

Desenvolvimento e rendimento de clones de batata na primavera e no outono

Dilson Antônio Bisognin⁽¹⁾, Douglas Renato Müller⁽¹⁾, Nereu Augusto Streck⁽¹⁾, Jerônimo Luiz Andriolo⁽¹⁾ e Darlene Sausen⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, CEP 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: dilsonb@smail.ufsm.br, dagmuller@hotmail.com, streck1@smail.ufsm.br, andriolo@smail.ufsm.br, darlene_sn@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da radiação solar, da temperatura do ar e do fotoperíodo, no desenvolvimento e rendimento de clones de batata, cultivados em condições climáticas de primavera e outono. Foram avaliados os clones SMIJ461-1, SMINIA793101-3, SMINIA97145-2 e a cultivar Macaca, nos cultivos de primavera e outono, em Santa Maria, RS. Foram determinados: número de folhas no início da tuberação e no final, filocrono, soma térmica acumulada da emergência ao início da tuberação e do início da tuberação ao início da senescência, e rendimento. As condições de temperatura e fotoperíodo modificaram os valores de soma térmica acumulada nas fases emergência–início da tuberação e início da tuberação–início da senescência, o rendimento e o número de folhas no início da tuberação, porém, não afetaram o filocrono e o número de folhas final. A soma térmica acumulada necessária ao aparecimento de folhas variou entre os clones. A determinação do número de folhas no início da tuberação, na primavera e no outono, pode ser utilizada para a identificação de clones com potencial de cultivo, em ambas as estações. O desenvolvimento das plantas de batata é pouco afetado pelas condições de cultivo. A disponibilidade de radiação solar determina as diferenças de rendimento dos cultivos de primavera e outono, no Rio Grande do Sul.

Termos para indexação: *Solanum tuberosum*, filocrono, fotoperíodo, número de folhas, soma térmica, Rio Grande do Sul.

Development and yield of potato clones during spring and autumn

Abstract – The objective of this work was to assess the effect of solar radiation, air temperature and photoperiod, in plant development and yield of potato clones grown under spring and autumn conditions. The clones SMIJ461-1, SMINIA793101-3, SMINIA97145-2 and the cultivar Macaca were cultivated during spring 2006 and autumn 2007, in Santa Maria, RS, Brazil. Leaf number at tuber initiation and at final tuberization, phylochron, accumulated thermal sum from emergence to tuber initiation and from tuber initiation to beginning of senescence, and yield were determined. The conditions of temperature and photoperiod affected accumulated thermal sum of emergence–tuber initiation and tuber initiation–beginning of senescence, yield and leaf number at tuber initiation, but did not affect phylochron and final leaf number. The accumulated thermal sum necessary to new leaf appearance depended upon each clone. New potato clones with high yield potential, for both crop conditions, can be identified through leaf number at tuber initiation under spring and autumn conditions. Season conditions have little effect on development of potato plants. The availability of solar radiation is the major atmosphere factor that explains yield variations between spring and autumn conditions in Rio Grande do Sul.

Index terms: *Solanum tuberosum*, phylochron, photoperiod, leaf number, thermal sum, Rio Grande do Sul.

Introdução

A Região Sul apresenta a segunda maior área cultivada com batata (*Solanum tuberosum* L.) no Brasil, 59,7 mil ha, e produtividade de 15,9 Mg ha⁻¹, inferior à média nacional de 22,3 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2007). As principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul

apresentam clima subtropical (Moreno, 1961), o que possibilita o cultivo da batata em duas safras anuais. Na primavera, o plantio é realizado em julho e agosto e, no outono, em fevereiro e março (Bisognin, 1996). No outono, a intensidade de radiação solar, a temperatura do ar e o fotoperíodo diminuem, enquanto na primavera, esses elementos meteorológicos aumentam, durante o

período de crescimento e desenvolvimento das plantas de batata.

O desenvolvimento da cultura da batata pode ser dividido em três fases: da emergência ao início da tuberização (EM–IT), do início da tuberização ao início da senescência (IT–IS) e do início da senescência até a colheita (IS–CO) (Lopes & Buso, 1997). A fase EM–IT caracteriza-se pelo estabelecimento do sistema radicular e pelo crescimento vegetativo da planta (Paula et al., 2005), e é influenciada pelo fotoperíodo (Streck et al., 2007). Quanto mais longa essa fase, maior é a duração do ciclo da cultura, o que pode favorecer o rendimento (Souza, 2003). Na fase IT–IS, os tubérculos em crescimento são os drenos principais da planta, e a disponibilidade de radiação solar determina o rendimento da cultura (Paula et al., 2005). Na senescência, a atividade fotossintética é reduzida e ocorre a remobilização dos assimilados e nutrientes da parte vegetativa para os tubérculos. Ao final dessa fase, os processos do crescimento cessam, e tanto a radiação solar quanto o fotoperíodo não afetam mais o rendimento (Souza, 2003).

Segundo Andriolo et al. (1998) e Challa & Baker (1998), a disponibilidade de radiação solar é a principal variável determinante do rendimento das plantas cultivadas fora das épocas preferenciais. A temperatura do ar afeta os processos do crescimento e do desenvolvimento das plantas. Em batata, altas temperaturas reduzem tanto o crescimento da planta como a partição dos assimilados para os tubérculos; as temperaturas entre 18 e 22°C são consideradas ótimas para essa cultura. Temperaturas mais elevadas estimulam o crescimento da parte aérea, em detrimento dos tubérculos (Fontes & Finger, 1999). A soma térmica é o principal método empregado para se estimar o desenvolvimento da planta (Cao & Tibbitts, 1995; Paula et al., 2005; Streck et al., 2006).

O fotoperíodo é o principal fator ambiental que determina a tuberização da batata – considerada de dias curtos para o IT (Streck et al., 2007). Durante a primavera, o período de tempo decorrido desde o plantio até o IT é suficiente para a emissão e crescimento dos órgãos vegetativos da planta, medido principalmente pelo número e tamanho das hastes e pelo índice de área foliar (IAF). Quando o plantio é realizado sob fotoperíodo decrescente, esse período de tempo é menor e a tuberização ocorre mais precocemente, o que induz à maior competição pelos assimilados, para o crescimento simultâneo dos órgãos vegetativos e dos tubérculos

(Demagante & Vander Zaag, 1988). Plantas de batata cultivadas em hidroponia durante o outono apresentaram menores índices de colheita e de área foliar do que na primavera (Muller et al., 2007).

Trabalhos disponíveis na literatura sobre o desenvolvimento e produção de hortaliças cultivadas em diferentes épocas do ano são contraditórios. Em tomateiro cultivado no outono, no Rio Grande do Sul, a emissão de frutos não é reduzida em relação ao cultivo de primavera, porém o crescimento e a produção são afetados pela diminuição da disponibilidade de radiação solar (Andriolo et al., 1998, 2000). Em batata, não foram encontrados resultados de pesquisas que fossem capazes de indicar quais variáveis explicariam as diferenças de rendimento entre o outono e a primavera. Essas informações são necessárias para a seleção de clones oriundos de programas de melhoramento de batata, em regiões subtropicais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da radiação solar, da temperatura do ar e do fotoperíodo, no desenvolvimento e rendimento de clones de batata, nas condições de cultivo de primavera e outono do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS, Brasil (29°43'S, 53°48'W e altitude de 95 m), durante a primavera de 2006 e outono de 2007. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é Cfa subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes (Moreno, 1961). O solo local é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e pertence à unidade de mapeamento São Pedro (Embrapa, 1999).

O experimento de primavera foi plantado em 25 de agosto e colhido em 19 de dezembro de 2006. No outono, o plantio foi realizado em 14 de março e a colheita em 6 de junho de 2007. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro genótipos, duas épocas de cultivo e quatro repetições. A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de 8 m de comprimento, distanciadas 0,75 m, com 25 covas cada. Foram avaliados os clones SMIJ461-1, SMINIA793101-3 e SMINIA97145-2, do Programa de Genética e Melhoramento de Batata da UFSM, e a cultivar Macaca, amplamente cultivada na Região Central do Rio Grande do Sul, como testemunha.

A data da emergência (EM) foi registrada quando 50% das plantas na parcela estavam visíveis acima do solo (Sands et al., 1979). O início da tuberização (IT) foi anotado quando duas das quatro plantas amostradas diariamente nas fileiras das bordaduras, apresentaram pelo menos um tubérculo com 1 cm de diâmetro (Sands et al., 1979; Oliveira, 2000). A data do início da senescência (IS) foi considerada quando 50% das plantas na parcela apresentaram todas as folhas amareladas. As plantas foram dessecadas assim que o último clone atingiu o IS. As práticas culturais e o manejo da lavoura seguiram as recomendações técnicas para a cultura da batata (Bisognin, 1996).

Quatro plantas, das duas fileiras centrais da parcela, foram aleatoriamente etiquetadas com arames coloridos, logo após a emergência, e utilizadas para a contagem do número de folhas (NF) na haste principal. Foram realizadas duas contagens semanais, até o final da emissão de folhas. Foi considerado, como folha visível, o folíolo apical que apresentasse pelo menos 1 cm de comprimento (Cao & Tibbitts, 1995). Os dados de temperatura mínima e máxima diárias do ar foram coletados na Estação Climatológica Principal, do 8º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia, a aproximadamente 500 m da área experimental. A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada pela equação descrita por McMaster & Wilhelm (1997):

$$STd = (T_{med} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$$

Se $T_{med} < T_b$ então $T_{med} = T_b$, em que: T_{med} é a temperatura média diária do ar, calculada pela média aritmética das temperaturas máxima e mínima do ar, e T_b é a temperatura base para o desenvolvimento da planta de batata. Neste trabalho, utilizou-se $T_b = 7^\circ\text{C}$ (Paula et al., 2005). A soma térmica acumulada (STa, °C dia), a partir da emergência, foi calculada por $STa = \sum STd$. Para cada repetição (média de quatro plantas), foi estimada a regressão linear entre o NF e a STa.

O filocrono, definido como o intervalo de tempo necessário para a emissão de duas folhas consecutivas (Schuh et al., 2005), foi estimado, para cada repetição, pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NF e STa (Cao & Tibbitts, 1995). A duração das fases EM-IT e IT-IS foi calculada em STa (°C dia).

Após a colheita, os tubérculos foram classificados como: tipo especial ou A (menor diâmetro > 45 mm), tipo B (diâmetro entre 23 e 45 mm) e refugo (menor diâmetro < 23 mm). Determinou-se, então, a massa de

matéria fresca total e por classe de tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias de filocrono, rendimento, NF no IT e no final da tuberização (NFF) foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa NTIA (Embrapa, 1997).

Resultados e Discussão

A radiação solar, a temperatura média do ar e o fotoperíodo foram crescentes, durante a primavera, e decrescentes, durante o outono (Figura 1). A radiação solar, acumulada durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura, foi de 1.025,82 MJ m⁻² na primavera, com mínimo de 4,11 MJ m⁻² por dia, no início desse período, e máximo de 24 MJ m⁻² por dia, no final. No outono, o valor acumulado foi de 743,38 MJ m⁻², com máximo de 19,9 MJ m⁻² por dia, no início do período de crescimento, e mínimo de 4,63 MJ m⁻² dia⁻¹, no final.

Houve variação, entre as duas épocas, na duração das fases da emergência até o IT e do IT até o IS, com diferença nos valores de STa para essas fases do desenvolvimento (Tabelas 1 e 2). A duração média da

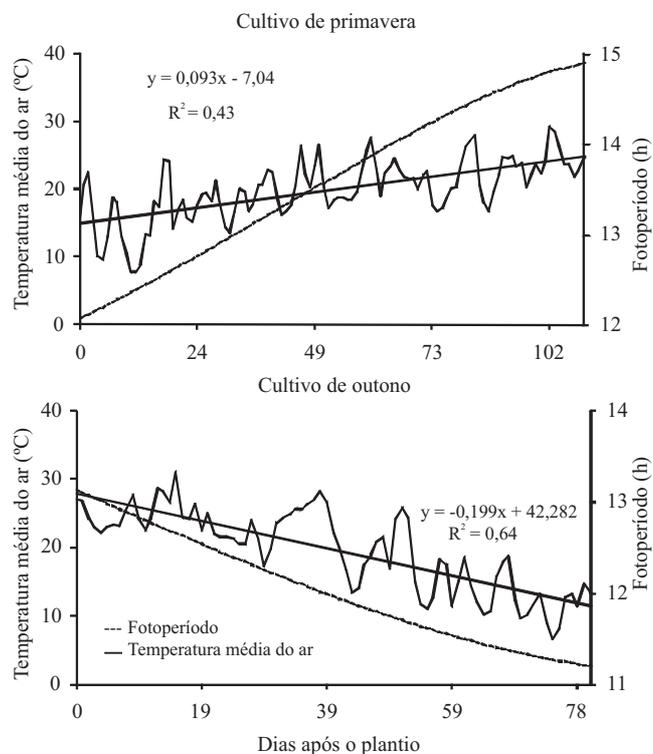


Figura 1. Temperatura média diária do ar e fotoperíodo, durante os cultivos de batata de primavera e outono.

fase EM–IT foi semelhante nos cultivos de primavera e de outono. Verificou-se menor duração da fase IT–IS, para as condições de outono. Os valores de fotoperíodo, observados na primavera, foram de 12–12,5 horas, após a emergência, e, no outono, de 13–13,5 horas (Figura 1). As condições de fotoperíodo mais curto favoreceram o IT, conforme observações anteriores de Streck et al. (2007). O aumento da duração da fase IT–IS, na primavera, deveu-se às temperaturas mais elevadas que ocorreram nessa fase, nos meses de novembro e dezembro de 2006. No outono, essa mesma fase ocorreu nos meses de abril, maio e início de junho, com temperaturas mais baixas.

Os valores do filocrono não diferiram entre épocas de cultivo e nem entre clones, no outono; porém, na primavera, o clone SMINIA97145-2 apresentou maior valor (Tabela 3). A variação do filocrono, na primavera, confirma que a STa necessária ao aparecimento de folhas tem um componente genético e outro ambiental (Birch et al., 1998; Dellai et al., 2005). Quanto ao NF, os clones SMINIA97145-2 e SMIJ461-1 apresentaram diferenças no IT, com número mais elevado no outono, enquanto o clone SMINIA793101-3 apresentou NF mais elevado na primavera. O NFF na haste principal não variou entre épocas, e somente a cultivar Macaca teve maior NFF na primavera.

O rendimento de tubérculos foi maior na primavera, nas três classes de tamanho (Tabela 4). O clone SMINIA793101-3 superou os demais clones no tipo A, nos dois cultivos. No outono, o clone SMINIA793101-3 não diferiu da cultivar Macaca e do clone SMIJ461-1.

Os modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas consideram que a emissão dos órgãos vegetais é controlada pelo balanço hormonal, temperatura e fotoperíodo. Uma vez formados os órgãos, o crescimento é dependente da quantidade de radiação solar interceptada (Challa & Baker, 1998). Assim, após a emergência, deve ocorrer o máximo crescimento da área foliar, para então se iniciar a tuberização. Os valores do filocrono não diferiram entre os cultivos, o que indica que a emissão de folhas, em resposta à temperatura, foi similar em ambas as condições, independentemente da disponibilidade de assimilados para o crescimento.

Foram observadas diferenças no número de folhas no IT, entre os cultivos. Esse resultado confirma a importância do fotoperíodo para o início da tuberização, observado anteriormente por Paula et al. (2005) e Streck et al. (2007). As diferenças no número de folhas, entre os genótipos avaliados nos dois cultivos, podem ser atribuídas a diferentes exigências fotoperiódicas entre eles, o que afeta a duração da fase do plantio até o IT.

Tabela 1. Dia do ano correspondente ao início das fases de emergência (EM), tuberização (IT) e senescência (IS), e número de dias correspondentes à duração das fases do ciclo de desenvolvimento (EM–IT e IT–IS), de genótipos de batata, nos cultivos de primavera e outono.

Genótipo	Primavera					Outono				
	Datas			Duração (dias)		Datas			Duração (dias)	
	EM	IT	IS	EM–IT	IT–IS	EM	IT	IS	EM–IT	IT–IS
SMINIA97145-2	8/9	6/10	6/11	28	31	28/3	20/4	15/5	23	25
SMINIA793101-3	19/9	12/10	27/11	23	46	26/3	15/4	1/6	20	47
SMIJ461-1	20/9	6/11	6/11	16	50	20/9	24/4	5/6	26	42
Macaca	17/9	2/10	23/11	15	52	28/3	11/4	4/6	14	54
Média				20,5	44,7				20,7	42

Tabela 2. Soma térmica acumulada (STa), das fases de desenvolvimento emergência–início de tuberização (EM–IT) e início de tuberização–início da senescência (IT–IS), de clones de batata, nos cultivos de primavera e outono⁽¹⁾.

Genótipo	STa (°C dia) EM–IT		STa (°C dia) IT–IS	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono
	SMINIA97145-2	330,81Ba	378,53Ab	449,31Ad
SMINIA793101-3	293,47Bb	329,27Ac	675,74Ac	472,20Bb
SMIJ461-1	198,80Bc	435,13Aa	727,18Ab	322,23Bc
Macaca	178,01Bd	233,21Ad	745,13Aa	544,19Ba
Média	250,27	344,04	649,34	408,06
CV (%)	0,13		0,08	

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Uma vez iniciada a tuberização, estabelece-se a competição pelos assimilados para o crescimento simultâneo dos órgãos vegetativos e dos tubérculos (Marcelis et al., 1998). Entretanto, essa competição não afetou a emissão de novas folhas entre os cultivos, já que o NFF foi similar. A precocidade no IT, apresentada pela cultivar Macaca, não induziu menor NFF, evidência de que a competição pelos assimilados não interferiu na emissão de folhas.

A precocidade do IT não aumentou o rendimento de tubérculos no outono. A tuberização precoce, no outono, poderia ser considerada favorável, por permitir o crescimento de tubérculos quando a disponibilidade de radiação solar ainda é elevada. Entretanto, essa vantagem não foi confirmada pelos resultados do presente trabalho. Ao contrário, a cultivar Macaca foi o material que apresentou o maior número de tubérculos do tipo refugio, no outono, evidência de que o maior número de tubérculos, emitidos em consequência da tuberização precoce, não foi compatível com a quantidade necessária de assimilados para sustentar o crescimento e desenvolvimento. Assim, a emissão de um grande número de tubérculos passa a ser negativa, do ponto de vista da comercialização. A maior proporção de

tubérculos menores no outono pode ser explicada pela área foliar ainda reduzida no IT, insuficiente para maximizar a interceptação da radiação solar. Quando essa interceptação máxima foi atingida, a disponibilidade de radiação solar foi baixa e anulou a resposta da maior área foliar, no aumento da produção de assimilados.

Os resultados deste trabalho evidenciam que a exigência fotoperiódica para o IT é uma das principais variáveis que determina a aptidão dos clones de batata para o cultivo em duas épocas. A batata responde ao fotoperíodo durante a fase EM-IT, e o efeito é nulo ou reduzido em fases posteriores (Streck et al., 2007). Portanto, a sensibilidade ao fotoperíodo pode ser estimada pelo NF no IT. No presente trabalho, as diferenças de NF no IT, entre épocas de cultivo, encontradas para os clones SMINIA97145-2 e SMIJ461-1, não foram observadas no clone SMINIA793101-3 e na cultivar Macaca. Assim, o clone SMINIA793101-3 e a cultivar Macaca apresentam menor sensibilidade ao fotoperíodo, o que evidencia melhor adaptação desses materiais às condições de primavera e outono. Essa melhor adaptação resultou em maior rendimento de tubérculos no outono, inferior, contudo, ao observado na primavera. Portanto, a seleção de clones adaptados às condições

Tabela 3. Valores de filocrono, número de folhas (NF) no início da tuberização (IT) e número final de folhas (NFF) na haste principal de clones de batata, nos cultivos de primavera e outono⁽¹⁾.

Genótipo	Filocrono		NF no IT		NFF de folhas	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMINIA97145-2	32,01Aa	28,61Aa	16,66Bb	19,66Aa	21,23Ab	23,83Aa
SMINIA793101-3	23,36Ab	26,25Aa	20,42Aa	20,42Aa	24,75Ab	25,92Aa
SMIJ461-1	23,09Ab	25,01Aa	16,42Bb	20,66Aa	22,92Ab	24,50Aa
Macaca	19,91Ab	24,62Aa	14,58Ab	15,13Ab	28,92Aa	27,92Aa
Média		26,12		17,99		25,07
CV (%)		9,21		4,57		5,67

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Rendimento de tubérculos dos tipos A (menor diâmetro > 45 mm), B (diâmetro entre 23 e 45 mm) e refugio (menor diâmetro < 23 mm), e total de clones de batata, nos cultivos de primavera e outono⁽¹⁾.

Genótipo	Tipo A (kg m ⁻²)		Tipo B (kg m ⁻²)		Refugio (kg m ⁻²)		Total (kg m ⁻²)	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMINIA97145-2	0,487Ac	0,042Bb	1,105Aa	0,067Bb	0,287Aa	0,053Bb	1,878Ac	0,162Bb
SMINIA793101-3	2,551Aa	0,476Ba	0,924Aa	0,400Bab	0,169Ab	0,108Bb	3,644Aa	0,984Ba
SMIJ461-1	0,560Ac	0,219Bab	0,523Ab	0,206Bab	0,157Ab	0,063Bb	1,240Ad	0,488Bab
Macaca	1,464Ab	0,224Bab	1,039Aa	0,555Ba	0,258Aa	0,208Ba	2,760Ab	0,987Ba
Média		0,230	0,897	0,307	0,218	0,108	2,380	0,655
CV (%)		16,19		25,60		22,61		17,52

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

de cultivo de primavera e outono pode ser realizada com base no somatório dos rendimentos de tubérculos obtidos.

A eficiência de conversão da energia solar em matéria seca dos tubérculos foi de 0,463 g MS MJ⁻¹ de radiação solar global, na primavera, e de apenas 0,176 g MS MJ⁻¹, no outono. Isso significa que a menor disponibilidade de radiação solar, no outono, veio acompanhada por menor eficiência de absorção dessa energia. Essa situação decorre, principalmente, do fato de que quando os níveis de radiação solar são elevados, no início do outono, a área foliar é ainda insuficiente para interceptar essa radiação. Quando esta se torna elevada, no final do outono, a disponibilidade de radiação é baixa. Esses resultados confirmam a relação entre a radiação solar e o rendimento das culturas hortícolas (Salazar et al., 2008) e, neste caso, que a radiação solar deve ser a principal variável que determina as diferenças de rendimento da batata, entre os cultivos de primavera e outono, no Rio Grande do Sul. Além disso, evidenciam que a determinação de microrregiões preferenciais e respectivos calendários, para o cultivo da batata no outono, poderiam ser feitos com base na disponibilidade de radiação solar, de forma semelhante à preconizada para o cultivo de outras hortaliças em ambiente protegido (Andriolo, 1999; Buriol et al., 1995).

Conclusões

1. O desenvolvimento das plantas de batata é pouco afetado pelas condições de cultivo.

2. A radiação solar é a variável do ambiente que determina as diferenças de rendimento, nas condições de cultivo de primavera e outono, do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pelo financiamento parcial da pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsas.

Referências

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

ANDRIOLO, J.L.; FALCÃO, L.L.; DUARTE, T.S.; SKREBSKY, E.C. Defoliation of greenhouse tomato plants and its effects on dry matter accumulation and distribution to fruits. **Acta Horticulturae**, v.559, p.607-610, 2000.

ANDRIOLO, J.L.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; LUDKE, L.; DUARTE, T.S. Growth, development and dry matter distribution of a tomato crop as affected by environment. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.73, p.125-130, 1998.

BIRCH, C.J.; VOS, J.; KINIRY, J.; BOS, H.J.; ELINGS, A. Phyllochron responds to acclimation, to temperature and irradiance in maize. **Field Crops Research**, v.59, p.187-200, 1998.

BISOGNIN, D.A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: UFSM, 1996. 64p.

BURIOL, G.A.; STRECK, N.A.; PETRY, C.; SCHNEIDER, F.M. Transmissividade da radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, v.25, p.1-4, 1995.

CAO, W.; TIBBITTS, T.W. Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. **Agronomy Journal**, v.87, p.474-477, 1995.

CHALLA, H.; BAKER, M. Potential production within the greenhouse environment. In: STANHILL, G.; ENOCH, Z. (Ed.). **Ecosystems of the world: the greenhouse ecosystem**. Amsterdam: Elsevier, 1998. p.333-348.

DELLAI, J.; TRENTIN, G.; BISOGNIN, D.A.; STRECK, N.A. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, v.35, p.1269-1274, 2005.

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

EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA: manual do usuário**. Campinas: Embrapa-CNPTIA, 1997. 258p. (Versão 4.2.2).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1999. 412p.

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

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação integrada**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 set. 2007.

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

MARCELIS, L.F.M.; HEUVELINK, E.; GOUDRIAAN, J. Modelling biomass production and yield of horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.74, p.83-111, 1998.

McMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, p.291-300, 1997.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.

MULLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; ANDRIOLO, J.L.; DELLAI, J.; COPETTI, F. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.647-653, 2007.

OLIVEIRA, C.A. da S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.939-950, 2000.

- PAULA, F.L.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; BISOGNIN, D.A.; PAULA, A.L.; JACSO DELLAI, J. Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, v.35, p.1034-1042, 2005.
- SALAZAR, M.R.; JONES, J.W.; CHAVES, B.; COOMAN, A. A model for the potential production and dry matter distribution of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Scientia Horticulturae**, v.115, p.142-148, 2008.
- SANDS, P.J.; HACKETT, C.; NIX, H.A. A model of the development and bulking of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). 1- Derivation from well-managed field crops. **Field Crops Research**, v.2, p.309-331, 1979.
- SCHUH, M.; STRECK, N.A.; NARDI, C.; BURIOL, G.A.; BELLÉ, R.A.; BRACKMANN, A. Vernalização afeta o filocrono em lírio. **Bragantia**, v.64, p.25-32, 2005.
- SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2003. p.80-104.
- STRECK, N.A.; LAGO, I.; ALBERTO, C.M.; BISOGNIN, D.A. Simulação do desenvolvimento da batata cultivar Asterix em cinco cenários de mudanças climáticas em Santa Maria, RS. **Bragantia**, v.65, p.693-702, 2006.
- STRECK, N.A.; PAULA, F.L.M. de; BISOGNIN, D.A.; HELDWEIN, A.B.; DELLAI, J. Simulating the development of field-grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v.142, p.1-11, 2007.

Recebido em 29 de janeiro de 2008 e aprovado em 27 de maio de 2008