

Resumo

Embora o procedimento para a produção de microtubérculos seja bem conhecido, há poucos estudos sobre o efeito do tamanho dos microtubérculos no crescimento e na produtividade de plantas de batata cultivadas no campo. Este estudo comparou o crescimento da parte aérea e dos tubérculos de plantas de batata cultivadas no campo, originadas de microtubérculos de diferentes tamanhos. O experimento foi realizado na Universidade de Hokkaido, na cidade de Sapporo, Japão, utilizando-se microtubérculos de quatro tamanhos (SS: 0,3-0,5g; S: 0,5-1,0g; M: 1,0-3,0g e L: 3,0-5,0g) da cultivar tardia Norin 1. Os microtubérculos foram plantados a mão no início de maio de 1998, em um experimento em blocos casualizados com três repetições. As plantas foram coletadas em quatro diferentes estádios de crescimento e na colheita final. Não se observou diferença significativa entre os microtubérculos de diferentes tamanhos no período entre o plantio e a emergência, porém, a porcentagem de emergência e o período entre a emergência e o florescimento foram maiores nos microtubérculos de maior tamanho. No estágio inicial de crescimento, a massa de matéria seca de raiz e de tubérculo e o índice de área foliar foram menores nos menores microtubérculos, porém, a medida que as plantas se desenvolveram, esta diferença desapareceu. Não se observou diferença significativa no número de tubérculos e na produtividade de massa de matéria fresca e seca de tubérculos das plantas originadas de microtubérculos de diferentes tamanhos, sugerindo que microtubérculos poderiam ser utilizados como tubérculos sementes em países onde há dificuldade em produção de tubérculos sementes sadios a campo.

Palavras-chave: crescimento de tubérculo, índice de área foliar; *Solanum tuberosum*; tubérculo semente.

Análisis comparativa del desarrollo y de la productividad, a campo, entre microtubérculos de papas (patatas) de tamaños diferentes

Resúmen

Aunque sepamos que los procedimientos para el cultivo de microtubérculos de papa son muy conocidos, pocos son los estudios que se han realizado para saber cuáles son los resultados del tamaño de los microtubérculos para el crecimiento y la productividad de plantas de papa plantadas en el campo. Este estudio comparó el crecimiento de la parte aérea de las plantas cultivadas originadas de microtubérculos de distintos tamaños. La experiencia fue realizada en la Universidad de Hokkaido situada en la ciudad de Sapporo / Japón y fueron usados microtubérculos con los siguientes tamaños: SS:0,3-0,5gr.; S: 0,5-1,0gr.; M:1,0-3,0gr.y L:0,3-0,5gr. Del tipo cultivo tardío Norin1. Los microtubérculos fueron plantados a mano al principio del mes de Mayo(1998) en, con tres repeticiones en canteros casuales (al acaso). La coleta de las plantas fue realizada en tres momentos diferente de desarrollo y en la colecta final. No obstante no se observó ninguna diferencia significativa entre los microtubérculos durante el período entre el plantío y su emergencia, no entanto, el porcentaje de emergencia y el período de emergencia y florecimiento fueron mayores en los microtubérculos mas grandes. En el período inicial de su desarrollo la masa de materia seca de la raíz y del tubérculo bien como el índice del área foliar fueron menores en los microtubérculos menores. Lo que se pudo observar fue que esta diferencia desapareció a medida que las plantas se fueron desarrollando. No se observaron diferencias significativas en la cantidad de tubérculos y en la productividad de la masa de materia fresca y seca en las plantas originadas de microtubérculos de diferentes tamaños lo que sugiere que estos microtubérculos pueden ser usados como semilla en los países en que hay una gran dificultad para producir, en el campo, buenos tubérculos para semilla.

Palabras llave: crecimiento del tubérculo; índice del área foliar; *Solanum tuberosum*; tubérculo para semilla

1 Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, Brasil.

2 Autor para correspondência. UNICENTRO, Departamento de Agronomia. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, CEP 85.040-080, Guarapuava – PR, Brasil. E-mail: jkawa13@hotmail.com

3 Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan.

Comparação do crescimento e produtividade a campo entre microtubérculos de batata de diferentes tamanhos

Jackson Kawakami^{1,2}, Kazuto Iwama³

Introdução

Microtubérculos (MTs) de batata tem sido estudados há tempos e seu procedimento de produção já é bem conhecido e documentado (GODWIN e ADISARWANTO, 1980; UYEN e ZAAG, 1985; BRYAN, 1988; STRUIK e LOMMEN, 1990; ZAAG, 1990). Uma vez que os MTs são produzidos *in vitro*, países com condições climáticas adversas à produção de batata semente a campo, como o Brasil, poderiam se tornar auto-suficientes na produção de batata semente se os MTs fossem adotados em seus programas nacionais de produção de batata semente.

No momento, porém, a utilização de MT de batata está restrita à produção de estoques de sementes básicas de batata em programas de produção de sementes de vários países (JONES, 1988). Um dos motivos da baixa utilização de MT de batata em cultivos a campo, diretamente por produtores de batata, é seu alto custo (ZAAG, 1990).

Há estudos comparando o crescimento e a produtividade a campo de plantas de batata originadas de tubérculos convencionais e MT (KAWAKAMI et al., 2003) relacionados a vários aspectos, tais como: o efeito da precocidade de cultivares (KAWAKAMI et al., 2004); o efeito de data de plantio (KAWAKAMI et al., 2005); o efeito de estresse hídrico (KAWAKAMI et al., 2006) no crescimento e produtividade de plantas de MT a campo. Contudo, há poucos estudos sobre o efeito do tamanho de MT de batata no crescimento e produtividade de plantas de batata originadas destes materiais.

Geralmente, MTs maiores levam mais tempo para serem produzidos, elevando, com isso, os custos de produção. A produção de MTs pequenos (menores que 0,1 g) é mais barata que a produção de MTs grandes, porém, plantas originadas de MTs pequenos são conhecidas por terem um baixo desenvolvimento a campo (HAVERKORT et al., 1991; LOMMEN e STRUIK, 1994). Desta forma, é importante investigar o tamanho mínimo do MT que pode resultar em plantas com crescimento e produtividade razoáveis a campo.

Este estudo comparou o crescimento da parte aérea do tubérculo de plantas de batata cultivadas a campo originadas de MTs de diferentes classes de peso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Agronomia, Universidade de Hokkaido (43° 04' N, solo: *Brown Lowland silty loam soil*, equivalente ao sistema brasileiro de classificação ao solo como: Neossolo Flúvico textura franco-siltosa). Foram utilizados microtubérculos de quatro tamanhos (SS: 0,3-0,5 g; S: 0,5-1,0 g; M: 1,0-3,0 g e L: 3,0-5,0 g) da cultivar Norin 1 (maturação tardia), produzidos em uma companhia privada (Cervejaria Kirin Ltda.). Todos os MTs foram plantados manualmente no dia 7 de maio de 1998, numa profundidade de cerca de 3cm, distância de 75cm entre linhas e 25cm entre plantas. A adubação foi realizada de acordo com a quantidade de nutrientes usualmente utilizada pelos bataticultores da região, na proporção de 70, 110, 90 e 30kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O e MgO, respectivamente. O desenho experimental configurou-se em blocos casualizados com três repetições.

Fatores como emergência, quantidade de dias para 70% de emergência (emergência) e quantidade de dias da emergência para 70% de florescimento (florescimento), foram calculados através de observações feitas três vezes por semana. A quantidade de dias da emergência até o amarelecimento foliar (período de crescimento) também foi anotada.

Plantas oriundas de todas as classes de MTs foram coletadas em quatro estádios: 22, 36, 58 e 77 dias após emergência (DAE), com exceção da classe mais leve de MT (SS), que foi coletada apenas a 77 DAE. O número de tubérculos foi anotado e a massa de matéria seca (MS) foi pesada após a secagem em forno a 70°C por 72 horas. O índice de área foliar (IAF), o MS de tubérculo mãe (até 58 DAE), a raiz (a 22 DAE), o caule, a folha e o tubérculo foram medidos em quatro plantas por repetição. O número total de tubérculos e sua produtividade em massa de matéria fresca e seca foram anotados, após o amarelecimento foliar, em dez plantas a cada replicação.

No estudo também foram utilizados dados de precipitação e radiação total diária e de temperatura média da Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental da Universidade de Hokkaido.

Fez-se a análise de variância (ANOVA) e, quando esta foi significativa, as médias dos

tratamentos foram separadas por teste de média (Tukey, 5%). A análise de regressão, para ajuste da melhor curva representativa, também foi realizada. Na apresentação dos dados, através de figuras, consta apenas o erro padrão da média (SE).

Resultados e Discussão

O ano de 1998 foi um ano com temperaturas médias mensais, similares à média histórica, e temperaturas moderadas durante o verão (junho, julho e agosto). A radiação total do ano não variou em relação à média histórica. Em agosto e outubro foi observada uma ligeira seca, enquanto em setembro

a precipitação foi 50% superior à média histórica (Tabela 1).

Não foi constatada diferença significativa na quantidade de dias entre o plantio e a emergência entre os MTs de diferentes classes de peso (Tabela 2). A porcentagem de emergência e a quantidade de dias da emergência ao florescimento, porém, foram significativamente maiores nos MTs mais pesados. Provavelmente isso foi causado pelo broto mais delicado e pela maior proporção de reservas do tubérculo, necessária para a emergência nos menores MTs. Resultados similares foram obtidos por Lommen e Struik (1994).

Tabela 1. Padrão climático durante a estação de cultivo de batata em 1998, Sapporo, Japão.

Mês	Temperatura Média °C		Radiação Total MJm ⁻²		Precipitação Total mm	
	1998	Média ¹⁾	1998	Média	1998	Média
	Maio	13,0	12,0	550	546	56
Junho	15,2	16,1	499	555	80	66
Julho	19,9	20,2	468	533	73	69
Agosto	20,7	21,7	373	474	90	142
Setembro	18,7	17,2	362	381	210	138
Outubro	12,7	10,8	283	291	74	116

Os dados médios foram baseados nos dados de 1961 a 1990.

Tabela 2. Porcentagem de emergência, número de dias do plantio até a emergência e número de dias da emergência até o florescimento de plantas de batata oriundas de microtubérculos de diferentes classes de tamanho, Sapporo, Japão, 1998.

Tamanho de Microtubérculo	Porcentagem de Emergên.	Dias para Emergên.	Dias para Flolesc.
SS ¹⁾	83 ²⁾ b ³⁾	19	43 a
S	89 ab	19	43 ab
M	88 ab	19	40 b
L	97 a	19	33 c
ANOVA	* ⁴⁾	ns	**

1) SS: 0,3-0,5 g, S: 0,5-1,0 g, M: 1,0-3,0 g e L: 3,0-5,0 g.

2) Cálculos realizados após transformação dos dados para arco seno $(\arcsin(x/100))^{0.5}$.

3) A mesma letra em cada coluna representa ausência de diferença estatística significativa no teste de Tukey ($P < 0.05$).

4) *: diferença estatística significativa a $P < 0.01$ e 0.05 , respectivamente; ns: diferença estatística não significativa.

Na data de 22 DAE, a MS de raiz foi menor nas plantas de MTs de menor tamanho. Uma correlação positiva significativa entre o MS de raiz e o MS de tubérculo mãe dos MTs de diferentes classes foi observada no estágio inicial de desenvolvimento (22 DAE) (Figura 1). Plantas oriundas dos menores MTs formaram, inicialmente, um menor IAF e, até os 36 DAE, quanto menor os MTs, mais lento foi o desenvolvimento inicial do IAF. Após o período inicial, a diferença em IAF entre as plantas oriundas de MTs de diferentes tamanhos não foi mais observada (Figura 2). Possivelmente, o aumento inicial mais vagaroso do IAF de plantas oriundas dos

menores MTs foi devido ao relativo menor sistema radicular destas plantas (Figura 1). Esses resultados são sustentados pelas conclusões de Lommen (1994), as quais indicam que o sistema radicular de plantas oriundas de tubérculos mais leves tinham que prover água e nutrientes para uma quantidade relativa maior de parte aérea (maior proporção de parte aérea: raiz).

O padrão do aumento da MS de tubérculos mostrou uma tendência similar ao observado no aumento do IAF. Observa-se, na Figura 3, que no estágio inicial, o incremento de MS de tubérculo foi maior em plantas oriundas dos maiores MTs, mas nos estádios mais desenvolvidos, a diferença

Figura 1. Relação entre massa de matéria seca (MS) da raiz e MS do tubérculo mãe de plantas de batata originadas de microtubérculos de diferentes classes de tamanho em estágio inicial de desenvolvimento (22 dias após emergência), Sapporo, Japão, 1998.

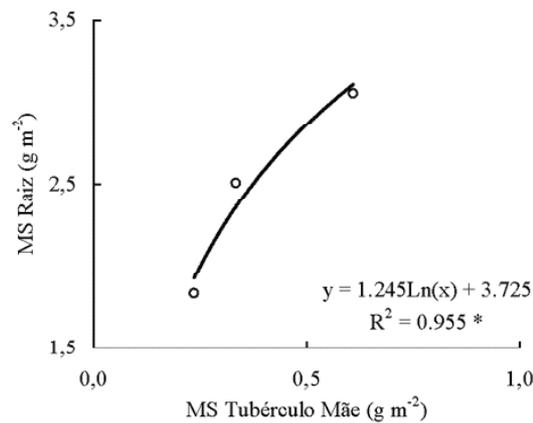
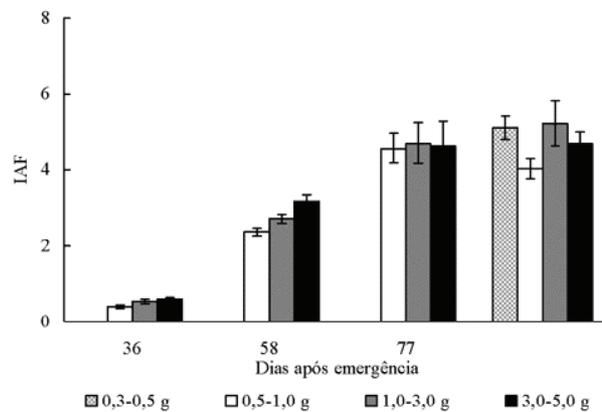


Figura 2. Comparação do índice de área foliar (IAF) entre plantas de batata originadas de microtubérculos de diferentes classes de tamanho, em quatro estádios de desenvolvimento, Sapporo, Japão, 1998.



As linhas verticais representam o erro padrão da média (n=12).

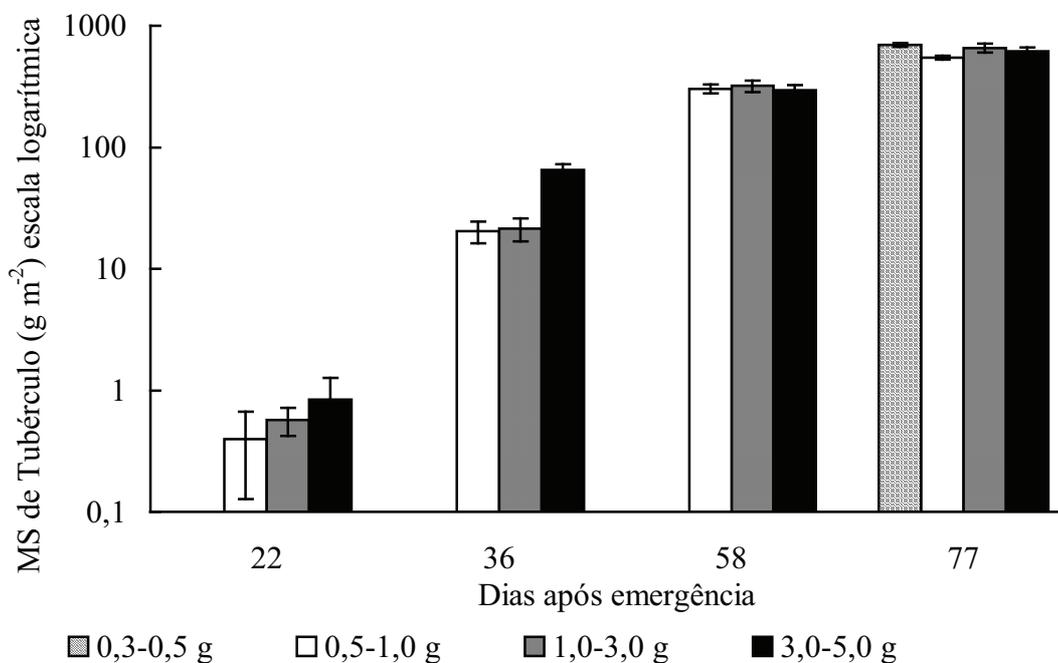
em MS de tubérculos entre as plantas oriundas das diversas classes de MTs não era mais evidente. Este resultado corrobora com os resultados de Kawakami et al. (2003), que constataram que plantas oriundas de maiores tubérculos demonstravam uma maior alocação de MS nos tubérculos nos estádios iniciais de desenvolvimento, quando comparada com a de plantas oriundas de menores tubérculos. Lommen (1999), porém, observou que plantas oriundas de menores MT iniciaram a alocação de matéria seca para os tubérculos no início da estação de crescimento. O transplante das plantas para o campo pode ter influenciado a taxa de alocação de matéria seca para os tubérculos no trabalho de Lommen (1999), uma vez que o ambiente pré-transplante das plantas (casa de vegetação) era provavelmente mais quente que a temperatura do campo.

Constatou-se diferença no número de dias da emergência até o amarelecimento das folhas (período de crescimento) entre as plantas oriundas das diferentes classes de MT (Tabela 3). Porém, esta

diferença observada não foi correlacionada com o tamanho do MT, já que observou-se que plantas oriundas de MT-S tiveram um menor período de crescimento quando comparadas com plantas oriundas de menores (MT-SS) e maiores (MT-M e MT-L) MTs. Este resultado contradiz outros estudos (LECLERC e DONNELLY, 1990; LOMMEN e STRUIK, 1993) que reportaram que plantas oriundas de menores tubérculos mostraram um período de crescimento mais longo que plantas originadas de tubérculos maiores.

Não se observou diferença significativa em número de tubérculos, produtividade de massa de matéria seca e fresca de tubérculos de plantas originadas de MTs de diferentes tamanhos. Entretanto, observou-se uma tendência de plantas originadas dos menores tubérculos produzirem um maior número de tubérculos ($P=5,62\%$) do que plantas originadas de maiores MTs, corroborando com os resultados de Wattimena et al. (1983) e Ranalli et al. (1994).

Figura 3. Comparação da massa de matéria seca (MS) de tubérculo entre plantas de batata originadas de microtubérculos de diferentes classes de tamanho, em quatro estádios de desenvolvimento, Sapporo, Japão, 1998.



As linhas verticais representam o erro padrão da média ($n=12$).

Tabela 3. Número de dias entre a emergência e o amarelecimento de folhas (LY), número de tubérculos, e massa de matéria fresca e seca de tubérculos de plantas de batata originadas de microtubérculos de quatro classes de tamanho, Sapporo, Japão, 1998.

Tamanho de Microtubérculo	LY dias		Número de Tubérculos m⁻²	Massa Fresca de Tubérculo t ha⁻¹	Massa Seca de Tubérculo t ha⁻¹
SS ¹⁾	144	a ²⁾	57	71,3	15,1
S	136	b	53	60,1	12,6
M	139	ab	47	68,3	15,1
L	143	a	43	66,0	13,7
ANOVA	* ³⁾		ns	ns	ns

1) SS: 0,3-0,5 g, S: 0,5-1,0 g, M: 1,0-3,0 g e L: 3,0-5,0 g.

2) A mesma letra em cada coluna representa ausência de diferença estatística significativa no teste de Tukey ($P < 0.05$).

3) *: diferença estatística significativa a $P < 0.05$; ns: diferença estatística não significativa.

Struik e Lommen (1990) afirmaram que o uso de MT como tubérculo somente seria possível quando ele fosse mais pesado que 0,5g. Neste experimento não se observou diferença estatística significativa em produtividade de massa de matéria fresca e seca de tubérculos entre plantas oriundas de MTs de diferentes tamanhos, sugerindo que o uso de MTs mais pesados que 0,3g, como semente de batata em cultivo a campo, pode ser uma prática possível.

Conclusão

Os microtubérculos de batata têm potencial para uso direto a campo, como tubérculo semente, devido ao seu alto rendimento e alto número de produção de tubérculos comerciais. O uso de MTs menores (0,3-0,5g) é especialmente promissor, já que são mais baratos e produzidos mais rapidamente que MTs maiores, bem como porque demonstraram um alto potencial produtivo. Os maiores MTs utilizados neste estudo (3,0-5,0g) poderiam ser utilizados nos sistemas de programas de produção de batata

semente convencional, já que podem produzir um grande número de tubérculos nos estádios iniciais de crescimento (*i.e.*, 36 DAE) e esta característica pode ser desejável para evitar contaminação por vírus, através de colheitas antecipadas.

Agradecimentos

A N. Moki e S. Ichikawa, pela assistência técnica no manejo a campo do experimento, e também aos estudantes do Laboratório de Ciência de Plantas de Lavoura, que atuaram como colaboradores.

Órgãos financiadores

Esta pesquisa foi financiada em parte pela Japan Society for the Promotion of Science – processo 11660013 (2000-2001).

Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.