determinando-se a distância entre a base e o ápice da haste (esticada) de maior comprimento de duas plantas, coletadas dos 30 aos 95 DAP.

3.6.1.2 Área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF)

As plantas coletadas dos 30 aos 95 DAP foram direcionadas para a avaliação da área foliar. As folhas de uma das plantas coletadas, foram destacadas da haste principal da planta, pesadas e conduzidas para a medição da AF, no integrador de área foliar de bancada LICOR modelo 3100C. Esse valor de AF obtido em uma planta foi extrapolado para as 4 plantas coletadas e determinou-se o valor médio de AF por planta.

O valor do IAF foi obtido pela divisão do valor médio de área foliar obtido por planta, dividido pela área ocupada por uma planta (0,28 m²).

3.6.1.3 Número e massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos com calibre maior que 45 mm (gráudos)

Nas avaliações onde ocorreram a presença de tubérculos, foi contabilizado o número médio de tubérculos por planta. Para a avaliações de número e peso de tubérculos, e produtividade total de tubérculos frescos, as avaliações ocorreram dos 41 aos 125 DAP, e para a produtividade de tubérculos gráudos, as avaliações foram dos 54 aos 125 DAP. Em seguida, os tubérculos foram pesados e a massa obtida (kg) foi transformada em produtividade total (t ha⁻¹) e de tubérculos gráudos (t ha⁻¹). A

massa média de tubérculos foi obtida pela relação entre a massa total e o número total de tubérculos da subparcela.

3.6.1.4 Acúmulo de matéria seca no resto da planta, tubérculos e na planta inteira

As plantas coletadas foram separadas em tubérculos-mãe, tubérculos (quando presentes), resto da planta (hastes+folhas+raízes+estolões) e conduzidas a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, por pelo menos 96 horas, ou até a obtenção de massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas, para a obtenção da massa de matéria seca (MS) nas respectivas partes já informadas. O acúmulo de MS na planta inteira foi obtido pela soma das quantidades de MS acumulada em todas as partes da planta.

As avaliações foram realizadas dos 30 aos 115 DAP para a MS acumulada no resto da planta, dos 41 aos 125 DAP para a MS acumulada nos tubérculos, e de 30 aos 125 DAP para a MS acumulada na planta inteira.

3.6.1.5 Índice de colheita (IC)

O IC foi calculado dos 41 aos 125 DAP, dividindo-se os dados de acúmulo de MS nos tubérculos e pelo acúmulo de MS na planta inteira.

3.6.2 No final do ciclo da cultura

Essas avaliações foram realizadas por meio dos tubérculos colhidos aos 116 e 125 DAP de oito plantas nas subparcelas dessecadas aos 100 e 115 DAP, respectivamente.

3.6.2.1 Produtividade total de tubérculos frescos

Nas avaliações das subparcelas dessecadas aos 100 e 115 DAP, os tubérculos foram pesados e a massa obtida (kg) foi transformada em produtividade total (t ha^{-1}).

3.6.2.2 Teores de matéria seca, açúcar redutor, açúcar total e amido nos tubérculos

Para essa avaliação foram amostrados os tubérculos graúdos, os quais foram pesados (massa fresca), fatiados e secos em estufa com circulação de ar forçada, a 65 °C por pelo menos 96 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas (massa seca) e o teor de matéria seca (% MS) foi obtido pela relação entre a massa seca e fresca das amostras.

As amostras secas foram moídas em moinho tipo Wiley e submetidas as análises dos teores de açúcares e amido. Para determinar o açúcar redutor, uma amostra de 1 g recebeu 50 ml de água destilada e foi agitada e aquecida a 65 °C por 30 minutos. Após o resfriamento, os açúcares redutores foram quantificados usando a metodologia de Somogyi adaptada por Nelson (1944).

Para avaliação do teor de açúcar total, amostras de 500 mg receberam 30 mL de etanol e 30 mL de água destilada. Essa suspensão foi agitada e aquecida a 60-65 °C por 1 hora. Em seguida, 1 mL de HCl foi adicionado e a suspensão foi agitada por mais 1 hora na mesma temperatura. Posteriormente, o teor de açúcar total foi determinado usando a metodologia de Somogyi adaptada por Nelson (1944). O teor de amido foi determinado em amostras de 200 mg que receberam 42 mL de água destilada, 100 µL de enzima alfa-amilase e 1 mL de tampão acetato de sódio 2 mol/L (pH 5,35). Esta suspensão foi agitada por 2 horas a 90 °C. A temperatura foi reduzida para 50 °C e 100 µL da enzima amiloglucosidase foram adicionados. A suspensão foi agitada novamente por 2 horas a 55 °C. O teor de açúcar foi quantificado usando a metodologia Somogyi adaptada por Nelson (1944), e o teor de amido foi calculado multiplicando o teor de açúcar por um fator de 0,9 (Mota *et al.*, 2020). Os dados sobre o teor de açúcar redutor, açúcar total e amido foram expressos em porcentagem (%). Os resultados foram expressos na base seca em %.

3.7 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) de maneira individual para cada genótipo de batata nas safras das águas e da seca. Os efeitos dos fatores anos de cultivo e formas de aplicação da PCA foram avaliados pelo teste LSD ($p < 0,05$), por meio do programa estatístico Sisvar, enquanto os efeitos das épocas de coleta foram avaliados por análises de regressão ($p < 0,05$), com o uso do

software SigmaPlot 10.0. Independentemente da ANOVA indicar efeito significativo para as épocas de coleta, realizou-se o ajuste de equações de regressão para todas as variáveis analisadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultivar Asterix

4.1.1 Avaliações durante o período de desenvolvimento da cultura

4.1.1.1 Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF

Na safra das águas, o número de hastes por planta foi influenciado pelos fatores ano (A) e PCA (Tabela 3). No segundo ano, o número de hastes por planta foi maior do que no primeiro ano. Além disso, o tratamento controle apresentou maior número de hastes do que os tratamentos que receberam duas ou três aplicações de PCA.

Tabela 3 - Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca, Botucatu (2025).

Tratamentos	Número de hastes		Comprimento maior haste		AF		IAF	
	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	hastes planta ⁻¹		cm		cm ² planta ⁻¹			
Ano								
1°	2,6 b	1,6 b	42,8 b	55,8	4416 a	4695 a	1,6 a	1,7 a
2°	4,4 a	3,4 a	63,8 a	76,9	4600 a	4458 a	1,6 a	1,6 a
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	3,7 a	2,4 a	54,7 a	68,3	4514 a	4550 a	1,6 a	1,6 a
1ap	3,6 ab	2,4 a	52,9 a	66,7	4780 a	4508 a	1,7 a	1,6 a
2ap	3,4 bc	2,5 a	51,4 a	64,8	4408 a	4793 a	1,6 a	1,7 a
3ap	3,3 c	2,3 a	54,3 a	65,5	4331 a	4455 a	1,5 a	1,6 a
ANOVA								
Ano (A)	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
PCA	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	16,65	25,77	19,46	17,98	48,75	27,00	49,41	26,77
CV subparcela (%)	14,13	21,83	9,89	14,73	44,47	44,87	44,50	44,68

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) (p<0,05).

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

Na safra da seca, o número de hastes por planta foi influenciado apenas pelo ano de cultivo, tendo sido maior no segundo ano (Tabela 3). Não foi verificado o efeito

do PCA no número de hastes por planta, corroborando com os resultados observados por Nunes (2017) com a cultivar Mondial.

O maior número de hastes por planta no segundo ano de cultivo de ambas as safras (Tabela 3) pode estar associado à condição fisiológica de brotação do tubérculo-semente, segundo as considerações de Bisognin e Streck (2009).

O número médio de hastes por planta da cultivar Asterix foi de 2,9 (Tabela 3), próximo ao valor de 2,5 encontrado por Feltran e Lemos (2005). Fernandes *et al.* (2010b) obtiveram valor de 6,3 hastes por planta e Silva *et al.* (2018) de 6,2, enquanto que para Hoque *et al.* (2024) foi de 7,4 hastes por planta, o que pode estar associado à idade fisiológica ou ausência de dominância apical do tubérculo-semente. O elevado número de hastes de uma planta pode conduzir a produção de um maior número de tubérculos de menor calibre e, em alguns casos, com reflexos negativos na produtividade (Silva *et al.*, 2018).

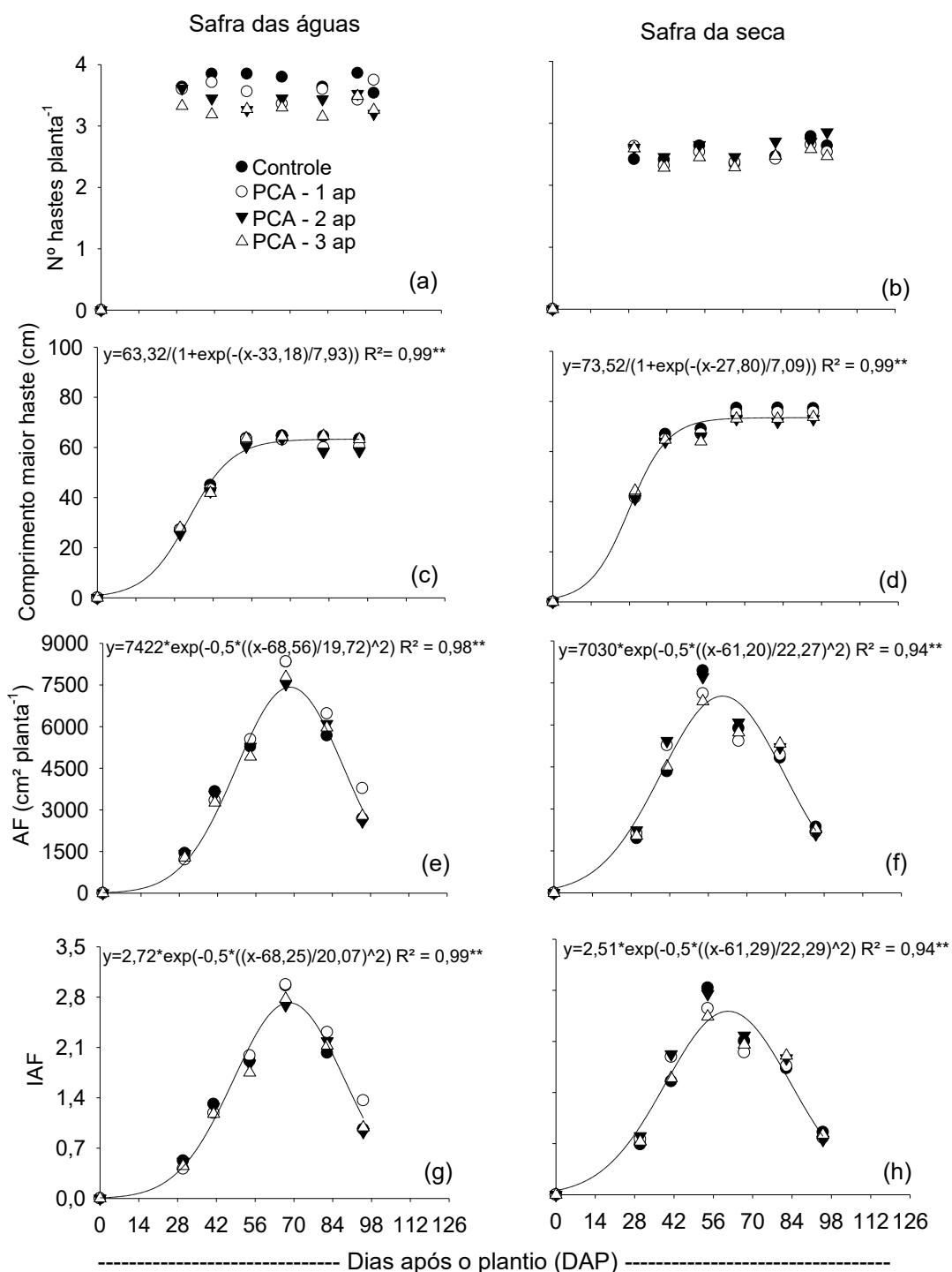
Nenhuma equação de regressão se ajustou aos dados de número de hastes por planta em ambas as safras estudadas (Figuras 2a, b).

Com relação ao comprimento da maior haste, as diferenças significativas foram observadas para ano e manejo de PCA na safra das águas, enquanto que na safra da seca as diferenças estatísticas foram verificadas para ano de cultivo, época de coleta (E), e pela interação PCA e ano (Tabela 3).

Na safra das águas, as plantas cultivadas durante o segundo ano apresentaram hastes mais compridas do que no primeiro ano (Tabela 3).

Na safra da seca, as plantas apresentaram as hastes mais compridas no segundo ano, e observou-se interação entre ano e manejo de PCA (Tabela 3). No segundo ano de cultivo, o comprimento das hastes no tratamento que recebeu apenas uma aplicação de PCA foi maior do que nos tratamentos com duas e três aplicações do regulador vegetal (Tabela 4). No estudo de Oliveira *et al.* (2021), apenas as maiores doses de PCA resultaram na redução do porte das plantas. Em outros casos, o uso de PCA não teve influência no comprimento da maior haste das plantas (Nunes, 2017). No estudo de Digby e Dyson (1973), o uso do inibidor da síntese de GA, cloreto de chlormequat apresentou resultado positivo na redução do comprimento da maior haste apenas em condições de dias curtos, sendo que em condições de dias longos não provocou alterações no porte das plantas.

Figura 2 - Número de hastes por planta (a, b), comprimento da maior haste (c, d), AF (e, f) e IAF (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



Legenda: Controle: sem aplicação de PCA; PCA – 1 ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; PCA – 2 ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; PCA – 3 ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

No presente estudo, verificou-se que as hastes principais das plantas cresceram até os 68 DAP na safra das águas e até os 66 DAP na safra da seca, atingindo os valores de 63,6 e 73,7 cm respectivamente, e após esse período o crescimento das hastes cessou (Figuras 2c-d).

Tabela 4 - Desdobramento da interação PCA x Ano para o comprimento da maior haste da cultivar Asterix na safra da seca.

PCA ⁽¹⁾	Comprimento da maior haste (cm)	
	1º ano	2º ano
Controle	58,4 bA	78,3 aAB
1ap	52,4 bA	81,0 aA
2ap	55,5 bA	74,1 aB
3ap	56,9 bA	74,1 aB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

O maior valor médio de comprimento da maior haste de 73,7 cm observado na safra da seca (Figura 2) superou os valores de 52-58 cm obtidos por outros autores (Fernandes *et al.*, 2010b; Feltran e Lemos 2005; Silva *et al.*, 2018). No geral, plantas mais vigorosas, com a parte aérea mais desenvolvida potencializam até determinado ponto o aumento na produtividade de tubérculos (Silva *et al.*, 2020). No entanto, hastes muito longas também favorecem o acamamento ou ocorrência de injúrias, aumentando a incidência de doenças como canela-preta (Lopes, 2011).

A AF das plantas e o IAF foram influenciados significativamente apenas pelas épocas de coleta de plantas, indicando que as formas de aplicação de PCA não foram eficientes em alterar o desenvolvimento foliar das plantas (Tabela 3). De forma semelhante, Tavares e Lucchesi (1999) não observaram diferença na AF da cultivar Achat, quando avaliaram a influência de diferentes reguladores vegetais sobre o desenvolvimento das plantas.

Em ambas as safras, a AF das plantas e o IAF aumentaram após a emergência, atingindo seus valores máximos na safra das águas e da seca entre 60-70 DAP (Figuras 2e-h). Silva *et al.* (2023) obtiveram valores semelhantes aos 60 DAP para a cultivar Asterix.

Em geral, os genótipos exibem comportamentos diferentes em resposta à aplicação de reguladores vegetais (Harvey *et al.*, 1991; Ellis; Knowles; Knowles, 2019). Nunes (2017) verificou que a aplicação de PCA aumentou a AF das plantas tratadas em comparação a outros reguladores vegetais avaliados. Esse autor verificou que a aplicação de PCA não diminuiu o IAF da cultivar Mondial, mas a aplicação de paclobutrazol diminuiu o IAF da cultivar Agata. O paclobutrazol é inibidor da síntese de GA, cujo mecanismo de ação é mais amplo, em comparação ao PCA (Rademacher, 2015).

Os estudos indicaram que a redução da AF pode ser vantajosa para a economia de pesticidas, água e de fertilizantes nitrogenados e potássicos (Cogo *et al.*, 2006), além de modificar a relação fonte/dreno das plantas, aumentando o direcionamento de fotoassimilados para os tubérculos e favorecendo um cultivo mais agroecológico e com menor custo de produção (Ellis; Knowles; Knowles, 2019). No entanto, a redução demasiada da AF das plantas diminui a área de captação luminosa e o saldo fotossintético.

O IAF exprime a superfície foliar potencial para a fotossíntese e está diretamente relacionado à AF da planta, e pode ser usado para a estimativa de produtividade de tubérculos em alguns genótipos de batata (Pereira *et al.*, 2020).

4.1.1.2 Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos graúdos

Com relação ao número de tubérculos por planta houve efeito significativo apenas dos fatores ano e época de coleta em ambas as safras (Tabela 5). Não foi observada diferenças significativas para o número de tubérculos por planta para o manejo de PCA, confirmando os resultados obtidos por Ellis, Knowles e Knowles (2019), que não obtiveram alteração no número de tubérculos por planta em resposta à aplicação de PCA para a cultivar de batata Bondi.

Na safra das águas, o número de tubérculos por planta durante o segundo ano foi maior do que no primeiro ano (Tabela 5). Já na safra da seca, constatou-se que o número de tubérculos por planta no segundo ano foi menor do que no primeiro ano. A ocorrência da doença fúngica rizoctoniose durante o segundo ano da safra da seca, pode ter contribuído para a menor produção do número de tubérculos por planta

(Zambolim; Silveira Duarte; Zambolim, 2011). De acordo com resultados obtidos por Banville (1989), a rizoctoniose pode reduzir até 30% o número de tubérculos produzidos por planta.

Tabela 5 - Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e de tubérculos frescos graúdos da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Número de tubérculos por planta		Massa média de tubérculos		Produtividade total de tubérculos frescos		Produtividade de tubérculos frescos graúdos	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	tubérculo planta ⁻¹		g		t ha ⁻¹		t ha ⁻¹	
Ano ⁽³⁾								
1	7,3 b	8,0 a	109 a	73 a	28,1 a	21,0 a	27,7 a	19,5 a
2	10,9 a	4,8 b	64 b	74 a	25,8 b	15,1 b	21,4 b	14,6 b
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	9,3 a	6,3 a	82 a	76 a	26,2 b	18,6 a	23,8 b	17,6 a
1ap	9,2 a	6,4 a	88 a	76 a	27,8 a	18,2 a	25,3 a	17,3 a
2ap	8,9 a	6,6 a	90 a	70 a	27,8 a	17,7 a	25,3 a	16,6 a
3ap	8,8 a	6,3 a	86 a	73 a	26,0 b	17,8 a	23,7 b	16,8 a
ANOVA								
Ano (A)	**	**	**	ns	**	**	**	**
PCA	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
Época de coleta (E)	**	**	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	12,47	19,73	23,45	31,07	14,11	32,07	13,96	31,68
CV subparcela (%)	19,92	27,61	28,20	26,01	21,21	23,48	25,05	25,33

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

De acordo com Lovato (1993) as condições de temperaturas amenas, em especial as noturnas favorecem a produção de um maior número de tubérculos por planta. No entanto, nas condições do presente trabalho, o maior número de tubérculos

produzidos por planta pode ter ocorrido pelo maior número de hastes por planta apresentado no segundo ano da safra das águas (Tabelas 3 e 5).

Em média, a cultivar Asterix apresentou cerca de 9,5 tubérculos por planta na safra das águas e 7,0 tubérculos por planta na safra da seca (Figuras 3a e 3b). Estes valores foram inferiores aos relatados por outros autores, que obtiveram números variando de 12,8 a 14,0 tubérculos por planta para esta mesma cultivar (Fernandes *et al.*, 2010b; Almeida Silva, 2024).

No entanto, na safra das águas nota-se tendência sem significância estatística na redução do número de tubérculos por planta, com o aumento no número de aplicações do regulador vegetal (Tabela 5). Segundo Bodlaender (1987), a ação das GAs envolve também a multiplicação celular, e conseqüentemente, o aumento da produção de tubérculos por planta. Portanto, no presente trabalho, essa tendência observada na redução do número de tubérculos produzidos por planta, pode ter ocorrido em função do aumento no número de aplicações de PCA.

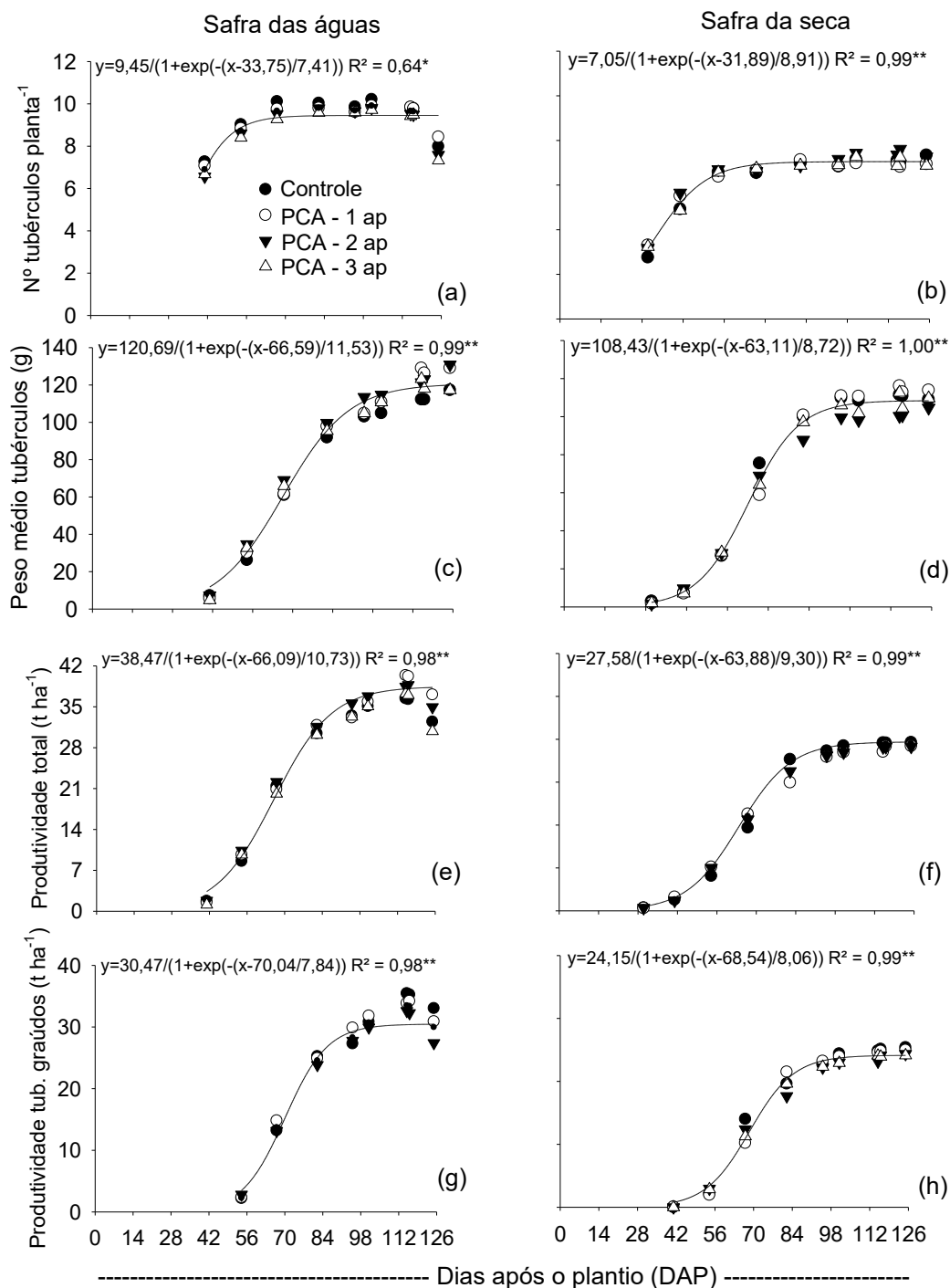
Comportamento semelhante foi observado por Nunes (2017), onde o aumento das doses dos inibidores da síntese de GA avaliados promoveram redução no número de tubérculos da cultivar Agata. Para a cultivar Mondial, esse mesmo autor verificou aumento no número de tubérculos produzidos por planta, com o aumento das doses desses mesmos reguladores vegetais. Já no estudo de Oliveira *et al.* (2021), foi observado maior número de tubérculos produzidos por planta, no tratamento sem a aplicação de PCA.

Após o início da tuberização, o número de tubérculos por planta aumentou até aos 61-63 DAP em ambas as safras, e nas fases mais tardias do ciclo da batateira, o número de tubérculos por planta manteve-se estável (Figuras 3a e 3b). O número máximo de tubérculos por planta emitidos pela cultivar Asterix foi de 9,4 e 7,1 nas safras das águas e seca, respectivamente.

A massa média de tubérculos foi influenciada apenas pelos fatores ano e época de coleta na safra das águas e pela época de coleta na safra da seca (Tabela 5). Não houve influência do manejo da aplicação de PCA sobre a massa média dos tubérculos em ambas as safras.

No primeiro ano de cultivo da safra das águas os tubérculos apresentaram massa média 70% superior ao obtido no segundo ano (Tabela 5).

Figura 3 - Número de tubérculos por planta (a, b), massa média de tubérculos (c, d), produtividade total de tubérculos frescos (e, f) e produtividade de tubérculos frescos graúdos (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



Legenda: Controle: sem aplicação de PCA; PCA – 1 ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; PCA – 2 ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; PCA – 3 ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

Após a tuberização a massa média dos tubérculos aumentou significativamente até os 112 e 95 DAP, respectivamente para as safras das águas e da seca (Figuras 3c e 3d).

Após esse período não houve aumento na massa média dos tubérculos, indicando que a translocação de carboidratos da parte aérea para os tubérculos cessou. Destaca-se que apesar do número de tubérculos por planta não aumentar depois dos 60 DAP, a massa deles continuou aumentando até próximo dos 100 DAP, indicando que nessa fase ocorre elevada acumulação de carboidratos nos drenos já formados. Isso indica que as aplicações de PCA exerce pouca influência na fase em que o número de tubérculos já está definido.

Ao final do ciclo, a massa média de tubérculos obtidos neste estudo variou de 108 a 120 g (Figura 3), respectivamente para as safras da seca e das águas, e foi maior do que o verificado por outros autores (Fernandes *et al.*, 2010b, Silva *et al.*, 2018), os quais variaram de 87 a 99 g.

Na safra das águas, o primeiro ano de cultivo apresentou tubérculos maiores, e em menor número em relação ao segundo ano, que produziu maior número de tubérculos de menor tamanho (Tabela 5).

Com relação a produtividade total de tubérculos frescos e de tubérculos graúdos verificou-se efeito significativo dos fatores ano, PCA e época de coleta para a safra das águas, e dos fatores ano e época para a safra da seca (Tabela 5). No primeiro ano de cultivo, a produtividade total e de tubérculos graúdos foram maiores em comparação ao segundo ano de cultivo dessas duas safras.

No primeiro ano de cultivo da safra das águas, as plantas produziram menor número de tubérculos, mas com maior massa individual, ou seja, tubérculos de maior tamanho (Tabela 5). Isso mostra que numa situação em que há elevado número de tubérculos por planta, nem sempre a produtividade de tubérculos será maior (Fernandes *et al.*, 2010b).

Na safra da seca, a variação produtiva entre os anos de cultivo foi mais intensa, sendo de 28,1 e 25,1%, relativo à produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos graúdos, respectivamente (Tabela 5). Essa produtividade inferior no segundo ano de cultivo pode ter ocorrido pela ocorrência da doença fúngica rizoctoniose, que contribuiu para a produção de menor número de tubérculos por planta, e que refletiu negativamente sobre a produtividade total e de tubérculos graúdos (Zambolim; Silveira Duarte; Zambolim, 2011). De acordo com Banville (1989),

a ocorrência de rizoctoniose pode reduzir em até 30% a produtividade de tubérculos de batata. No presente ensaio, embora tenha sido realizado o tratamento químico preventivo dos tubérculos-semente e na pulverização no sulco de plantio, os princípios ativos utilizados (Tabela 2) não proporcionaram um controle eficiente para a rizoctoniose, e corrobora com os resultados descritos por Bains *et al.* (2002) que relatam as diferenças de eficiência entre os princípios ativos registrados para a cultura da batata, e que alguns não garantem um controle eficaz para essa doença.

A produtividade total de tubérculos frescos da cultivar Asterix na colheita final do presente trabalho atingiu valores de 32,4 e 27,5 t ha⁻¹ (Figuras 3e e 3f), respectivamente para as safras das águas e da seca, e que foram inferiores ao obtido por Fernandes *et al.* (2010b) de 40,0 t ha⁻¹, e intermediários aos de Silva *et al.* (2023). Feltran (2002) no ensaio na safra das águas obteve produtividade total de 20,6 t ha⁻¹, enquanto que no experimento Pereira *et al.* (2020) foi de 35,4 t ha⁻¹, e de Souza Garreto (2022) a máxima produtividade alcançou 52,7 t ha⁻¹.

Na safra das águas, os manejos que receberam uma ou duas aplicações de PCA apresentaram produtividades totais e de tubérculos graúdos superiores ao do tratamento controle e do tratamento que recebeu três aplicações de PCA (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Oliveira *et al.* (2021), onde o tratamento com três aplicações de PCA não influenciou significativamente a produtividade total de tubérculos. Esses resultados contribuem para a confirmação que as aplicações nas fases tardias do desenvolvimento de plantas, pouco interferem no potencial produtivo de tubérculos, corroborando com os resultados observados por Pavlista (2013).

A produtividade esperada pode não ser alcançada, pela complexidade do sistema hormonal e individual de cada genótipo, associado às condições ambientais pré, pós e durante a aplicação do regulador vegetal e no desenvolvimento das plantas, que são incontáveis e imprevisíveis. Esse raciocínio também é válido para a determinação da dose adequada do regulador vegetal, e a fase fenológica de sua aplicação (Rademacher, 2015).

As cultivares podem responder de maneira distinta, de acordo com o apresentado no trabalho de Nunes (2017), onde uma das cultivares de batata apresentou aumento, enquanto que a outra exibiu redução na produtividade total de tubérculos, diante do aumento nas doses de regulador vegetal. Nos resultados de Oliveira *et al.* (2021) os reguladores vegetais não interferiram no rendimento produtivo

de tubérculos, mesmo com modificações no número e massa média dos tubérculos produzidos. No estudo de Ellis, Knowles e Knowles (2019) a aplicação de PCA não alterou a produtividade de tubérculos, mas reduziu significativamente o crescimento da parte aérea da planta.

Em algumas situações, o aumento das doses do inibidor da síntese de GA reduziu a produtividade de tubérculos. No trabalho de Araújo *et al.* (2020) as doses crescentes de paclobutrazol reduziram a produtividade de tubérculos, e a maior dose reduziu em 79% a produtividade, em comparação ao tratamento controle. Para o processamento industrial na forma de palitos congelados, existe a preferência dos tubérculos graúdos. No entanto, os tubérculos excessivamente graúdos, e que produzem palitos muito longos tendem à quebra do palito durante o manuseio, reduzindo a qualidade do produto. Nesse contexto, o efeito dos reguladores vegetais na limitação de produção de tubérculos excessivamente graúdos é interessante.

Na safra das águas a produtividade total e de tubérculos graúdos aumentou dos 40 até 101 DAP, atingindo no final do ciclo 32,4 e 30,4 t ha⁻¹, respectivamente (Figuras 3e e 3g). Na última colheita (125 DAP) percebe-se redução na produtividade, decorrente da deterioração dos tubérculos por conta do excesso de umidade do solo durante o mês de dezembro (Figuras 1a-b), que atingiram valores diários de até 80 mm.

Na safra da seca, o aumento na produtividade total e de tubérculos graúdos aumentou desde a tuberização até os 95 DAP e manteve-se estável nas avaliações seguintes (Figuras 3f e 3h).

4.1.1.3 Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira e IC

O acúmulo de MS no resto da planta (MS resto) foi influenciado apenas pelo ano de cultivo na safra da seca e pela época de coleta em ambas as safras (Tabela 6).

Na safra da seca, a MS do resto da planta no segundo ano de cultivo foi maior do que no primeiro ano (Tabela 6). Verifica-se que o acúmulo de MS no resto das plantas aumentou depois da emergência e atingiu o valor máximo de 2,1 t ha⁻¹ aos 72 DAP durante a safra das águas e de 1,4 t ha⁻¹ aos 73 DAP na safra da seca (Figuras 4a-b). Após esse período, o acúmulo de MS no resto da planta diminuiu até o final do

ciclo da batateira. Fernandes *et al.* (2010b) obtiveram para a cultivar Asterix, o máximo acúmulo de MS no resto da planta ao redor de 1,3 t ha⁻¹ aos 76 DAP. Fernandes (2021) trabalhando com cultivares de batata de mesa obteve os valores máximos de acúmulo de MS no resto da planta de 2,4 t ha⁻¹ entre 70 e 78 DAP.

O resto da planta é composto pelas hastes, folhas, raízes e estolões, e o seu decréscimo é reflexo da senescência e abscisão das folhas (Bertani, 1998).

Tabela 6 - Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos, na planta inteira, e IC da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	MS resto da planta		MS tubérculo		MS planta inteira		IC	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	t ha ⁻¹		t ha ⁻¹		t ha ⁻¹			
Ano ⁽³⁾								
1	1,24 a	0,70 b	5,54 a	3,96 a	6,01 a	4,60 a	0,73 b	0,72 a
2	1,15 a	1,05 a	4,73 b	2,57 b	5,21 b	3,41 b	0,76 a	0,60 b
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	1,23 a	0,86 a	5,05 a	3,38 a	5,56 a	4,11 a	0,74 a	0,66 a
1ap	1,25 a	0,89 a	5,17 a	3,28 a	5,69 a	4,04 a	0,74 a	0,65 a
2ap	1,17 a	0,86 a	5,23 a	3,17 a	5,68 a	3,91 a	0,75 a	0,66 a
3ap	1,13 a	0,89 a	5,09 a	3,21 a	5,51 a	3,96 a	0,74 a	0,66 a
ANOVA								
Ano (A)	ns	**	**	**	**	**	**	**
PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	**	**	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	28,17	30,92	18,55	31,76	17,34	29,96	12,51	8,71
CV subparcela (%)	37,57	40,03	21,69	28,98	22,73	26,03	8,33	11,76

* e **, estatisticamente significativo 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) (p<0,05).

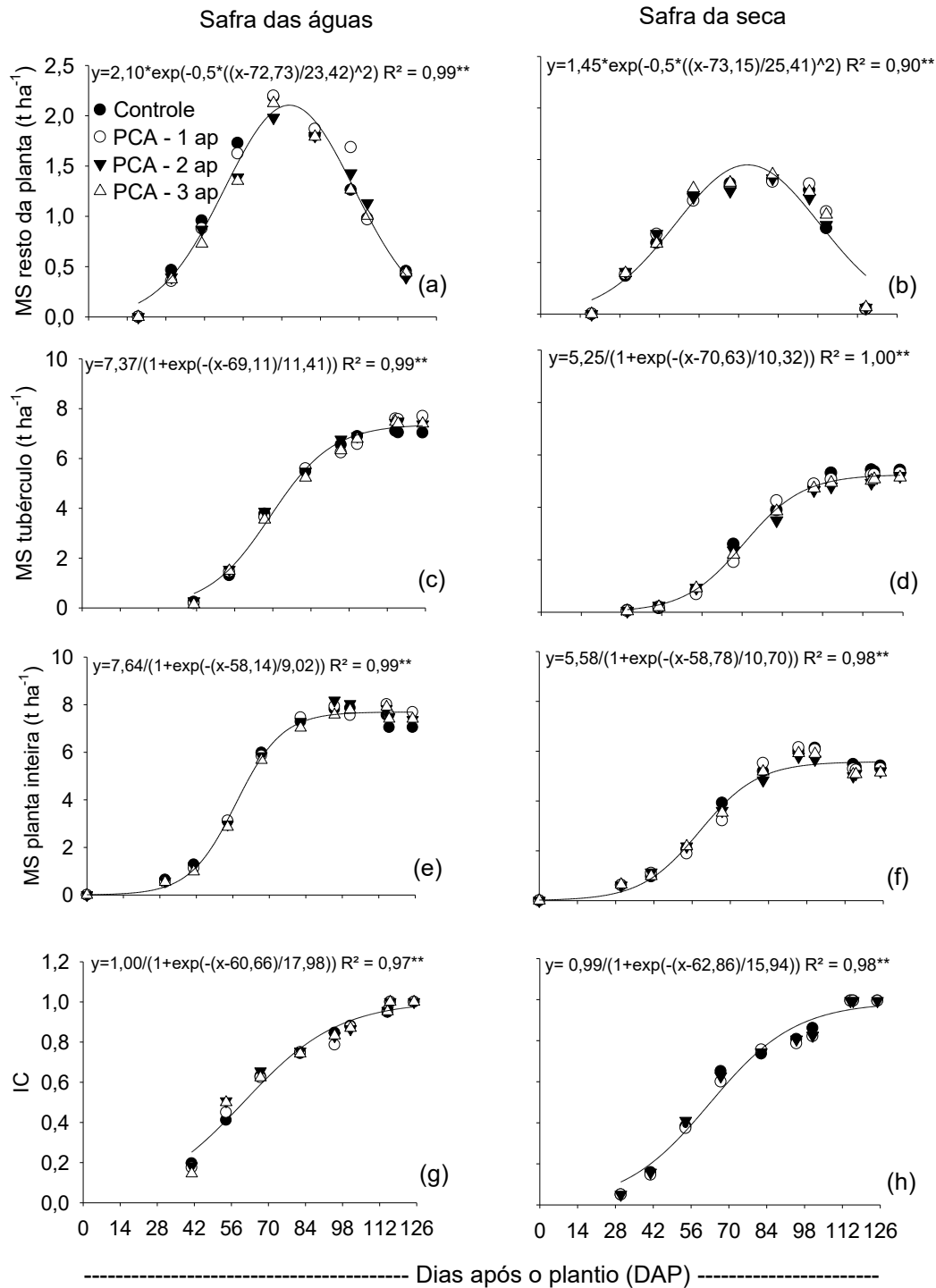
⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

As doses de PCA não resultaram em diferenças significativas para o acúmulo de MS do resto da planta (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (2020), com o uso do PCA nas cultivares de batata de mesa Agata e Mondial.

Figura 4 - Acúmulos de MS no resto da planta (a, b), nos tubérculos (c, d), na planta inteira (e, f) e IC (g, h) da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



Legenda: Controle: sem aplicação de PCA; PCA – 1 ap: aplicação de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30 DAP; PCA – 2 ap: aplicação de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30 e 41 DAP; PCA – 3 ap: aplicação de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

O acúmulo de MS nos tubérculos foi influenciado pelos anos de cultivo e as épocas de coleta de plantas em ambas as safras (Tabela 6).

De modo geral, no primeiro ano de cultivo as plantas acumularam mais MS nos tubérculos do que no segundo ano de cultivo. As temperaturas médias durante o segundo ano de cultivo foram superiores ao do primeiro ano (Figura 1).

De acordo com Vayda (1994), as altas temperaturas podem favorecer maior desenvolvimento da parte aérea da planta, em detrimento da alocação de MS aos tubérculos. No entanto, no presente estudo, apesar do menor acúmulo de MS nos tubérculos durante o segundo ano de cultivo, o desenvolvimento do resto da planta foi maior nesse período apenas na safra da seca (Tabela 6).

Esses valores superiores refletiram no maior volume de fitomassa aérea, decorrente do número de hastes e comprimento de hastes (Tabela 3) e influenciou negativamente no acúmulo de MS dos tubérculos. Estudos apontam o reflexo negativo do aumento da temperatura global no rendimento produtivo na cultura da batata e menor acúmulo de MS nos tubérculos (Rosenzweig *et al.*, 1996; Bisognin; Streck, 2009; Fagundes *et al.*, 2010).

Em condições de cultivo na safra da seca no período de outono, com as temperaturas menores e dias curtos, a tuberização é antecipada, o ciclo de produção é mais curto, refletindo no menor acúmulo de MS nos tubérculos (Moreira *et al.*, 2011, Silva; Lopes, 2015).

O maior acúmulo de MS de tubérculos no primeiro ano da safra das águas, indica a adaptação da cultivar nesse período de cultivo (Tabela 6). Em regiões onde a amplitude térmica diária é pouco significativa, decorrente das temperaturas noturnas mais elevadas, o acúmulo de MS nos tubérculos é prejudicado (Lovato, 1993).

Nos tubérculos, o acúmulo de MS aumentou em ambas as safras após o início da tuberização (Figuras 4c e 4d). Na safra das águas, houve estabilização no acúmulo de MS nos tubérculos por volta dos 112 DAP quando as plantas acumularam de 7,31 t ha⁻¹ de MS neste órgão. Na safra da seca, o pico de acúmulo máximo de MS nos tubérculos foi mais precoce, por volta dos 125 DAP, e as quantidades máximas acumuladas foram de 5,17 t ha⁻¹ de MS. No estudo de Fernandes *et al.* (2010b), a cultivar Asterix, que também foi avaliada neste estudo, apresentou acúmulo máximo de 6,0 t ha⁻¹ de MS em seus tubérculos, aos 98 DAP.

Com relação à MS acumulada na planta inteira, as diferenças significativas ocorreram para os fatores ano e época de coleta em ambas as safras (Tabela 6). O

manejo da aplicação de PCA não interferiu significativamente no acúmulo de MS na planta inteira, corroborando com o trabalho de Nunes (2017), que avaliou o efeito da aplicação de PCA em outras cultivares de batata. De modo geral, no primeiro ano as quantidades de MS acumuladas nas plantas de batata foram de 15 a 35% maiores do que no segundo ano, devido ao maior acúmulo de MS nos tubérculos. Oliveira (2020) observou também que parte considerável da MS da planta inteira era proveniente da MS de tubérculos.

Em ambas as safras, a MS acumulada da planta inteira aumentou desde a emergência das plantas até aos 95 DAP (Figuras 4e e 4f). Na safra das águas, o máximo acúmulo de MS na planta inteira foi de $7,66 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto na safra da seca o acúmulo de MS nas plantas não ultrapassou $5,56 \text{ t ha}^{-1}$. O maior valor acumulado de MS da planta inteira nos primeiros anos de ambas as safras reflete as condições mais favoráveis para o desenvolvimento da parte aérea e acúmulo de reserva nos tubérculos. No entanto, alguns autores sugerem que as temperaturas acima de 30°C , aumentam o crescimento da parte aérea e a respiração, e reduzem o acúmulo de reservas nos tubérculos (Moreira *et al.*, 2011, Silva; Lopes, 2015). Nesse contexto, o cultivo de batata em algumas regiões é viável apenas nas épocas mais frescas do ano.

O IC foi influenciado pelo ano de cultivo e pela época de coleta de plantas em ambas as safras (Tabela 6). Na safra das águas, o IC foi maior no segundo ano, mas na safra da seca ocorreu o inverso. As formas de manejo da aplicação de PCA não influenciaram o IC das plantas no presente trabalho.

De modo geral, na fase inicial de desenvolvimento das plantas o IC aumenta lentamente, pois o saldo energético é direcionado prioritariamente para a formação da parte aérea. Na safra das águas, o aumento nos valores do IC, ocorreu aproximadamente à partir dos 35 DAP, tornando-se estável próximos aos 112 DAP (Figura 4g).

Na safra da seca, à partir dos 32 DAP observou-se aumento nos valores de IC, e próximo aos 112 DAP os valores tornam-se semelhantes, devido ao fato de estarem associados apenas aos tubérculos colhidos (Figura 4h). Na fase inicial de desenvolvimento da planta observou-se aumento do IC, que ocorreu a partir dos 32 DAP e estabilizou-se por volta dos 112 DAP (Figuras 4g e 4h). Vale ressaltar que nas duas últimas coletas (116 e 125 DAP) de ambas as safras, foram colhidos e avaliados apenas os tubérculos.

4.1.2 Avaliações no final do ciclo de desenvolvimento da cultura

4.1.2.1 Produtividade total de tubérculos frescos, teores de MS, açúcar redutor e total, e amido nos tubérculos

Na safra da seca foram detectadas diferenças significativas para a produtividade total de tubérculos entre os anos de cultivo, enquanto que o manejo de PCA e as épocas de coleta não influenciaram essa característica avaliada (Tabela 7).

Tabela 7 - Produtividade total de tubérculos frescos e teor de MS nos tubérculos da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca.

Tratamentos	Produtividade total de tubérculos frescos		Teor de MS tubérculos	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca
	t ha ⁻¹		%	
Ano ⁽³⁾				
1	41,3	31,1 a	20,43 a	20,44 a
2	30,6	23,4 b	18,17 b	17,45 b
PCA ⁽⁴⁾				
Controle	34,6 b	27,9 a	19,25 b	19,01 a
1ap	38,6 a	27,4 a	18,86 b	19,01 a
2ap	36,8 ab	26,9 a	19,18 b	18,91 a
3ap	33,9 b	26,8 a	19,92 a	19,01 a
Época ⁽⁵⁾				
116 DAP	38,0	27,2 a	19,32 a	18,82 a
125 DAP	33,8	27,3 a	19,28 a	19,07 a
ANOVA				
Ano (A)	**	**	**	**
PCA	*	ns	**	ns
Época de coleta (E)	**	ns	ns	ns
PCA x A	ns	ns	ns	ns
A x E	*	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	13,99	16,18	19,30	4,05

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano, manejo de PCA e Época não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

⁽⁵⁾ 116: colheita em época tradicional; 125: colheita em época tardia.

No primeiro ano de cultivo da safra da seca a produtividade de tubérculos foi maior do que no segundo ano.

Na safra das águas, a produtividade total de tubérculos frescos foi influenciada significativamente pelos fatores ano, manejo de PCA, época de colheita e pela interação Ano x Época (Tabela 7).

Na safra das águas o manejo com uma aplicação de PCA proporcionou maior produtividade total de tubérculos do que os tratamentos controle e com três aplicações de PCA (Tabela 7). No trabalho de Oliveira *et al.* (2021), a produtividade total de tubérculos não foi influenciada pela aplicação de PCA de forma parcelada em três vezes durante o ciclo da batateira, indicando que a aplicação de PCA nas fases tardias de desenvolvimento da planta, não exerce influência significativa na produtividade total de tubérculos frescos.

O desdobramento da interação Ano x Época para a safra das águas mostrou que independente da época de colheita a produtividade total no primeiro ano foi maior do que no segundo ano (Tabela 8). Possivelmente, a maior produtividade total de tubérculos durante o primeiro ano de cultivo ocorreu em função da ocorrência de temperaturas mais amenas (Figuras 1a-b), as quais foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura (Bisognin; Streck, 2009). Além disso, no primeiro ano a época de colheita não afetou a produtividade de tubérculos, mas no segundo ano a produtividade na colheita aos 116 DAP foi superior à da colheita tardia (125 DAP).

Tabela 8 - Desdobramento da interação Ano x Época para a produtividade total de tubérculos frescos da cultivar Asterix na safra das águas

Época de colheita ⁽¹⁾	Ano de cultivo	
	1º ano	2º ano
	Produtividade total de tubérculos frescos (t ha ⁻¹)	
116 DAP	41,3 aA	34,8 bA
125 DAP	41,3 aA	26,3 bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e época de colheita, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) (p<0,05)

⁽¹⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

A alta umidade, associada ao maior volume pluviométrico e as temperaturas mais elevadas (Figura 1b) favoreceram o apodrecimento de tubérculos na colheita tardia, e refletiu negativamente na produtividade. Nesse contexto, a estratégia de

postergar a dessecação da parte aérea da planta e a colheita sob condições ambientais não favoráveis pode refletir em perdas na produção e reduzir a lucratividade.

A cultivar Asterix apresentou diferenças significativas no teor de MS dos tubérculos para o ano de cultivo em ambas as safras, mas houve efeito do manejo de PCA sobre os teores de MS dos tubérculos apenas na safra das águas (Tabela 7). Em ambas as safras, o teor de matéria seca foi maior no primeiro ano de cultivo, onde as temperaturas médias apresentaram menores valores (Figura 1a e 1c). A faixa de temperatura diurna de 20 a 30 °C e 8 a 15 °C noturna são adequadas ao cultivo da batata. As altas temperaturas durante o período de produção, em especial para as temperaturas noturnas, aumentam o consumo energético, com redução do acúmulo de fotoassimilados e do teor de matéria seca nos tubérculos (Castro; Campos, 2020).

Nesse contexto, a bataticultura em condições tropicais, visando o abastecimento industrial para o segmento de fritura é um desafio (Struick, 2007; Pádua *et al.*, 2011) e a geração de cultivares que mantenham a qualidade industrial sob as condições descritas é vantajosa.

O teor de matéria seca dos tubérculos influencia o volume de óleo absorvido durante a fritura e reflete no rendimento e na qualidade do produto (Pereira, 2003). Os valores médios de teor de matéria seca (19,12%) dos tubérculos da cultivar Asterix no presente trabalho (Tabela 7) foram superiores aos obtidos por Fernandes *et al.* (2010a) e Souza Garreto (2022) (16,7 e 16,8%, respectivamente) e similares aos obtidos por Almeida Silva (2024) e Feltran (2002) (entre 18,5 e 20,1%) em estudos com esta mesma cultivar.

Na safra das águas, o tratamento com três aplicações de PCA apresentou tubérculos com teor de MS mais elevados do que nos demais tratamentos (Tabela 7). Embora o manejo de PCA tenham resultado em diferenças significativas com relação ao teor de MS nos tubérculos, eles são considerados adequados para a fritura na forma de palitos, e se enquadram na classe intermediária, de acordo com a classificação de Cacace; Huarte e Monti (1994). Excetuando-se o manejo com uma aplicação de PCA que apresentou o valor de 18,86%, os demais apresentaram os teores acima de 19%, e são considerados adequados à fritura, de acordo com (Pádua *et al.*, 2011) que corrobora com os estudos de Yu (2024) e Tekalign e Hammes (2005), os quais demonstraram que o uso de inibidores da síntese de GA pode aumentar o

teor de MS nos tubérculos da batateira em comparação aos tratamentos sem aplicação de regulador vegetal.

Tabela 9 - Teores de açúcar redutor e total, e amido da cultivar Asterix em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Açúcar redutor		Açúcar total		Amido	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca
	% (base seca)					
Ano ⁽³⁾						
1	0,58	0,73	1,63	1,77	81,36	84,00 b
2	0,49	0,42	1,95	0,93	85,69	84,95 a
PCA ⁽⁴⁾						
Controle	0,53 a	0,60 a	1,68	1,58 a	83,37 a	84,12 a
1ap	0,56 a	0,60 a	1,80	1,26 a	83,17 a	84,62 a
2ap	0,52 a	0,54 a	1,78	1,30 a	83,62 a	84,40 a
3ap	0,53 a	0,55 a	1,92	1,25 a	83,95 a	84,76 a
Época ⁽⁵⁾						
116 DAP	0,58	0,61	1,98	1,58	82,87	84,62 a
125 DAP	0,49	0,53	1,60	1,12	84,18	84,34 a
	ANOVA					
Ano (A)	**	**	**	**	**	**
PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	**	*	**	**	ns	ns
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x E	**	*	**	*	*	ns
PCA x E	ns	ns	*	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	20,85	20,75	24,55	31,38	3,60	1,39

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano, manejo de PCA e Época não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

⁽⁵⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

No ensaio de Nunes (2017) os tratamentos com os reguladores vegetais não provocaram alterações no teor de MS dos tubérculos da cultivar Agata em relação ao tratamento controle, enquanto na cultivar Mondial a aplicação de reguladores vegetais reduziu o teor de MS dos tubérculos.

Em ambas as safras do presente trabalho, o teor de MS nos tubérculos não foi alterado pela época de colheita tradicional ou tardia (Tabela 7), indicando que postergar a colheita além do período tradicional não contribuiu para aumentar os teores de MS dos tubérculos.

Com relação ao teor de açúcar redutor nos tubérculos verificou-se diferenças significativas para os fatores ano, época e a interação de Ano x Época em ambas as safras (Tabela 9).

No segundo ano de cultivo da safra das águas e no primeiro ano de cultivo da safra da seca, a colheita tardia aos 125 DAP apresentou menores valores de açúcar redutor em comparação a colheita tradicional (Tabela 10). No entanto, mesmo apresentando diferenças significativas entre as épocas de colheitas, o teor de açúcar redutor permaneceu dentro do limite considerado adequado para a fritura na forma de palitos, que é de 0,59%, de acordo com Stark *et al.* (2003).

De modo geral, o teor de açúcar redutor nos tubérculos é resultado da interação entre as características genéticas, o manejo de adubação, as condições ambientais, sobretudo de temperaturas (Quadros *et al.*, 2010; Pádua *et al.*, 2011).

Os teores médios de açúcar redutor apresentados na safra das águas foram de 0,53%, e na safra da seca de 0,57% (Tabela 9). Nos trabalhos de Almeida Silva (2024), Fernandes *et al.* (2010a) e de Feltran, Lemos e Vieites (2004), os teores de açúcares redutores da cultivar Asterix ficaram próximos à 0,53, 0,85 e 0,82% respectivamente.

O manejo de PCA não influenciou o teor de açúcar redutor da cultivar Asterix, em ambas as safras (Tabela 9). No entanto, alguns reguladores vegetais provocaram aumentos significativos no teor de açúcar redutor nos tubérculos, como o cloreto de chlormequat (Sharma; Kaur; Gupta, 1998) e o paclobutrazol (Araújo *et al.*, 2019), fato que não foi verificado neste estudo quando se utilizou a PCA.

Tabela 10 - Desdobramento da interação Ano x Época para os teores de açúcar redutor e total, e amido da cultivar Asterix nas safras das águas e da seca

Época de colheita ⁽¹⁾	Anos de cultivo	
	1º ano	2º ano
	Teor de açúcar redutor nos tubérculos na safra das águas (%)	
116 DAP	0,58 aA	0,58 aA
125 DAP	0,57 aA	0,40 bB
	Teor de açúcar redutor nos tubérculos na safra da seca (%)	
116 DAP	0,81 aA	0,42 bA
125 DAP	0,65 aB	0,42 bA
	Teor de açúcar total nos tubérculos na safra das águas (%)	
116 DAP	1,55 bA	2,42 aA
125 DAP	1,71 aA	1,49 aB
	Teor de açúcar total nos tubérculos na safra da seca (%)	
116 DAP	2,13 aA	1,03 bA
125 DAP	1,41 aB	0,84 bA
	Teor de amido nos tubérculos na safra das águas (%)	
116 DAP	79,83 bB	85,92 aA
125 DAP	82,88 bA	85,47 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e época de colheita, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$)

⁽¹⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

A respeito do teor de açúcar total dos tubérculos da cultivar Asterix foram detectadas diferenças significativas para os fatores ano, época de colheita e para a interação Ano x Época e PCA x Época na safra das águas (Tabela 9). Na safra da seca houve efeito significativo dos fatores ano, época de colheita e da interação Ano x Época. Na safra das águas, independentemente da época de colheita, o teor de açúcar total dos tubérculos durante o segundo ano foi maior do que no primeiro ano, mas na safra da seca ocorreu o inverso (Tabela 10). Além disso, no segundo ano da safra das águas, os tubérculos colhidos com 116 DAP apresentaram teores de açúcares totais maiores do que na colheita tardia. Já na safra da seca, apenas no primeiro ano de cultivo, o teor de açúcar total dos tubérculos da colheita aos 116 DAP foi maior do que na colheita aos 125 DAP.

O desdobramento da interação PCA x Época revelou que apenas nos tratamentos controle e com uma aplicação de PCA, o teor de açúcar total dos tubérculos colhidos com 116 DAP foi maior do que na colheita com 125 DAP (Tabela

11). No entanto, na colheita com 116 DAP a aplicação de PCA não interferiu nos teores de açúcar total, mas na colheita tardia o tratamento com três aplicações de PCA apresentou o teor de açúcar total maior do que nos demais tratamentos (Tabela 11).

Já no trabalho de Araújo *et al.* (2019), o uso de paclobutrazol promoveu redução no teor de açúcar total nos tubérculos da batateira. Esses resultados indicam que os teores mais elevados de açúcar total nos tubérculos oscilam em função da dose de PCA e da época de colheita dos tubérculos. Alguns estudos sugerem que o mecanismo de conversão de amido em açúcares é reversível e é influenciado pela temperatura do ambiente em que os tubérculos se encontram (Bervald *et al.*, 2010).

Considerando a cultivar Asterix, o valor médio do teor de açúcar total no presente ensaio foi de 1,57% (Tabela 9) e foi superior ao apresentado por Fernandes *et al.* (2010a) de 1,25%, e menor ao encontrado por Almeida Silva (2024) de 1,82%.

Tabela 11 - Desdobramento da interação PCA x Época para o teor de açúcar total da cultivar Asterix na safra das águas

PCA ⁽¹⁾	Açúcar total (% base seca)	
	116 DAP ⁽²⁾	125 DAP
Controle	2,02 aA	1,34 bB
1ap	2,13 aA	1,46 bB
2ap	1,98 aA	1,57 aB
3ap	1,81 aA	2,02 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

⁽²⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

A respeito do teor de amido nos tubérculos da cultivar Asterix, foi detectado diferenças significativas para o fator ano de cultivo e a interação Ano x Época na safra das águas e apenas para o fator ano de cultivo na safra da seca (Tabela 9). Na safra da seca o teor de amido nos tubérculos foi maior no segundo ano de cultivo, sem haver influência do manejo da aplicação de PCA nesta variável.

Na safra das águas, o desdobramento da interação Ano x Época mostrou que em ambas as épocas de colheita do segundo ano de cultivo, o teor de amido dos tubérculos foi maior do que no primeiro ano de cultivo (Tabela 10). Porém, no primeiro

ano de cultivo o teor de amido nos tubérculos colhidos com 125 DAP foi maior do que nos tubérculos colhidos aos 116 DAP (Tabela 10). O valor médio do teor de amido de 84,49% encontrado no presente trabalho para a cultivar Asterix (Tabela 9), foi superior aos 66,2% relatado por Feltran, Lemos e Vieites (2004), e observados por Fernandes *et al.* (2010a) e Souza Garreto (2022), de 78,6 e 74,8%, respectivamente, para essa mesma cultivar de batata.

O amido é o carboidrato de maior representatividade nos tubérculos, o seu teor depende além do fator genético, da época de cultivo e fase de desenvolvimento do tubérculo, sendo que o máximo valor é encontrado na fase de senescência (Pádua *et al.*, 2011), confirmado pelo maior valor na colheita aos 125 DAP do primeiro ano de cultivo da safra das águas do presente trabalho (Tabela 10). As doses de PCA não influenciaram no teor de amido dos tubérculos da cultivar Asterix (Tabela 9). No entanto, alguns trabalhos mostraram aumento no teor de amido nos tubérculos, com o uso de cloreto de chlormequat (Sharma; Kaur; Gupta, 1998; Tak *et al.*, 2024), enquanto que no trabalho de Araújo *et al.* (2019), o uso de paclobutrazol reduziu o teor de amido nos tubérculos, em comparação ao tratamento controle.

4.2 Cultivar IAC FRIDA

4.2.1 Avaliações durante o período de desenvolvimento da cultura

4.2.1.1 Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF

Com relação ao número de hastes por planta da cultivar IAC Frida foram observadas diferenças significativas nos anos de ambas as safras (Tabela 12), onde no segundo ano de cultivo, o número de hastes foi maior em comparação ao primeiro ano.

É provável que o estado fisiológico de brotação dos tubérculos-semente no momento do plantio tenha influenciado o maior número de hastes por planta no segundo ano de ambas as safras. Segundo Bisognin e Streck (2009) o estágio de plena brotação dos tubérculos-semente resulta em plantas com maior número de hastes. Ao contrário do plantio de tubérculos-semente no estágio de início de brotação, onde existe predominantemente tubérculos com uma única brotação (dominância apical) e resulta em plantas com baixa densidade de hastes.

O manejo de PCA não influenciou no número de hastes por planta (Tabela 12). Há estudos indicando que as cultivares de batata respondem de maneira diferente à

aplicação dos inibidores da síntese de GA. No trabalho de Nunes (2017), os reguladores vegetais provocaram aumento significativo no número de hastes na cultivar Agata, enquanto na cultivar Mondial observou apenas tendência de aumento com o uso dos reguladores vegetais.

Tabela 12 - Número de hastes por planta, comprimento da maior haste, AF e IAF da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Nº de hastes por planta		Comprimento maior haste		AF		IAF	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	hastes planta ⁻¹		cm		cm ² planta ⁻¹			
Ano ⁽³⁾								
1	4,6 b	2,7 b	39,2 b	59,8 b	4799 b	7243 a	1,7 b	2,6 a
2	5,4 a	3,4 a	76,7 a	74,1 a	8105 a	7243 a	2,9 a	2,6 a
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	4,9 a	3,2 a	56,7 a	68,0 a	5931 a	6630 a	2,1 a	2,4 a
1ap	5,1 a	3,0 a	56,7 a	65,4 a	6125 a	7201 a	2,2 a	2,6 a
2ap	5,2 a	3,0 a	59,1 a	67,5 a	7036 a	7820 a	2,4 a	2,8 a
3ap	4,9 a	3,1 a	59,4 a	66,8 a	6717 a	7323 a	2,5 a	2,6 a
ANOVA								
Ano (A)	**	**	**	**	**	ns	**	ns
PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	34,09	21,07	39,08	9,68	70,34	27,76	70,17	27,26
CV subparcela (%)	30,16	16,92	17,19	11,10	51,54	28,85	51,73	29,02

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) (p<0,05).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

A cultivar IAC Frida obteve recentemente o registro como cultivar, o que justifica a carência de informações científicas a seu respeito. No presente estudo, o número médio de hastes por planta apresentado pela cultivar IAC Frida foi de 4,0 (Tabela 12), que pode ser considerado intermediário, em comparação aos valores 6,3 e 3,1 hastes por planta verificados no estudo de Fernandes *et al.* (2010b) para as cultivares Asterix

e Markies (cultivares de indústria), respectivamente. O número elevado de hastes por planta pode ser associado ao potencial produtivo de tubérculos. No entanto, o número exagerado de hastes pode resultar na produção de um maior número de tubérculos de menor calibre e que influenciam negativamente na produtividade (Silva *et al.*, 2018).

Observou-se que os valores de número de hastes por planta não sofreram alterações ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas em ambas as safras, e os dados de número de hastes por planta não se ajustaram à nenhuma equação de regressão (Figuras 5a e 5b).

No presente estudo, o comprimento da maior haste foi influenciado apenas pelo ano de cultivo e época de coleta para ambas as safras, e não foi influenciado pelo manejo de PCA (Tabela 12). Em ambas as safras, as hastes das plantas de batata durante o segundo ano de cultivo foram maiores do que no primeiro ano, o que pode ter sido favorecido pelas temperaturas mais elevadas (Struick, 2007), de acordo com as Figuras 1b e 1d.

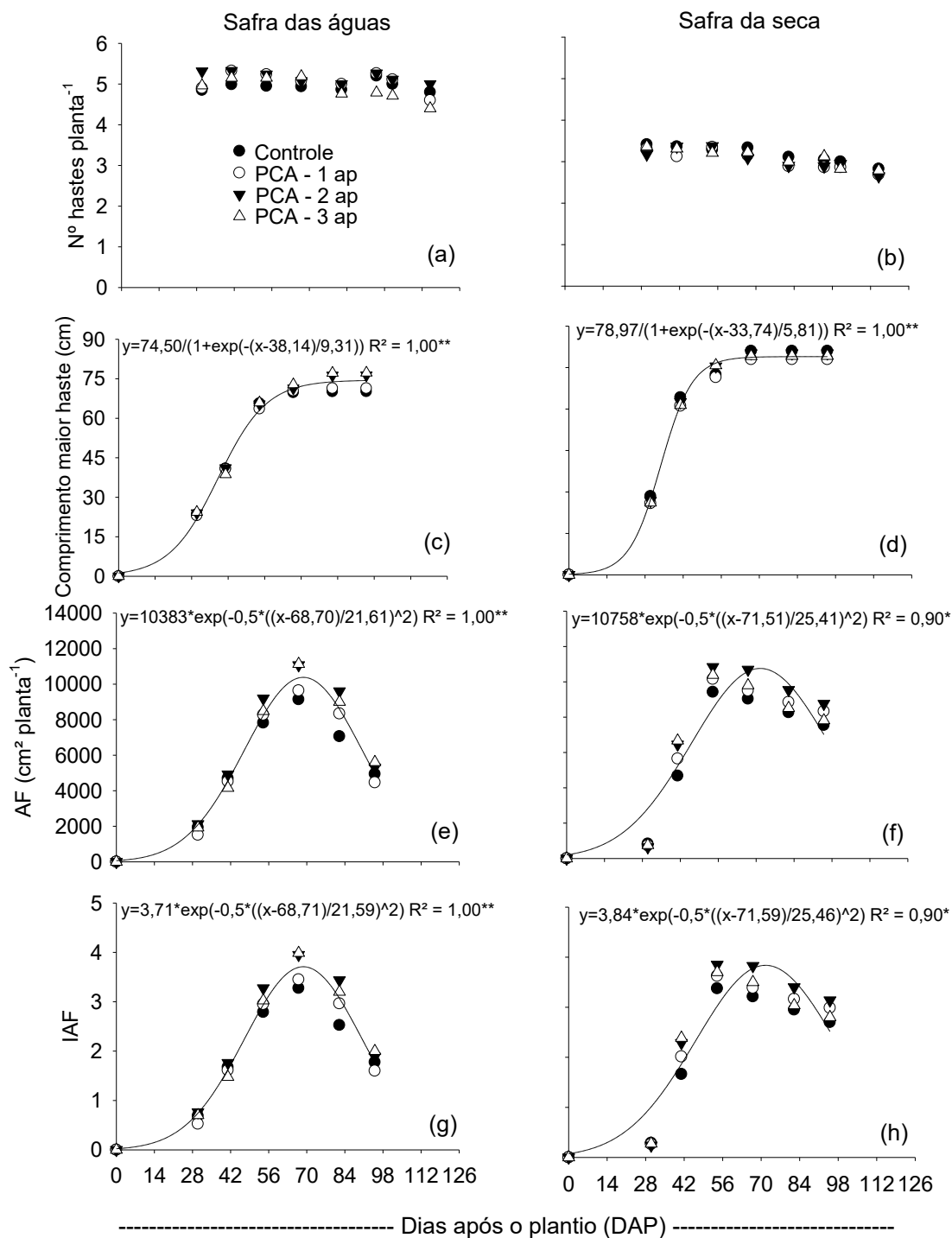
A análise de regressão demonstrou que houve crescimento em altura das hastes das plantas até aos 77 e 62 DAP com os valores de 74 cm e 79 cm, respectivamente para as safras das águas e da seca, e à partir dessas datas o crescimento das hastes cessou (Figuras 5c e 5d).

Semelhantemente no trabalho de Nunes (2017), os reguladores vegetais não alteraram o comprimento da maior haste da cultivar Agata, enquanto na cultivar Mondial, apenas o uso de paclobutrazol inibiu o crescimento em altura das hastes em relação aos demais reguladores vegetais avaliados, inclusive para a PCA.

A ausência do efeito dos inibidores da síntese de GA na alteração do comprimento das hastes principais das plantas de batata pode ter ocorrido por conta das aplicações terem sido realizadas nas fases tardias do desenvolvimento de plantas (Digby; Dyson, 1973; Mabvongwe *et al.*, 2016), ou devido à sensibilidade individual de resposta de determinada cultivar à aplicação dos reguladores vegetais, assim como observado nas cultivares de batata Agata e Mondial, nos trabalhos de Nunes (2017) e de Oliveira *et al.*, (2021).

Os valores médios finais de comprimento da maior haste da cultivar IAC Frida situaram-se entre 74-79 cm (Figura 5), enquanto que no trabalho de Fernandes *et al.* (2010b) o comprimento da maior haste para a cultivar Asterix foi de 59,8 cm, de 58,1 cm para Feltran (2002), e de 44,9 cm no trabalho de Silva *et al.* (2018).

Figura 5 - Número de hastes por planta (a, b), comprimento da maior haste (c, d), AF (e, f) e IAF (g, h) da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



As plantas de maior porte e com o aparato fotossintético mais vigoroso tendem a contribuir com o potencial produtivo, até que o auto sombreamento afete negativamente a produtividade de tubérculos (Silva *et al.*, 2020, Lenz *et al.*, 2022). No entanto, hastes mais longas possuem maior predisposição às injúrias mecânicas e a doenças, como exemplo da canela-preta (Lopes, 2011).

A AF e a IAF foram influenciadas apenas pela época de coleta na safra da seca e pelos fatores ano e época de coleta na safra das águas, mas não houve influência do manejo da PCA sobre estas variáveis (Tabela 12). Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Tavares e Lucchesi (1999), onde os inibidores da síntese de GA não interferiram significativamente na AF e IAF da cultivar de batata Achat. Em ambas as safras observou-se que os valores de AF e de IAF aumentaram desde a emergência das plantas até os 70 DAP, onde apresentaram os máximos valores e, posteriormente, diminuíram até o final do ciclo da cultura (Figuras 5e-h). No presente estudo, a cultivar IAC Frida apresentou AF máxima de 10396 e 10755 cm² planta⁻¹, respectivamente para as safras das águas e da seca (Figuras 5e-f), e superior em comparação aos máximos valores observados para a cultivar Asterix no presente trabalho, que foi de 7414 e 7034 cm² planta⁻¹, respectivamente para as safras das águas e da seca (Figuras 2e-f).

A cultivar IAC Frida apresentou valores médios máximos de IAF de 3,7 e 3,8 (Figuras 5g-h) que ficaram acima dos valores 2,7 e 2,5 apresentado pela cultivar Asterix no presente trabalho (Figuras 2g-h), respectivamente para as safras das águas e da seca, e acima ao obtido por Silva *et al.* (2020), também para a cultivar Asterix que foi de 2,5.

As doses de PCA não influenciaram significativamente os valores de AF e de IAF (Tabela 12). De modo semelhante alguns trabalhos mostraram que a aplicação de PCA não resultou na redução da AF (Nunes, 2017; Oliveira *et al.*, 2021). No entanto na prática, essa redução da AF pela aplicação de inibidores da síntese de GA pode ser vantajosa para a economia do volume de calda aplicado no controle fitossanitário, água e de fertilizantes nitrogenados e potássicos (Cogo *et al.*, 2006), podendo haver certo favorecimento no direcionamento de fotoassimilados aos tubérculos (Ellis; Knowles; Knowles, 2019), com possível aumento da produtividade. Os resultados apontam que os genótipos respondem de maneira diferenciada aos reguladores vegetais (Ellis; Knowles; Knowles, 2019), que justifica o estudo individualizado do genótipo e do regulador vegetal.

4.2.1.2 Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos graúdos

A respeito do número de tubérculos por planta produzidos pela cultivar IAC Frida foram detectadas diferenças significativas para ano de cultivo e época de coleta de plantas (Tabela 13). Observou-se que na safra das águas o número de tubérculos por planta foi maior no segundo ano, enquanto na safra da seca o número de tubérculos por planta foi maior durante o primeiro ano de cultivo (Tabela 13).

Tabela 13 - Número de tubérculos por planta, massa média de tubérculos, produtividade total de tubérculos frescos e produtividade de tubérculos frescos graúdos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Nº de tubérculos por planta		Massa média de tubérculos		Produtividade total de tubérculos frescos		Produtividade de tubérculos frescos graúdos	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	tubérculos planta ⁻¹		g		t ha ⁻¹		t ha ⁻¹	
Ano ⁽³⁾								
1	7,6 b	8,9 a	67	97 a	19,5 a	28,5 a	16,7	31,6 a
2	8,2 a	5,8 b	65	76 b	20,5 a	17,4 b	16,9	16,7 b
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	7,8 a	7,3 a	66	86 a	20,0 a	22,9 a	17,0 a	24,1 a
1ap	8,0 a	7,4 a	60	88 a	18,9 a	23,4 a	15,0 a	24,6 a
2ap	7,6 a	7,2 a	72	87 a	20,3 a	22,7 a	17,2 a	23,8 a
3ap	8,1 a	7,6 a	66	85 a	20,9 a	23,4 a	18,1 a	24,1 a
ANOVA								
Ano (A)	**	**	ns	**	ns	**	ns	**
PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	**	**	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	30,76	13,04	50,00	25,25	61,04	18,91	69,13	20,26
CV subparcela (%)	20,11	20,25	26,82	22,70	27,12	30,80	35,94	23,55

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

O número mais elevado de tubérculos produzidos por planta geralmente está associado ao tamanho do tubérculo-semente, ao número de hastes por planta e às condições de temperatura, na fase inicial do desenvolvimento da planta (Tavares *et al.*, 2010; Queiroz *et al.*, 2013). No segundo ano da safra da seca o baixo número de tubérculos por planta (Tabela 13) pode ter ocorrido em função da doença fúngica rizoctoniose (Zambolim; Silveira Duarte; Zambolim, 2011), que em alguns casos pode reduzir em até 30% o número de tubérculos produzidos por planta (Banville, 1989).

A cultivar IAC Frida apresentou no presente trabalho, os valores de 8,7 e 7,9 tubérculos por planta (Figuras 6a-b), considerando a última colheita das safras das águas e da seca, respectivamente. Esses valores foram superiores ao da cultivar Asterix, também no presente trabalho, que foi de 7,7 tubérculos por planta (Figuras 3a-b).

No geral, quando os tubérculos-semente utilizados em um determinado ensaio são da mesma classe de tamanho, o maior número de tubérculos produzidos por planta pode estar associado às condições de temperaturas mais amenas, em especial para as temperaturas noturnas, pois as altas temperaturas afetam negativamente a tuberização (Lovato, 1993). No entanto no presente trabalho, as temperaturas mais amenas foram observadas apenas no primeiro ano da safra da seca, enquanto que no segundo ano da safra das águas as temperaturas foram mais elevadas (Figuras 1b e 1c).

Observou-se no presente trabalho que após o início da tuberização o número de tubérculos por planta aumentou até os 67 DAP para ambas as safras e manteve-se estável nas avaliações seguintes até a colheita final (Figuras 6a e 6b). A cultivar IAC Frida apresentou valores máximos de número de tubérculos por planta de 8,5 e 7,6, respectivamente para as safras das águas e da seca (Figuras 6a e 6b).

Num ensaio preliminar, realizado pela equipe da batata do Instituto Agronômico na safra das águas do ano de 2018 em Itararé-SP, o número de tubérculos por planta da cultivar IAC Frida foi de 7,1.

Percebe-se redução no número de tubérculos contabilizados na última coleta de plantas aos 125 DAP na safra das águas, decorrente do excesso de umidade do solo provocado por precipitação (Figura 1a). O excesso de umidade nessa fase favorece a deterioração e a redução da qualidade visual dos tubérculos (Brandão Filho; Camargo Júnior, 2020), que indica o risco da colheita tardia, em períodos chuvosos.

O manejo da aplicação de PCA não influenciou no número de tubérculos por planta em ambas as épocas de cultivo (Tabela 13), de forma semelhante ao trabalho de Ellis, Knowles e Knowles (2019) com a cultivar Bondi. Esses mesmos autores sugerem que a ação da PCA aplicada no dossel das plantas reduz de maneira temporária a geração de GA₁ à partir do GA₂₀, ocorrendo o acúmulo do GA₂₀ devido ao contínuo direcionamento para os estolões, onde é convertido a GA₁, que em altos níveis inibe o processo de tuberização.

O trabalho de Nunes (2017) mostrou que o aumento nas doses dos inibidores da síntese de GA diminuiu o número de tubérculos por planta na cultivar Agata, enquanto na cultivar Mondial o número de tubérculos por planta aumentou. Já no trabalho de Oliveira *et al.* (2021), o manejo de PCA não influenciou no número de tubérculos por planta na colheita final de tubérculos.

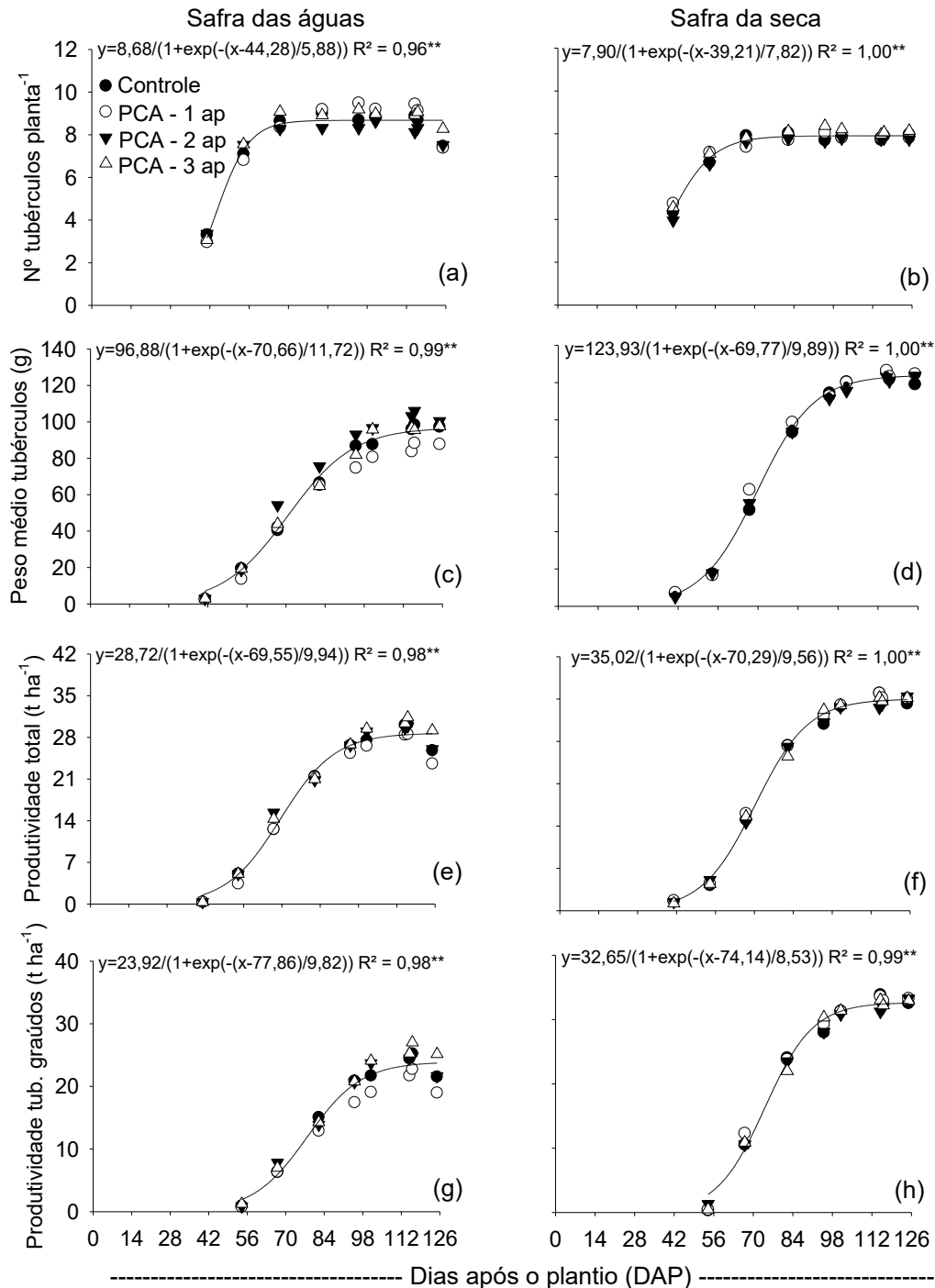
A massa média de tubérculos apresentou diferenças significativas para a época de coleta e para a interação manejo de PCA x ano na safra das águas, enquanto na safra da seca houve efeito significativo dos fatores ano e época de coleta (Tabela 13). Na safra da seca a massa média de tubérculos durante o primeiro ano de cultivo foi maior do que no segundo ano. No entanto, na safra das águas a massa média de tubérculos no segundo ano de cultivo foi maior do que no primeiro ano, exceto no tratamento que recebeu duas aplicações de PCA (Tabela 14).

No segundo ano de cultivo a aplicação de PCA não alterou a massa média dos tubérculos, mas no primeiro ano o tratamento com duas aplicações de PCA resultou em tubérculos mais pesados do que nos demais tratamentos (Tabela 14).

Após a tuberização, a massa média de tubérculos aumentou até aos 115 DAP, em ambas as safras e, em seguida ocorreu estabilização decorrente da paralização da translocação de reservas aos tubérculos (Figuras 6c e 6d). É importante ressaltar que na fase posterior à adubação em cobertura, a massa média de tubérculos aumentou consideravelmente até próximos aos 100 DAP, indicando o intenso acúmulo de reservas no tubérculo.

A produtividade total de tubérculos e de tubérculos graúdos da cultivar IAC Frida apresentou diferenças significativas para época de coleta em ambas as safras, e para o ano de cultivo na safra da seca (Tabela 13). Na safra das águas houve interação PCA x Ano para a produtividade de tubérculos graúdos.

Figura 6 - Número de tubérculos por planta (a, b), massa média de tubérculos (c, d), produtividade total de tubérculos frescos (e, f) e produtividade de tubérculos frescos graúdos (g, h) da cultivar IAC Frída em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



Legenda: Controle: sem aplicação de PCA; PCA – 1 ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; PCA – 2 ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; PCA – 3 ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

Tabela 14 - Desdobramento da interação PCA x Ano para a massa média de tubérculos e produtividade de tubérculos frescos graúdos da cultivar IAC Frida na safra das águas

PCA ⁽¹⁾	Massa média de tubérculos (g)	
	1º ano	2º ano
Controle	68 aB	64 aA
1ap	56 aC	64 aA
2ap	79 aA	65 bA
3ap	66 aB	67 aA
	Produtividade tubérculos frescos graúdos (t ha ⁻¹)	
Controle	17,1 aA	17,0 aA
1ap	13,1 bB	16,9 aA
2ap	18,5 aA	16,0 aA
3ap	18,2 aA	18,0 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

Na safra da seca a produtividade total e de tubérculos graúdos foi maior no primeiro ano de cultivo do que no segundo ano (Tabela 13), evidenciando os reflexos da maior massa de tubérculos durante o primeiro ano da safra da seca. As condições climáticas decorrentes de temperaturas mais amenas e favoráveis (Figura 1d), possivelmente contribuíram para essa maior produtividade (Bisognin; Streck, 2009).

Na safra das águas a produtividade de tubérculos graúdos no tratamento com uma aplicação de PCA foi maior no segundo ano de cultivo do que no primeiro ano (Tabela 14). Porém, no segundo ano de cultivo não houve efeito significativo dos tratamentos com PCA sobre a produtividade de tubérculos graúdos, enquanto no primeiro ano a produtividade de tubérculos graúdos no tratamento que recebeu uma aplicação de PCA foi menor do que nos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 14).

Na safra das águas a produtividade total e de tubérculos graúdos aumentou após a tuberização até os 101 DAP, com posterior estabilização nos valores respectivos de 28,7 e 23,6 t ha⁻¹ (Figuras 6e, g). No entanto, na última coleta aos 125 DAP observou-se redução na produtividade total de tubérculos frescos e graúdos decorrente do excesso de umidade por precipitação, que resultou no apodrecimento

de tubérculos, e nas respectivas produtividades 25,8 e 21,5 t ha⁻¹. Isso indica que, avançar a colheita em períodos favoráveis à precipitação, pode não ser uma opção compensatória.

Na safra da seca, as produtividades total e de tubérculos graúdos aumentaram com o avançar do desenvolvimento do ciclo das plantas e estabilizaram-se à partir dos 101 DAP nos valores 34,9 e 32,4 t ha⁻¹, respectivamente (Figuras 6f, h).

Na safra das águas do ano de 2016, no ensaio conduzido em Itararé-SP, pela equipe da batata do Instituto Agrônômico, a cultivar IAC Frida alcançou produtividade de 57,8 t ha⁻¹, superior aos demais 14 clones avaliados (Factor *et al.*, 2019). Em outro ensaio na safra das águas do ano de 2018 nessa mesma localidade, a cultivar IAC Frida apresentou produtividade total de 67,4 t ha⁻¹, superando inclusive a cultivar Asterix, que produziu 48,5 t ha⁻¹. Essa diferença produtiva de tubérculos pode estar associada às condições de temperaturas mais amenas, em especial para as noturnas, confirmando as informações do trabalho de Bisognin e Streck (2009).

As doses de PCA não interferiram significativamente na produtividade total de tubérculos da cultivar IAC Frida (Tabela 13), corroborando com os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2021) para a cultivar Agata, e por Ellis, Knowles e Knowles (2019) para a cultivar Bondi.

4.2.1.3 Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira e IC

Com relação ao acúmulo de MS no resto da planta foram detectadas diferenças significativas para o ano de cultivo e a época de coleta de plantas (Tabela 15). Em ambas as safras, no segundo ano de cultivo o acúmulo de MS no resto da planta foi maior do que no primeiro ano. Essa produção mais elevada de biomassa aérea e subterrânea, decorreu da resposta do genótipo às condições mais favoráveis de luminosidade, temperatura e disponibilidade hídrica (Bisognin; Streck, 2009).

Observou-se que logo após a emergência das plantas iniciou-se o aumento do acúmulo da MS do resto da planta, e atingiu os valores máximos de 3,43 e 2,07 t ha⁻¹, nas safras das águas e da seca, respectivamente, próximos aos 77 DAP (Figuras 7a e 7b), e após esse período, os valores de acúmulo de MS no resto da planta reduziu até o final do ciclo, em virtude da senescência e abscisão de folhas (Bertani, 1998).

Tabela 15 - Acúmulos de MS no resto da planta, nos tubérculos e na planta inteira, e IC da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	MS resto da planta		MS tubérculo		MS planta inteira		IC	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca
	t ha ⁻¹		t ha ⁻¹		t ha ⁻¹		t ha ⁻¹ (t ha ⁻¹) ⁻¹	
Ano ⁽³⁾								
1	1,76 b	1,07 b	3,56 a	5,86 a	4,68 b	6,20 a	0,59 b	0,75 a
2	2,22 a	1,72 a	3,78 a	3,46 b	5,24 a	4,51 b	0,62 a	0,60 b
PCA ⁽⁴⁾								
Controle	1,86 a	1,34 a	3,64 a	4,65 a	4,83 a	5,31 a	0,61 a	0,67 a
1ap	1,88 a	1,40 a	3,47 a	4,73 a	4,70 a	5,43 a	0,60 a	0,68 a
2ap	2,11 a	1,42 a	3,72 a	4,57 a	5,10 a	5,31 a	0,60 a	0,67 a
3ap	2,11 a	1,41 a	3,84 a	4,68 a	5,21 a	5,40 a	0,60 a	0,67 a
ANOVA								
Ano (A)	**	**	ns	**	**	**	**	**
PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	**	**	**	**	**	**	**	**
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcela (%)	72,77	36,21	60,12	19,38	62,95	21,60	13,48	5,19
CV subparcela (%)	47,64	31,68	27,65	23,27	29,54	22,86	13,86	9,25

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

Na safra da seca, o valor máximo de acúmulo de MS no resto da planta (Tabela 15) foi semelhante ao encontrado por Fernandes (2021) para a cultivar Agata, entre 70 e 78 DAP.

Fernandes *et al.* (2010b) obtiveram os máximos valores de acúmulos de MS no resto da planta de 0,90 e 1,29 t ha⁻¹, para as cultivares Agata e Asterix, respectivamente.

Para ambas as safras, após o início da tuberização, ocorreu aumento no acúmulo de MS nos tubérculos até os 110 DAP (Figuras 7c e 7d), atingindo no final do ciclo os acúmulos máximos de 5,31 e 6,98 t ha⁻¹, respectivamente, para a safra das águas e da seca. Fernandes *et al.* (2010b) observaram valores de 4,69 e 5,95 t ha⁻¹

de máximo acúmulo de MS nos tubérculos para as cultivares Markies e Asterix, respectivamente, ao redor dos 97 DAP, que ficaram próximos aos encontrados para a cultivar IAC Frida no presente trabalho (Figuras 7c e 7d). Para a cultivar Atlantic, os maiores acúmulos de MS nos tubérculos foram de 5,73 e 8,27 t ha⁻¹ e ocorreram aos 82 e 106 DAP, respectivamente, para as safras das águas e da seca (Yorinori, 2003). Em termos práticos, é desejável que o acúmulo de MS nos tubérculos ocorra precocemente, assim como na cultivar de mesa Agata (Fernandes, 2021).

Em relação à MS da planta inteira, a cultivar IAC Frida apresentou diferenças significativas para o ano de cultivo e a época de coleta de plantas, em ambas as safras (Tabela 15). Na safra das águas, o acúmulo de MS na planta inteira durante o segundo ano de cultivo foi maior do que no primeiro ano. O maior acúmulo de MS na planta inteira durante o segundo ano da safra das águas é reflexo da maior biomassa da parte aérea e de tubérculos.

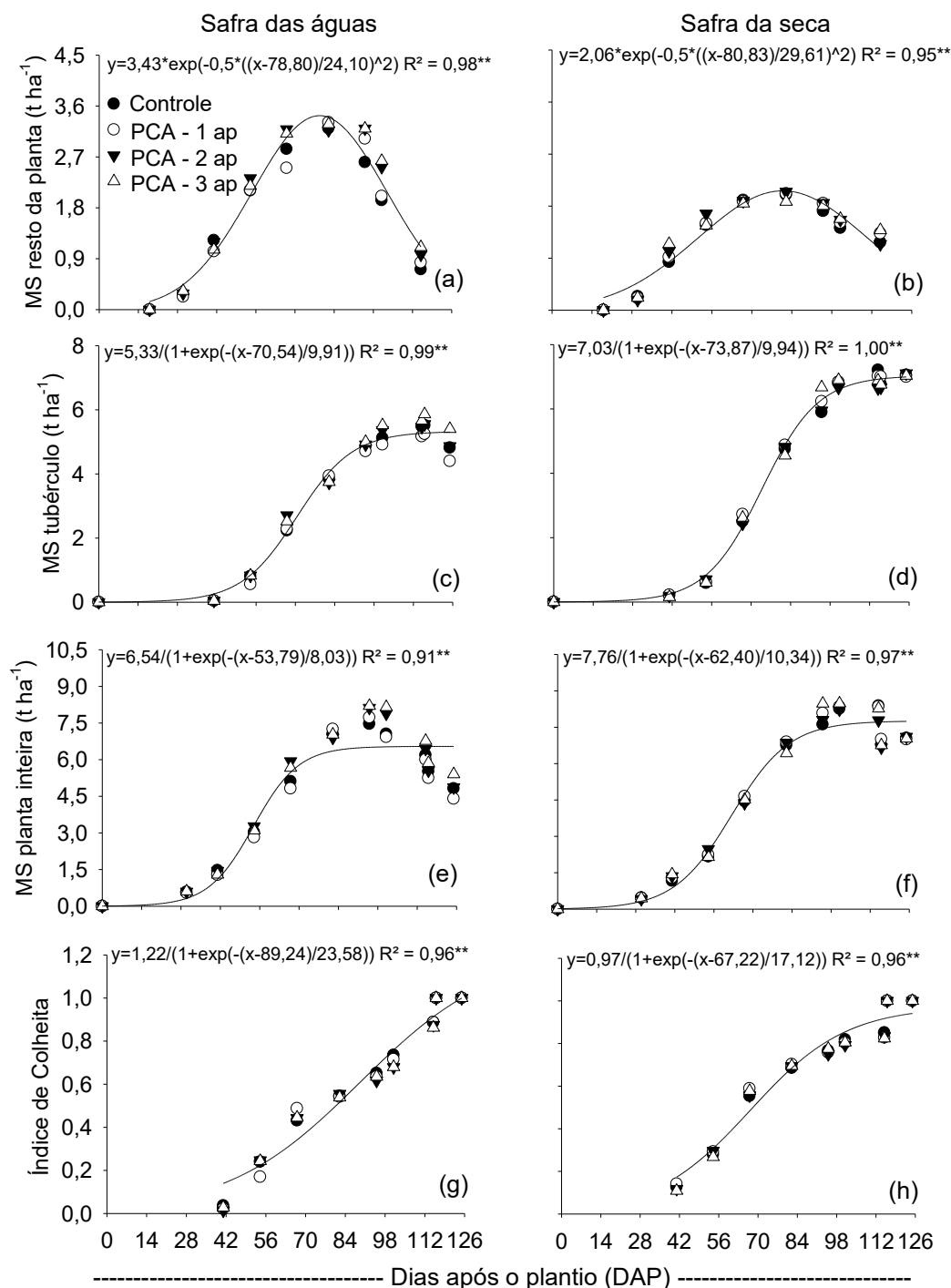
Na safra da seca, o acúmulo de MS da planta inteira no primeiro ano foi maior do que no segundo ano, devido ao maior acúmulo de MS nos tubérculos, uma vez que o acúmulo de MS no resto da planta durante esse período foi inferior ao do segundo ano (Tabela 15).

O manejo de PCA não influenciou no acúmulo de MS na planta inteira (Tabela 15), confirmando os resultados obtidos por Nunes (2017), que avaliou os reguladores vegetais paclobutrazol e cloreto de chlormequat, que não interferiram significativamente no acúmulo de MS na planta inteira da cultivar Agata. No entanto, para a cultivar Mondial, esse mesmo autor observou que o uso de PCA resultou em valores mais elevados de acúmulo de MS na planta inteira.

Para ambas as safras, houve aumento no acúmulo de MS da planta inteira a partir da emergência das plantas (Figuras 7e-f). Na safra das águas, o pico de máximo acúmulo de MS na planta inteira ocorreu aos 95 DAP, com valores de 6,55 t ha⁻¹. Na safra da seca, o máximo acúmulo de MS da planta inteira foi 7,75 t ha⁻¹ aos 100 DAP.

Os valores médios de acúmulo de MS na planta inteira da cultivar IAC Frida no presente estudo permaneceram abaixo dos apresentados por Fernandes (2021), com as cultivares Agata e Electra, por Yorinori (2003) com a cultivar Atlantic (safra das águas), e por Nunes (2017) com as cultivares Agata e Mondial.

Figura 7 - Acúmulos de MS no resto da planta (a, b), nos tubérculos (c, d) na planta inteira (e, f), e IC (g, h) da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca. * $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$



Legenda: Controle: sem aplicação de PCA; PCA – 1 ap: aplicação de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30 DAP; PCA – 2 ap: aplicação sequencial de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30 e 41 DAP; PCA – 3 ap: aplicação sequencial de $100\ g\ ha^{-1}$ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

O IC teve influência do ano de cultivo e da época de colheita (Tabela 15). Na safra das águas, o IC no segundo ano foi maior do que no primeiro ano, mas na safra da seca ocorreu o inverso (Tabela 15). O manejo de PCA não resultou em diferenças significativas com relação ao IC (Tabela 15).

Resultados semelhantes foram encontrados para as cultivares Agata e Mondial, no estudo de Nunes (2017), avaliando diferentes reguladores vegetais.

Para ambas as safras, houve lento aumento no IC logo após a tuberização, pois nessa fase estava havendo mais investimento de carboidratos para o crescimento vegetativo do que dos tubérculos (Figuras 7g-h). Depois dos 80 DAP, o IC aumentou até próximo do final do ciclo da batateira.

4.2.2 Avaliações no final do ciclo de desenvolvimento da cultura

4.2.3 Produtividade total de tubérculos frescos, teores de MS, açúcares redutor e total, e amido nos tubérculos

Com relação à produtividade total de tubérculos frescos verifica-se que na safra das águas houve influência significativa dos fatores ano de cultivo e época de colheita, e da interação Ano x Época (Tabela 16). Já na safra da seca apenas o fator ano de cultivo afetou significativamente a produtividade total de tubérculos, tendo sido verificado maiores valores de produtividade total de tubérculos durante o primeiro ano de cultivo. É provável que o incremento produtivo de 71% superior apresentada no primeiro ano de cultivo na safra da seca, em comparação ao segundo ano tenha ocorrido pelas condições de temperaturas mais amenas e favoráveis à cultura (Figura 1c-d), e pela condição de brotação mais avançada dos tubérculos-semente, em comparação aos tubérculos-semente apresentando brotações jovens, descritos como tubérculos em fase inicial de brotação, por Bisognin e Streck (2009). De forma semelhante ao trabalho de Knowles e Botar (1992), essa técnica de plantio de tubérculos com idade fisiológica mais avançada resulta na emergência de plantas e estabelecimento da parte aérea mais rápida, tuberização mais precoce e incremento de até 90% na produtividade. No entanto, à medida que os tubérculos-semente avançam para o estágio de esgotamento de reservas, o potencial produtivo reduz.

Na safra das águas a produtividade de tubérculos não diferiu entre os anos de colheita aos 116 DAP, mas na colheita tardia a produtividade foi menor no segundo ano de cultivo (Tabela 17). Além disso, a época de colheita não alterou a produtividade

de tubérculos no primeiro ano de cultivo, mas no segundo ano ela foi menor quando a colheita foi realizada mais tardiamente, ou seja, aos 125 DAP.

Tabela 16 - Produtividade total de tubérculos frescos e teor de MS nos tubérculos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Produtividade total de tubérculos frescos		Teor de MS tubérculos	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Água	Seca
	t ha ⁻¹		%	
Ano ⁽³⁾				
1	30,1	43,9 a	18,53 a	19,64 b
2	26,0	25,7 b	18,58 a	20,38 a
PCA ⁽⁴⁾				
Controle	28,0 a	34,4 a	18,47 a	20,18 a
1ap	26,1 a	35,2 a	18,49 a	20,07 a
2ap	27,9 a	34,8 a	18,65 a	19,92 a
3ap	30,3 a	34,9 a	18,62 a	19,88 a
Época ⁽⁵⁾				
116 DAP	30,0	34,6 a	18,47 a	19,80 a
125 DAP	26,1	35,0 a	18,65 a	20,23 a
ANOVA				
Ano (A)	*	*	ns	**
PCA	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	*	ns	ns	ns
PCA x A	ns	ns	ns	ns
A x E	*	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns
CV parcelas (%)	26,20	11,75	4,07	4,30

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano, manejo de PCA e Época não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

⁽⁵⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

A alta umidade decorrente do elevado volume de precipitação favoreceu o apodrecimento de tubérculos, e refletiu na baixa produtividade total de tubérculos

(Figura 1b). Sob esse aspecto, a colheita antecipada pode ser vantajosa, em condições favoráveis à precipitação.

Tabela 17 - Desdobramento da interação Ano x Época para a produtividade total de tubérculos frescos da cultivar IAC Frida na safra das águas

Época de colheita ⁽¹⁾	Ano de cultivo	
	1º ano	2º ano
	Produtividade total de tubérculos frescos (t ha ⁻¹)	
116 DAP	30,0 aA	30,0 aA
125 DAP	30,3 aA	22,0 bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e época de colheita, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) (p<0,05)

⁽¹⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

O manejo da aplicação de PCA não influenciou significativamente na produtividade total de tubérculos da cultivar IAC Frida (Tabela 16). Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Ellis, Knowles e Knowles (2019) para a cultivar de uso industrial Bondi.

No que se refere ao teor de matéria seca dos tubérculos da cultivar IAC Frida não houve influência dos tratamentos sobre esta variável na safra das águas (Tabela 16). Porém, na safra da seca apenas o fator ano de cultivo influenciou o teor de MS dos tubérculos, tendo sido observado maiores teores de MS nos tubérculos das plantas durante o segundo ano de cultivo (Tabela 16). Geralmente, o teor de MS nos tubérculos é mais elevado em condições de cultivo sob temperaturas mais amenas (Pádua *et al.*, 2011). No entanto, as temperaturas no segundo ano de cultivo da safra da seca foram mais elevadas, quando comparadas ao primeiro ano (Figuras 1c e 1d).

O valor médio observado para o teor de MS nos tubérculos durante a safra das águas foi de 18,6%, enquanto para a safra da seca o valor foi de 20,0% (Tabela 16). De acordo com Pádua *et al.* (2011), o teor de MS acima de 19% é considerado adequado, visando o preparo na forma de fritura.

Segundo a classificação proposta por Cacace, Huarte e Monti (1994) os valores médios do teor de matéria seca da cultivar IAC Frida (Tabela 16) observados na safra das águas enquadraram-se como intermediários, mas na safra da seca eles enquadram-se como altos. Nesse contexto, o cultivo da cultivar IAC Frida na safra da seca seria mais favorável para atender a faixa de teor de MS considerada adequada

para o segmento de fritura. Os valores adequados de matéria seca de tubérculos, associado ao formato alongado-cheio dos tubérculos, potencializam a expansão de cultivo dessa cultivar no segmento industrial de fritura (Factor *et al.*, 2019).

O teor de açúcar redutor nos tubérculos da cultivar IAC Frida foi afetado apenas pelo fator ano de cultivo na safra das águas e pelos fatores ano de cultivo, manejo de PCA e época de colheita na safra da seca (Tabela 18). Na safra das águas, o maior teor de açúcar redutor ocorreu no primeiro ano de cultivo, enquanto na safra da seca o maior teor de açúcar redutor nos tubérculos foi verificado no segundo ano de cultivo (Tabela 18). O tratamento que recebeu uma aplicação de PCA durante a safra da seca apresentou teor de açúcar redutor nos tubérculos maior do que nos demais tratamentos (Tabela 18). Além disso, nesta safra o teor de açúcar redutor nos tubérculos colhidos com 125 DAP foi maior do que naqueles colhidos com 116 DAP (Tabela 18).

Os valores médios de teor de açúcar redutor nos tubérculos da cultivar IAC Frida na safra das águas foram de 0,52% e 0,53% na safra da seca (Tabela 18). Esses valores ficaram dentro do estabelecido como adequado para a fritura na forma de palitos de acordo com Stark *et al.* (2003), que é de até 0,59%. No trabalho de Fernandes *et al.* (2010a) as cultivares Asterix e Markies apresentaram tubérculos com teor de açúcar redutor de 0,85 e 0,90%, respectivamente, os quais ficaram bem acima do considerado adequado para o preparo na forma de fritura, de acordo com o estabelecido por Stark *et al.* (2003).

O teor de açúcar redutor depende do fator genético da cultivar, manejo da adubação, tempo de armazenamento pós-colheita e da temperatura durante o cultivo e armazenamento, sendo que as colheitas tardias associadas às temperaturas elevadas favorecem o alto teor de açúcar redutor nos tubérculos (Quadros *et al.*, 2010; Pádua *et al.*, 2011), como foi observado na colheita aos 125 DAP da safra da seca no presente trabalho (Tabela 18).

O teor de açúcar total nos tubérculos da cultivar IAC Frida foi afetado pelo fator ano de cultivo e pela interação Ano x Época durante a safra das águas (Tabela 18). Porém, na safra da seca houve efeito dos anos e épocas de colheita sobre os teores de açúcar total. Na safra da seca o teor de açúcar redutor nos tubérculos da batateira foi menor no primeiro ano de cultivo e na colheita realizada aos 125 DAP.

Na safra das águas o desdobramento da interação Ano x Época indicou que em ambos os anos a época de colheita não alterou os teores de açúcar total dos tubérculos (Tabela 19).

Tabela 18 - Teores de açúcar redutor e total, e amido nos tubérculos da cultivar IAC Frida em resposta ao manejo de PCA nas safras das águas e da seca

Tratamentos	Açúcar redutor		Açúcar total		Amido	
	Águas ⁽¹⁾	Seca ⁽²⁾	Águas	Seca	Águas	Seca
			% (base seca)			
Ano ⁽³⁾						
1	0,68 a	0,45 b	1,18	1,39 b	79,47 b	85,35 a
2	0,37 b	0,61 a	0,97	1,65 a	81,62 a	82,23 b
PCA ⁽⁴⁾						
Controle	0,53 a	0,51 b	1,16 a	1,64 a	81,22 a	83,52 a
1ap	0,50 a	0,60 a	1,06 a	1,61 a	80,06 a	83,71 a
2ap	0,56 a	0,52 b	1,04 a	1,44 a	80,33 a	84,02 a
3ap	0,52 a	0,50 b	1,04 a	1,38 a	80,56 a	83,91 a
Época ⁽⁵⁾						
116 DAP	0,55 a	0,50 b	1,07	1,82 a	80,78 a	83,32 b
125 DAP	0,50 a	0,56 a	1,08	1,21 b	80,31 a	84,26 a
			ANOVA			
Ano (A)	**	**	**	*	*	**
PCA	ns	*	ns	ns	ns	ns
Época de coleta (E)	ns	*	ns	**	ns	**
PCA x A	ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x E	ns	ns	*	ns	ns	ns
PCA x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV parcelas (%)	25,89	19,10	26,79	28,81	4,14	1,64

* e **, estatisticamente significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste t. Médias seguidas de mesma letra na coluna, para os fatores ano e manejo de PCA, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores referentes ao cultivo da safra das águas; ⁽²⁾ Valores referentes ao cultivo da seca

⁽³⁾ 1: primeiro ano do cultivo; 2: segundo ano do cultivo.

⁽⁴⁾ Controle: sem aplicação de PCA; 1ap: aplicação de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 DAP; 2ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30 e 41 DAP; 3ap: aplicação sequencial de 100 g ha⁻¹ de PCA aos 30, 41 e 54 DAP.

⁽⁵⁾ Época de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP) de tubérculos

Na colheita realizada aos 116 DAP o teor de açúcar total dos tubérculos não diferiu entre os anos de cultivo, mas na colheita seguinte (125 DAP) o teor de açúcar total no primeiro ano foi maior do que no segundo ano (Tabela 19).

Tabela 19 - Desdobramento da interação Ano x Época para o teor de açúcar total da cultivar IAC Frida na safra das águas

Época de colheita ⁽¹⁾	Açúcar total (% base seca)	
	1º ano	2º ano
116 DAP	1,10 aA	1,03 aA
125 DAP	1,26 aA	0,90 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna para os fatores ano e época de colheita, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (LSD) ($p < 0,05$)

⁽¹⁾ Épocas de colheita tradicional (116 DAP) e tardia (125 DAP)

As temperaturas mais amenas apresentadas no primeiro ano da safra da seca (Figura 1c), possivelmente contribuíram para o maior teor de açúcar total nos tubérculos, pois a exposição dos tubérculos às baixas temperaturas favorece a degradação da molécula de amido e acúmulo de açúcar total (Braun *et al.*, 2010; Finger *et al.*, 2011)

As doses de PCA não influenciaram nos teores de açúcares totais dos tubérculos no presente trabalho (Tabela 18). No entanto, o uso de outros reguladores vegetais em batata provocou alterações significativas no teor de açúcar total nos tubérculos. No trabalho de Araújo *et al.* (2019), o uso do paclobutrazol resultou na redução do teor de açúcar total dos tubérculos da cultivar Markies.

Para o teor de amido dos tubérculos da cultivar IAC Frida verificou-se efeito significativo do fator ano de cultivo na safra das águas e dos fatores ano de cultivo e época de colheita na safra da seca (Tabela 18). Na safra das águas, o teor de amido nos tubérculos no segundo ano de cultivo foi maior do que no primeiro ano, mas na safra da seca o teor de amido dos tubérculos foi maior no primeiro ano de cultivo (Tabela 18). Na safra da seca, a colheita tardia com 125 DAP aumentou o teor de amido dos tubérculos em relação à colheita com 116 DAP. Alguns autores afirmaram que o máximo teor de amido nos tubérculos ocorre na fase de senescência (Pádua *et al.*, 2011).

O teor médio de amido apresentado pela cultivar IAC Frida foi de 82,21%, e no trabalho de Fernandes *et al.* (2010a) os valores do teor de amido nos tubérculos das cultivares Asterix e Markies foram de 78,20 e 74,40%, respectivamente.

Em ambas as safras, o manejo de PCA não interferiu significativamente no teor de amido nos tubérculos (Tabela 18). Alguns trabalhos relataram a influência de outros reguladores vegetais sobre o teor de amido dos tubérculos de batata. Por exemplo, o uso de cloreto de chlormequat aumentou o teor de amido nos tubérculos da batateira (Sharma; Kaur; Gupta, 1988; Tak *et al.*, 2024), enquanto há estudos indicando que o uso de paclobutrazol reduziu o teor de amido nos tubérculos (Araújo *et al.*, 2019).

5 CONCLUSÕES

Na cultivar Asterix, o manejo de PCA na safra das águas reduziu o número de hastes por planta, aumentou a produtividade total de tubérculos frescos e graúdos, e o teor de MS dos tubérculos, reduziu o comprimento da maior haste apenas no segundo ano da safra da seca e aumentou o teor de açúcar total no segundo ano da safra das águas.

Na cultivar IAC Frida, o manejo de PCA aumentou a massa média dos tubérculos e a produtividade de tubérculos frescos graúdos apenas no primeiro ano da safra das águas, e o teor de açúcar redutor na safra da seca.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA SILVA, J. C. **Produtividade e qualidade de tubérculos de batata para a indústria em função do manejo da adubação potássica**. 2024. Tese (Doutorado em Agricultura/Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/9c812818-c1da-4630-a1ee-04e36af788a3>. Acesso em 24 jun. 2025.
- ARAUJO, F. F.; SANTOS, M. N.; COSTA, L. C.; MOREIRA, K. F.; ARAUJO, M. N.; MARTINEZ, P. A. H.; FINGER, F. L. Changes on potato leaf metabolism and anatomy induced by plant growth regulators. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 139-147, 2019. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39372>. Acesso: 12 out. 2025.
- ARAUJO, F. F.; SOUZA SANTOS, M. N.; ARAÚJO, N. O.; COSTA, L. C.; FINGER, F. L. Growth and dry matter partitioning in potatoes as influenced by paclobutrazol applied to seed tubers. **Revista Colombiana de Ciências Horticolas**, v. 14, n. 1, p. 135-143, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v14n1/2011-2173-rcch-14-01-135.pdf>. Acesso: 17 out. 2025.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. 1. Ed. New York: Springer New York. 1995.
- ASTERIX. Ótimo sabor e grande resistência. **Revista Batata Show**, Itapetininga, SP, v. 1, mai. 2001. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/materias-das-revistas/asterix-otimo-sabor-e-grande-resistencia/>. Acesso em: 25 jan 2025.
- BAINS, P. S.; BENNYPAUL, H. S.; LYNCH, D. R.; KAWCHUK, L. M.; SCHAUPMEYER, C. A. Rhizoctonia disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): fungicidal efficacy and cultivar susceptibility. **American Journal of Potato Research**, v. 79, p. 99-106, 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02881518>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BALAMANI, V.; POOVAIAH, B. W. Retardation of shoot growth and promotion of tuber growth of potato plants by paclobutrazol. **American Potato Journal**, Pullman, jul., 1985. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02855607#citeas>. Acesso em: 29 jan. 2025.
- BANVILLE, G. J. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. **American Potato Journal**, v. 66, p. 821-834, 1989. Disponível em: <https://link.springer.com.ez87.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF02853963>. Acesso em: 16 dez. 2025.

BERTANI, R. M. A. **Eficiência agronômica de fosfatos na cultura da batata (*Solanum tuberosum* ssp *tuberosum*)**. 1998. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 1998. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/55593d4d-2afe-4b6a-9637-1bad75dcc6ca>. Acesso em: 04 jun. 2025.

BERVALD, C. M. P.; BACARIN, M. A.; DEUNER, S.; TREVIZOL, F. C. Variação do teor de carboidratos em genótipos de batata armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 2, p. 477-483, 2010. Disponível: <https://www.scielo.br/j/brag/a/Pw7gsDZFBqH6X66RdXgyBtH/?lang=pt>. Acesso em: 12 out. 2010.

BISOGNIN, D. A.; STRECK, N. A. **Desenvolvimento e manejo das plantas para alta produtividade e qualidade da batata**. 1. ed. Itapetininga, SP: ABBA, 2009. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/370/2020/02/Batata.pdf>. Acesso em 29 abr. 2025.

BODLAENDER, K. B. A.; ALGRA, S. The influence of the growth retardant B 995 on growth and yield potatoes. **European Potato Journal**, 1966, v. 9, p. 242-258. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02364682>. Acesso em: 25 ago.2025.

BODLAENDER, K. B. A. Effects of storage and resprouting conditions and treatments of crops with growth regulators on number of tubers and size distribution. In: Triennial conference of the European association for potato research, 10, 1987, London. **Proceedings...** Wageningen, 1987.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CAMARGO JÚNIOR, O. A. Anomalias fisiológicas da cultura da batata. In: PITELLI MERENDA, A. M. C. M. **Batata: desafios fitossanitários e manejo sustentável**. Jaboticabal: CRIAR/UPL, 2020. p. 73-86. Disponível em: <http://livrodabatata.uplbrasil.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Batata-Desafios-fitossanitarios-e-manejo-sustentavel-final.pdf#page=75>. Acesso: 22 jul. 2025.

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**, Lavras, MG, v. 34, p. 285-293, mar./abr., 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/T7W57BKbBdRZvJqYb7TjM8N/?lang=pt>. Acesso em 16 jul. 2025.

CACACE, J. E.; HUARTE, M. A.; MONTI, M. C. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. **American Journal of Potato Research.**, 1994, v. 71, p. 145-153. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02849049>. Acesso em: 08 set. 2025.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS Jr, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van. **Boletim 100**: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 1. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2022.

CASTRO, P. R. C.; CAMPOS, G. R. Ecofisiologia da batata. *In*: PITELLI MERENDA, A. M. C. M. **Batata: desafios fitossanitários e manejo sustentável**, Jaboticabal, SP, UPL, 2020, cap. 3, p. 55-71.

CLEALAND, R. E. Growth substances. *In*: SALISBURY, F. B. **A reference for presentation of research results in the plant sciences**. New York: Oxford University Press, 1996. P. 126-128.

COGO, C. M.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; GODOI, R. S.; BORTOLOTTI, O. C.; BARROS, G. T. Crescimento, produtividade e coloração dos chips de tubérculos de batata produzidos sob alta disponibilidade de potássio. **Revista Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n. 3, p. 985-988, mai-jun, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/TVTkMmkt3DWWmZSF4dKJQhG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 jul. 2025.

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. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02360617>. Acesso em 19 jul. 2025.

ELLIS, G. D.; KNOWLES, L. O.; KNOWLES, N. R. Increasing the production efficiency of potato with plant growth retardants, Livonia, **American Journal of potato research**, Livonia, v. 97, p. 88-101, dez., 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-019-09759-y>. Acesso em: 29 jan. 2025.

FACTOR, T. L.; FELTRAN, J. C.; WATANABE, E. Y.; RAMOS, V. J.; TIVELLI, S. W. **Como produzir batata orgânica?**. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, 2017. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2017/10/Como-Produzir-Batata-Org%C3%A2nica.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

FACTOR, T. L.; FELTRAN, J. C.; BLAT, S. F.; TIVELLI, S. W.; GOMES, D.; SOUZA DIAS, J. A. C.; WATANABE, E. Y.; RAMOS, V. J. Batata: o tesouro andino em terras paulistas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 71, p. 100-119, 2019.

FACTOR, T. L.; LIMA JUNIOR, S.; BLAT, S. F.; FELTRAN, J. C.; WATANABE, E. Y.; GOMES, D. Melhoramento: IAC apresenta novas variedades para o mercado nacional de batata. **Revista Batata Show**, Itapetininga, SP, v. 61, dez. 2021. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista/edicao-61/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JÚNIOR, A. DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal**: reguladores vegetais. São Paulo: Andrei, 2015.

FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A.; SCHWANTES, A. P.; ALBERTO, C. M. Produtividade simulada de tubérculos de batata em cenários de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 351-360, abr. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/pqRNchzJ5zhCCMz4QxDtVcz/?lang=pt>. Acesso em: 07 maio 2025.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **International year of the potato 2008: New light on a hidden treasure, 2009**. Disponível em: <https://www.fao.org/4/i0500e/i0500e.pdf>. Acesso em 28 jan. 2025.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **FAOSTAT: crops and livestock products**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em 28 jan. 2025.

FELTRAN, J. C. **Determinação das características agronômicas, dos distúrbios fisiológicos, do estado nutricional da planta e da qualidade dos tubérculos em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2002. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/2810e03f-02d9-4b12-8587-b756118916c4/content>. Acesso: 20 maio 2025.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 61, p. 598-603, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/HMdFqxXNxcbbjw5p9JwtkXd/?lang=en>. Acesso em: 14 dez. 2025.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. **Científica**, Jaboticabal, SP, v. 33, p. 106-113, 2005. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/72/54>. Acesso em: 17 out. 2025.

FELTRAN, J.C.; GRANJA, N. P.; SILVA FILHO, H. M.; SORATTO, R. P.; FACTOR, T.L. Batata (*Solanum tuberosum*). In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS Jr. D.; BOARETTO, R.; RAIJ, B. van. **Boletim Técnico 100**: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: IAC, 2022. p. 318-321.

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. **Revista Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, BA, jul-set. 2010a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/Q7VKQM8V99W6gZkgCFtSntS/>. Acesso em 29 jan. 2025.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. B.; SOUZA-SCHICK, G. D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, p. 828-835, 2010b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/wcfvrpXwRGFjJzZrQQwK3Fy/?lang=pt>. Acesso: 13 out. 2025.

FERNANDES, F. M. **Produtividade de tubérculos e acúmulo, partição e exportação de nutrientes em duas cultivares de batata sob influência do manejo do nitrogênio**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ef1bb835-6e9e-4f7d-b7d9-c57b6731e94c>. Acesso em: 09 jun. 2025.

FINGER, F. L.; MAPELI, A. M.; MOREIRA, M. A.; FONTES, P.C.R. Pós-colheita do tubérculo de batata. In: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. v. 2, cap. 9, p. 215-240.

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: Journal of Plant Biotechnology**, Berlin, v. 27, p. 59-64, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/journal/11240>. Acesso em: 29 jan. 2025.

HOQUE, M. A.; YEASMIN, T.; SWEETY, M. A.; REZA, M. M. Evaluation of some high yielding potato varieties at various growth stages. **Bangladesh Journal of Horticulture**, v. 31 (2), n. 1, p. 1-14, 2024. Disponível em: <https://www.horticulturalsocietybd.org/wp-content/uploads/2023/01/Manuscript-1-Finalized-Paper.pdf>. Acesso em: 08 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de batata**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata/br>. Acesso em 15 jan. 2025.

KONWLES, N. R.; BOTAR, G. I. Effect of altering the physiological age of potato seed-potato tubers in the fall on subsequent production in a short-season environment. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 72, p. 275-287, 1992. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/epdf/10.4141/cjps92-033>. Acesso em: 19 dez. 2025.

LENZ, E. A.; PEREIRA, A. S.; REISSER JUNIOR, C.; CUADRA, S. V.; AZEVEDO, F. Q.; SILVA, G. O. Crescimento de plantas de quatro cultivares de batata em condições subtropicais de baixa altitude do sul do Brasil. **Batata Show**, Itapetininga, v. 22, n. 62, p. 58-63, 2022. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista/edicao-62/>. Acesso: 22 jul. 2025.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOVICH, M. I.; **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CECOR-CATI/SAA, 1994.

LOPES, C. A. Controle integrado das doenças bacterianas da batata. *In*: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. v. 2, cap. 1, p. 11-52.

LOVATO, C. Influência do ambiente no desenvolvimento da planta de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 23, n. 1, p. 101-106, 1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/WGYyc5VbFyJ8V6SLxSrCMN/?lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2025.

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, p. 1-5, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2016/1585463>. Acesso: 22 jul. 2025.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cultivarweb**. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em 23 jul. 2025.

MOREIRA, M. A.; MAPELI, A. M.; FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. Fisiologia da batata. *In*: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. v. 1, cap. 7, p. 301-322.

MOTA, L. H. S. O.; FERNANDES, A. M.; ASSUNCAO, N. S.; LEITE, H. M. F. Leaf area development and yield of cassava in response to pruning of shoots and the late supply of nitrogen and potassium. **Agronomy Journal**, v. 112, p. 1406-1422, 2020.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153, p. 375-390, 1944. Disponível em: [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(18\)71980-7/pdf](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(18)71980-7/pdf). Acesso: 25 jul. 2025.

NUNES, J. G. S. **Crescimento, produtividade e qualidade de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/02b295ff-d073-4ec6-832d-a222b1e9fe6c>. Acesso em 14 jan. 2025.

OLIVEIRA, L. S. **Proexadiona cálcica na fisiologia e na produtividade da batata**. 2020. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/ea374b03-eed7-440a-b733-5708d46bbcbd>. Acesso em: 14 jan. 2025.

OLIVEIRA, L. S.; FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; H. D.; SILVA, R. M. Shoot growth, tuber yield and quality of two potato cultivars as affected by prohexadione-calcium application. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 68, n. 5, p. 411-419, 2021.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/vYnBQkGQPs5F6VRmyXs8r6B/?format=html&lang=en>
n. Acesso: 12 out. 2025.

PÁDUA, J. G.; SILVEIRA DUARTE, H. S.; ZAMBOLIM, L.; CARMO, E. L.; MESQUITA, H. A.; TADEU DIAS, J. P. Cultivares de batata. In: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. v. 1, cap. 6, p. 251-300.

PAVLISTA, A. D.; **Influence of foliar Applied growth retardants on Russet Burbank potato tuber production**. Saint Paul, v. 90, p. 395-401, abr., 2013.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-013-9307-2>. Acesso em 29 jan. 2025.

PEREIRA, A. S. Melhoramento genético. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2003. v. 1, p. 105-124.

PEREIRA, G. E.; RAGASSI, C. F.; CARVALHO, A. D. F.; SILVA, G. O.; VILELA, M. S. Growth and yield of potato genotypes in the Brazilian Midwest. **Revista Agropecuária Tropical**, Goiânia, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pat/a/DkYF7KckD78nCHt7FSryJqB/?format=pdf&lang=en>.
Acesso em: 20 maio 2025.

PRAKASH, P.; CHETTI, M. B.; PATIL, S. S. Effect of plant regulators on growth parameters and yield in potato. **Karnataka Journal of Agriculture Science**, 2001.

Disponível em: <https://eurekamag.com/research/003/732/003732729.php>. Acesso em: 29 jan. 2025.

QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; RODRIGUES FERREIRA, S. M.; SOSSELA DE FREITAS, R. J. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, n. 4, p. 439-443, 2010. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/actascitechnol/index.php/ActaSciTechnol/article/view/6663/6663>. Acesso em: 11 set. 2025.

QUEIROZ, L. R. M.; KAWAKAMI, J.; LOPES MULLER, M. M.; UMBURANAS, R. C.; ESCHENBACK, V. Tamanho de tubérculo-semente e espaçamento na produtividade de batata em condições de campo. **Comunicata scientiae**, v. 4 (3), p. 308-315, 2013. Disponível em:

<https://comunicata.emnuvens.com.br/comunicata/article/view/344/199>. Acesso em 01 jul. 2025.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and Other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Los Angeles, 2000. Disponível em:

https://www.jkip.kit.edu/botzell/downloads/intern_Rademacher_2000.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

RADEMACHER, W.; BUCCI, T. New plant growth regulators. High risk investment?. **Hort Technology**, Virginia, 2002. Disponível em:

https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/12/1/article-p64.xml?tab_body=pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

RADEMACHER, W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. **Journal of Growth Regulation**, New York, 2015. Disponível em: <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/plant-growth-regulators-backgrounds-and-uses-in-plant-production-tBVBcPmCLB>. Acesso em: 29 jan. 2025.

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

RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico 100**: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC/FUNDAG, 1997.

ROSENZWEIG, C.; PHILLIPS, J.; GOLDBERG, R.; CARROLL, J.; HODGES, T. Potential impacts of climate change on citrus and potato production in the US.

Agricultural Systems. Great Britain, 1996. Disponível em:

https://econpapers.repec.org/article/eeeagisys/v_3a52_3ay_3a1996_3ai_3a4_3ap_3a455-479.htm. Acesso em: 19 jul. 2025.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.

SHARMA, N.; KAUR, N.; GUPTA, A. K. Effect of chlorocholine chloride sprays on the carbohydrate composition and activities of sucrose metabolizing enzymes in potato.

Journal of Plant Growth Regulation, Netherlands, v. 26, p. 97-103, 1998.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006087729077>. Acesso: 12 out. 2025.

SHIMOYAMA, N. Mais variedades. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, RS, n. 94, nov.

2015. Disponível em: <https://assets.revistacultivar.com.br/d87732ca-fcf0-492a-b5b4-c017e00e02d1.pdf>. Acesso em 29 jan. 2025.

SHIMOYAMA, N. Produção de batata no Brasil. **Revista Batata Show**, Itapetininga, SP, v. 24, n. 70, dez. 2024. Disponível em: <https://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista/edicao-70/>. Acesso em 29 jan. 2025.

SILVA, G. O.; LOPES, C. A. **Sistema de Produção da Batata**: Clima. 2. ed. EMBRAPA, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028425/1/SistemadeProducaodaBatata.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2025.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; FERREIRA DE CARVALHO, A. D.; AZEVEDO, F. Q. Seleção genotípica de clones de batata para rendimento de tubérculos, aspecto vegetativo e qualidade de fritura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 13, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v13i2a5534/351>. Acesso em: 08 maio 2025.

SILVA, G. O.; AZEVEDO, F. Q.; RAGASSI, C. F.; FERREIRA DE CARVALHO, A. D.; PEREIRA, G. E.; PEREIRA, A. S. Growth analysis of potato genotypes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 67, n. 3, p. 207-215, maio-jun, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1127360/1/Growth-analysis-of-potato-genotypes.pdf>. Acesso em: 07 maio 2025.

SILVA, G. O.; RODRIGUES, E. M. P.; AZEVEDO, F. Q.; EMYGDIO, B. M.; SANTOS, L. A.; RAGASSI, C. F.; CARVALHO, A. D. F.; BORTOLETTO, A. C.; FELDBERG, N. P.; LOPES, C. A. Growth, tuber yield and quality of potato clones and cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 41, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/r9LrWNKszbDH4QBcmzhcYGc/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 06 maio 2025.

SOUZA GARRETO, F. G. **Influência de doses e épocas de aplicação de magnésio na nutrição, crescimento, produtividade e qualidade de cultivares de batata**. 2022. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/93d0612b-779e-4c30-b9bd-3179fdae55b7>. Acesso em: 06 maio 2025.

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

STRUICK, P. C. Responses of the potato plant to temperature. In: Vreugdenhil, D.; Bradshaw, J.; Gebhardt, C.; Govers, F.; Mackerron, D. K. L.; Taylor, M. A.; Heather, A. R. **Potato biology and biotechnology: advances and perspectives**. Washington: Elsevier Science, 2007. V. 1, chap. 18, p. 367-393. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444510181500609>. Acesso em: 07 jul. 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

TAK, J. K.; SAHARAN, V.; PILANIA, S.; LAKHAWAT, S. S.; KAUSHIK, R. A.; SINGH, V.; PRAJAPATI, D.; INTODIA, S. K.; SHARMA, L. Chlorocholine chloride (CCC) functionalized chitosan nanoformulation for yield enhancement in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 43, p. 3896-3906, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-024-11361-4>. Acesso em: 12 out. 2025.

TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C.; MELO, P. C. T.; MELO, S. C. Cultura da batata. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, n. 18, 44 p, 2010. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR18.pdf>. Acesso: 22 jul. 2025.

TAVARES, S.; LUCCHESI, A. A. Reguladores vegetais na batata cv. Monalisa, após a tuberação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, out., 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/Rjy9ZrWP8ZLMvPjFPK7MQy/?lang=pt>. Acesso em: 29 jan. 2025.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth responses of potato (*Solanum tuberosum*) grown in a hot tropical lowland to applied paclobutrazol: 2. Tuber attributes. **New Zealand journal of crop and horticultural science**, New Zealand, v. 33, p. 43-51, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/01140671.2005.9514329?needAccess=true>. Acesso: 12 out. 2025.

VAYDA, M. E. Environmental stress and its impact on potato yield. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. **Potato genetics**, 1994, p. 239-261.

VENDRUSCOLO, J. L. S.; ZORZELLA, C. A. **Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): fritura**. Pelotas, RS: EMBRAPA, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/744146/1/documento104.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA, J. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis, MA: EDUFMA, 2010.

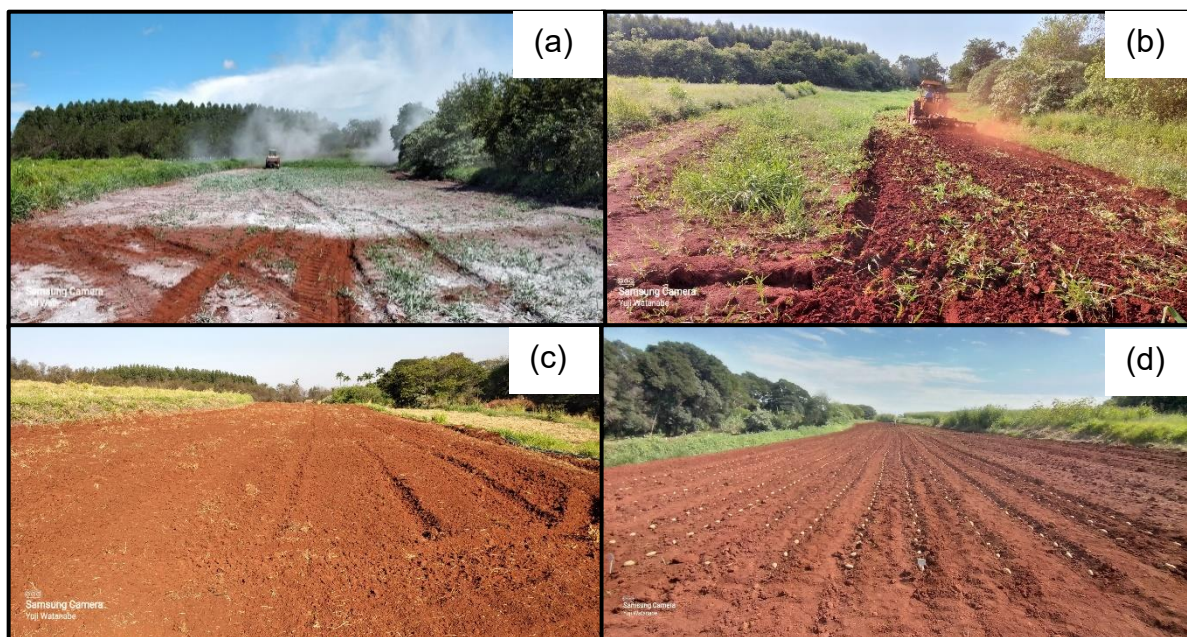
YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. Atlantic**. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiróz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20052003-141438/publico/glaucia.PDF>. Acesso: 22 jul. 2025.

YU, M. Y. Biochemical parameters, development and spread of diseases in potato crops using plant growth regulators. **Vegetable and Melon Growing**, Kharkov, v. 75, 2024. Disponível em: <https://vegetables-journal.com/index.php/journal/article/view/405/530>. Acesso em: 08 set. 2025.

WEAVER, R. J. **Reguladores del crecimiento de las plantas em la agricultura**. Benito Juarez: Trilhas, 1982.

ZAMBOLIM, L.; SILVEIRA DUARTE, H. S.; ZAMBOLIM, E. M. Medidas integradas de controle das doenças fúngicas da batata. *In*: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Editora da UFV, 2011. v. 1, cap. 11, p. 411-438.

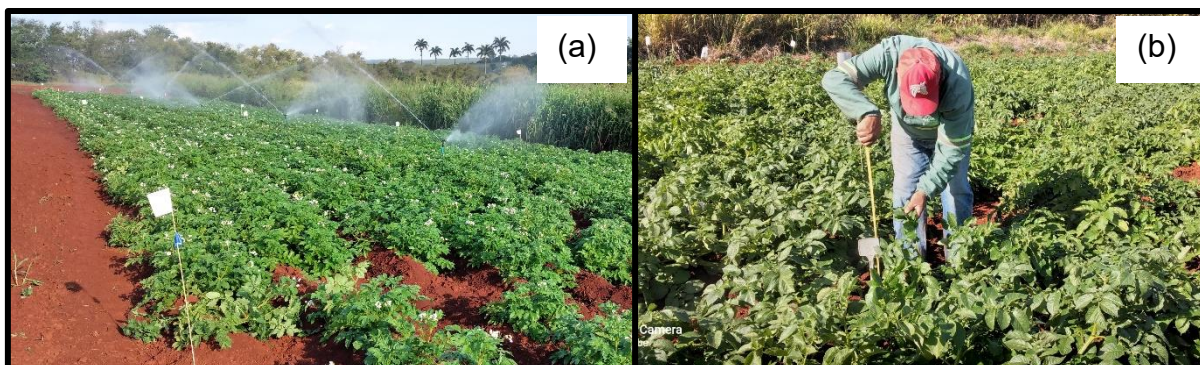
APÊNDICE A - Calagem (a), preparo do solo (b), área preparada (c), e instalação do ensaio (d), do 1º ano safra da seca



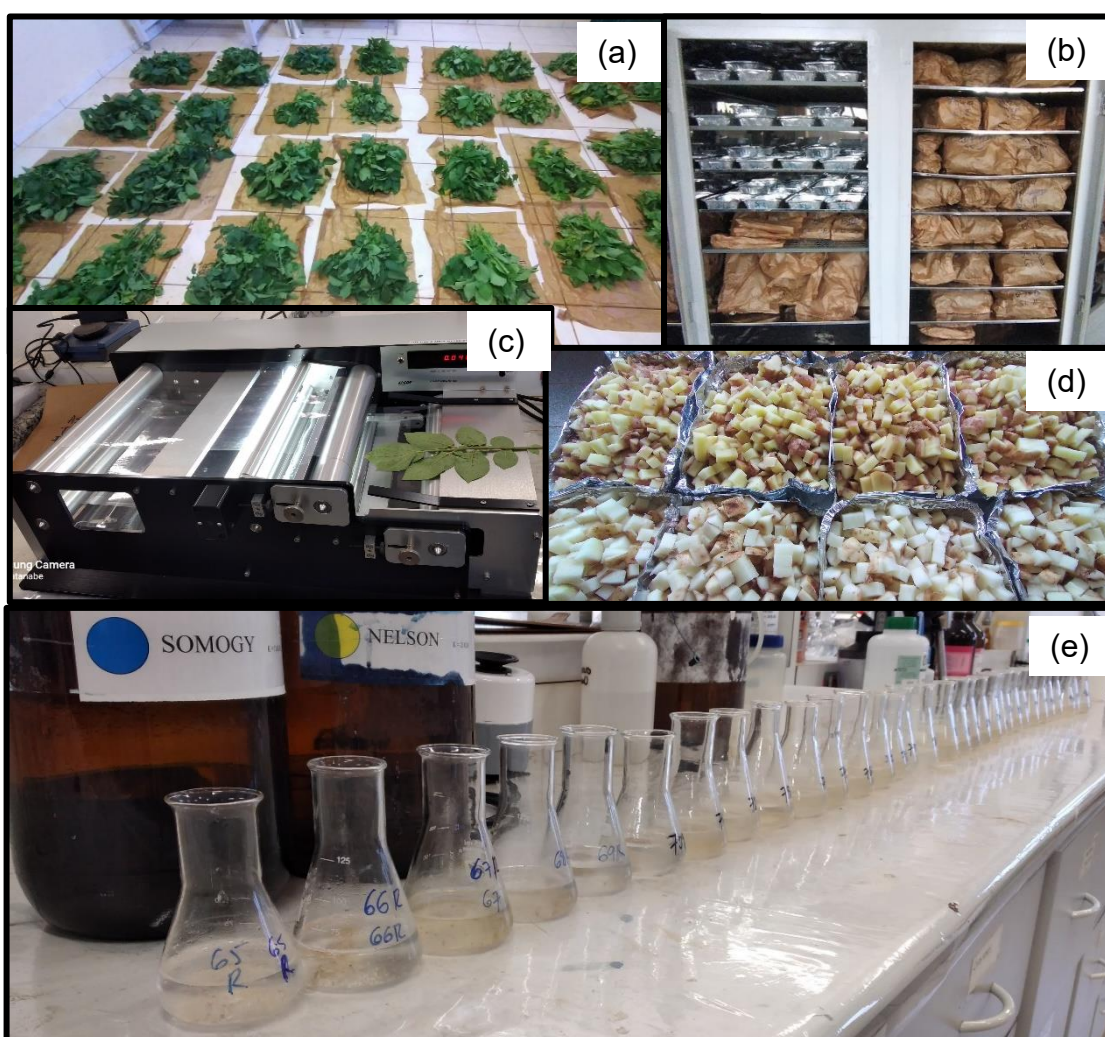
APÊNDICE B - Aplicação PCA 30 DAP (a), amontoa 42 DAP (b), vista do ensaio 2º ano da safra das águas 82 DAP (c)



APÊNDICE C - Irrigação do ensaio aos 31 DAP (a), avaliação aos 82 DAP (b), referente ao 2º ano da safra da seca



APÊNDICE D - Amostras de folhas (a), secagem de amostras em estufa (b), medição de área foliar (c), amostras de tubérculos para secagem (d), análise de açúcar redutor de tubérculos (e)



APÊNDICE E - Amostras de tubérculos (a), tubérculo IAC Frida (b), tubérculos seccionados (c), tubérculos Asterix (d)

