

PERÍODO E VELOCIDADE DE TUBERIZAÇÃO EM CINCO CULTIVARES DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)^{1/}

Delorge Mota da Costa^{2/}
Nei Fernandes Lopes^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Por «período de tuberização» da batata entende-se o tempo compreendido entre o engrossamento dos estolões e a paralisação completa do desenvolvimento dos tubérculos. A produtividade é a resultante da velocidade e da duração da tuberização, e esta depende da persistência da folhagem e do momento em que teve início a formação dos tubérculos. Os cultivares diferem muito nesse aspecto, e as diferenças de rendimento entre eles podem, muitas vezes, estar relacionadas com as diferenças no comprimento do período de tuberização.

Segundo RADLEY *et alii* (22), informações concernentes à importância relativa desses fatores são pouco precisas para explicar diferenças na produtividade dos cultivares e no uso das diversas práticas culturais.

Em geral, observa-se nos cultivares normalmente plantados e nos híbridos, que os que têm características de tuberização precoce e rápida, em condições ambientais favoráveis, dão, freqüentemente, rendimentos semelhantes ou inferiores aos dos cultivares de tuberização tardia; em troca, em condições ambientais adversas, alcançam maiores rendimentos (10).

A produtividade de uma cultura, como a de qualquer outro ecossistema, depende de uma série de inter-relações complexas entre plantas individuais, comunidades de plantas e meio ambiente. Essas relações, em conformidade com o potencial genético, manifestam-se por meio dos processos fisiológicos (12).

^{1/} Artigo baseado na dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, pelo primeiro autor, para obtenção do Grau de Mestre (M.Sc.) em Fitomelhoramento.

Recebido para publicação em 18-08-1980.

^{2/} UEPAE de Cascata, EMBRAPA. 96100 Pelotas, RS.

^{3/} Departamento de Biologia Vegetal da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

O conhecimento da variação das respostas de uma espécie ao meio, em todos os estádios de sua ontogenia, é essencial para uma eficiente produção agrícola. Desse modo, o sistema deve ser estudado pela análise, em seqüência, das relevantes respostas fisiológicas e morfológicas. Essa informação deve ser ligada ao aumento de conhecimentos do meio, do solo e aéreo; somente com melhor compreensão desse complexo sistema ecológico será possível alcançar rendimentos mais altos e agricultura mais eficiente (13).

Este trabalho teve como objetivo analisar os cultivares Baronesa, Canguçu, Piratini, Santo Amor e Bintje, mediante suas curvas de tuberização, bem como a velocidade com que esta se processa. Foram também analisados: início, ponto máximo e duração da tuberização dos referidos cultivares, em condições de cultura, para melhor entendimento desses fatores de produtividade da batata, em Pelotas, RS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições de campo, em solo areno-argiloso, classificado como Planossolo, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul.

Compararam-se quatro cultivares brasileiros: Baronesa, Canguçu, Piratini e Santo Amor, descritos por MOTA DA COSTA *et alii* (17), e um cultivar holandês: Bintje, descrito por BOOCK *et alii* (3), nos plantios de fevereiro (1.º período) e agosto (2.º período), nos anos de 1969, 1970, 1971 e 1972, perfazendo um total de oito. As datas de plantio foram as recomendadas para a região, nos dois períodos (15). De cada cultivar, foram plantadas áreas com 10 linhas de 100 tubérculos. O espaçamento empregado foi de 0,80m entre as linhas e de 0,40m dentro delas (16). Por falta de tubérculo-semente, o Bintje não foi plantado no 2.º período de 1969.

Após o preparo do solo, a área foi marcada e sulcada, colocando-se nos sulcos adubação correspondente a 1.000kg de NPK/ha (6:12:1), momentos antes do plantio. A seguir, misturou-se o adubo com a terra, de modo que os tubérculos, ao serem colocados nos sulcos, não ficassem em contacto com ele, mas um pouco abaixo e ao lado, de acordo com a recomendação de MURPHY *et alii* (18).

Procurou-se plantar, sempre que possível, tubérculos-semente de tamanho e brotação uniformes, para minimizar o efeito desses fatores na variação de produtividade. Além disso, uma boa brotação, uniforme, permite rápida emergência das plantas, facilitando a determinação da emergência média dos cultivares, para posterior marcação das datas de colheita.

O tubérculo-semente dos cultivares nacionais era conservado, entre um plantio e outro, em condições normais de celeiro, em caixas de 0,20 m de altura, bem ventiladas, recebendo, entretanto, o calor de dezembro, janeiro e fevereiro ou o frio de junho, julho e agosto. O Bintje, utilizado em 1970 e 1971, foi colhido na Holanda, em meado de julho, conservado em câmaras frias e, posteriormente, transportado para o Brasil. Chegando em janeiro, não foi plantado imediatamente, só de quinze a trinta dias depois da chegada ao porto de Santos, no 1.º período. Entre este período e o segundo, era armazenado nas mesmas condições dos nacionais. A semente desse cultivar, usada no 1.º período de 1969 e de 1972, como não foi recebida da Holanda, também foi armazenada como as demais.

Para observação do processo de tuberização, os experimentos consistiram em colheitas sucessivas de 50 plantas, a intervalos regulares de sete dias, durante todo o ciclo da cultura, a primeira efetuada 28 dias após a emergência média de cada cultivar. Houve alguma variação, quanto ao número de colheitas, de experimento para experimento, e às vezes, no mesmo experimento, entre os cultivares. Sistematicamente, antes de cada colheita, eliminavam-se as plantas brotadas fora de tempo, tidas como atacadas de vírus, fracas ou fora do padrão do cultivar.

Como o espaçamento entre linhas era amplo, nas coletas, que eram feitas em

cinco plantas por linha, não eram usadas bordas para elas, mas entre elas, ou seja, eram sorteados blocos de sete plantas, desprezando-se as duas extremas. Cada um desses blocos, que continha cinco plantas (0,80 x 0,40 m), ocupava uma área de 1,60 m²; como eram dez linhas, as 50 covas ocupavam 16m² de área útil.

A última colheita era feita, tanto quanto possível, mais tarde, desde que isso não acarretasse prejuízos para a cultura, prejuízo que, ordinariamente, é acarretado pelo frio e calor excessivos, no 1.^º e 2.^º períodos, respectivamente.

A colheita era feita cova por cova, depois do sorteio. Os tubérculos colhidos nessas 50 covas eram imediatamente pesados. Com base no peso médio dos tubérculos dessas 50 plantas de cada colheita e de cada cultivar, em g/m², foi efetuada a análise de regressão curvilínea das médias de peso fresco acumulado, em relação às coletas, com o emprego de polinômios ortogonais (20).

Procurou-se chegar ao polinômio que melhor se ajustasse aos dados, de acordo com o maior coeficiente de regressão significante, estimando, desse modo, o peso fresco acumulado nos tubérculos diariamente. A velocidade de tuberização, em g/m²/dia, foi obtida pela derivada primeira da equação ajustada ao peso fresco. O ponto máximo foi determinado graficamente na curva, bem como nos dados fornecidos pelo computador, uma vez que esse ponto é máximo quando sua derivada primeira (velocidade) é igual a zero, ou seja, no momento em que cessam os acréscimos à curva (curva de tuberização).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mais marcantes diferenças climáticas entre os dois períodos de plantio estão no fato de a temperatura e a radiação solar diminuírem gradativamente da emergência até a colheita no primeiro e aumentarem, também gradativamente, no segundo.

No segundo período, as condições fisiológicas do tubérculo-semente utilizado eram idênticas, diferindo, entretanto, no primeiro, quando se utilizou o Bintje, importado da Holanda. Com melhor brotação que os nacionais, o Bintje emergiu mais rapidamente (Figuras 3 e 5).

Como todos os tubérculos-semente colhidos no 1.^º período eram armazenados da mesma forma, as diferenças de emergência no segundo, quando todos tinham a mesma idade fisiológica, são mais significativas, e o Bintje foi o último ou um dos últimos a emergir (Figuras 4, 6 e 8). Também foi o último no 1.^º período de 1969 (Figura 1). A emergência é consequência das condições de brotação, que é o resultado final do descanso fisiológico do tubérculo.

O 2.^º período de plantio foi o que apresentou as melhores condições para a tuberização, sendo seus rendimentos, normalmente, dentro do ano, os mais altos (Figuras 2, 4, 6 e 8).

Parece haver dois conjuntos de reações que favorecem a tuberização, um de natureza hormonal, associado com o fotoperíodo, e outro de natureza nutricional, em que o acúmulo de fotoassimilados nos estolões promove a formação de tubérculos (14). O estímulo para a formação do tubérculo é formado nas plantas sujeitas a dias curtos. Outras condições que favorecem o início da tuberização são: baixa temperatura, alta radiação e baixo suprimento de nutrientes minerais (4, 7, 19, 23, 24 e 25), o que explica os melhores rendimentos obtidos no 2.^º período de plantio.

ALVIM (1), citando DRIVER (1943), assinalou que a reação fotoperiódica é fator hereditário, sendo o caráter «dia curto» geralmente dominante sobre o caráter «dia longo». Alguns cultivares são sensíveis ao fotoperiodismo; outros, porém, produzem tubérculos sob qualquer comprimento de dia (2). Geralmente, variedades precoces mostram menor resposta ao fotoperíodo que as tardias. Os cultivares do Grupo *Tuberosum* são usualmente considerados neutros para a formação de tu-

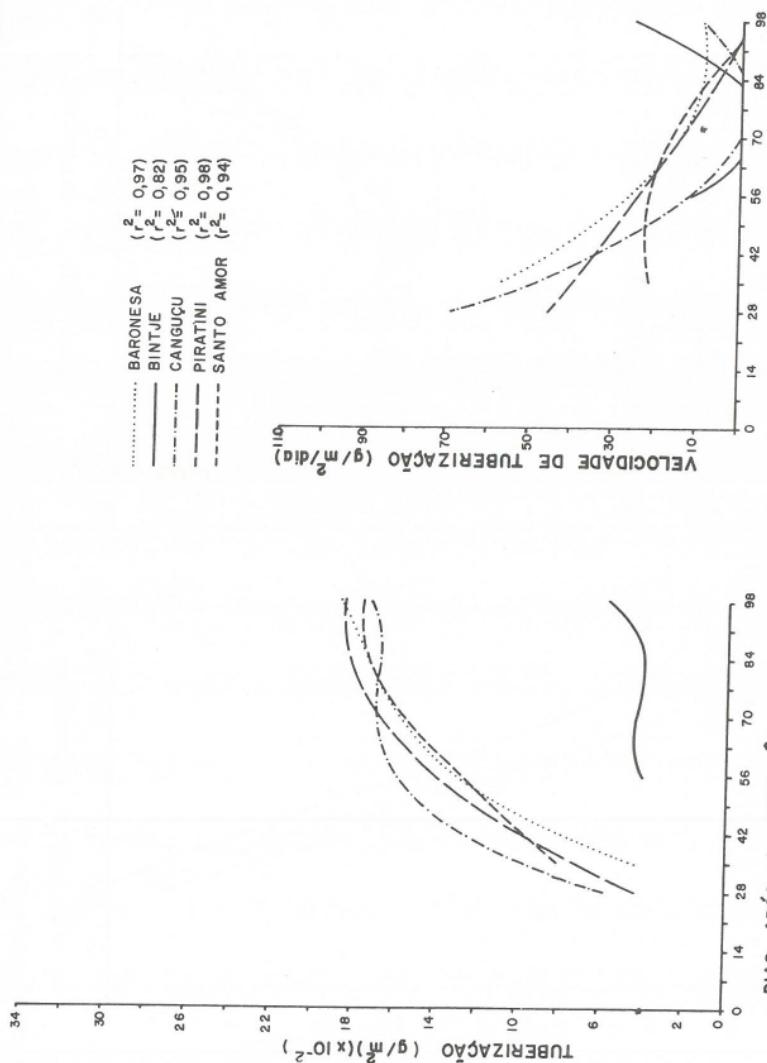


FIGURA 1 - Tuberização e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata, no primeiro período de plantio de 1969.

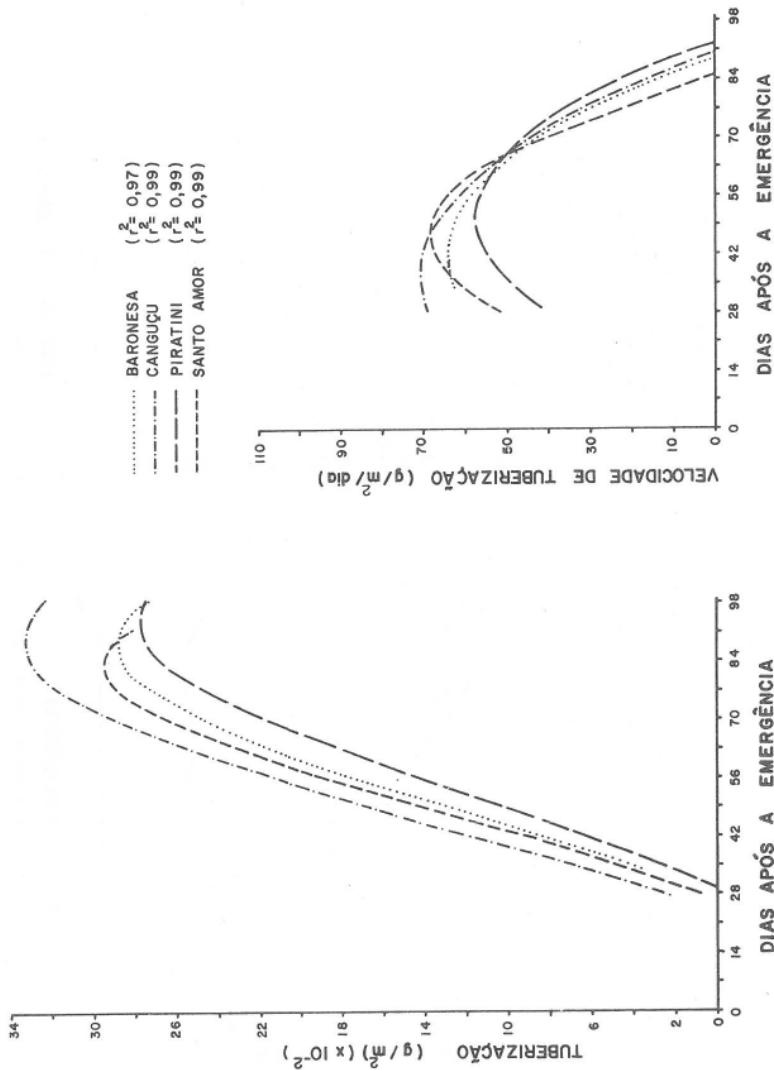


FIGURA 2 - Tuberização e velocidade de tuberização em quatro cultivares de batata, no segundo período de plantio de 1969.

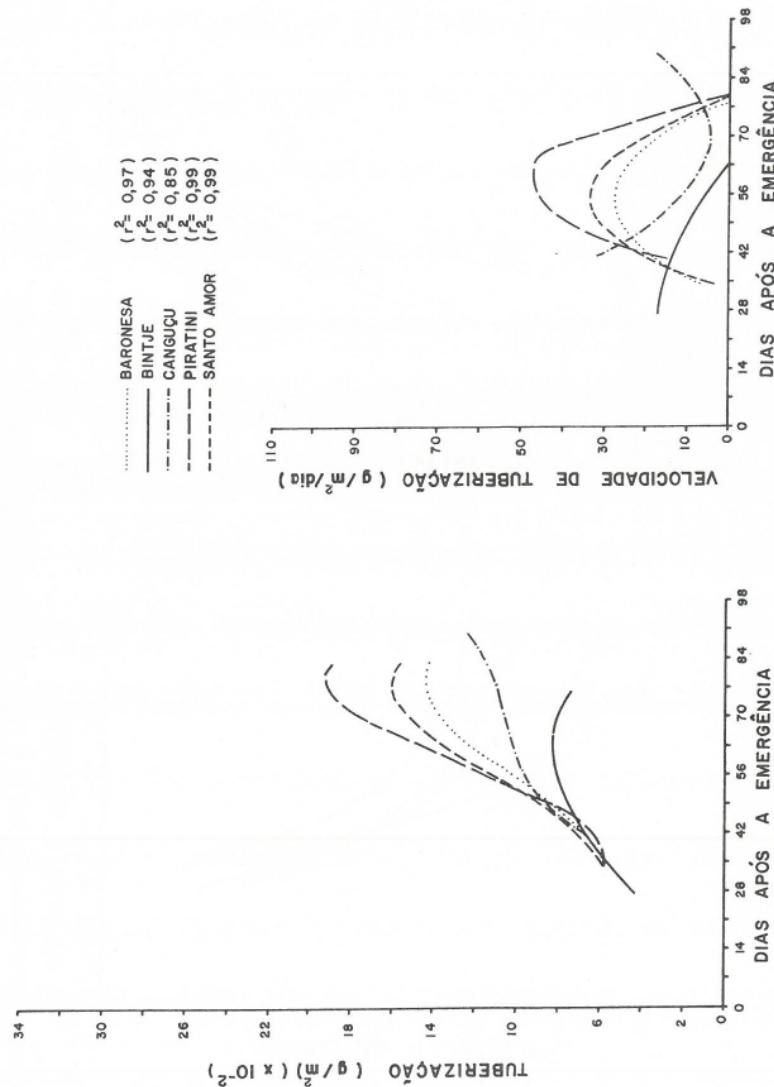
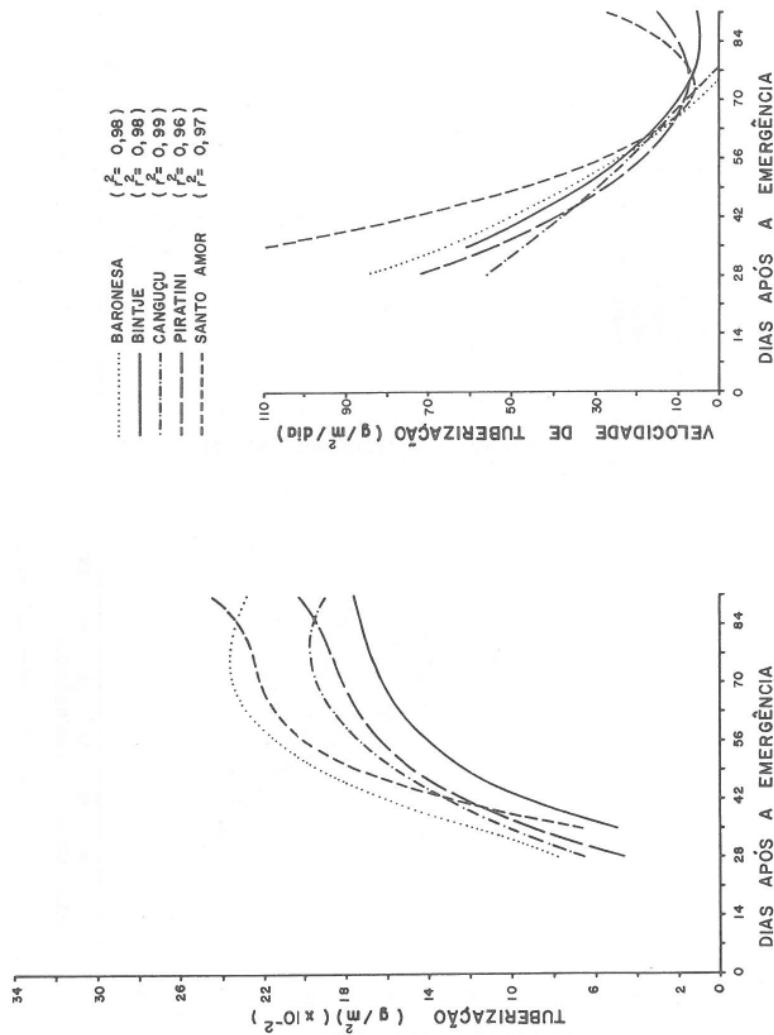
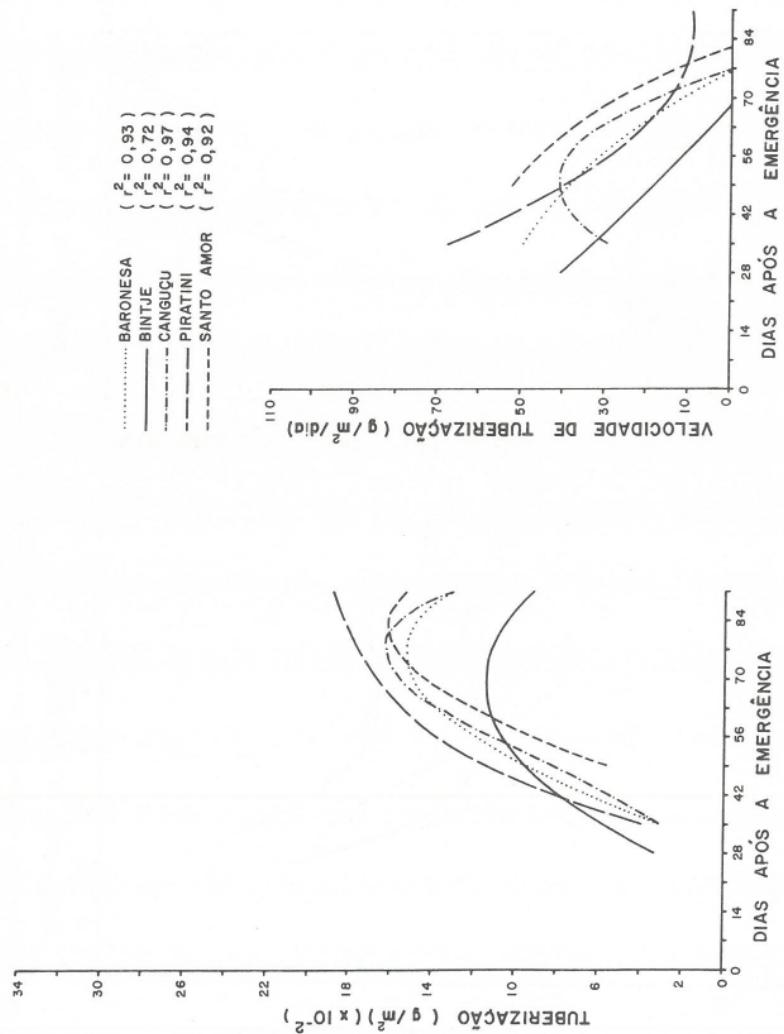
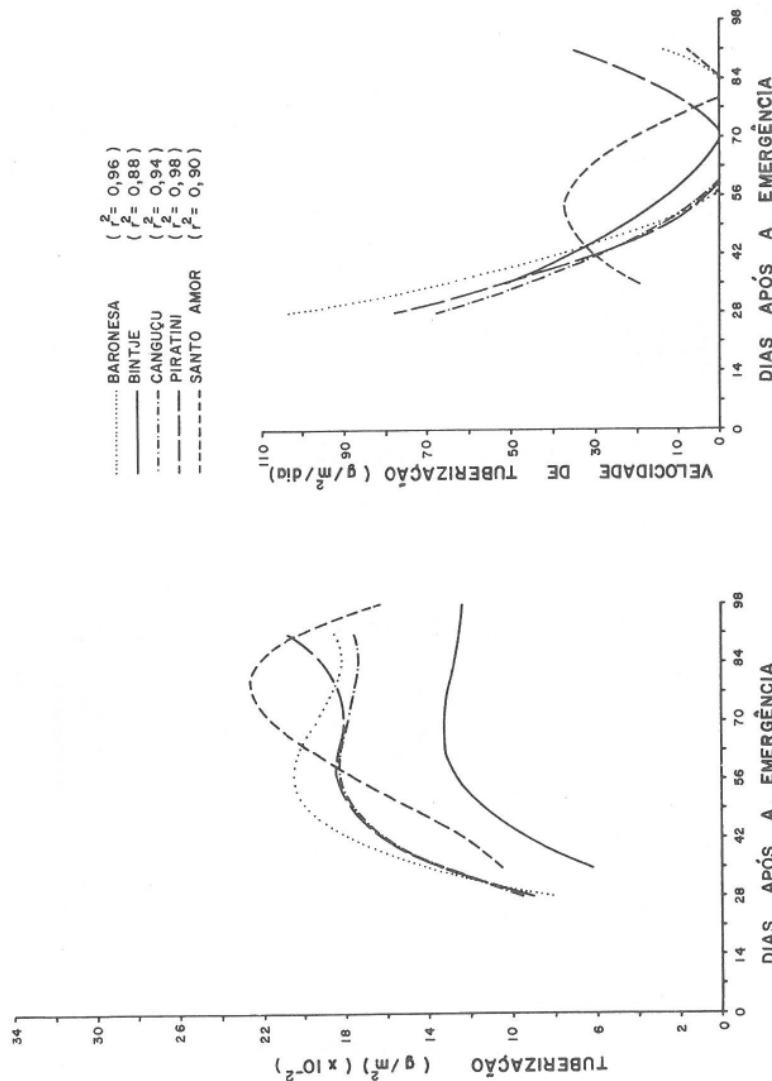


FIGURA 3 - Tuberização e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata, no primeiro período de plantio de 1970.







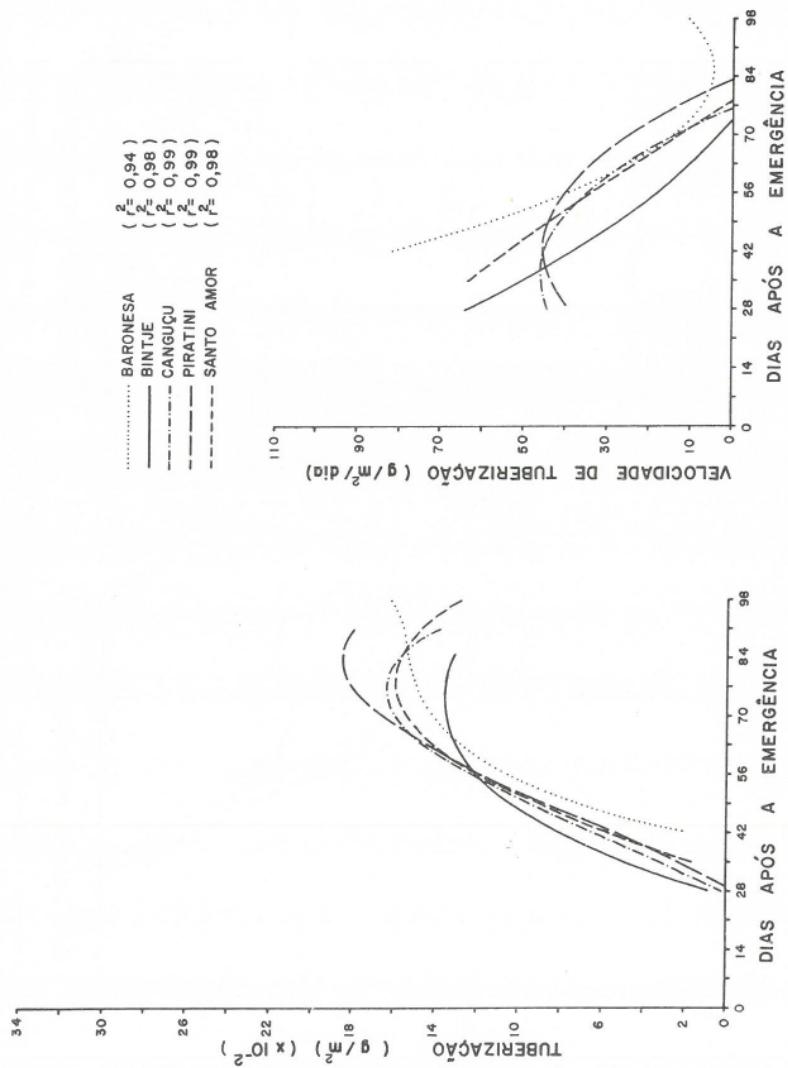


FIGURA 7 - Tuberização e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata, no primeiro período de plantio de 1972.

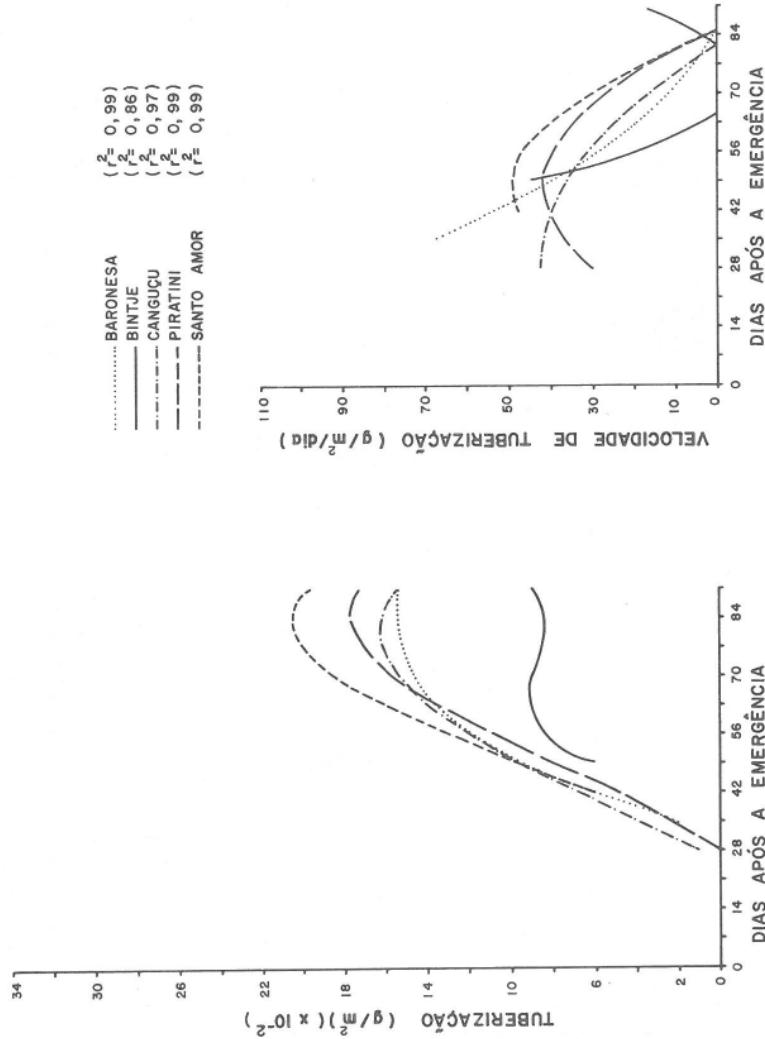


FIGURA 8 - Tuberização e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata, no segundo período de plantio de 1972.

bérculo, por serem heterozigotos para alguns dos gens que parecem determinar a reação fotoperiódica para iniciação, crescimento e tempo de maturação do tubérculo (8).

As curvas de tuberização e a velocidade com que ela se processa podem ser vistas nas Figuras de 1 a 8. O Piratini e o Canguçu foram os que tiveram emergência média mais rápida. A do cultivar Baronesa foi regular e o Santo Amor e o Bintje foram os mais tardios.

Os cultivares apresentaram ponto médio de início de tuberização nos seguintes dias após a emergência das plantas: Bintje, 20; Canguçu, 21; Santo Amor, 22; Baronesa, 23; Piratini, 25. Os pontos médios de tuberização máxima dos cultivares foram: Bintje, 61; Canguçu, 73; Santo Amor, 73; Baronesa, 74; Piratini, 80 dias após a emergência.

Em média, o Piratini, no 1.º período, apresentou maior período de tuberização, 57 dias, atingindo a mais alta velocidade de tuberização 34 dias após a emergência, quando produziu 51 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos. O Santo Amor, o Canguçu e o Baronesa tiveram duração de tuberização semelhante, 49, 49 e 50 dias, atingindo a velocidade máxima de tuberização 33, 28 e 29 dias após a emergência, quando produziram 43, 47 e 56 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos, respectivamente; o Bintje apresentou a menor duração de tuberização, 40 dias, atingindo a maior velocidade de tuberização aos 22 dias, quando produziu 37 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos. No 2.º período, em média, o Santo Amor apresentou o maior período de tuberização, 52 dias, atingindo a mais alta velocidade de tuberização 37 dias após a emergência, quando produziu 66 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos; o Baronesa, o Canguçu e o Piratini tiveram os seguintes períodos de tuberização: 51, 55 e 54 dias, atingindo a velocidade máxima de tuberização 25, 26 e 35 dias após a emergência, quando produziram 79, 59 e 62 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos, respectivamente; novamente, o Bintje foi o que apresentou o menor período de tuberização, 42 dias, atingindo a maior velocidade de tuberização aos 20 dias, quando produziu 52 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos. Com base nesses resultados, de início e duração de tuberização, verifica-se que o Piratini é o mais tardio dos cultivares estudados.

O rendimento final de tubérculos depende da velocidade e da duração de tuberização, e os cultivares diferem muito nesse aspecto (9).

WERNER (26) afirmou que a velocidade de tuberização e a qualidade dos tubérculos produzidos durante diferentes partes da estação variaram muito, nos diferentes anos, como resultado das condições climáticas antes da tuberização ou durante esse processo. O período de crescimento ativo do tubérculo varia, de acordo com o cultivar (5).

Os cultivares que, na última colheita, além da qual, comercialmente, não era interessante deixá-los no solo, ainda não tinham alcançado seus pontos máximos de produção, como se vê nas Figuras 4 e 6, têm tendência a apresentar o chamado «segundo crescimento», que é negativo para um bom cultivar. BOLDLAENDER (2) afirmou que o crescimento dos estolões, o segundo crescimento dos tubérculos, a formação de «estolões selvagens», emergindo do solo, e, algumas vezes, a rebrotação dos ramos e dos estolões são provocados por dias longos e altas temperaturas. LEOPOLD (11) mencionou que essa rebrotação, geralmente no fim de estação, faz-se às expensas dos tubérculos. Também ALVIM (1) observou que, em dias longos, os estolões são mais compridos e produzem numerosas ramificações laterais; freqüentemente, voltam-se para cima e saem na superfície do solo, podendo formar novos ramos.

O Canguçu, entre os cultivares testados, foi o que alcançou a mais alta tuberização, 3.337 g/m² de peso fresco de tubérculos (Figura 2); o Santo Amor, a mais alta velocidade de tuberização, 109 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos (Figura 4). O Bintje apresentou a mais baixa tuberização, 577 g/m² de peso fresco de tubér-

culos, e a mais baixa velocidade de tuberização, 17 g/m²/dia de peso fresco de tubérculos (Figuras 1 e 3).

Das trinta e nove curvas de tuberização, vinte e oito mostraram, no final, quedas de produção, fato que Wassink e Stolwijk (1953), citados por LEOPOLD (11), verificaram com o cultivar Bintje. As demais curvas, geralmente, mostraram «segundo crescimento». WURR (27) verificou que o desenvolvimento do modelo de rendimento, em relação ao tempo, apresentou curva quadrática, tal como a usada por CARLSSON (6), porém diferente das obtidas neste trabalho. PLAISTED (21) afirmou que, depois da maturação, os tecidos de armazenamento da batata continuam ainda se dividindo e aumentando, o que foi confirmado por JAVIER (10), que observou diminuição no peso dos tubérculos por planta no final da curva de tuberização dos cultivares, desde o momento em que termina a acumulação de amido, o que ocorre no final do ciclo vegetativo, por causa da continuação da maturação dos tubérculos.

4. RESUMO

Este trabalho visou a analisar a tuberização e a velocidade desse processo em cinco cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.), durante quatro anos, nos dois períodos de plantio da região, fim de verão e fim de inverno.

Em Planossolo, no município de Pelotas, RS, foram plantadas, de cada cultivar, áreas com 10 linhas, de 100 tubérculos cada uma, espaçadas de 0,80 m e de 0,40 m dentro das linhas. Os experimentos consistiram nas colheitas sucessivas de 50 plantas, a intervalos regulares de 7 dias, durante todo o ciclo da cultura, sendo a primeira efetuada 28 dias após a emergência média de cada cultivar. A análise de regressão curvilinear das médias do peso fresco dos tubérculos (g/m²), em relação às coletas, com o emprego de polinômios ortogonais, foi efetuada para determinar o mais perfeito ajustamento dos dados, bem como a velocidade de tuberização, seus pontos máximos, início e duração do ciclo.

O segundo período apresenta melhores condições para o plantio da batata. O cultivar Piratini é o que mais se adapta ao primeiro período de plantio; o Santo Amor, ao segundo. O Canguçu e o Piratini tiveram emergência mais rápida, seguidos dos cultivares Baronesa, Santo Amor e Bintje.

Os cinco cultivares quase não diferiram entre si, com relação ao início de tuberização, sendo o Bintje o mais precoce, 20 dias após a emergência, e o Piratini o mais tardio, 25 dias após a emergência.

A tuberização média máxima variou bastante entre os cultivares: Bintje, 61 dias; Canguçu e Santo Amor, 73 dias; Baronesa, 74 dias; Piratini, 80 dias após a emergência.

O Canguçu foi o cultivar que atingiu a mais alta tuberização; o Santo Amor, a mais alta velocidade de tuberização. Geralmente, todos os cultivares apresentaram queda de produção no final do ciclo vegetativo, exceto quando houve «segundo crescimento». O cultivar Santo Amor foi o menos sujeito ao chamado «segundo crescimento». Os demais apresentaram esse fenômeno com maior freqüência e de modo idêntico.

5. SUMMARY

The objective of this study was to analyze the process and rate of tuberization in five potato cultivars.

The experiment was conducted over four years involving two periods of plan-

ting (end of summer and end of winter) in a Planossol soil at Pelotas, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Each cultivar was planted as 10 rows, with 100 tubers per row, and with spacings of 0.8m between rows and 0.4 m between hills.

Data were taken on five randomly selected plants in each row giving a total of 50 plants in an area of 16 m². Harvests were made at 7-day intervals during the entire life cycle of the crop beginning 28 days after emergence.

The tubers were weighed immediately after harvest and their average weight, in g/m², was analysed employing the orthogonal polynomial in order to determine the best fitted curve to explain the tuberization process. The data gave a daily adjusted tuberization curve. From this curve, the rate, peaks, initiation and duration of tuberization were obtained.

The solar radiation, as well as the day and night temperatures, decreased from emergence to harvest during the first planting season, whereas these factors increased during the second. Planting at the end of winter was the best for potatoes in the region.

Cultivar Piratini performed best in the first planting, while cultivar Santo Amor performed best in the second.

With respect to the initiation of tuberization, the five cultivars did not differ much from one another.

The maximum point of tuberization for the five cultivars were: Bintje, 61 days; Canguçu and Santo Amor, 73 days; Baronesa, 74 days; and, Piratini, 80 days after emergence.

The four local cultivars had a longer duration and a higher rate of tuberization than did the cultivar Bintje.

Cultivar Santo Amor was less subject to «second growth». Cultivar Canguçu gave the highest tuberization, while Santo Amor gave the highest rate of tuberization.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVIM, P.T. Fisiología de la tuberización de la papa. *Agronomía, Peru*, 27: 19-27. 1959.
2. BODLAENDER, K.B.A. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. In: IVINS, J.D. & MILTHORPE, F.L., eds. *The growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. p. 199-210.
3. BOOCK, O.J., SCIVITTARO, A. & NOBREGA, S.A. *Comportamento de setenta e uma variedades holandesas de batatinha sob as condições do Estado de São Paulo*. Campinas, IAC, 1965, 198 p.
4. BURT, R.L. Influence of short periods of low temperature on tuber initiation in the potato. *Eur. Potato J.* 4:197-208. 1964.
5. BURTON, W.G. *The potato*. Wageningen, Holland, Ed. H. Veenman & Zonen N.V., 1966. 382 p.
6. CARLSSON, H. *Production of potatoes for chipping*. Vaxtopdning, 1970. 26 p.
7. CHAPMAN, H.W. Tuberization in the potato plant. *Physiol. Plant.* 11:216-224. 1958.
8. HOWARD, H.W. *Genetics of the potato*. England, Logos Press, 1969. 126 p.

9. IVINS, J.D. Crop behaviour. *Journ. Royal Agric. Soc. of England*, 128:158-169. 1967.
10. JAVIER, G. Curva de tuberización de quatro variedades de papa. *Fitotecnia Latinoamericana*, 6:101-110. 1968.
11. LEOPOLD, A.C. *Plant growth and development*. New York, McGraw-Hill Co., 1964. 466 p.
12. LOPES, N.F. *Análise de crescimento e conversão da energia solar em população de milho (Zea mays L.) em Viçosa, Minas Gerais*. Viçosa, U.F.V. Imprensa Universitária, 1973. 61 p. (Tese M.S.).
13. MILTHORPE, F.L. Some physiological principles determining the yield of root crops. *Roots Crops Symposium*. 11:11-19. 1968.
14. MILTHORPE, F.L. & MOORBY, J. *An introduction to crop physiology*. London, Cambridge University Press, 1974. 202 p.
15. MOTA DA COSTA, D. Épocas de plantio da batata na área da Sede do Instituto Agronômico do Sul. *Anais de IDIA*, 2:1-43. 1960.
16. MOTA DA COSTA, D. *Influência do espaçamento sobre a produção do tubérculo-semente de batatinha. 1. Cultivar Baronesa*. Pelotas, IPEAS, 1971. 3 p. (Indicação da Pesquisa n.º 83).
17. MOTA DA COSTA, D., MACHADO, M.M.F. & SACCO, J.C. Caracterização botânica de quatro cultivares de batatinha (*Solanum tuberosum L.*), criadas pelo Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BOTÂNICA, XXIV, Pelotas, 1972. Anais, Pelotas, UFPEL-CETREISUL-IPEAS (no prelo).
18. MURPHY, H.J., HAWKINS, A. & EWING, E. Potato nutrition and culture. *Potato Handbook*, 46:48-51. 1965.
19. OKAZAWA, Y. & CHAPMAN, H.W. Regulation of tuber formation in the potato plant. *Physiol. Plant.* 15:413-419. 1962.
20. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 4.ª ed. Piracicaba, Gráfica Supertipo, 1970. 430 p.
21. PLAISTED, P.H. Growth of the potato tuber. *Plant Physiol.* 32:445-453. 1957.
22. RADLEY, R.W. Tuber bulking in the potato crop. *Nature*, England, 191:782-783. 1961.
23. SLATER, J.W. Mechanisms of tuber initiation. *Proc. 10th Easter Sch. Agric. Sci. Univ. Nottingham*, 1963. p. 114-120.
24. SLATER, J.W. The effect of night temperature on tuber initiation of the potato. *Eur. Potato J.* 11:14-22. 1968.
25. WERNER, H.O. The effect of temperature, photoperiod and nitrogen upon tuberization in the potato. *Am. Potato J.* 12:274-280. 1935.

26. WERNER, H.O. *Rate of potato tuber growth on dryland at Box Butte Experiment Farm*. Nebraska Agric. Expt. Sta., 1956. 28 p. (Bul. no. 181).
27. WURR, D.C.E. Some effects of seed size and spacing on the yield and grading of two maincrop potato varieties. II. Bulking rate. *J. Agric. Sci.*, 82:47-52. 1974.