

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE BATATA

ENVIRONMENTAL EFFECT ON THE DEVELOPMENT OF THE POTATO PLANT

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Cláudio Lovato*

RESUMO

É apresentada uma breve revisão salientando a influência do ambiente sobre o desenvolvimento da planta da batata. Temperatura, fotoperíodo e luminosidade afetam o desenvolvimento da parte aérea, partição da matéria seca, florescimento e rendimento. Também é abordado o efeito das propriedades do solo e água. O rendimento depende da interação dos vários fatores ambientais.

Palavras-chave: batata, ambiente, desenvolvimento.

SUMMARY

A short review is presented about the effect of the environment on the development of the potato plant. Temperature, day length and light intensity affect the development of the above ground parts, dry matter partition, flowering and tuber yield. Reference is made about soil properties and water. Tuber yield depends on an interaction of several environment factors.

Key words: potato, environmental, development.

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) é das mais importantes, pois é capaz de produzir grande quantidade de alimento num curto período de tempo. Em tonelagem de produção é superada apenas pelo trigo, arroz e milho. É originária da região andina da América do Sul e apresenta duas sub-espécies: *andigena* e *tuberosum*. A sub-espécie *andigena* é mais adaptada às latitudes elevadas, temperaturas amenas e dias curtos, característicos de seu centro de origem. A sub-espécie *tuberosum* é resultante da seleção humana para as condições de dias mais longos e temperaturas mais

elevadas da Europa para onde foi levada logo após o descobrimento.

Após o plantio, a emergência deveria ser uniforme e rápida e o solo coberto pela folhagem o mais rápido possível. Atingindo este estágio, o crescimento da parte aérea deveria cessar, a planta apresentar uma alta taxa de fotossíntese líquida e acumular fotossintatos nos tubérculos até o fim da estação de crescimento, sem fatores ambientais limitantes.

As fases do desenvolvimento afetadas pelo ambiente são: a emergência, o desenvolvimento da parte aérea, o início da tuberização, a partição da matéria seca, o tamanho e número de tubérculos, a duração do ciclo e o rendimento econômico.

Existe interação cultivar x ambiente, isto é, cultivares reagem de modo diferente ao ambiente e também existe interferência mútua entre os fatores ambientais. A ação se dá indiretamente através dos níveis hormonais endógenos, principalmente das giberelinas, ácido abscísico e citocininas, assim como pela intensidade fotossintética e taxa respiratória.

A seguir algumas informações sobre o efeito dos principais fatores ambientais sobre a planta da batata.

TEMPERATURA

A temperatura influi grandemente o rendimento de tubérculos, uma vez que afeta a fotossíntese e respiração. A magnitude do seu efeito depende de quanto influencia no desenvolvimento da parte aérea e na distribuição da matéria seca produzida.

De maneira genérica, as melhores temperaturas se situam na faixa de 15 a 20°C. Entretanto, existem cultivares em que as temperaturas ótimas são mais elevadas como relatou BODLEANDER (1963). Winkler apud BURTON (1966) observou que a assimilação líquida máxima por unidade de área ocorria a temperaturas mais elevadas à medida que aumentava a intensidade luminosa. Embora houvesse diferença varietal, a assimilação

* Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 97119-900 - SANTA MARIA - RS.

máxima média ocorreu a 21°C quando a intensidade luminosa foi de 500.000ergs/cm₂/seg.; a 20°C a 250.000 e a 17°C quando a intensidade luminosa foi de 70.000ergs. A 20°C a assimilação bruta foi de aproximadamente 40mg/CO₂/dm/h que se reduziu a 5mg/CO₂/dm/h a 35°C, ao mesmo tempo que a taxa respiratória aumentou para cerca de 2,4mg/CO₂/dm/h. Baseado nestes resultados, BURTON (1964) tentou explicar a não formação de tubérculos em condições de temperaturas elevadas. De acordo com este autor, dentro de certos limites, à medida que aumenta a temperatura, aumenta o potencial de crescimento da parte aérea porém, em proporção maior do que a capacidade fotossintética da planta e chega um ponto em que o suprimento de carboidratos seria um dos principais fatores limitantes do crescimento. Em tais circunstâncias, juntamente com a observação de que o crescimento consiste desproporcionalmente no maior crescimento de hastes, embora possa haver excesso de fotossintatos que podem ser exportados pelas folhas, todo ele é usado para crescimento vegetativo, particularmente no crescimento de hastes e ramos. Por outro lado, quando existe excesso em relação às necessidades de crescimento, a produção de folha, órgão que realiza a fotossíntese, parece ser estimulada. Ainda de acordo com este autor, à medida que aumenta a temperatura, a área foliar por grama de matéria seca diminui cada vez mais e, conseqüentemente a produção de fotossintatos por grama de parte aérea que respira decresce à medida que atinge a maturidade. Além disto, sugeriu, baseado na produção de matéria seca a 25, 20 e 15°C que o declínio da capacidade fotossintética das folhas à medida que vão envelhecendo após a expansão máxima, é mais rápida quanto maior for a temperatura.

Borah & Wilthorpe, apud BURTON (1966) realizaram um experimento em que as variáveis foram as temperaturas de 25, 20 e 15°C. À temperatura de 25°C quando o crescimento da parte aérea decresceu o suficiente para acumular carboidratos e iniciar a tuberização, depois de 5,8 semanas de crescimento, já era tarde para haver um considerável acúmulo de matéria seca nos tubérculos. Para cada grama acumulada na parte aérea haviam 60cm² de área foliar e a idade média das folhas era de 4,3 semanas. À 15°C haviam 100cm² de área foliar por grama de matéria seca da parte aérea e a idade média das folhas era 3,2 semanas. E a 20°C, onde a produção foi mais alta, haviam 125cm² de área foliar e a idade média era de 2,1 semanas. Estes valores por si mesmos, explicariam os resultados obtidos.

Tão importante quanto as temperaturas médias é o diferencial entre as temperaturas diurnas e noturnas. Em geral, temperaturas médias noturnas acima de 20°C, impedem a tuberização. Temperaturas noturnas elevadas aumentam a taxa respiratória, esgotam as reservas e retardam o crescimento do tubérculo. BOADLEANDER et al (1964) afirmam que as temperaturas noturnas afetam

mais a iniciação e desenvolvimento dos tubérculos do que as diurnas, enquanto estas afetam mais o desenvolvimento da parte aérea.

Outro efeito da temperatura é sobre a necessidade de água pela planta. Tendo um sistema radicular relativamente pequeno, o aumento na evapotranspiração, causado por sua elevação, pode facilmente levar a planta a uma condição de deficiência hídrica, com o conseqüente efeito na fotossíntese e rendimento.

A combinação das altas temperaturas, longos fotoperíodos e elevadas doses de nitrogênio no solo podem impedir ou retardar de tal modo a tuberização que a produção de tubérculos fique seriamente comprometida, embora a planta apresente uma parte aérea muito bem desenvolvida.

Além do rendimento, a temperatura afeta o número e tamanho de tubérculos. Geralmente o número de tubérculos é maior a temperaturas mais baixas, especialmente baixas temperaturas noturnas.

YAMAGUCHI et al (1964) estudaram a influência da temperatura do solo no crescimento e tuberização. Usando as variedades **White Rose** e **Russet Burbank** observaram que a emergência foi mais rápida entre 21 e 24°C e retardada entre 10 e 13°C. Para a formação dos tubérculos, a melhor faixa foi entre 15 e 24°C. Entre 26 e 29°C, se formaram muito próximos à superfície, apresentavam mal-formações e, freqüentemente, se encontravam vários em um estolão. Quanto à brotação do tubérculo-semente, considera-se que temperaturas do solo abaixo de 12 e acima de 28°C, impedem o desenvolvimento dos brotos e a emergência.

Em experimento conduzido por dois anos no Hawaii, MANRIQUE et al (1989) estudaram o crescimento e rendimento de vários clones em três altitudes. O efeito da altitude foi primariamente atribuído às temperaturas. Observaram que o comprimento de hastes e entrenós variaram significativamente e que em um dos anos houve interação entre cultivar e altitude. Em temperaturas mais baixas, hastes e entrenós foram mais curtos e o número de ramificações por haste foi maior nas altitudes mais baixas. Os maiores índices de área foliar ocorreram nas baixas e médias altitudes, atribuído ao fato de as temperaturas situaram-se próximas ao ótimo para a expansão da área foliar, que segundo BENOIT et al (1983) ocorre a 25°C e decresce a 30°C ou mais. O início da tuberização ocorreu cinco a seis dias mais cedo nas altitudes mais elevadas, onde as temperaturas eram mais baixas. A partição da matéria seca para folhas aumentou e para hastes e ramos diminuiu com o aumento da elevação, indicando que a partição da matéria seca para folhas, hastes e ramos depende do ambiente. A partição da matéria seca para os tubérculos foi negativamente correlacionada com a temperatura para a maioria das cultivares, demonstrando que a maior parte da variação, associada a esse parâmetro, foi devido a esta variável. Com relação ao rendimento de tubércu-

los, de modo geral, foram maiores nas altitudes intermediárias, embora houvesse diferenciação no comportamento das cultivares em relação a altitude e anos. Estes resultados também sugerem que, como no caso do comprimento do dia, existe um ponto em que a eficiência da planta, representada pela partição da matéria seca aos tubérculos, não consegue compensar o menor desenvolvimento da parte aérea e/ou a duração da área foliar. E que o rendimento máximo de tubérculos é resultante do correto equilíbrio entre desenvolvimento da parte aérea e partição da matéria seca.

COMPRIMENTO DO DIA

Para que haja indução do processo de tuberização é necessário que o fotoperíodo esteja abaixo de determinado valor, o qual depende da cultivar e também é influenciado pela temperatura do ar.

Fotoperíodo curto pode antecipar e acelerar a indução da tuberização, que por sua vez irá limitar o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular da planta assim como diminuir a duração da área foliar. Como conseqüência, o rendimento econômico será comprometido, embora a partição da matéria seca em favor dos tubérculos seja muito alta. Por outro lado, fotoperíodo longo pode favorecer rendimentos maiores pelo aumento da parte aérea e duração da área foliar. Mas se passar de determinado valor crítico a iniciação da tuberização, pode não ocorrer. O efeito final do fotoperíodo sobre o rendimento, poderá depender da relativa magnitude destes efeitos opostos, e até certos limites, fotoperíodos mais longos podem ser mais favoráveis a altas produções (BURTON, 1966).

Para que haja indução fotoperiódica, é necessário que a luz tenha uma intensidade mínima de 20erg/cm/s e que a planta seja submetida a um número mínimo de ciclos de indução. CHAPMAN (1958) usando a variedade *Triumph* quando as plantas alcançaram cerca de 35cm de altura, submeteu-as a 15 horas de escuridão num período de 24, por certo número de dias. Até sete períodos quase não houve efeito na tuberização, mas todas as plantas que foram submetidas a quatorze ou mais períodos indutivos, iniciaram a formação de tubérculos dentro de 22 dias após o início do tratamento. Alguns autores chamam a tais plantas como "induzidas" para distinguí-las das "não-induzidas".

O efeito indutor ocorre na parte da planta diretamente induzida ou, em comunicação vascular com ela. O autor acima citado, observou que uma planta constituída de apenas uma haste sub-dividida em dois ramos nos quais um foi submetido a um fotoperíodo de 9 horas e outro a um de 18 horas, as partes correspondentes dentro do solo se comportaram de modo diferente. Se observaram tubérculos somente na parte correspondente ao ramo induzido sendo que no outro haviam apenas estolões, mas não tubérculos. O estímulo ao iní-

cio da tuberização ocorre somente na vertical, mas não em sentido horizontal e pode ser transmitido por enxertia como demonstraram GREGORY (1956) e CHAPMAN (1958) ou por injeção de seiva de uma planta induzida para uma não induzida. Tem-se demonstrado que o processo de tuberização da batata possui controle hormonal. OKAZAWA & CHAPMAN (1962) fizeram cortes circulares na metade de um ramo exposto a fotoperíodo longo e observaram a formação de tubérculos nos estolões deste ramo. Isto sugere que não seria excesso de fotossintatos os agentes da indução, mas que substâncias indutoras são translocadas da parte aérea para os estolões, e que também existem substâncias inibidoras ou retardadoras do processo. Os autores acima propuseram então que tuberização ou não-tuberização depende de um balanço entre os compostos estimulantes e inibidores.

Estudos hormonais tem demonstrado que dois grupos de substâncias estão envolvidas: substâncias do grupo das giberelinas e do grupo do ácido abscísico. Observou-se que em plantas não induzidas a relação giberelinas/ ácido abscísico nas folhas era muito mais alta do que naquelas que iniciaram a formação dos tubérculos. Isto significa que ácido abscísico na parte aérea é um hormônio promotor da tuberização, enquanto que o ~~ácido~~ giberélico é inibidor. O contrário ocorre na brotação dos tubérculos-sementes onde as giberelinas são promotoras da brotação e o ácido abscísico é um inibidor.

Condição de dia longo e temperaturas elevadas podem restringir a formação dos tubérculos e sob condição de dia curto e alta temperatura. Variedades de ciclo curto iniciam e desenvolvem tubérculos bem mais cedo que as tardias. Contudo sob altas temperaturas, o início da tuberização começa mais cedo em condições de dias curtos do que em condições de dias longos, o que torna possível a produção econômica em países tropicais onde os dias são mais curtos. O dia curto compensa parcialmente a alta temperatura. Agora, uma vez iniciada a tuberização os efeitos do fotoperíodo e temperatura são menos acentuados no posterior hábito de desenvolvimento.

Outro aspecto que o fotoperíodo influi é na resistência a certas doenças. Observações indicam que a resistência horizontal a *Phytophthora infestans* é bastante diminuída sob condições de dias curtos comparada a resistência horizontal em dias longos.

SOLO

A textura do solo é importante no desenvolvimento da planta devido as características a ela associadas, tais como disponibilidade de água, maior ou menor facilidade de ser trabalhado, formação de crostas superficiais e compactação. Soma-se a isto o fato da planta possuir um sistema radicular relativamente débil e

superficial e uma parte aérea bastante desenvolvida com grande demanda transpiratória. A água disponível depende também da tensão matricial com que é retida. MANRIQUE (1989) forneceu uma tabela da disponibilidade hídrica numa camada de 50cm de profundidade de várias classes texturais. Para um solo arenoso estavam disponíveis 27,7mm; franco-arenoso 101mm; franco 57mm; franco-siltoso 134mm; franco-argiloso 62mm e argiloso 68mm.

A compactação do solo é outro fator que afeta grandemente o desenvolvimento e o rendimento da planta. GRIMES & BISHOP (1971) estudaram a influência de algumas propriedades físicas do solo no rendimento e tamanho de tubérculo. Para a densidade de 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; e 1,8g/c.c. medida a 20cm, os rendimentos relativos obtidos, expressos em percentagem, foram 91,1; 68,7; 65,4; 48,3; 28,7 e 6,3, respectivamente, comparados com a densidade 1,2g/c.c., o que demonstra uma relação negativa entre rendimento e densidade do solo. Outros trabalhos demonstraram que o valor crítico, a partir do qual a planta é afetada, depende do tipo de solo. Em solos de textura fina, densidades acima de 1,2g/c.c. parecem comprometer o rendimento e qualidade dos tubérculos, enquanto que para solos de textura mais grossa a densidade crítica estaria na faixa 1,3 - 1,5g/c.c.

A aeração do solo é importante na performance da batata devido a sua influência na atividade microbiana e na respiração do sistema radicular. GAUSMAN et al (1958) estudando o efeito da aeração, observaram que parece existir uma interação entre ela e a fertilidade. Sem fósforo, uma concentração 1,8% de CO₂ na rizosfera reduziu a altura e produção de matéria seca. Contudo esta redução não se verificou quando foi aplicado fósforo. PATERSON (1975) entretanto, observou que uma rizosfera com 80% de CO₂ e 20% de O₂, por 24 horas, resultou na formação de maior número de tubérculos.

A profundidade do solo é outro componente ambiental de importância. Raramente o sistema radicular vai além de 50cm. Geralmente se desenvolve na faixa dos 20 a 50cm. Quando existem camadas compactadas sub-superficiais, conhecidas como pé-de-arado, poucas raízes conseguem ultrapassá-las. Nestes casos, a prática de sub-solagem aumenta grandemente o número de raízes abaixo da camada descompactada. A distribuição dos tubérculos que se formam é mais função da profundidade em que o tubérculo-semente foi plantado do que da profundidade do solo. A profundidade ótima de plantio está na faixa de 5 a 10cm. Deverá ser mais raso em solos úmidos ou pesados e mais profundo em solos leves com pouca capacidade de reter água.

MOURSI (1953) estudando o efeito da profundidade de plantio, observou que não houve diferença em rendimento bruto entre plantio raso e profundo. Mas no plantio raso o rendimento comercial foi menor devido a

queima de tubérculos pelos raios solares. Considera-se que deve haver uma camada de solo descompactado de ao menos 30cm para que ocorra um bom desenvolvimento de raízes e distribuição de tubérculos.

O tipo de argila que predomina é mais importante do que sua percentagem no solo. Argilas do grupo das montmorilonitas não são adequadas porque, apesar da sua alta percentagem de saturação de bases, possuem capacidade muito grande de encolher e expandir-se, além de serem difíceis de trabalhar. Por isso, sob o ponto-de-vista físico os melhores solos são os de textura franco-argilo-arenosos por serem mais fáceis de trabalhar e possuírem boa disponibilidade hídrica, embora possam ter fertilidade natural mais baixa.

Devido a alta e intensa demanda de nutrientes por parte da planta é essencial que tenha alta capacidade de reter e liberar íons, o que é expresso pela capacidade de troca de cátions.

MANRIQUE & UEHARA (1984) ao estudarem um método para classificar a adequação de diferentes solos à batata concluiu que solos com capacidade de troca de cátions maior do que 4meq/100g possuem suficiente capacidade para evitar consideráveis perdas por lixiviação e podem servir para produção, desde que recebam as correspondentes quantidades de fertilizantes.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A batata é muito sensível à deficiência hídrica. Para brotação e emergência é necessária umidade adequada no solo e o rendimento pode ser afetado por deficiências que ocorram desde o início da tuberização até o final do ciclo. Alguns estudos tem demonstrado diferentes graus de tolerância entre genótipos. LINCH & TAI (1989) estudaram a resposta de oito cultivares a deficiência de água no solo para observar se os diferentes graus de tolerância poderiam estar associados com diferenças em sensibilidade durante a ontogenia do rendimento final de tubérculos. Foi observado que em três cultivares a deficiência hídrica, no início da tuberização, afetou mais o rendimento do que o ocorrido durante a fase de crescimento do tubérculo. E embora neste experimento a deficiência não tenha afetado o número de hastes por tubérculo o efeito deste componente sobre o rendimento variou com a cultivar. Por outro lado, tubérculos, haste e peso médio de tubérculos sempre estiveram positivamente correlacionados à produção em todos genótipos testados. Isto indica que para algumas variedades, o desenvolvimento de hastes tem um papel importante na resposta a deficiência de água no solo e que a manipulação do seu número pode influenciar esta resposta e sugere que o período crítico em relação à água pode variar conforme o genótipo.

Deficiência hídrica no início da tuberização facilita o desenvolvimento da sarna comum (*Streptomyces scabies*). Por outro lado, excesso de água no solo facilitam

ta o surgimento de várias doenças que atacam os tubérculos e, indiretamente, de outras que atacam a parte aérea das plantas.

BURTON (1966) afirma que a planta pode transpirar o equivalente a 3mm por dia, capaz de levar à paralização do crescimento em breve espaço de tempo e a água absorvida deveria ser restituída a intensidade equivalente a 20-30mm por semana. O mesmo autor observou que os níveis ótimos de umidade no solo para a produção de tubérculos e para o crescimento da parte aérea podem diferir. É possível que uma parte aérea excessivamente grande cuja fotossíntese não é maior do que uma planta de menor tamanho, uma vez que a energia incidente é a mesma digamos numa área de 30dm², pode produzir menos tubérculos do que uma planta menos desenvolvida, devido a maior atividade respiratória da primeira. O suprimento diário de 3 a 5mm seria o ideal. Contudo, se o fornecimento for através de precipitação pluviométrica, existe uma limitação devido à correlação inversa entre precipitação e radiação solar. Se por um lado, a precipitação tenderia a aumentar o rendimento, a correspondente redução na radiação solar tenderia a diminuí-lo. Conseqüentemente existe um nível ótimo de precipitação abaixo do qual os efeitos negativos da falta de água são maiores do que a correspondente falta de radiação solar e acima do qual as vantagens do suprimento adicional de água não são compensados pela falta de radiação juntamente com o excessivo crescimento da parte aérea que tal condição proporciona.

O suprimento de água também afeta a porcentagem de matéria seca no tubérculo. Se o suprimento for tão grande que chegue a provocar crescimento vegetativo em excesso sem correspondente aumento na fotossíntese devido ao sombreamento mútuo das folhas, pode resultar na redução da porcentagem de matéria seca. Mas se o suprimento for adequado de modo que sempre mantenha atividade fotossintética nas folhas, pelo impedimento do fechamento dos estômatos, é provável que ocorra um aumento.

INTENSIDADE LUMINOSA

A intensidade da luz solar incidente afeta a fotossíntese, crescimento da parte aérea, distribuição da matéria seca e, conseqüentemente, o rendimento. Também tem efeito sobre a influência que outros fatores ambientais exercem, principalmente a temperatura.

A nível de campo, o índice de área foliar geralmente é acima de quatro. Isto significa que a intensidade média da luz incidente, para toda a planta e por unidade de área foliar, é reduzida devido ao sombreamento mútuo e aos diferentes ângulos das folhas em relação a incidência da luz. BURTON (1964) calculou que cerca de 10% das folhas interceptam 60% da máxima intensidade luminosa, 60% das folhas 30% e 30%

das folhas interceptam apenas 15% da máxima intensidade da luz e que a intensidade média, por unidade de área foliar, é de apenas 25% da intensidade da luz que incide sobre a planta.

Vários trabalhos foram feitos para estabelecer a relação entre a intensidade da luz e intensidade fotossintética. A curva de resposta é claramente assintótica. Assim se a intensidade luminosa de 700000erg/cm²/s for de 100% de intensidade fotossintética, a 200000 será de 75%, 100000 de 60% e a 50000ergs de 45% da fotossíntese máxima por unidade de superfície e tempo, indicando que a partir de certos valores de intensidade de luz, os incrementos, em termos de síntese de fotossintatos, decrescem acentuadamente.

A distribuição da matéria seca, não é somente afetada pela intensidade de luz, como também pelas condições de crescimento, fotoperíodo, temperatura e variedade. Condições de baixa luminosidade tendem a aumentar a relação peso hastes/peso folhas, o contrário ocorrendo quando a intensidade aumenta. ALVEY (1963) também observou relação inversa entre número de folhas e intensidade de luz em *S. demissum* e *S. chacoense*.

Os tubérculos sendo resultado do acúmulo do excesso de fotossintatos, se houver diminuição na intensidade da luz e ao mesmo tempo não houver a diminuição de outros fatores que favoreçam o crescimento da parte aérea como a temperatura por exemplo, haverá uma diminuição no rendimento. POHJAHKALLIO (1951) observou que decrescendo de 2/3 para 1/3 da máxima intensidade luminosa durante todo o ciclo da planta o peso seco total diminuiu 38%, mas a parte aérea aumentou em 57%. Deste modo a redução no peso dos tubérculos foi de 80%. Outros experimentos também demonstraram que a diminuição da intensidade luminosa, mesmo por períodos curtos e intermitentes, é capaz também de diminuir acentuadamente a porcentagem da matéria seca nos tubérculos que normalmente é cerca de 20%.

CONCLUSÃO

Temperaturas baixas, alta intensidade luminosa e dias curtos aceleram o início da tuberização, a elongação das hastes termina mais cedo e a duração do ciclo é reduzida. Nestas condições as plantas são de altura mais baixa, as folhas maiores mas um menor número e maior proporção de fotossintatos são armazenados nos tubérculos. Porém a produção final poderá ser prejudicada devido ao menor tamanho da planta e menor duração da área foliar. Por outro lado temperaturas altas, baixa intensidade luminosa e fotoperíodo longo promovem o crescimento de hastes mas são desfavoráveis a expansão de folhas e retardam o início da tuberi-

zação. O florescimento requer alta intensidade luminosa, dias longos e temperaturas intermediárias.

O rendimento final é determinado pela interação dos fatores que influenciam a área foliar, início de tuberculização e intensidade e duração de acúmulo de matéria seca no tubérculo. Cabe ao produtor adotar as práticas e escolher as variedades e técnicas culturais visando aproveitar as condições ambientais favoráveis ou minimizar aquelas consideradas desfavoráveis e assim maximizar o rendimento econômico da batata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVEY, N.G. The effect of daylight on two tuberous solanum species. *European Potato Journal*. v. 6, p. 106-120, 1963.
- BENOIT, G.R., STANLEY, C.D., TORREY, D.B., et al. Potato growth as influenced by temperature. *Potato Journal*, v. 60, p. 498-561, 1983.
- BODLEANDER, K.B.A. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. In: IVINS, J.D., MILTHORP, F.L. *The growth of the Potato*. London: Butterworths, 1963, 328 p.
- BODLEANDER, K.B.A., LUGT, C., MARINUS, J. The induction of second growth in potato tubers. *Europe Potato Journal*, p. 57-71, 1964.
- BURTON, W.G. The respiration of the developing potato tubers. *Europe Potato Journal*. v. 7, p. 90-101, 1964.
- BURTON, W.G. *The Potato*. Wageningen: Veenman & Zonen, 382 p., 1966.
- CHAPMAN, H.W. Tuberization in the Potato Plant. *Physiologia Pl II*, p. 215-224, 1958.
- GAUSMAN, H.W., NEILSEN, K.F., STRUCHTEMEYER, R.A. Some effects of restricted soil aeration in potatoes. *American Potato Journal*, v. 35, p. 468-472, 1958.
- GREGORY, L.E. Some factors for tuberization in the Potato Plant. *American Journal of Botany*, v. 43, p. 281-288, 1956.
- GRIMES, D.W., BISHOP, J.C. The influence of some physical properties on potato yields and grade distribution. *American Potato Journal*, v. 48, p. 414-422, 1971.
- LYNCH, D.R., TAI, G.C.C. Yield and yield component response of eight Potato genotypes to water stress. *Crop Science*, v. 29, p. 1207-1211, 1989.
- MANRIQUE, L.A., BARTHOLOMEW, D.P., EWING, E.E. Growth and yield Performance of Several Potato Clones Grown at three elevations in Hawaii I. *Plant Morphology Crop Science*, 29 p., 363-370, 1989.
- MANRIQUE, L.A. A Review of crop requirements for potato production with emphasis in tropical and subtropical regions. In: IAC TRAINING MATERIALS, INTERNATIONAL POTATO COURSE. International Agriculture Centre. Wageningen. Proc... The Netherlands, 1989, 38 p.
- MANRIQUE, L.A., UEHARA, G. A proposed land suitability classification of Potato (*Solanum tuberosum*) L. I. Methodology. *Soil Science Soc Am J*, v. 48, p. 843-847, 1984.
- MOURSI, M.A. The effect of depth of planting on germination level, on tuber formation and yields of the potato crop. *American Potato Journal*, v. 30, p. 242-246. 1953.
- OKAZAWA, Y., CHAPMAN, H.W. Regulation of tuber formation in the potato plant. *Physiologia Pl*, v. 15, p. 1413-1419, 1962.
- PATERSON, D.R. Effect of CO₂ enriched internal atmosphere on tuberization and growth of potato. *Am Soc Hort Science Proceedings*, v. 100, p. 431-434, 1975.
- POHJAHKALLIO, O. On the effect of the intensity of light and length of day on the energy economy of certain cultivated plants. *Acta Agric Scand*, v. 1, p. 153-167, 1951
- YAMAGUCHI, M., TIMM, H., SPURR, A.R. Effect of soil temperature on growth and nutrition of potato plants and tuberization, composition and periderm structure of tubers. *Am Soc Hort Proc*, v. 84, p. 412-423, 1964.