

Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno

Adalton Mazetti Fernandes⁽¹⁾, Rogério Peres Soratto⁽¹⁾, Beatrice Luciana Silva⁽¹⁾
e Genivaldo David de Souza-Schlick⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu, Caixa Postal 237, CEP 18603-970 Botucatu, SP. E-mail: adalton@fca.unesp.br; soratto@fca.unesp.br; blsilva@fca.unesp.br; genivald@fca.unesp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, o acúmulo e a distribuição de matéria seca (MS) nas cultivares de batata (*Solanum tuberosum*) Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial, durante a safra de inverno. O experimento foi conduzido de junho a outubro de 2008, no município de Itaí, SP. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas cultivares, e as subparcelas por épocas de coletas de plantas para avaliação: no plantio e a cada sete dias após a emergência. Todas as cultivares têm crescimento lento até o início da fase de enchimento de tubérculos. Porém, as cultivares Asterix, Atlantic e Markies são mais precoces do que a Mondial no estabelecimento de taxas máximas de acúmulo de matéria seca. As cultivares Asterix e Mondial apresentam maior número de folhas por planta, produtividade de tubérculos, taxa de acúmulo e produção de MS, mas a cultivar Mondial é menos eficiente na alocação de MS nos tubérculos que as demais cultivares. As cultivares com maior taxa máxima de acúmulo produzem maior quantidade de MS, mesmo apresentando menor período de duração da taxa máxima de acúmulo.

Termos para indexação: *Solanum tuberosum*, análise de crescimento, partição de matéria seca, taxa de crescimento.

Growth and dry matter accumulation and distribution in potato cultivars during the winter crop season

Abstract – The objective of this work was to evaluate growth and dry matter accumulation and distribution of potato cultivars (*Solanum tuberosum*) Ágata, Asterix, Atlantic, Markies, and Mondial, during the winter crop season. The experiment was carried out in Itaí, São Paulo state, Brazil, from June to October 2008. A randomized complete block design with split-plots and four replications was used. Plots comprised the potato cultivars and subplots were established by plant sampling times: at planting and every seven days after emergence. All the cultivars show slow growth until the onset of the tuber bulking stage. However, Asterix, Atlantic and Markies are earlier than Mondial in obtaining the maximum rates of dry matter accumulation. The Asterix and Mondial cultivars have more leaves per plant, higher tuber yield, higher maximum accumulation rates and dry matter production, but Mondial is less efficient in dry matter allocation to the tubers than the other cultivars. The cultivars with higher maximum accumulation rates provided higher amounts of dry matter, even with shorter terms of the maximum accumulation rate.

Index terms: *Solanum tuberosum*, growth analysis, dry matter partitioning, growth rate.

Introdução

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) desempenha importante papel como fonte de alimento para populações de várias regiões do mundo. Além disso, sua eficiência produtiva garante elevado aproveitamento de áreas destinadas à produção de alimentos, característica importante em um cenário mundial de constante crescimento populacional e insegurança alimentar.

As peculiaridades de cada cultivar têm grande efeito sobre o manejo e a produtividade da cultura (Yorinori,

2003; Coraspe-León et al., 2009). As cultivares Ágata, Asterix e Atlantic estão entre as mais plantadas no Brasil (Feltran & Lemos, 2005; Silva et al., 2009), e cultivares como Markies e Mondial têm se destacado pela produtividade e qualidade dos tubérculos, em algumas regiões. Contudo, pouco se conhece sobre o crescimento e a distribuição da matéria seca (MS) dessas cultivares, nas condições brasileiras.

A produtividade de uma cultura depende de uma série de interações complexas entre plantas individuais, comunidades de plantas e o meio ambiente (Conceição et al., 2004). Essas relações, juntamente com o potencial

genético, manifestam-se por meio de processos fisiológicos (Conceição et al., 2004, 2005).

A análise de crescimento de plantas baseia-se no fato de que cerca de 90% da MS acumulada ao longo do seu desenvolvimento resulta da atividade fotossintética; e o restante, da absorção de nutrientes minerais. Dessa forma, é possível avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total das plantas (Benincasa, 2003; Barcelos et al., 2007). O acúmulo de MS e sua distribuição na planta são processos importantes na definição da produtividade de uma cultura (Tekalign & Hammes, 2005a; Silva et al., 2009). O entendimento do padrão de partição de MS entre as partes da planta, a variação desse padrão entre cultivares e os efeitos das condições ambientais sobre o processo, podem ajudar na escolha da melhor cultivar para cada propósito e maximizar a produtividade de tubérculos com características desejáveis (Tekalign & Hammes, 2005a). Portanto, a análise de crescimento e o estudo da partição da MS entre os órgãos da planta geram conhecimentos que podem facilitar a tomada de decisões relativas ao manejo da cultura (Conceição et al., 2005; Tekalign & Hammes, 2005b; Pohl et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, acúmulo e a distribuição de matéria seca em cinco cultivares de batata, durante a safra de inverno.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante o período de junho a outubro de 2008, no qual é produzida a safra de inverno, em área produtora de batata no município de Itai, SP (23°28'S; 49°08'W e 670 m de altitude). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho, textura argilosa. A caracterização química do solo na área experimental, na camada de 0–0,20 m, apresentou os seguintes resultados: matéria orgânica, 31,8 g dm⁻³; pH_{CaCl₂}, 4,4; P (resina), 71 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al e CTC, 5,6, 28,6, 6,1, 74,7 e 115,1 mmol_c dm⁻³, respectivamente; e saturação por bases de 35%.

O preparo do solo foi realizado com dessecação, roçagem, duas gradagens pesadas, escarificação, aração e uma terceira gradagem leve às vésperas do plantio. A adubação de plantio constou da aplicação de 2.100 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 04-30-10, no sulco de plantio, com o auxílio de um sulcador-adubador mecanizado. Após a adubação, os sulcos foram abertos mecanicamente e o plantio foi realizado manualmente,

no dia 8/6/2008, no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,35 m entre plantas. Utilizaram-se tubérculos-semente certificados, tipo III, com massa média de 41, 48, 36, 28 e 31g, respectivamente para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial.

Foram aplicados, em cobertura, 227 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 20-05-20, aos 29 dias após o plantio (DAP), anteriormente à amontoa. A irrigação e o manejo fitossanitário da cultura seguiram as recomendações técnicas próprias à cultura, bem como os critérios adotados pelo produtor.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas cultivares de batata, Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial, e as subparcelas por épocas de coletas de plantas (avaliações), que foram realizadas no momento do plantio (tubérculos-semente) e aos 20, 27, 34, 41, 48, 55, 62, 69, 76, 83, 90 e 97 DAP. Cada parcela teve a dimensão de 8x10 m, ou seja, dez fileiras de 10 m de comprimento, num total de 286 plantas. Cada subparcela foi representada por quatro plantas, coletadas na área útil de cada parcela, e pelas plantas adjacentes, as quais foram consideradas bordadura, ou seja, não foram coletadas nas épocas seguintes.

As quatro plantas inteiras de cada subparcela eram cercadas por plantas competitivas e apresentavam-se aparentemente bem nutridas e com ausência de sintomas de viroses. As plantas amostradas foram separadas em tubérculos-semente, raízes, hastes, folhas e tubérculos, e, a seguir, foram lavadas. Determinou-se o número de hastes e de folhas por planta, o comprimento da maior haste, o número e a massa fresca de tubérculos. Ao final das avaliações, as amostras de cada parte das plantas foram secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 96 horas, e pesadas.

Aos 97 DAP, realizou-se a dessecação da parte aérea das plantas de todas as cultivares com o herbicida Diquat (330 g ha⁻¹ do i.a.). Aos 122 DAP, foram colhidos os tubérculos de 20 plantas das linhas centrais de cada parcela para determinação da produtividade.

O crescimento das plantas foi caracterizado pela MS de tubérculos-semente, raízes, hastes, folhas, tubérculos e na planta inteira. As taxas de acúmulo de MS na planta inteira e no tubérculo foram obtidas por meio da derivada primeira da equação ajustada da quantidade acumulada de MS na planta e no tubérculo, respectivamente. As maiores taxas diárias de acúmulo de MS na planta inteira e nos tubérculos foram consideradas como sendo

entre 90 e 100% do valor máximo das taxas de acúmulo de MS (Greef et al., 1999). O período até a taxa de maior acúmulo de MS foi definido como o número de dias do plantio até atingir 90% do valor máximo das taxas de acúmulo de MS (Greef et al., 1999). A duração da taxa máxima foi definida como o período no qual a taxa de acúmulo de MS permaneceu superior a 90% do maior valor (Greef et al., 1999).

A distribuição da MS entre os órgãos das plantas foi calculada como percentagem de matéria seca de cada órgão, em relação à MS total obtida em cada amostragem, ao longo do ciclo de desenvolvimento, de acordo com Benincasa (2003). O coeficiente de partição de MS para os tubérculos foi obtido pela relação entre a taxa de acúmulo de MS no tubérculo e a taxa de acúmulo de MS na planta inteira (McCollum, 1978). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias das cultivares comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos das épocas de coletas de plantas no crescimento e no acúmulo de MS foram avaliados pela análise de regressão.

Resultados e Discussão

O número de hastes por planta não variou durante o ciclo da cultura (Figura 1 A), e as cultivares Asterix, Ágata, Mondial, Markies e Atlantic apresentaram, em média, 6,3, 4,2, 3,3, 3,1 e 3,0 hastes por planta, respectivamente. O número de hastes por planta está diretamente relacionado com o tamanho do tubérculo-semente utilizado, bem como com a sua condição de brotação no momento do plantio (Souza, 2003; Feltran & Lemos, 2005).

A partir dos 55 DAP, as cultivares Mondial e Asterix apresentaram maior comprimento da haste em relação às demais (Figura 1 B). Porém, a cultivar Asterix não apresentou crescimento da haste após esse período. Já na cultivar Mondial, houve crescimento da haste até 69 DAP, o que permitiu que fossem atingidos valores próximos a 79 cm. A cultivar Asterix apresentou valores intermediários para o comprimento da maior haste, e as cultivares Ágata, Asterix e Atlantic apresentaram os menores valores ao longo do ciclo (Figura 1 B).

A cultivar Asterix apresentou menor número de folhas por haste, pois, apesar do maior número de hastes que a Mondial (Figura 1 A), ela apresentou número de folhas por planta semelhante (Figura 1 C). Por outro lado, a cultivar Mondial apresentou hastes mais longas (Figura 1 B)

e, possivelmente, maior número de folhas por haste. A cultivar Ágata apresentou número intermediário de folhas por planta. Em todas as cultivares houve emissão constante de novas folhas até por volta dos 69 DAP, e, a partir dessa época, houve senescência e abscisão foliar (Figura 1 C).

O maior número de tubérculos por planta foi observado nas cultivares Ágata e Asterix, e as cultivares Atlantic e Markies apresentaram o menor número (Figura 1 D). A cultivar Mondial mostrou número intermediário de tubérculos por planta. No final do ciclo, os tubérculos com maior massa de matéria fresca foram observados nas cultivares Mondial, Markies, Asterix, Atlantic e Ágata, respectivamente (Figura 1 E). Segundo Souza (2003), o número e o tamanho dos tubérculos produzidos variam de acordo com a cultivar e com as condições de cultivo. Quanto ao número de tubérculos por planta, a cultivar Ágata apresentou maior número (Figura 1 D), embora com menor massa média (Figura 1 E), o que refletiu em produtividade de tubérculos semelhante à das cultivares Asterix e Mondial, no final do ciclo (Figura 1 F). Esses resultados indicam que cultivares com maior número de tubérculos por planta não apresentam, necessariamente, maior produtividade de tubérculos. Para Souza (2003), o aumento no número de hastes por área leva ao decréscimo no tamanho médio dos tubérculos produzidos. Contudo, neste trabalho, foi verificado que a cultivar Atlantic, mesmo tendo apresentado menor número de hastes e de tubérculos por planta, produziu tubérculos com massa média menor que a Mondial (Figuras 1 A, D e E). Assim, a massa média dos tubérculos também deve estar relacionada com características genéticas da cultivar.

A produtividade da cultura da batata relaciona-se diretamente com a rapidez com que as plantas atingem o índice de área foliar máximo e com a longevidade da atividade foliar (Pereira & Machado, 1987). Dessa forma, observa-se que a maior produtividade de tubérculos, avaliada aos 122 DAP, foi obtida nas cultivares Mondial (40.908 kg ha⁻¹), Asterix (40.002 kg ha⁻¹) e Ágata (37.268 kg ha⁻¹), que apresentaram os maiores números de folhas por planta, e, possivelmente, os maiores valores de área foliar, durante a maior parte do ciclo (Figura 1 C). A menor produtividade foi observada nas cultivares Markies (28.624 kg ha⁻¹) e Atlantic (22.544 kg ha⁻¹). Feltran & Lemos (2005) obtiveram produtividade de tubérculos na estação “das águas” de 50.100, 20.600 e 28.600 kg ha⁻¹, respectivamente para as cultivares Mondial, Asterix e Ágata. A diferença de produtividade

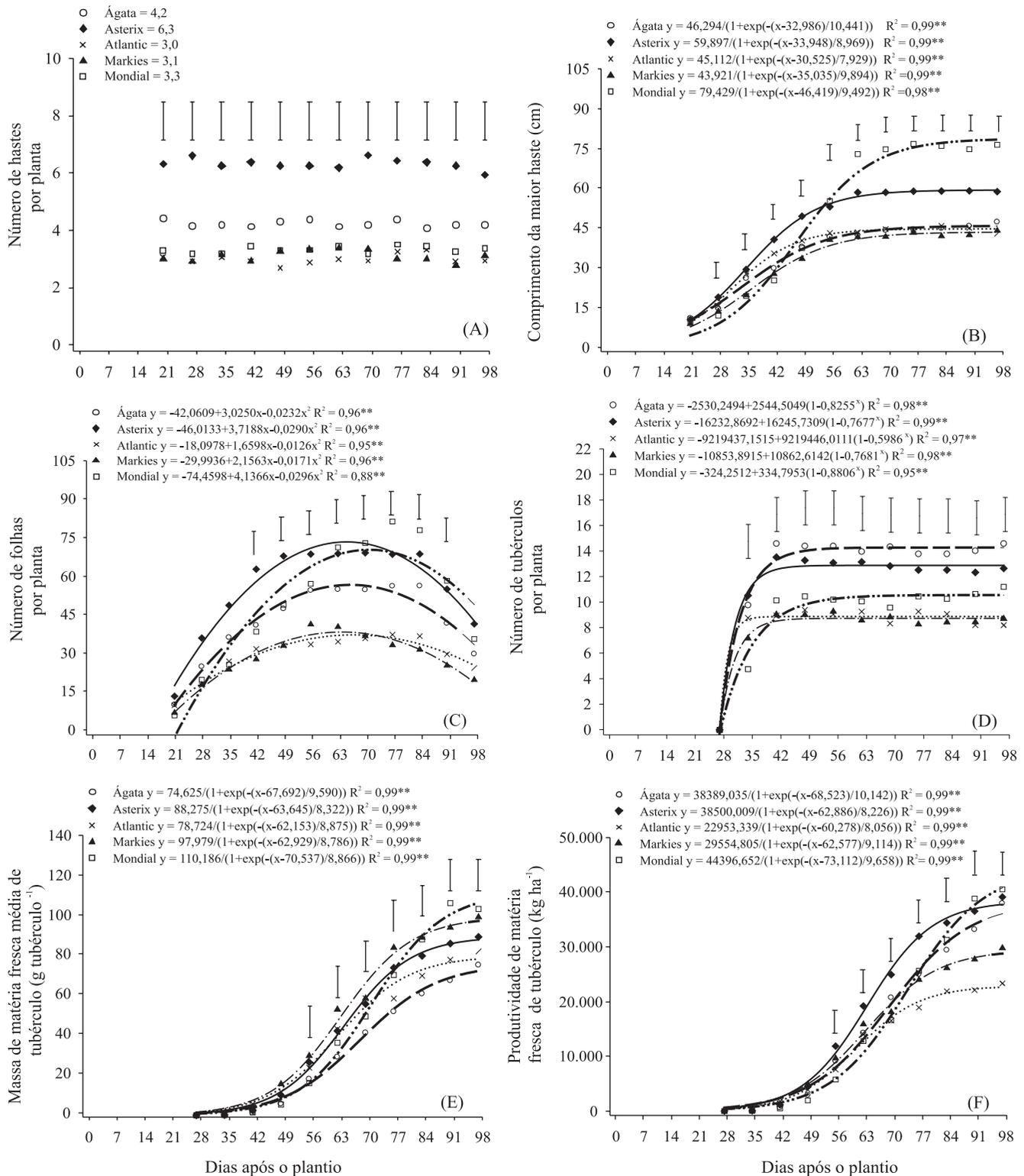


Figura 1. Número de hastes por planta (A), comprimento da maior haste (B), número de folhas por planta (C), número de tubérculos por planta (D), massa de matéria fresca média de tubérculo (E) e produtividade de matéria fresca de tubérculos (F) de cultivares de batata ao longo do ciclo da cultura. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Barras verticais indicam o valor de DMS pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

observada entre os resultados obtidos neste trabalho e os relatados por Feltran & Lemos (2005) está relacionada ao número de hastes por planta, ao ciclo da cultivar e às condições de cultivo.

Quanto ao acúmulo e distribuição de MS, verifica-se que, nas fases iniciais do ciclo, as plantas utilizaram as reservas contidas nos tubérculos-semente (Figura 2 A). Assim, as maiores quantidades de MS nos tubérculos-semente das cultivares Asterix e Atlantic proporcionaram crescimento inicial mais rápido do sistema radicular dessas cultivares em relação às demais (Figura 2 B), sendo que, aos 27 DAP, seus tubérculos-semente representavam as menores percentagens de MS, em relação ao total de MS acumulada nas plantas (Tabela 1).

Nas raízes, os acúmulos de MS foram crescentes até os 48 DAP nas cultivares Ágata, Atlantic e Asterix, que atingiram as quantidades máximas acumuladas de 13,2, 22,2 e 26,3 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2 B). Já as cultivares Markies e Mondial alcançaram os valores máximos acumulados de MS nas raízes a partir dos 55 DAP, com valores de 17,9 e 17,0 kg ha⁻¹, respectivamente. As cultivares Asterix e Atlantic apresentaram os maiores acúmulos de MS nas raízes, e os menores foram observados na cultivar Ágata. Yorinori (2003) verificou o acúmulo máximo de 28,8 kg ha⁻¹ de MS nas raízes da cultivar Atlantic aos 48 DAP, na safra “da seca” (plantio em fevereiro), e acúmulo de 26,7 kg ha⁻¹ aos 72 DAP, na safra “das águas” (plantio em setembro); porém, ele utilizou uma população de 41.667 plantas ha⁻¹. As raízes chegaram a representar 8,2% (cultivar Asterix) de toda MS acumulada na planta, até os 27 DAP e, à medida que ocorreu o crescimento intenso das demais partes das plantas e a redução do sistema radicular, a contribuição da MS das raízes para a MS total das plantas no final do ciclo ficou em torno de 0,2%, em todas as cultivares (Tabela 1). Segundo Tekalign & Hammes (2005a), o sistema radicular representa em torno de 4% da MS total da planta de batata. Contudo, tal proporção pode variar de acordo com a cultivar e com as condições de cultivo.

O acúmulo de MS nas hastes foi crescente até os 76 DAP, nas cultivares Asterix, Atlantic, Markies e Ágata, com valores de 358,8, 230,9, 210,1 e 199,1 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2 C). Na cultivar Mondial, o acúmulo de MS nas hastes foi maior e crescente até 83 DAP, e atingiu a quantidade máxima estimada de 581,5 kg ha⁻¹, o que está relacionado principalmente ao seu maior comprimento das hastes (Figura 1 B). Os acúmulos máximos de MS nas hastes obtidos por

Yorinori (2003), para a cultivar Atlantic na safra “da seca” e “das águas”, ocorreram, respectivamente, aos 47 DAP e 83 DAP, e foram de 602,9 kg ha⁻¹ e 513,7 kg ha⁻¹. Aos 34 DAP, as hastes representavam entre 16 a 18% do total de MS, nas cultivares Ágata, Markies e Mondial, enquanto nas cultivares Asterix e Atlantic, a proporção era de 22% (Tabela 1). Na última coleta (97 DAP), as hastes representavam de 2,9 a 7,3% da MS total acumulada nas plantas. Isso está relacionado ao crescimento e aumento contínuo da MS dos tubérculos a partir do início da tuberização, aos 34 DAP (Figuras 1 E, F e 2 E).

As folhas acumularam MS continuamente até próximo ao final do ciclo, e atingiram, entre 76 e 80 DAP, os valores máximos de 1.147,4, 906,2, 893,7, 810,0 e 692,7 kg ha⁻¹, para as cultivares Mondial, Asterix, Atlantic, Markies e Ágata, respectivamente, (Figura 2 D). Em todas as cultivares, a queda de folhas na fase final do ciclo (Figura 1 C) resultou na redução gradativa na quantidade de MS acumulada nas folhas (Figura 2 D). O maior acúmulo de MS nas folhas, de todas as cultivares, ocorreu praticamente na mesma época observada por Yorinori (2003). As folhas participaram com mais de 52% de toda a MS acumulada nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Markies, até o final da fase de crescimento vegetativo (34 DAP), enquanto na cultivar Mondial esse valor foi de 49,5% (Tabela 1). Com o crescimento dos tubérculos e em razão da perda e senescência de folhas (Coraspe-León et al., 2009) no final do ciclo, houve alterações na distribuição da MS entre os órgãos das plantas, de modo que as folhas representaram de 9,8 a 14,6% da MS total (Tabela 1). Silva & Pinto (2005) e Silva et al. (2009) também observaram redução da MS da parte aérea da batateira no final do ciclo da cultura.

A MS acumulada nos tubérculos foi pequena, em todas as cultivares, do início da tuberização até os 48 DAP (Figura 2 E) e, a partir dos 55 DAP, houve aumento acelerado da quantidade de MS acumulada nos tubérculos. As cultivares Mondial, Asterix, Atlantic, Markies e Ágata atingiram as taxas máximas diárias de acúmulo de MS nos tubérculos de 156, 162, 118, 116 e 111 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, entre 57 e 70 DAP (Figura 3 e Tabela 2). Aproximadamente 33% da MS total acumulada pelos tubérculos das cultivares estudadas foi verificada dentro do período de ocorrência das taxas máximas diárias de acúmulo de MS nos tubérculos (Figuras 2 E e 3 e Tabela 2).

As cultivares Asterix e Mondial, que acumularam maiores quantidades de MS nos tubérculos, apresentaram

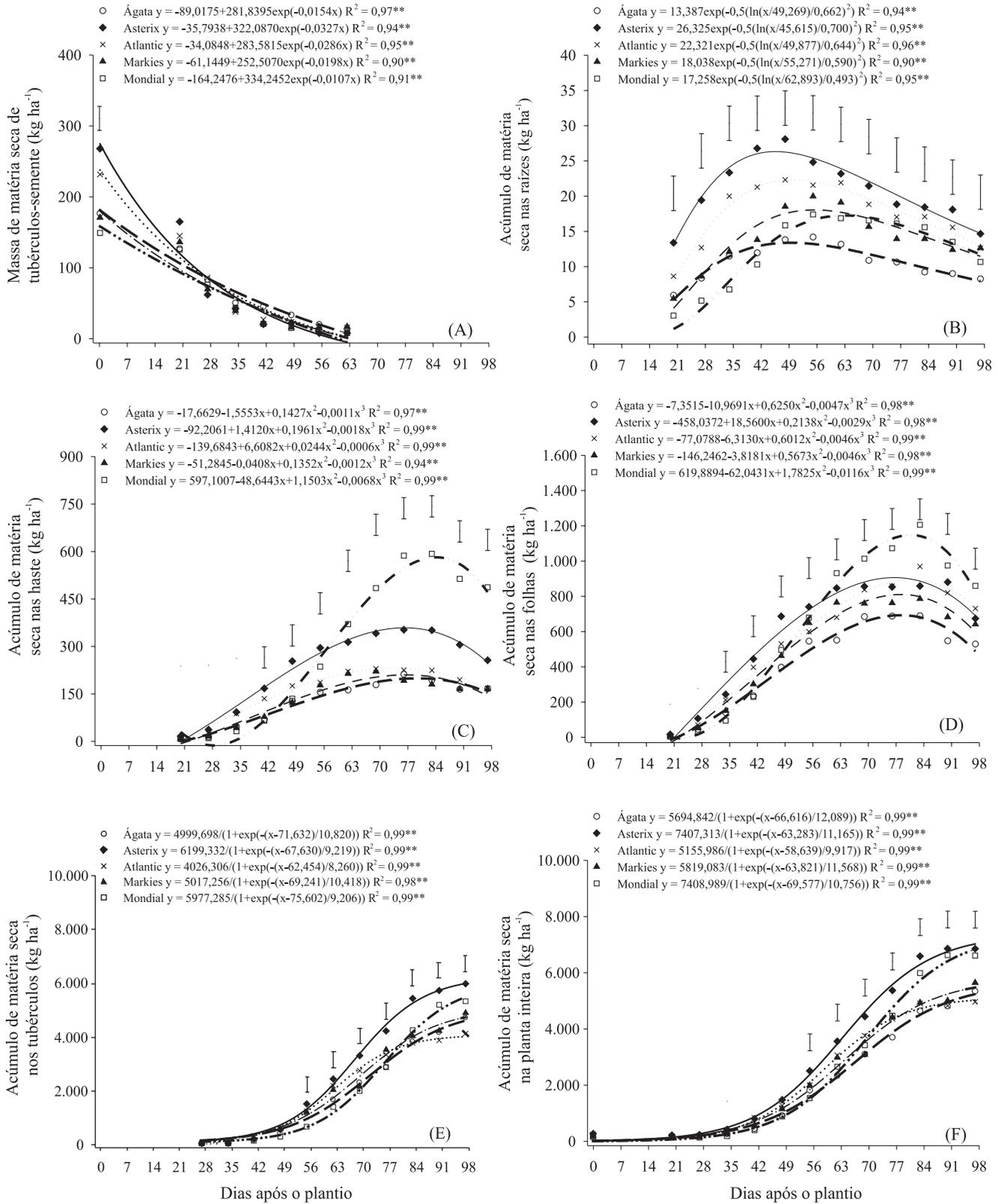


Figura 2. Massa de matéria seca dos tubérculos-semente (A); Acúmulo de matéria seca nas raízes (B), hastes (C), folhas (D), tubérculos (E) e planta inteira (F) de cultivares de batata ao longo do ciclo da cultura. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Barras verticais indicam o valor de DMS, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

altas taxas máximas de acúmulo nesse órgão, porém, a duração das taxas máximas de acúmulo de MS nos tubérculos foi inferior às observadas nas cultivares Ágata e Markies (Figura 3 e Tabela 2). Assim, nota-se que, nos tubérculos, uma baixa taxa máxima de acúmulo de MS não é compensada pelo prolongamento da duração da taxa máxima de acúmulo de MS. Greef et al. (1999), na cultura do milho, observaram que a taxa máxima de acúmulo de MS é uma característica mais importante para a obtenção de maior produção de MS do que a duração da taxa máxima de acúmulo. Na cultura da batata, também verificou-se que o valor da taxa máxima de acúmulo possui maior relação com a maior produção de MS do que o período de duração dessa taxa.

Após o início da tuberização (27 a 34 DAP), os tubérculos passaram a ser os drenos principais das plantas, já que, nessa fase, a taxa de acúmulo de MS nos

tubérculos representava entre 27 (Mondial) e 45% (Ágata) da taxa de acúmulo de MS na planta inteira (Figura 4). Normalmente, o coeficiente de partição de MS aumenta progressivamente após o início da tuberização, o que indica que a maior parte dos fotoassimilados disponíveis são alocados para o crescimento dos tubérculos (Oliveira, 2000; Silva & Pinto, 2005; Tekalign & Hammes, 2005b; Silva et al., 2009).

Do início da tuberização até 69 DAP, a cultivar Mondial apresentou menor coeficiente de partição de MS que as demais cultivares (Figura 4). Consequentemente, a proporção de MS acumulada nos tubérculos dessa cultivar nessa fase foi menor (Tabela 1). Aos 76 DAP, todas as cultivares apresentaram coeficiente de partição próximo de 1,0 (Figura 4). No final do ciclo, as cultivares Ágata, Markies e Mondial apresentaram coeficientes de partição maiores que 1,0, ou seja, havia maior taxa de acúmulo de

Tabela 1. Porcentagem de matéria seca em cada órgão das plantas, em relação à matéria seca total de cultivares de batata, ao longo do ciclo da cultura.

| Partes da planta | Dias após o plantio | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 20 | 27 | 34 | 41 | 48 | 55 | 62 | 69 | 76 | 83 | 90 | 97 |
| Ágata | | | | | | | | | | | | | |
| Tubérculos-semente | 100 | 87,7 | 58,3 | 23,4 | 12,6 | 4,9 | 1,7 | 1,1 | - | - | - | - | - |
| Raízes | - | 3,8 | 5,2 | 4,3 | 2,7 | 1,5 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Hastes | - | 5,0 | 8,6 | 17,4 | 15,3 | 13,7 | 8,5 | 6,9 | 5,7 | 5,7 | 4,2 | 3,4 | 3,1 |
| Folhas | - | 3,5 | 27,9 | 52,7 | 52,5 | 43,2 | 29,9 | 23,4 | 22,1 | 18,5 | 14,8 | 11,3 | 9,9 |
| Tubérculos | - | - | - | 2,2 | 16,9 | 36,7 | 59,1 | 68,0 | 71,9 | 75,5 | 80,8 | 85,1 | 86,8 |
| Asterix | | | | | | | | | | | | | |
| Tubérculos-semente | 100 | 79,1 | 31,1 | 12,8 | 4,0 | 2,3 | 0,8 | 0,5 | - | - | - | - | - |
| Raízes | - | 6,0 | 8,2 | 5,5 | 3,3 | 1,9 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| Hastes | - | 7,4 | 15,6 | 21,8 | 20,6 | 17,0 | 11,7 | 8,8 | 7,6 | 6,5 | 5,3 | 4,4 | 3,7 |
| Folhas | - | 7,5 | 45,1 | 57,6 | 54,9 | 46,1 | 29,3 | 23,7 | 19,2 | 15,8 | 13,0 | 12,8 | 9,8 |
| Tubérculos | - | - | - | 2,3 | 17,2 | 32,7 | 57,2 | 66,4 | 72,7 | 77,4 | 81,4 | 82,5 | 86,3 |
| Atlantic | | | | | | | | | | | | | |
| Tubérculos-semente | 100 | 85,0 | 47,6 | 12,9 | 4,6 | 2,7 | 1,4 | 0,9 | - | - | - | - | - |
| Raízes | - | 4,7 | 6,2 | 5,2 | 2,5 | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Hastes | - | 4,9 | 11,8 | 22,9 | 16,0 | 13,7 | 9,3 | 7,2 | 6,1 | 5,1 | 4,5 | 4,0 | 3,4 |
| Folhas | - | 5,4 | 34,4 | 55,5 | 47,2 | 41,3 | 29,8 | 22,1 | 22,1 | 19,6 | 19,6 | 16,9 | 14,6 |
| Tubérculos | - | - | - | 3,5 | 29,7 | 40,6 | 58,4 | 69,1 | 71,3 | 74,9 | 75,6 | 78,8 | 81,7 |
| Markies | | | | | | | | | | | | | |
| Tubérculos-semente | 100 | 88,3 | 51,7 | 19,1 | 5,9 | 2,4 | 1,3 | 1,0 | - | - | - | - | - |
| Raízes | - | 3,3 | 5,5 | 4,5 | 2,4 | 1,6 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| Hastes | - | 4,5 | 9,9 | 16,1 | 13,6 | 10,6 | 8,8 | 7,1 | 7,1 | 4,3 | 3,6 | 3,4 | 2,9 |
| Folhas | - | 3,9 | 32,9 | 56,1 | 53,2 | 40,0 | 32,4 | 25,6 | 24,5 | 17,2 | 15,8 | 13,5 | 11,3 |
| Tubérculos | - | - | - | 4,2 | 24,9 | 45,4 | 56,5 | 65,7 | 67,9 | 78,2 | 80,3 | 82,9 | 85,6 |
| Mondial | | | | | | | | | | | | | |
| Tubérculos-semente | 100 | 90,0 | 63,6 | 28,7 | 8,1 | 3,0 | 1,6 | 0,7 | - | - | - | - | - |
| Raízes | - | 2,0 | 3,7 | 3,5 | 2,6 | 1,8 | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| Hastes | - | 5,0 | 7,4 | 16,9 | 16,2 | 15,1 | 15,2 | 13,9 | 14,1 | 13,1 | 9,8 | 7,7 | 7,3 |
| Folhas | - | 3,0 | 25,3 | 49,5 | 56,9 | 55,5 | 43,7 | 34,9 | 29,4 | 23,8 | 20,0 | 14,7 | 12,9 |
| Tubérculos | - | - | - | 1,4 | 16,2 | 24,6 | 38,4 | 49,9 | 56,0 | 62,7 | 69,9 | 77,4 | 79,6 |

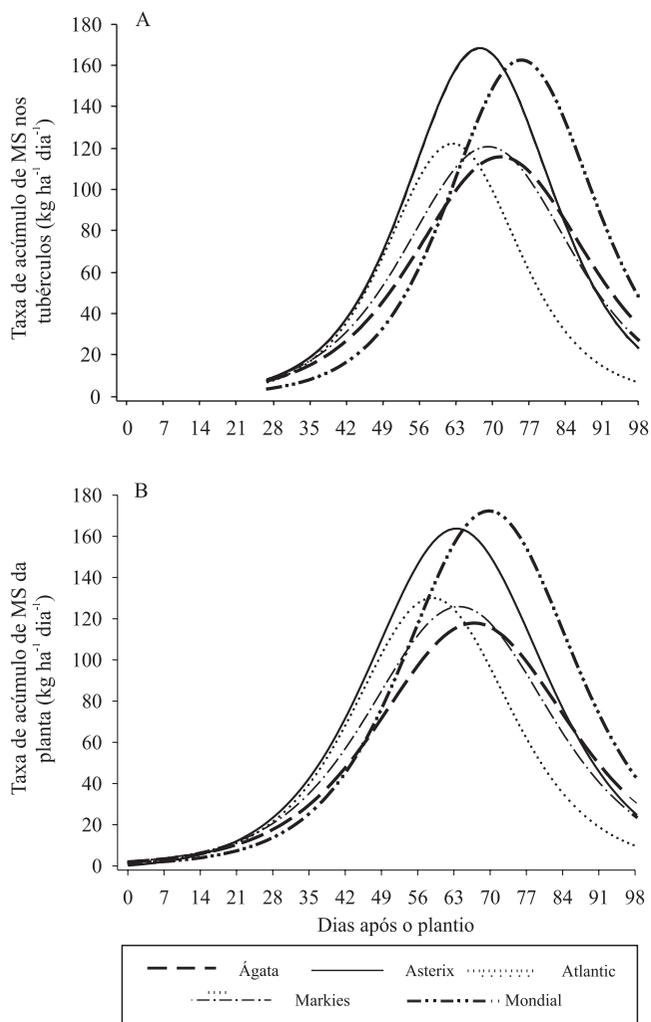


Figura 3. Taxa de acúmulo de MS nos tubérculos (A) e na planta inteira (B) de cultivares de batata, ao longo do ciclo da cultura.

MS nos tubérculos do que na planta inteira, o que indica que havia realocação de MS dos demais órgãos da planta para os tubérculos (Figuras 2, 3 e 4). McCollum (1978) também verificou valores de coeficiente de partição de MS maiores que 1,0 depois de 62 dias após a emergência (DAE) das batateiras. O mesmo autor observou que, dos 30% da MS que foi acumulada nos tubérculos a partir dos 62 DAE, apenas 12% foi fixado pela fotossíntese ocorrida nesse período e que os 18% restantes foram provenientes de MS anteriormente assimilada em outros órgãos da planta. Segundo Cabalceta et al. (2005), até o início da tuberização, a batateira utiliza os fotoassimilados para o crescimento de raízes, folhas e hastes e, após esse estágio, ela utiliza os assimilados desses tecidos para a formação dos tubérculos.

As cultivares Ágata, Atlantic e Markies, apesar de apresentarem coeficiente de partição de MS semelhantes à cultivar Asterix e superior à Mondial, durante grande parte do ciclo (Figura 4), revelaram taxas máximas de acúmulo de MS nos tubérculos e na planta inteira menores (Figura 3 e Tabela 2), o que indica que essas cultivares são eficientes na alocação de MS; porém, apresentam menor capacidade de produção. Isto está relacionado com a menor área fotossintética, em razão do menor número de folhas por planta dessas cultivares (Figura 1 C).

A parte aérea, representada por hastes e folhas, teve maior participação na MS total das plantas até cerca de 34 DAP, quando correspondeu entre 79,4 e 66,4% da MS total acumulada nas cultivares Asterix e Mondial, respectivamente (Tabela 1). Porém, com o início da tuberização, alterou-se a direção de dreno das plantas, o que aumentou a translocação de fotoassimilados das

Tabela 2. Quantidade máxima acumulada, taxa diária máxima de acúmulo, duração da taxa diária máxima de acúmulo e período até a taxa diária máxima de acúmulo de MS, nos tubérculos e na planta inteira de cultivares de batata.

| Cultivar | Quantidade máxima acumulada (kg ha ⁻¹) | Taxa diária máxima de acúmulo (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹) | Duração da taxa diária máxima de acúmulo (dias) | Período até a taxa diária máxima de acúmulo (DAP) |
|----------------|--|--|---|---|
| Tubérculos | | | | |
| Ágata | 4.562 | 111 | 14 | 65 |
| Asterix | 5.953 | 162 | 12 | 62 |
| Atlantic | 3.966 | 118 | 10 | 57 |
| Markies | 4.691 | 116 | 13 | 63 |
| Mondial | 5.444 | 156 | 12 | 70 |
| Planta inteira | | | | |
| Ágata | 5.268 | 113 | 16 | 59 |
| Asterix | 7.062 | 159 | 15 | 56 |
| Atlantic | 5.050 | 125 | 12 | 52 |
| Markies | 5.506 | 121 | 16 | 56 |
| Mondial | 6.872 | 166 | 13 | 63 |

folhas e hastes para os tubérculos, de modo que o acúmulo de MS nos tubérculos, até aos 55 DAP, representava mais de 56,1% do total das plantas, em oposição a menos de 41,2% da parte aérea, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Markies. Os tubérculos, durante o seu período de enchimento, são, portanto, os principais drenos de carboidratos e nutrientes inorgânicos móveis, (Tekalign & Hammes, 2005a, 2005b; Silva et al., 2009).

As maiores taxas de acúmulo e quantidades de MS acumuladas nos tubérculos da cultivar Asterix (Tabela 2 e Figura 2 E) podem estar relacionadas à melhor disposição das folhas no dossel das plantas, já que essa cultivar, apesar de apresentar o mesmo número de folhas por planta que a Mondial (Figura 1 C), possui maior número de hastes por planta (Figura 1 A). Isso, possivelmente, favorece a interceptação de luz e reduz o autossombreamento das folhas inferiores. Além disso, a cultivar Asterix apresentou, durante boa parte do ciclo, coeficientes de alocação superiores aos da cultivar Mondial (Figura 4). Apesar de a cultivar Ágata ter apresentado produtividade de tubérculos significativamente superior à Markies, ela acumulou praticamente a mesma quantidade de MS nos tubérculos (Figura 2 e Tabela 2), o que indica que ela apresenta tubérculos com maior conteúdo de água.

Com base nos acúmulos de MS na planta inteira, observa-se que as cultivares tiveram crescimento lento e não diferiram entre si, até 48 DAP (Figura 2 F). O acúmulo de MS intensificou-se a partir de 55 DAP (Figura 2 F), o que está de acordo com as maiores taxas de acúmulo observadas nesse período (Figura 3 e Tabela 2). Yorinori (2003), em estudos sobre a curva de crescimento

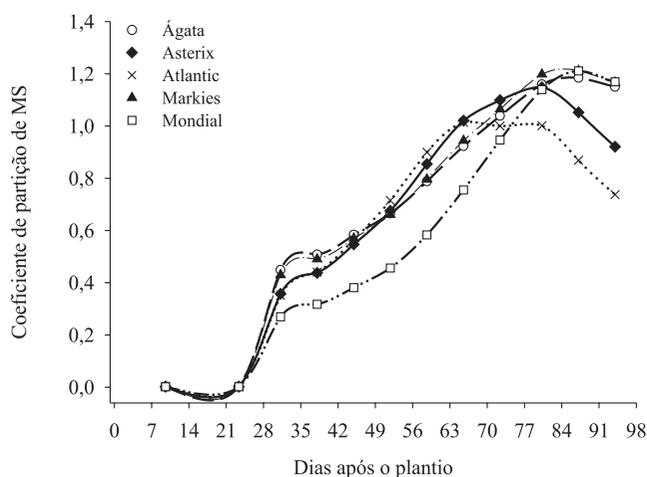


Figura 4. Coeficiente de partição de MS entre a planta inteira e os tubérculos de cultivares de batata, ao longo do ciclo da cultura.

da batateira cultivar Atlantic, em duas safras, observou as maiores taxas de acúmulo de MS durante a safra “das águas” no período de 62 a 69 DAP, ou seja, em época semelhante à observada para a maioria das cultivares estudadas neste experimento (Figura 3 e Tabela 2).

As cultivares Asterix e Mondial apresentaram crescimento intenso e maior produção de MS (Figura 2 F), de forma coerente com as elevadas taxas diárias de acúmulo de MS observadas nessas cultivares (Figura 3 e Tabela 2). As cultivares Markies, Ágata e Atlantic apresentaram acúmulos de MS semelhantes e inferiores aos obtidos nas cultivares Asterix e Mondial, especialmente na fase final do ciclo (Figura 2 F), resultante das diferenças nas taxas de acúmulo de MS entre as cultivares (Figura 3 e Tabela 2). De maneira geral, houve acúmulo de MS nas plantas ao longo de todo o ciclo, e a produção total máxima estimada de MS ocorreu aos 97 DAP, com valores de 7.062, 6.872, 5.506, 5.268 e 5.050 kg ha⁻¹, respectivamente para as cultivares Asterix, Mondial, Markies, Ágata e Atlantic. Tekalign & Hammes (2005a) e Pohl et al. (2009) também observaram acúmulo da MS até o final do ciclo da batateira.

De maneira semelhante ao observado em tubérculos, quando a planta inteira é considerada, as cultivares Asterix e Mondial, que apresentaram os maiores acúmulos de MS, também apresentaram elevadas taxas máximas de acúmulo de MS, porém, com menor duração (Figura 3 e Tabela 2). As cultivares Ágata e Markies tiveram maiores períodos de duração das taxas máximas diárias de acúmulo de MS, mas isso não compensou as menores taxas máximas de acúmulo de MS. Dessa forma, observa-se que o valor da taxa máxima de acúmulo de MS, tanto na planta como no tubérculo, é mais importante para a produção de MS do que a duração da taxa máxima de acúmulo de MS (Greef et al., 1999). Mesmo tendo havido diferenças entre cultivares, a época de maior acúmulo diário de MS pelas plantas de batata ocorre entre 52 a 76 DAP (Figura 3 e Tabela 2).

Conclusões

1. Todas as cinco cultivares estudadas têm crescimento lento até o início da fase de enchimento de tubérculos, e as cultivares Asterix, Atlantic e Markies são mais precoces em alcançar as máximas taxas de acúmulo de MS que a cultivar Mondial.

2. As cultivares Asterix e Mondial apresentam maior número de folhas por planta, produtividade de tubérculos,

taxa de acúmulo e produção de MS, mas a cultivar Mondial é menos eficiente na alocação de MS nos tubérculos que as demais cultivares.

3. As cultivares com maior taxa máxima de acúmulo produzem maior quantidade de MS, mesmo com menores períodos de duração da taxa máxima de acúmulo.

Agradecimentos

Ao Grupo Ioshida, pela concessão da área; à Associação Brasileira da Batata, pelo auxílio financeiro; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autores; e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão de bolsa à terceira autora.

Referências

- BARCELOS, D.M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.21-27, 2007.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- CABALCETA, G.; SALDIAS, M.; ALVARADO, A. Absorción de nutrientes en el cultivar de papa MNF-80. **Agronomía Costarricense**, v.29, p.107-123, 2005.
- CONCEIÇÃO, M.K. da; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. de L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomea batatas* (L.) LAM), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, p.273-278, 2005.
- CONCEIÇÃO, M.K. da; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. de L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, p.313-316, 2004.
- CORASPE-LEÓN, H.M.; MURAOKA, T.; FRANZINI, V.I.; PIEDADE, S.A. de S.; GRANJA, N. do P. Absorción de macronutrientes por plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) em la producción de tubérculo-semilla. **Interciencia**, v.34, p.57-63, 2009.
- FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B. Características agrônomicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. **Científica**, v.33, p.106-113, 2005.
- GREEF, J.M.; OTT, H.; WULFES, R.; TAUBE, F. Growth analysis of dry matter accumulation and N uptake of forage maize cultivars affected by N supply. **Journal of Agricultural Science**, v.132, p.31-43, 1999.
- MCCOLLUM, R.E. Analysis of potato growth under differing P regimes. II. Time by P-status interactions for growth and leaf efficiency. **Agronomy Journal**, v.70, p.58-67, 1978.
- OLIVEIRA, C.A. da S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.939-950, 2000.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33p. (IAC. Boletim técnico, 114).
- POHL, S.; LOPES, N.F.; BRAGA, E.J.B.; SILVA, C.P. da; SILVA, F.S.P. da; PETERS, J.A. Características de crescimento de plantas de batata, cv. Baronesa, e seu genótipo transformado geneticamente para resistência ao PVY. **Revista Ceres**, v.56, p.736-743, 2009.
- SILVA, F.L. da; PINTO, C.A.B.P.; ALVES, J.D.; BENITES, F.R.G.; ANDRADE, C.M.; RODRIGUES, G.B.; LEPRE, A.L.; BHERING, L.P. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. **Bragantia**, v.68, p.295-302, 2009.
- SILVA, L.A.S.; PINTO, C.A.B.P. Duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.20-28, 2005.
- SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.80-105.
- TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. **Scientia Horticulturae**, v.105, p.13-27, 2005a.
- TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. **Scientia Horticulturae**, v.105, p.29-44, 2005b.
- YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

Recebido em 26 de abril de 2010 e aprovado em 28 de julho de 2010