

**DURAÇÃO DO CICLO VEGETATIVO E SUA
RELAÇÃO COM O POTENCIAL
PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE BATATA**

LUÍS ANTÔNIO STABILE SILVA

2004

LUÍS ANTÔNIO STABILE SILVA

**DURAÇÃO DO CICLO VEGETATIVO E SUA RELAÇÃO COM O
POTENCIAL PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE BATATA**

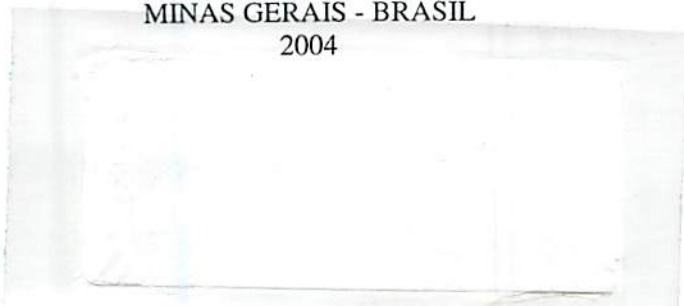
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

*Irmae
3821-5183*



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Luís Antônio Stabile

Duração do ciclo vegetativo e sua relação com o potencial produtivo de genótipos de batata / Luís Antônio Stabile Silva. -- Lavras : UFLA, 2004.
106 p. : il.

Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Solanum tuberosum. 2. Partição de matéria seca. 3. Estádio fenológico. 4. Tuberização. 5. Colheita antecipada. 6. Melhoramento genético vegetal. 7. Ciclo vegetativo precoce. 8. Ciclo vegetativo tardio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.213

LUÍS ANTÔNIO STABILE SILVA

**DURAÇÃO DO CICLO VEGETATIVO E SUA RELAÇÃO COM O
POTENCIAL PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE BATATA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 04 de fevereiro de 2004

Prof. Wilson Roberto Maluf

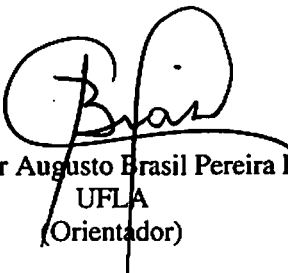
UFLA

Pesq. Paulo César Magalhães

EMBRAPA

Prof. José Donizete Alves

UFLA



Prof. César Augusto Brasil Pereira Pinto
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Dedico este trabalho à minha família, pelo exemplo de amor, carinho, união...
Aos meus pais, José Luís e Irene.
E à minha irmã, Valdirene.

Em homenagem a todos os meus professores, certo de que cada um, ao seu tempo, deu a contribuição necessária para o êxito deste trabalho.

“Somos o que repetidamente fazemos.
A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito.”

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida e o gosto pela ciência.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de cursar este mestrado.

Ao Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto pela orientação neste trabalho e pelos ensinamentos transmitidos durante o curso de pós-graduação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores, pelos importantes conhecimentos transmitidos, os quais muito ajudaram na minha formação profissional.

Aos colegas do grupo de pesquisa em melhoramento genético de batata pela importante ajuda na condução dos experimentos e pela grande amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e a todos os alunos do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela amizade e pelos bons momentos de convivência.

Ao Núcleo de Estudos de Genética – GEN e a todos os seus associados pelo importante fórum de discussões e pela troca de experiências que proporciona esta entidade.

Aos amigos do Grupo de Perseverança e Partilha – GPP São Benedito pela amigável convivência e importante apoio espiritual.

Aos meus pais e à minha irmã, que sempre me apoiaram na caminhada de estudos, incentivando-me muito. A meus avós e a todos os familiares, que mesmo distantes não deixam de transmitir carinho e apoio.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Estádios Fenológicos da Planta de Batata	4
2.2 Partição de Matéria Seca na Batata	9
2.3 Características Afetadas pela Duração do Ciclo Vegetativo.....	17
2.4 Conseqüências da Colheita Antecipada	21
2.5 Fatores Ambientais que Afetam o Desenvolvimento da Planta	22
2.5.1 Temperatura	23
2.5.2 Fotoperíodo	32
2.5.3 Intensidade Luminosa	34
2.5.4 Interação entre Fatores Ambientais.....	36
3 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1 Experimentos da Safra de Inverno de 2002.....	42
3.1.1 Material Experimental.....	42
3.1.2 Delineamento e Condução dos Experimentos.....	42
3.1.3 Características Avaliadas	44
3.1.4 Análises Estatísticas e Genéticas.....	45
3.2 Experimento da Safra de Inverno de 2003	48
3.2.1 Material Experimental.....	48
3.2.2 Delineamento e Condução do Experimento.....	48
3.2.3 Características Avaliadas	49
3.2.4 Análises Estatísticas e Genéticas.....	50

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1 Experimentos da Safra de Inverno de 2002.....	53
4.2 Experimento da Safra de Inverno de 2003	67
5 CONCLUSÕES.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	103

RESUMO

SILVA, Luís Antônio Stabile. Duração do ciclo vegetativo e sua relação com o potencial produtivo de genótipos de batata. 2004. 106 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Nas regiões tropicais, fatores climáticos exercem grande influência sobre a produtividade das cultivares de batata. A maioria das cultivares disponíveis no Brasil são importadas, pouco adaptadas às condições tropicais e apresentam ciclo vegetativo precoce, em torno de 100 dias. Este fato tem limitado os níveis de produtividade alcançados na cultura. Nessas circunstâncias, as estratégias para aumentar a produtividade podem estar associadas com a maior longevidade da área foliar, que está relacionada à duração do ciclo vegetativo. Na tentativa de estabelecer a provável relação entre a duração do ciclo vegetativo e o potencial produtivo de genótipos de batata, o presente trabalho teve como objetivos estudar o processo de tuberização, conhecer como ocorre a partição de matéria seca nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta e obter informações sobre parâmetros genéticos para a seleção de clones fisiologicamente mais eficientes. Como estudo preliminar foram avaliados 121 genótipos em dois ensaios. Em um deles realizou-se a colheita aos 80 dias após o plantio (DAP) e no outro, a colheita foi no final do ciclo vegetativo. Foi avaliada a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo. Em estudo mais detalhado foram avaliados 23 genótipos com ciclo vegetativo precoce e tardio. Foram realizadas colheitas aos 58, 83, 108 e 133 DAP. Além das características já citadas foi avaliado o número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos, produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos. Os resultados deste estudo sugerem que uma das estratégias possíveis de ser adotada para aumentar a produtividade da cultura da batata em regiões tropicais é a seleção visando o aumento do ciclo vegetativo. A maior produção dos clones tardios é devida ao crescimento vigoroso e à maior longevidade da parte aérea, que possibilita a formação de maior número de tubérculos por planta e maior taxa de tuberização ao longo do período de enchimento dos tubérculos. Os clones tardios podem ser colhidos em torno de 100 DAP sem perda da matéria seca dos tubérculos. A colheita dos clones tardios no final do ciclo vegetativo possibilita ganho adicional significativo na produção de tubérculos graúdos. A seleção para aumentar o ciclo vegetativo é facilitada pela alta herdabilidade dessa característica.

* Orientador: César Augusto Brasil Pereira Pinto – UFLA.

ABSTRACT

SILVA, Luís Antônio Stabile. Duration of the growth cycle and its relationship to yield potential of potato genotypes. 2004. 106 p. Dissertation (Master in Plant Genetics and Breeding) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

In tropical regions, climatic factors have great influence on tuber yield of potato cultivars. Most cultivars available for growers in Brazil come from temperate countries and are not completely adapted to the tropical conditions, presenting growth cycles around 100 days. These conditions have limited yield levels attained by the crop. One strategy to increase productivity is to extend photosynthetic activity, which is related to the growth cycle. This study has the objectives of establishing the relationship between duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. The study evaluated the rhythm and magnitude of the tuberization process, the partitioning of dry matter in the different stages of plant development and obtained estimates of genetic parameters to select clones physiologically more efficient. In one study, 121 genotypes were evaluated in two experiments. In the first, harvest was at 80 days after planting (DAP) and in the second at the end of the growth cycle. Data evaluated consisted of tuber yield, percentage of large tubers, tuber specific gravity, tuberization index, and duration of the growth cycle. In another study, 23 genotypes selected among early and late genotypes from the previous study were further evaluated. Harvests were done at 58, 83, 108 and 133 DAP. Besides the traits evaluated in the first study, evaluations were also made for total number of tubers, tuber mean weight, percentage of tuber dry matter, canopy dry matter, partitioning of dry matter to the tubers, yield of large tubers and mean weight of large tubers. Results suggest that a possible strategy to increase tuber yield of potato crop in the tropics is to select for late clones. The greater tuber yield of these clones is due to a more vigorous plant development and longer haulm longevity, which allow larger number of tubers and a longer period of tuber bulking. Late clones can be harvested around 100 DAP without losing content of tuber dry matter. Harvesting at the end of the growth cycle allows for an additional increase in yield of large tubers. Selection to increase growth cycle is facilitated by the high heritability of this trait.

* Adviser Professor: César Augusto Brasil Pereira Pinto – UFPA.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos raros países em que se cultiva batata o ano todo. Essa dinâmica cadeia produtiva está assentada basicamente no uso de cultivares importadas pouco adaptadas ao sistema de produção nacional. Essas cultivares, que em sua maioria são desenvolvidas sob condições de clima temperado, nem sempre têm a capacidade de expressar o seu potencial produtivo sob as condições tropicais brasileiras. Assim, o setor produtivo de batata no Brasil perde em competitividade, requisito muito importante para uma cultura que depende de altos investimentos no sistema de produção. Além disso, o agronegócio brasileiro da batata deixa de experimentar materiais genéticos mais bem adaptados às condições tropicais, o que certamente contribuiria para um salto nos níveis de produtividade.

Nas regiões tropicais, fatores edafoclimáticos e fitossanitários exercem maior influência sobre o desempenho agrônômico das cultivares. Assim, torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento de programas de melhoramento genético que busquem o lançamento de novas cultivares adaptadas às condições tropicais do Brasil e que possuam atributos desejáveis que as tornem competitivas diante das cultivares importadas.

As cultivares de batata disponíveis no Brasil apresentam uma pequena variação quanto à duração do ciclo vegetativo, sendo que a maioria delas encerram o ciclo vegetativo em torno de 100 dias após o plantio. Este fato pode ser atribuído às condições climáticas peculiares do ambiente tropical, particularmente devido ao fotoperíodo curto. Nessas circunstâncias, as estratégias para aumentar os níveis de produtividade da cultura passam pela manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa por mais tempo, que está diretamente relacionada à maior duração do ciclo vegetativo.

O melhoramento genético da batata em condições tropicais exige um

amplo conhecimento sobre uma série de fatores ambientais que influenciam de diversas formas o desempenho agrônômico dos genótipos. Além do fotoperíodo, a temperatura e a intensidade luminosa estão entre os principais fatores ambientais relacionados com o crescimento e o desenvolvimento das plantas, afetando, além da produção, a aparência e a qualidade culinária dos tubérculos.

O estudo da partição de matéria seca na planta baseia-se em técnicas de análise de crescimento, a qual se fundamenta na medida seqüencial do acúmulo de biomassa pela planta, determinada normalmente pela mensuração da massa seca da planta e/ou de seus órgãos. A distribuição da matéria seca pelos diferentes órgãos ou regiões da planta torna-se uma característica importante a ser utilizada, tanto para detectar diferenças entre os genótipos sob condições ambientais semelhantes como para estudar efeitos em um dado genótipo que é atribuído a certas variações ambientais.

Pelo exposto, torna-se de fundamental importância o estudo detalhado das causas que levam a um particionamento maior de matéria seca aos tubérculos, bem como o estabelecimento da provável relação entre a duração do ciclo vegetativo e o potencial produtivo de genótipos de batata, além dos atributos relacionados com a qualidade dos tubérculos. Ênfase deve ser dada à partição de matéria seca e aos processos fisiológicos que levam à tuberização, os quais estão intimamente ligados à quantidade e à qualidade dos tubérculos produzidos. Este tipo de estudo serve de suporte aos programas de melhoramento genético, principalmente com o intuito de selecionar genótipos vigorosos com alto potencial produtivo e mais bem adaptados às condições tropicais das regiões produtoras de batata no Brasil.

O programa de melhoramento genético de batata do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA tem consolidado, desde a sua criação, como uma das principais linhas de pesquisa o desenvolvimento de genótipos com alto potencial produtivo e adaptados às condições de cultivo da

batata em regiões tropicais. Com o propósito de dar continuidade a essa linha de pesquisa, no presente trabalho objetivou-se definir o ritmo e a magnitude do processo de tuberização levando em conta a duração do ciclo vegetativo. Objetivou-se também conhecer como ocorre a partição da matéria seca nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta e obter informações sobre parâmetros genéticos para a seleção de clones fisiologicamente mais eficientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estádios Fenológicos da Planta de Batata

Através da fenologia, parte da botânica que estuda as diferentes fases do desenvolvimento das plantas, marcando-lhes as épocas de ocorrência e as respectivas características em relação às condições ambientais, pode-se observar que o crescimento e o desenvolvimento de uma planta resultam da ação conjunta de três níveis de controle (Lucchesi, 1985): o controle intracelular, que envolve as características genéticas da planta; o controle intercelular, em função de substâncias reguladoras, os hormônios, que promovem, retardam ou inibem processos fisiológicos e metabólicos; e o controle extracelular, correspondente às condições do ambiente em que a planta cresce, pois o seu desenvolvimento depende de vários componentes ambientais, como concentração de CO₂, intensidade luminosa, fotoperíodo, temperatura, além da disponibilidade de água e nutrientes minerais, entre outros.

Segundo Câmara (1998), a descrição fenológica da planta constitui uma ferramenta eficaz para auxiliar no manejo da cultura, uma vez que possibilita identificar, por meio da observação dos caracteres morfológicos, o momento fisiológico ao qual se encontra associada uma série de necessidades por parte da planta, as quais, uma vez atendidas, possibilitarão o desenvolvimento normal da cultura e, conseqüentemente, a obtenção de boas produtividades. Este conhecimento permite identificar e compreender as relações entre a planta e o ambiente, possibilitando o estabelecimento de relações entre elementos fisiológicos, climáticos, edáficos, entomológicos, fitopatológicos e fitotécnicos com o objetivo de maximizar o desempenho das plantas cultivadas.

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das mais importantes fontes de carboidratos para a humanidade, sendo amplamente cultivada em quase todas as

regiões do mundo (Tôrres, 1999). Um dos principais fatores responsáveis por este sucesso é a sua alta capacidade de produzir grande quantidade de alimento por área, num curto período de tempo (Lovato, 1993).

A batata cultivada é originária da região andina da América do Sul e apresenta duas subespécies: *S. tuberosum* ssp. *andigena* e *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*. A subespécie *andigena* é mais adaptada às condições ambientais em que figuram temperaturas amenas e dias curtos, característicos de seu centro de origem. Já a subespécie *tuberosum* é resultante do exaustivo processo de seleção praticado pelo homem após a introdução da planta na Europa, onde as condições ambientais de dias mais longos levaram à adaptação da planta (Hawkes, 1994).

Os estádios de desenvolvimento da planta de batata podem ser sintetizados em três fases principais: dormência, crescimento vegetativo e tuberação. Segundo Van Heemst (1986), a duração dos estádios de desenvolvimento da planta de batata é variável, sendo influenciada por fatores genéticos (diferenças entre as cultivares), por condições ambientais (temperatura, fotoperíodo, intensidade luminosa) e pelo manejo cultural empregado (dose de nitrogênio aplicada e o tamanho do tubérculo-semente, entre outros).

Fontes & Finger (1999) definiram a dormência do tubérculo como o estágio fisiológico no qual o crescimento autônomo do broto não ocorrerá, mesmo quando o tubérculo é colocado em condições ideais para o crescimento. O período de dormência do tubérculo depende de diversos fatores; dentre os mais importantes estão as características genéticas intrínsecas da cultivar, a maturidade fisiológica do tubérculo na colheita, as condições climáticas durante a época de cultivo, as injúrias no tubérculo e o ambiente de armazenamento. Um aspecto a ser destacado é que qualquer fator que acelere a maturação dos tubérculos reduz o período necessário à brotação. Além disso, quando a dormência termina, a temperatura de armazenamento determina a taxa de

crescimento dos brotos. Segundo os mesmos autores, o vigor da brotação e o potencial para o crescimento das raízes dependem muito da qualidade fisiológica do tubérculo-semente.

Após o plantio dos tubérculos-semente que já saíram da fase de dormência, os brotos crescerão e emergirão, dependendo muito das condições de temperatura do solo. Em geral, a emergência demora cerca de 30 dias na temperatura do solo em torno de 10 a 14°C, e apenas 8 a 10 dias em temperaturas do solo de 21 a 23°C (Epstein, 1966; Fontes & Finger, 1999).

De acordo com Fontes & Finger (1999), de maneira geral o número de hastes desenvolvidas a partir dos tubérculos brotados no campo tem alta correlação com o tamanho dos tubérculos-semente. Assim, quanto maiores forem os tubérculos, maior será o número de hastes brotadas a partir deles. Entretanto, tubérculos-semente que desenvolvem um número exagerado de hastes são indesejáveis, uma vez que ocorrerá uma maior competição entre elas e menor será a taxa de crescimento, comprometendo o rendimento final da cultura.

Quando ocorre a emergência da planta, raízes fibrosas já estão formadas nas gemas do tubérculo, e tornam-se dependentes das reservas do tubérculo-semente até a planta atingir uma área foliar capaz de suprir as suas necessidades energéticas. Este período é caracterizado pelo rápido crescimento vegetativo. Entretanto, não é a capacidade da planta de fotossintetizar que ditará a produção da cultura, e sim a fotossíntese líquida. Em linhas gerais, a fotossíntese líquida é definida como a diferença entre a fotossíntese bruta (tudo o que é literalmente produzido pela fotossíntese no interior dos cloroplastos) e o que é consumido pela respiração e, às vezes, pela fotorrespiração (Benincasa, 1988). Dessa forma, quanto maior for a fotossíntese líquida, maior será a produção da cultura.

A formação de tubérculos na planta de batata ocorre nas extremidades dos estolões e é conhecida como período de tuberização. O período de

tuberização da batata compreende o tempo entre a iniciação, engrossamento da extremidade dos estolões, até a paralisação completa do enchimento dos tubérculos (Costa & Lopes, 1981). Inicialmente ocorre a indução e iniciação do estolão, seguidas de alongação, paralisação do seu crescimento longitudinal e, finalmente, o início de formação e enchimento dos tubérculos. Essas etapas são afetadas diferentemente por condições ambientais e pela ação de substâncias reguladoras de crescimento (Marchner et al., 1984; Meltzer, 1992; Castro et al., 1996).

A iniciação do estolão ocorre em ampla faixa de temperatura e fotoperíodo. Entretanto, dias curtos resultam em paralisação de seu crescimento. A etapa seguinte, que é o enchimento dos tubérculos, advém da soma de diversos eventos que ocorrem quando os estolões param de crescer e começa a expansão de suas extremidades. Já existem muitas evidências de que o processo de tuberização é mediado por substâncias reguladoras de crescimento (Marchner et al., 1984; Meltzer, 1992; Castro et al., 1996).

O crescimento do tubérculo é caracterizado por duas fases. Na fase inicial, quando os tubérculos ainda são pequenos e o potencial de dreno é limitado, a taxa de crescimento dos tubérculos é igual ao seu potencial de dreno. A segunda fase de crescimento é caracterizada pela competição por fotoassimilados entre os tubérculos e os outros órgãos da planta. Os tubérculos nesta fase não possuem potencial de dreno suficientemente capaz de adquirir todos os fotoassimilados de que necessitam para manter o crescimento exponencial. E a disponibilidade de fotoassimilados é insuficiente para suprir a taxa potencial de crescimento de todos os órgãos da planta, aumentando a competição entre eles (Kooman & Rabbinge, 1996).

As características da cultivar, nível de adubação nitrogenada, temperatura, intensidade luminosa e fotoperíodo, interagem propiciando atividades diferenciadas das substâncias reguladoras de crescimento durante o

processo de tuberização, sendo que a sinalização ou os estímulos para os estolões vêm dos pontos de crescimento da parte aérea da planta (Chapman, 1958; Okazawa & Chapman, 1962).

Segundo Fontes & Finger (1999), o processo de tuberização é caracterizado por uma aparente mudança de um sistema predominantemente sacarolítico, pela presença de invertases, para um sistema dominado pela sacarose sintetase. Assim, a atividade da sacarose sintase é dez vezes maior na extremidade do estolão em expansão do que em estolões ainda não tuberizados.

A interação entre sistemas enzimáticos, o balanço hormonal, a produção de matéria seca (através da síntese de fotoassimilados) e as condições ambientais, entre outros fatores, limitam as condições sobre as quais se dá a indução da tuberização (Fontes & Finger, 1999).

Nos estádios iniciais de crescimento a planta investe toda a sua produção de fotoassimilados no crescimento de folhas, hastes e raízes. Já os fotoassimilados produzidos nos últimos estádios de crescimento são destinados para a manutenção da área foliar fotossinteticamente ativa e uma maior proporção é destinada para os tubérculos (Gawronska et al., 1984).

X Do ponto de vista agrônomo, o nível de produtividade alcançado pela cultura da batata é a resultante da velocidade e da duração da tuberização, a qual depende da persistência das folhas, do ciclo vegetativo e do momento em que teve início a formação dos tubérculos. As cultivares diferem muito nesses aspectos e as diferenças de produtividade entre elas podem, muitas das vezes, estar relacionadas com as diferenças no comprimento do período de tuberização. Todavia, conforme Radley et al. (1961), as informações sobre a importância relativa desses fatores são pouco precisas para explicar diferenças na produtividade das cultivares.

Javier (1968), estudando a curva de tuberização em quatro cultivares de batata, observou que as cultivares com características de tuberização precoce e

Importante

rápida, em condições ambientais favoráveis, apresentam, freqüentemente, produtividades semelhantes ou inferiores às das cultivares de tuberação tardia. Por outro lado, em condições ambientais adversas, podem alcançar maiores produtividades. Uma vez que as cultivares com tuberação precoce e rápida sofrem menor influência das condições ambientais sobre o seu potencial produtivo, o que é de grande importância para o cultivo da batata nas regiões tropicais, onde as condições ambientais são em sua maioria muito adversas e quase sempre imprevisíveis, cultivares classificadas como de ciclo precoce têm apresentado iniciação precoce dos tubérculos (Kooman & Rabbinge, 1996).

Porém, nas cultivares tardias (ciclo vegetativo longo) ocorre maior persistência das folhas; assim, o período de formação e enchimento dos tubérculos pode prolongar-se, levando a um aumento significativo na produção de tubérculos e acúmulo de matéria seca (Allen & Scott, 1980). Isso é evidenciado em algumas cultivares européias e norte-americanas que são desenvolvidas sob condições de clima temperado e fotoperíodo longo.

O estudo da distribuição da matéria seca para as várias partes da planta, durante seus estádios fenológicos, tem permitido a identificação de variabilidade genética ocorrendo entre diferentes cultivares e a influência das condições ambientais. Estas informações têm ajudado no entendimento dos processos responsáveis pela produção final de tubérculos, possibilitando, assim, a seleção de clones para condições ambientais específicas (Van Heemst, 1986).

2.2 Partição de Matéria Seca na Batata

A produção econômica de uma cultura é resultante do somatório de todas as possíveis interações da planta com o ambiente. Para compreender melhor a natureza do seu controle intrínseco são necessárias medidas mais detalhadas que apenas a produção final da cultura (Machado et al., 1982).

Assim, vários índices fisiológicos são utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento entre os vegetais (Pereira & Machado, 1987).

De acordo com Ronzelli Júnior (1996), o melhoramento genético de plantas visando resistência ou tolerância a condições adversas do ambiente tem se transformado, nos últimos anos, em alternativa de extrema importância para a obtenção de novas cultivares mais promissoras que as atualmente cultivadas.

A técnica da análise de crescimento pode contribuir para a identificação do genótipo mais bem adaptado às condições de cultivo, em relação à capacidade produtiva e fisiológica, levando em consideração aspectos anatômicos e fisiológicos das folhas que podem condicionar uma melhor eficiência fotossintética (Benincasa, 1988).

O estudo da partição de matéria seca na planta pode basear-se em técnicas simples de análise de crescimento, as quais se fundamentam na medida seqüencial do acúmulo de matéria seca pela planta, determinada normalmente pela mensuração da massa seca da planta e/ou de seus órgãos. Com exceção da água, a matéria seca consiste em tudo o que se encontra na planta, incluindo principalmente carboidratos, proteínas e nutrientes minerais (Benincasa, 1988). Porém, a maior parte da matéria seca produzida é resultado do processo de fotossíntese.

A distribuição dessa matéria seca pelos diferentes órgãos ou regiões da planta torna-se um parâmetro importante a ser utilizado, tanto para detectar diferenças entre genótipos sob condições ambientais semelhantes como para estudar efeitos, em um dado genótipo, que são atribuídos a certas variações ambientais (Benincasa, 1988).

XX A translocação de fotoassimilados é o resultado do crescimento e desenvolvimento da planta, os quais são mutuamente dependentes e são difíceis de ser analisados separadamente. Hastes laterais, por exemplo, não se

[REDACTED]

desenvolvem quando existe redução na disponibilidade de fotoassimilados, neste caso, o desenvolvimento é restrito pelo crescimento. Por outro lado, não raramente, em condições apropriadas tem sido verificado que a iniciação dos tubérculos ocorre apenas quando existe suficiente disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento dos mesmos. Neste caso, o crescimento é restrito pelo desenvolvimento (Kooman & Rabbinge 1996).

Van Heemst (1986) estudou a distribuição da matéria seca pelas diversas partes da planta de batata, através da análise de informações de experimentos nos quais as plantas foram colhidas periodicamente durante os estádios iniciais de seu crescimento. Verificou-se que a distribuição da matéria seca para as várias partes da planta seguiu, aparentemente, um padrão regular, o qual se expressa como uma função dos estádios fenológicos de desenvolvimento, que neste estudo foi representada pela soma térmica.

Após as folhas se tornarem fotossinteticamente ativas, os fotoassimilados são distribuídos entre as diferentes partes da planta. No caso específico da planta de batata, é importante que a direção do fluxo seja preferencialmente para o órgão de interesse econômico, que são os tubérculos (Van Heemst, 1986). Além da partição de fotoassimilados para os órgãos de importância econômica, Gawronska et al. (1984) apontam a taxa de fotossíntese líquida como um dos principais fatores determinantes da produtividade da cultura.

✓ Durante curto período após a emergência, os incrementos em matéria seca na parte aérea são distribuídos na proporção de 80% para as folhas e 20% para as hastes. Este crescimento inicial é seguido por uma fase na qual a fração do incremento em matéria seca destinada às folhas declina linearmente até o final do ciclo vegetativo (Van Heemst, 1986). O mesmo autor verificou que a utilização dos fotoassimilados na expansão das folhas declina antes mesmo da iniciação dos tubérculos. E o ritmo de iniciação dos tubérculos parece estar

diretamente relacionado aos fatores que influenciam a duração do período de constante alocação de fotoassimilados para as folhas, sendo que, desde o começo da iniciação dos tubérculos, a fração do incremento em matéria seca particionada aos mesmos apresenta progressão linear.

→ Um dado estresse ambiental pode induzir desequilíbrio metabólico na planta, afetando consideravelmente a produção de tubérculos. É sabido que as altas temperaturas aumentam a partição de matéria seca para a parte aérea em detrimento das raízes, dos estolões e dos tubérculos (Prange, et al., 1990; Malik et al., 1992; Sarquís et al., 1996).

→ Vários fatores são responsáveis pela partição da matéria seca às folhas e o estímulo à iniciação dos tubérculos. A proporção de folhas, hastes e tubérculos dentro do total de biomassa produzida não pode ser fornecida somente pela alocação inicialmente ocorrida, mas também pela associação das taxas de crescimento governadas pela área foliar, pelas condições climáticas e pela disponibilidade de nutrientes. A magnitude do efeito da taxa de crescimento e a alocação na produção final de tubérculos tem sido melhor entendida pela aplicação de modelos de simulação. Com estes modelos tem sido possível o estudo da influência de diferentes fatores separadamente (Penning de Vries & Van Laar, 1982).

As informações obtidas com os estudos sobre partição de matéria seca são utilizadas nos modelos de simulação dinâmicos ou para prever consequências na produção devido à variação nas condições ambientais. Para estes propósitos, é necessário o estudo detalhado da distribuição de matéria seca para as várias partes da planta a partir do total de matéria seca produzida entre sucessivas colheitas durante o ciclo vegetativo (Brouwer, 1962; Bodlaender & Algra, 1966; Gmelig Meyling & Bodlaender, 1981).

Kooman & Rabbinge (1996) estudaram a influência da translocação de fotoassimilados em relação à precocidade da produção de tubérculos em

experimentos de campo. Esta relação foi estudada com a aplicação de um modelo de simulação dinâmico que usa informações sobre as condições de cultivo e a relação fonte-dreno entre os órgãos da planta.

Segundo Kooman & Rabbinge (1996), a estimativa da translocação de matéria seca para os tubérculos é melhor simulada considerando o tubérculo como dreno dominante, e esta condição afeta a precocidade da produção de tubérculos de duas formas: através da translocação precoce de fotoassimilados para os tubérculos, interrompendo o crescimento da parte aérea nos estádios iniciais do ciclo vegetativo, e pela redução da longevidade individual das folhas. O potencial de dreno dos tubérculos na fase inicial de crescimento é determinado pelo seu peso, que é resultante do tempo de iniciação, do peso inicial e da taxa de crescimento relativo (Engels & Marschner, 1986).

Harris (1983) também postulou que na competição interna entre os diferentes órgãos da planta, o tubérculo é o dreno dominante e as raízes são as primeiras a serem prejudicadas nessa competição, causando decréscimo no crescimento das mesmas, o qual resulta em concomitante redução na absorção de nutrientes, especialmente o nitrogênio. Assim, a deficiência de nitrogênio está envolvida na senescência da cultura.

O crescimento da planta de batata tem sido estudado intensivamente, e vários modelos estão disponíveis para descrever ou prever o total de biomassa produzida quando os parâmetros ambientais são conhecidos (Ingram & McCloud, 1984; Spitters, 1987).

Paula (1986), estudando as características do ciclo vegetativo da cultivar de batata Achat, verificou que o máximo crescimento vegetativo da planta ocorreu entre 40 e 50 dias após a emergência, sendo que, desta fase até o final do ciclo vegetativo, ocorreu apenas o enchimento dos tubérculos.

Meltzer (1992), utilizando a análise de crescimento em plantas de batata, verificou que ganhos em produtividade podem ser obtidos com o aumento do

número de hastes, folhas e tubérculos por planta. E Juzl (1994), utilizando a estimativa do índice de área foliar, observou que a máxima produção de tubérculos ocorria com índice de área foliar de 40 a 50 dm² m⁻² em plantas de batata.

No entanto, segundo Burton (1966), é possível que uma planta com parte aérea excessivamente desenvolvida, cuja fotossíntese não é maior do que em uma planta de menor tamanho, uma vez que a intensidade luminosa incidente é a mesma para uma dada superfície de solo, produza menos tubérculos em relação a uma planta menos desenvolvida devido, em grande parte, à maior taxa respiratória da planta mais desenvolvida. A distribuição da matéria seca não é somente afetada pela intensidade de luz, mas também pelas condições de cultivo, fotoperíodo, temperatura e cultivar utilizada. Soma-se a isto o fato de a planta possuir um sistema radicular relativamente pequeno e superficial e uma parte aérea proporcionalmente mais desenvolvida, com grande demanda transpiratória (Lovato, 1993).

Manrique et al. (1989) estudaram o desenvolvimento e a produção de cultivares e clones de batata, em diferentes altitudes no Hawaii, e observaram a partição da matéria seca aos diferentes órgãos da planta, na qual o número de hastes não diferiu significativamente em relação à altitude do local de cultivo, mas ocorreram plantas altas e com internódios mais longos, mais ramos por haste, índice de área foliar maior e menor número de tubérculos comerciais em altitudes menores, que apresentam, em média, temperaturas mais altas.

Manrique & Bartholomew (1991) estudaram o comportamento de genótipos tolerantes e sensíveis ao calor, em diferentes altitudes no Hawaii, enfocando principalmente a produção de matéria seca e a eficiência na partição entre os órgãos da planta. A matéria seca da parte aérea (folhas, ramos e hastes), geralmente foi maior em altitudes menores, enquanto, para a matéria seca dos tubérculos, o resultado foi o inverso. Os autores associaram tais diferenças

principalmente ao decréscimo da temperatura em altitudes maiores, uma vez que grande parte da variação na partição para os tubérculos foi explicada pela temperatura mais baixa.

Khedher & Ewing (1985) trabalharam, em casa de vegetação, com 11 cultivares de batata, realizando colheitas mensais para avaliar a partição da matéria seca aos tubérculos e à parte aérea sob temperaturas amenas e em altas temperaturas. Metade das plantas foi colocada em casa de vegetação ventilada e a temperatura mantida próxima do ideal; a outra metade foi levada para casa de vegetação, com temperaturas noturnas de 30°C, podendo ultrapassar os 40°C durante o dia. Sob condições de temperaturas amenas, mais de 80% da matéria seca foi particionada para os tubérculos, enquanto, em condições de altas temperaturas, apenas uma cultivar apresentou partição acima de 39% da matéria seca para os tubérculos.

× A produção final de tubérculos é tida como o resultado da acumulação direta de fotoassimilados pelo processo de fotossíntese; no entanto, a redistribuição de fotoassimilados armazenados em outros órgãos da planta, principalmente folhas e hastes, tem importância considerável no enchimento dos tubérculos (Moorby, 1970). O mesmo autor verificou que durante o período de decréscimo da matéria seca da parte aérea, cerca de 20 a 25% do incremento no peso dos tubérculos foi devido à remobilização de fotoassimilados. Quando se chegou ao final do ciclo vegetativo, 90% da matéria seca encontrada nos tubérculos resultava da translocação direta de fotoassimilados e 10% da remobilização dos fotoassimilados encontrados na parte aérea da planta.

É notória a diferença existente entre as cultivares quanto à distribuição no tamanho dos tubérculos. Moorby (1967a, 1967b) sugeriu que cada tubérculo tem uma taxa de crescimento própria e variável; assim, a dimensão dos tubérculos em um estágio de crescimento não tem relação alguma com a dimensão em outro estágio. Segundo Wurr (1977), cultivares com número

similar de estolões podem apresentar diferentes números de tubérculos, sendo que a maioria dos tubérculos se forma no primeiro nó das hastes, e a distância entre os nós, bem como a competição por fotoassimilados dentro do nó, aparentemente podem ser os fatores responsáveis pela variação no tamanho dos tubérculos.

Teoricamente, o volume individual do tubérculo pode ser determinado por uma série de fatores, dentre eles o tempo para a iniciação da tuberização, o começo do enchimento do tubérculo, a taxa de tuberização e a duração do período de enchimento. De acordo com Ahmed & Sagar (1981), cada um destes fatores tem influência crucial no tamanho do tubérculo, mas em seu estudo nenhum deles foi responsável isoladamente pela variação encontrada no tamanho final dos tubérculos.

Normalmente a partição de matéria seca é calculada somente no final do ciclo vegetativo da cultura, por ocasião da colheita, estimando, muitas das vezes, apenas o índice de colheita. Diferenças genéticas quanto ao índice de colheita têm sido encontradas em muitas espécies, especialmente dentre os cereais (Spiertz & Van der Haar, 1978). Assim, o índice de colheita tem sido freqüentemente utilizado de forma direta ou indireta por fisiologistas e melhoristas na seleção de cultivares promissoras (Singh & Stoskoff, 1971; Yoshida, 1972; Spiertz & Van der Haar, 1978). Porém, a partição de matéria seca é um processo dinâmico que muda continuamente durante o desenvolvimento da cultura, e quando quantificado em diferentes épocas de colheitas, permite o estudo mais detalhado dos fatores que levarão a uma dada produção final (Van Heemst, 1986).

Gawronska et al. (1984) estudaram a partição de fotoassimilados em quatro clones de batata sob condições de campo, verificando se a partição muda com os estádios de desenvolvimento da planta e se varia entre clones. Os autores observaram que ao final do ciclo vegetativo, alguns clones alocaram

fotoassimilados para os tubérculos mais rapidamente que outros. Existindo potencial para o melhoramento genético de combinar longo ciclo vegetativo com a planta realizando fotossíntese, aliada à rápida e/ou elevada alocação de fotoassimilados para os tubérculos e conseqüente incremento no rendimento final da cultura.

2.3 Características Afetadas pela Duração do Ciclo Vegetativo

Não são muitos os estudos em que se comparam cultivares contrastantes quanto ao ciclo vegetativo e a maioria deles sugerem que as diferenças encontradas entre as cultivares não são significativas (Gunasena & Harris, 1971; Allen, 1977). Porém, segundo Griffith et al. (1984), no Reino Unido as cultivares de batata são classificadas dentro de três grupos de maturação: precoce, intermediário e tardio. Em geral, as cultivares precoces são associadas com baixo rendimento no final do ciclo, enquanto cultivares de ciclo intermediário e tardio chegam a altas produções, em parte devido ao maior período no campo.

Griffith et al. (1984) estudaram comparativamente o desempenho de cultivares de batata com diferentes ciclos vegetativos quanto ao crescimento e à precocidade da produção de tubérculos e verificaram, neste estudo, que as cultivares de ciclo tardio são mais produtivas que as de ciclo precoce. Também se verificou que as cultivares com alta produção inicial mantêm esta condição até o final do ciclo vegetativo. Essa informação sugere que, em geral, altas produções precoces não são limitantes para que a cultivar também tenha uma alta produção ao final do ciclo vegetativo.

➤ Comparando com as cultivares tardias, as cultivares precoces de batata translocam grande parte dos fotoassimilados disponíveis para os tubérculos nos estádios iniciais do ciclo vegetativo, mas diferem principalmente pelo curto

período de crescimento vegetativo e as baixas produções alcançadas (Kooman & Rabbinge, 1996).

Alguns estudos têm associado a tolerância ao calor com a precocidade. Levy et al. (1991) mostraram que a tolerância ao calor está associada à precocidade e é controlada geneticamente. Mas isto não é regra geral, o que pode acontecer é que alguns genótipos precoces, por acumularem reservas mais rapidamente, acabam por escapar das condições de estresse térmico. Um bom exemplo é o clone DTO-28, que é precoce e apresenta boa produtividade tanto em condições amenas quanto no calor, sendo recomendado para locais onde a estação de cultivo é curta (Malik et al., 1992). No entanto, a presença da tolerância ao calor em cultivares de ciclo intermediário a tardio, como Diamant, indica que a herança da característica não é ligada ao ciclo vegetativo (Levy et al., 1991). O clone LT-7, que é tardio, demonstra forte tolerância às altas temperaturas, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento (Tai et al., 1994). Khedher & Ewing (1985) realizaram dois experimentos, um com as cultivares Norland, Norchip, Kathadin, Red Pontiac, Russet Burbank e Belchip e outro com as cultivares Spunta, Desireé e os clones DTO-28, LT-1 e LT-2. A cultivar Norchip, de ciclo precoce, e o clone LT-1, de ciclo tardio, destacaram-se como tolerantes ao calor no primeiro e segundo experimentos, respectivamente.

Grandes diferenças podem ser observadas entre cultivares com o mesmo ciclo vegetativo. Marinus & Bondlaender (1975), por exemplo, observaram que a cultivar Up to Date é muito mais sensível ao calor que Gineke, sendo ambas de ciclo tardio.

Outro exemplo de característica afetada pela duração do ciclo vegetativo é a reação de resistência a certas doenças, que tem sido atribuída ao ciclo vegetativo mais longo das cultivares. Um bom exemplo é o caso da reação de resistência à pinta-preta causada por *Alternaria solani*, a qual, segundo alguns trabalhos, tem se mostrado normalmente associada à característica de ciclo

tardio dos genótipos (Douglas & Pavek, 1972; Hooker, 1981; Reifschneider et al., 1986; Johanson & Thurston, 1990; Martins & Pinto, 1996). Porém, a explicação para a correlação entre a reação de resistência à pinta-preta e a duração do ciclo vegetativo ainda não foi bem elucidada. Entretanto, sabe-se que os sintomas deste tipo de doença ocorrem principalmente em tecidos mais velhos ou fisiologicamente debilitados (Barratt & Richards, 1944). Isto é facilmente evidenciado no campo, uma vez que os sintomas ocorrem com maior intensidade sobre as folhas inferiores, mais velhas, enquanto as folhas superiores normalmente permanecem sadias por mais tempo (Martins, 1995).

Johanson & Thurston (1990) afirmaram que a ausência dos sintomas de pinta-preta nas folhas mais novas não se deve à inexistência do fungo sobre as mesmas, mas sim a um mecanismo fisiológico que inibe o desenvolvimento do patógeno, sendo, portanto, uma característica determinada pelo ciclo vegetativo da planta e não pela resistência genética propriamente dita.

Entretanto, existem trabalhos que mostram pouca associação da resistência à pinta-preta com o ciclo vegetativo. Holley et al. (1983), estudando três cultivares com o mesmo ciclo vegetativo, verificaram variações significativas nas respostas destas cultivares à infecção pela doença e concluíram que a reação destas cultivares deve ser atribuída à resistência genética e não ao ciclo vegetativo, uma vez que este era semelhante entre elas.

Herriot et al. (1990), estudando a reação de clones diplóides de batata à pinta-preta, verificaram que a resistência parece estar relacionada com o ciclo vegetativo. Os autores estimaram em -0,21 o coeficiente de correlação entre a reação a doença e o ciclo vegetativo. Embora a associação entre as duas características seja baixa, existe uma tendência de as plantas suscetíveis apresentarem ciclo vegetativo precoce. O coeficiente de correlação baixo também indica que a maioria dos clones testados provavelmente apresentava resistência genética, pois se a resistência fosse determinada apenas pelo ciclo

vegetativo, o coeficiente de correlação deveria ser mais alto. Martins & Pinto (1996) também verificaram a associação entre as duas características e estimaram em -0,38 e -0,44 o coeficiente de correlação entre a reação à pinta-preta e o ciclo vegetativo aos 75 e 90 dias após o plantio, respectivamente.

Douglas & Pavék (1972) observaram que todos os genótipos estudados com ciclo tardio apresentaram altos níveis de resistência à pinta-preta, porém nem todos os genótipos de ciclo precoce foram altamente suscetíveis. Isto evidencia que a reação à doença pode ser determinada por dois fatores: o primeiro deles, a resistência genética propriamente dita; e o segundo, que tem relação com o ciclo vegetativo mais longo da planta.

➤ Considerável remobilização de fotoassimilados (Moorby, 1970) e nitrogênio (Harris, 1983; Millard et al., 1989) da parte aérea para os tubérculos no final do ciclo vegetativo tem sido verificado em condições experimentais. Assim, assume-se que ao final do ciclo vegetativo, quando o sistema radicular está debilitado, os tubérculos removem nitrogênio das folhas e hastes. Esta remobilização promove a exaustão do nitrogênio disponível na parte aérea mais rapidamente na cultivar de ciclo precoce, que possui geralmente menor parte aérea, do que na cultivar de ciclo tardio, que possui quantidade maior de folhas e hastes. Nas cultivares precoces isto resulta na diminuição da longevidade das folhas. Este é um processo que leva à auto-destruição da planta, sendo também descrito por Sinclair & De Wit (1976) em soja.

Kooman & Rabbinge (1996), em estudo com batata, confirmaram a hipótese da auto-destruição de diversas maneiras. Primeiramente porque se verificou que as cultivares precoces têm menor longevidade das folhas do que as cultivares tardias; em segundo lugar devido à variabilidade na longevidade individual das folhas nas cultivares tardias, ou seja, poucas folhas na parte aérea das cultivares tardias senescem cedo. Estes acontecimentos têm sido atribuídos à remobilização do nitrogênio para os tubérculos. Um terceiro argumento em

favor desta hipótese é que o rápido crescimento da planta leva à diminuição da longevidade das folhas, causando redução do ciclo vegetativo. Com o rápido crescimento da planta os tubérculos também crescem rapidamente, por esta razão, necessitam de mais nitrogênio às expensas da parte aérea, reduzindo, assim, a longevidade das folhas. Com este estudo, Kooman & Rabbinge (1996) verificaram que o tempo para a iniciação dos tubérculos não é o único fator responsável na determinação da precocidade da planta e que o efeito do potencial de dreno dos tubérculos e a longevidade das folhas são mais importantes para a precocidade.

2.4 Conseqüências da Colheita Antecipada

Do início da tuberização até o seu final, o peso médio dos tubérculos tem uma tendência de aumento linear. A taxa de tuberização diária nesta fase pode ir de 400 a 700kg de tubérculos ha⁻¹ dia⁻¹ (Fontes & Guglielmelli Filho, 1978), dependendo do potencial produtivo da cultivar, da época de cultivo, do ciclo vegetativo e do manejo da cultura. A colheita antecipada, com a supressão do ciclo vegetativo, mesmo em fase mais avançada da cultura, acarreta reduções na produção total de tubérculos e na proporção de tubérculos graúdos (Fontes et al., 1978), o que é, muitas das vezes, justificado para evitar a transmissão de doenças aos tubérculos, minimizar a depreciação de aspectos da aparência dos tubérculos ou em caso de preços elevados da batata no mercado naquele momento.

Granja (1987), em um estudo sobre a seleção de clones de batata precoces e tardios, estabeleceu como critério de seleção a produção de tubérculos em duas épocas de colheita. A primeira delas realizada aos 70 dias após o plantio, visando a seleção de clones precoces, e a outra ao final do ciclo vegetativo, que foi, em média, de 120 dias. Utilizando os dados de produção de tubérculos das duas épocas de colheita, foi possível identificar clones produtivos

tanto de ciclo precoce como de ciclo tardio e também clones tardios de maturação fisiológica precoce dos tubérculos, que são muito desejáveis.

Partindo do princípio de que as informações sobre a capacidade de produção de tubérculos e outras características agronômicas são pouco conhecidas quando se leva em consideração a duração do ciclo vegetativo da batata, principalmente nas condições tropicais brasileiras, Silva et al. (2003) realizaram um estudo para definir a magnitude do acúmulo diário de fotoassimilados nos tubérculos levando em consideração a duração do ciclo vegetativo e a implicação da colheita antecipada sobre a produção de tubérculos por planta, a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos. Quanto à produção de tubérculos por planta, os autores verificaram que os clones mais tardios são mais produtivos, tanto na colheita antecipada como após a senescência natural das plantas. Já a respeito da porcentagem de tubérculos graúdos, em geral esta foi maior na colheita normal para a maioria dos clones estudados. O peso específico de tubérculos apresentou-se ligeiramente maior para a situação de colheita normal.

2.5 Fatores Ambientais que Afetam o Desenvolvimento da Planta

A cultura da batata no Brasil está assentada na utilização de cultivares importadas. Do ponto de vista agronômico, as cultivares importadas nem sempre conseguem expressar, sob as condições brasileiras, o mesmo potencial produtivo que apresentam em seus países de origem, seja por falta de melhor adaptação edafoclimática ou por problemas fitossanitários (Cardoso & Guglielmelli Filho, 1982). Contudo, isto já era esperado, uma vez que essas cultivares foram desenvolvidas para serem cultivadas sob condições de clima temperado. Diante disso, trabalhos de melhoramento para obtenção de novas cultivares adaptadas às condições brasileiras são necessários. Assim, é de extrema importância o

conhecimento dos fatores ambientais que afetam o desenvolvimento da planta.

O rendimento final da cultura é resultado da interação dos fatores que determinam a dimensão da área foliar, o início de tuberização e a intensidade e duração do acúmulo de matéria seca nos tubérculos. Assim, a produção de tubérculos é determinada pela fotossíntese, respiração e partição de fotoassimilados para os tubérculos, estando estes processos ligados a fatores ambientais, genéticos e de manejo da cultura. Todos os fatores que influenciam estes processos afetarão a taxa de tuberização. Alguns são intrínsecos às regiões (fotoperíodo, temperatura, umidade relativa do ar, intensidade luminosa, precipitação pluviométrica, tipo de solo e topografia, etc), não podendo ser modificados, mas ajustados às épocas de plantio da cultura e a períodos mais favoráveis (Fontes & Finger, 1999; Filgueira, 1999).

Praticamente todas as fases de desenvolvimento da planta são afetadas por fatores ambientais, em especial a emergência, o desenvolvimento da parte aérea, o início da tuberização, a partição de matéria seca aos tubérculos, o tamanho e número médio de tubérculos, a duração do ciclo vegetativo e o rendimento econômico da cultura (Lovato, 1993).

Além disso, existe interação cultivares x ambientes, isto é, as cultivares reagem de modo diferente às diversas condições do ambiente e também existe interferência mútua entre os vários fatores ambientais, o que dificulta a comparação entre resultados de diferentes estudos. De acordo com Fontes & Finger (1999), a disponibilidade de informações sobre a interação desses fatores, em condições brasileiras, é ainda mais escassa.

2.5.1 Temperatura

O entendimento dos efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento da planta de batata é dificultado pelo fato de que a temperatura ideal pode diferir

para os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. A temperatura diurna ideal pode ser diferente da temperatura noturna, a temperatura ótima para o enchimento dos tubérculos pode diferir da ótima para a formação das folhas, podendo ainda ocorrer interação entre esses fatores e outros fatores ambientais, sem contar a resposta diferencial das cultivares, mas certamente todos estes aspectos exercem importante contribuição na determinação de temperaturas limites, a partir das quais o estresse térmico pode ocorrer (Ewing, 1981).

Como mencionado, o efeito da temperatura, na cultura da batata, depende do estágio de desenvolvimento da planta. Na primeira fase do ciclo vegetativo da batata, que abrange o período entre a emergência e o início da tuberização, as baixas temperaturas são prejudiciais, pois causam atraso da emergência dos brotos (Iritani, 1963; Malik et al., 1992), além de aumentar a suscetibilidade a certas doenças, como a canela-preta (*Erwinia* sp.) e a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*). Epstein (1966) verificou atraso de até 60 dias na emergência sob temperaturas de 9°C; em temperaturas de 22 a 29°C, as plantas emergiram entre 13 e 18 dias após o plantio. No geral, a emergência demora até 30 dias em temperaturas do solo em torno de 10 a 14°C e apenas 8 a 10 dias em temperaturas do solo entre 21 e 23°C. Entretanto, poderá não haver emergência em temperaturas do solo menores que 10°C (Fontes & Finger, 1999).

A segunda fase vai do início da tuberização ao enchimento inicial dos tubérculos. Esta fase também compreende o período de máximo crescimento vegetativo da planta. Altas temperaturas nesta fase ocasionam atraso no início da tuberização (Ewing, 1981; Manrique et al., 1989; Prange et al., 1990; Menezes et al., 1999). Bittencourt et al. (1985) verificaram que sob altas temperaturas ocorre aumento na incidência de certas doenças, como a pinta-preta (*Alternaria solani*), e esta infecta a cultura mais cedo, o que certamente trará reflexos negativos sobre a produção, uma vez que a doença pode causar danos

significativos na área foliar da planta. Após a emergência, a sensibilidade da planta à temperatura do solo diminui. Epstein (1966) observou que aos 30 dias após a emergência, plantas desenvolvidas em temperaturas de 9, 16 e 22°C apresentavam tubérculos, ao passo que em temperaturas de 29°C nenhum tubérculo foi encontrado, o que evidencia o atraso no início da tuberização quando as temperaturas são altas. Porém, Hay & Allen (1978) demonstraram que o início da tuberização em batata pode ocorrer rapidamente mesmo com temperaturas do ar e do solo em torno de 24 a 25°C e que temperaturas noturnas abaixo de 15°C não são essenciais para que ocorra o início da tuberização.

A última fase de desenvolvimento da planta caracteriza-se pelo rápido enchimento e maturação fisiológica dos tubérculos. Durante esta fase, altas temperaturas estimulam o desenvolvimento da parte aérea da planta, reduzindo a partição de fotoassimilados para os tubérculos, aumentando ainda a taxa de respiração e levando à redução na produção de tubérculos (Burton, 1981; Khedher & Ewing, 1985; Manrique et al., 1989; Menezes et al., 2001).

Comumente é feita uma distinção entre os fatores que levam ao início da tuberização e aqueles que são responsáveis pelo enchimento dos tubérculos. A distinção é necessária, especialmente tendo em vista a existência de correlações negativas, freqüentemente observadas, entre número e tamanho médio de tubérculos. Assim, cultivares que apresentam maior número de tubérculos tendem a possuir tubérculos de menor tamanho. Altas temperaturas podem afetar a produtividade, principalmente atrasando o início da tuberização, resultando em tubérculos menores, sendo o número de tubérculos afetado em menor proporção (Van Dam et al., 1996; Veilleux et al., 1997; Menezes et al., 1999).

Khedher & Ewing (1985), estudando o efeito da temperatura na produção de tubérculos, verificaram redução de 65 a 80% na produção quando o cultivo foi feito em condições de temperaturas altas. Sarquís et al. (1996), trabalhando em condições de campo, em duas localidades contrastantes quanto à

temperatura, observaram redução na produção do local de altas temperaturas em relação ao local de baixas temperaturas, de 52 e 94%, para as cultivares Alfa e Hertha, respectivamente. Isto evidencia a existência de variabilidade genética para a tolerância ao calor.

Menezes & Pinto (1995), estudando o efeito de temperaturas acima da ideal em dez genótipos de batata, observaram que o número de tubérculos não foi afetado e que a redução na produção por planta sob temperaturas elevadas foi devida, principalmente, ao início tardio da tuberização e à reduzida partição de matéria seca para os tubérculos, o que levou à formação de tubérculos de pequeno tamanho, estando de acordo com os resultados obtidos por Manrique (1989); Manrique et al. (1989); Wolf et al. (1990a); Sarquís et al. (1996).

Como foi visto, a temperatura afeta significativamente o rendimento de tubérculos, uma vez que afeta tanto a fotossíntese líquida como a taxa de respiração da planta. A magnitude do seu efeito depende do quanto influencia no desenvolvimento da parte aérea e na partição da matéria seca produzida, mas pode chegar a ser limitante à produção de batata, principalmente em regiões tropicais (Menezes et al., 2001).

A temperatura é o fator ambiental que mais exerce influência sobre o processo de fotossíntese. Assim, como a maioria das culturas, a batata também apresenta uma faixa ideal de temperatura para a obtenção da melhor eficiência fotossintética, fora da qual a sua produção é prejudicada. A temperatura ideal para o processo de fotossíntese nas cultivares européias está em torno de 20°C; cada elevação de 5°C na temperatura da folha ocasiona, nessas cultivares, uma redução de cerca de 25% na taxa de fotossíntese e a taxa de respiração pode ser dobrada por uma elevação de 10°C na temperatura (Burton, 1981).

Wolf et al. (1990b), estudando o efeito de temperaturas elevadas em algumas cultivares de batata, observaram que temperaturas até 38°C não ocasionaram redução na fotossíntese quando as plantas já vinham se

desenvolvendo nessas condições anteriormente. Porém, temperaturas maiores que 40 a 42°C, ou a transferência de plantas de regimes de 22°C para 32°C, causaram redução significativa na fotossíntese líquida. Ficou comprovado que as altas temperaturas são associadas à diminuição da resistência do estômato, ao aumento da transpiração e à maior diferença entre a temperatura do ar e da folha. Estes autores chegaram à conclusão de que a cultura da batata pode ser adaptada a temperaturas relativamente altas e ter uma adequada taxa de fotossíntese. Observaram, ainda, diferenças entre as cultivares para a tolerância ao calor, com o clone CL-884 mostrando maior capacidade para realizar a fotossíntese em temperaturas acima de 40°C.

Hammes & Dejager (1990), trabalhando em câmara de crescimento, submeteram cultivares de batata a temperaturas de 15 a 40°C, em intervalos de 5°C por hora. A taxa fotossintética decresceu com temperaturas acima de 20°C. Em temperaturas de 40°C, a taxa fotossintética foi apenas 37% da apresentada a 20°C. Já Prange et al. (1990), trabalhando com dez cultivares de batata, entre elas as cultivares Atlantic, Desireé, Norchip, Russet Burbank e o clone LT-1, verificaram que a redução na taxa fotossintética foi significativa mesmo com pequena elevação na temperatura, observando que a taxa de fotossíntese decresceu em 34% quando a temperatura foi elevada de 18 para 21°C.

② Reynolds et al. (1990) estudaram a performance de acessos de diferentes espécies do gênero *Solanum*, tolerantes e suscetíveis ao calor, em relação à fotossíntese, mostrando que a resposta varia significativamente entre as espécies. Seus dados sugerem ainda que as diferenças de sensibilidade, entre tolerantes e suscetíveis, são resultantes da senescência acelerada da parte aérea, perda de clorofila, redução na condutância estomática e inibição de reações enzimáticas sob altas temperaturas.

Já é bem conhecido que as altas temperaturas reduzem o crescimento da planta e a partição de fotoassimilados aos tubérculos. Para Wolf et al. (1991), a

faixa ótima de temperatura para a produção da batata varia de 18 a 22°C. Da mesma forma, Fontes & Finger (1999) recomendam como condições ideais para o cultivo da batata um maior número de dias com a temperatura entre 18 e 23°C durante o dia. Além disso, ressaltam a importância da existência de noites frias e o mínimo possível de horas do dia com temperaturas acima de 25°C. Porém, Antunes & Fortes (1981) sugerem valores mais baixos, com a temperatura média ideal entre 10°C e 20°C. Entretanto, destaca-se que, dependendo da cultivar, em ambiente com maior intensidade luminosa, essa faixa tende para valores maiores. Porém, acima de 30°C a taxa de respiração aumenta rapidamente, o que resulta em decréscimo na fotossíntese líquida e praticamente ausência da produção de tubérculos.

Marinus & Bondlaender (1975) testaram oito cultivares de batata, em três temperaturas, e relataram que a produção de tubérculos e de biomassa da planta foram menores quando cultivada a 27°C que a 16 ou 22°C e que plantas sob temperaturas mais altas produziram uma maior proporção de folhas e hastes que de tubérculos.

É notório que temperaturas mais elevadas promovem exagerado crescimento da parte aérea, baixa fotossíntese líquida, alta respiração e baixa partição de matéria seca para os tubérculos. Mesmo em temperaturas de 20 a 25°C durante o dia e 10 a 12°C durante a noite, cerca de 25% da matéria seca total produzida pelas plantas é utilizada como substrato para a respiração; em temperaturas mais elevadas este valor cresce consideravelmente (Menzel, 1985). De maneira geral, em temperaturas mais baixas ocorre crescimento reduzido da parte aérea, menor área foliar e, conseqüentemente, menor interceptação da luz e tuberização precoce.

Alguns trabalhos mostraram que a temperatura ideal para o pleno desenvolvimento da batata depende muito da cultivar (Marinus & Bodlaender, 1975; Levy, 1984; Menezes et al., 2001) e seus requerimentos variam

consideravelmente em função dos diversos estádios fenológicos do desenvolvimento da planta (Ewing, 1981; Susnoschi, 1981). De maneira geral, altas temperaturas estimulam o crescimento de hastes, ramos e folhas, ocorrendo grande partição de fotoassimilados para a parte aérea, o que leva à redução na produção de tubérculos (Burton, 1981; Benkhedher & Ewing, 1985; Prange et al., 1990), no número de tubérculos por planta (Burton, 1981; Ewing, 1981; Prange et al., 1990) e no conteúdo de matéria seca dos tubérculos (Johansen et al., 1967; Haynes & Haynes, 1981 e 1983; Haynes et al., 1989; Prange et al., 1990), além de aumentar a ocorrência de insetos pragas e a incidência de certas doenças (Bittencourt et al., 1985).

A redução no crescimento da planta, nas condições de altas temperaturas, ocorre em função da inadequada assimilação e fixação do carbono; nestas condições a taxa fotossintética líquida é reduzida e, por conseguinte, a taxa de tuberização sofre um decréscimo (Wolf et al., 1991).

Assim, em condições de altas temperaturas diurnas e noturnas, a biossíntese do carbono na planta é afetada. A incorporação deste elemento no amido dos tubérculos é reduzida, e aumentada nos componentes das paredes celulares da parte aérea, bem como no amido das hastes e ramos. Entretanto, a capacidade de fixação do carbono nos tubérculos, em condições de alta temperatura, pode estar associada ao genótipo, segundo Menezes et al. (2001).

Em condições de temperaturas elevadas, especialmente temperaturas noturnas, o que predomina no verão brasileiro, o acúmulo de matéria seca dos tubérculos tende a reduzir-se acentuadamente (Menezes et al., 2001). Isso ocorre devido ao aumento da taxa de respiração das plantas, à maior área foliar, ao aumento do ciclo vegetativo e ao início de brotações nos tubérculos produzidos (Manrique, 1989; Malik et al., 1992).

Através de simulação, Ingram & McCloud (1984) estudaram o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento da batata considerando quatro

componentes da produção: acúmulo de matéria seca, partição de fotoassimilados aos tubérculos, dias para o início da tuberização e paralisação do enchimento dos tubérculos. Foram simuladas temperaturas constantes de 10, 15, 20 e 25°C e temperaturas decrescendo de 30°C a 10°C e aumentando de 10°C a 30°C, numa taxa de 0,4°C por dia. O componente da produção mais sensível à temperatura foi dias para o início da tuberização, com temperaturas baixas, geralmente resultando em início da tuberização mais precoce; o número de dias para paralisação do enchimento dos tubérculos e o acúmulo de matéria seca foram praticamente insensíveis à temperatura, com a partição de fotoassimilados aos tubérculos tendo sensibilidade intermediária. A máxima produção simulada foi a 15°C, a qual correspondeu ao início da tuberização mais precoce e máxima partição de fotoassimilados aos tubérculos.

Kincaid et al. (1993), estudando o efeito da temperatura do solo sobre a qualidade dos tubérculos, verificaram que na faixa de 17 a 21°C a 15cm de profundidade no solo, a cada incremento de 1°C na temperatura do solo houve 5% de decréscimo na porcentagem de tubérculos graúdos, com 10% de incremento na proporção de tubérculos impróprios para o consumo na forma de fritura. Neste estudo ocorreu que a 17°C a porcentagem de tubérculos graúdos foi de 75% do total produzido e apenas 6% da produção total foi inadequada para consumo na forma de fritura; porém, estes números mudaram para 54 e 66%, respectivamente, com a temperatura do solo em 21°C. Essa variação de temperatura do solo foi conseguida com o manejo da irrigação.

É evidente que o conhecimento dos efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento da batata já é bem documentado. Entretanto, o seu entendimento mais amplo tem sido dificultado pelo fato de que a ótima temperatura diurna normalmente é diferente da ótima temperatura noturna. Assim, 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 o início da tuberização, e se os tubérculos já estiverem surgido, diminui o ritmo de enchimento dos mesmos. As temperaturas noturnas elevadas aumentam a taxa de respiração, que esgota as reservas de fotoassimilados produzidos durante o dia pela fotossíntese; assim, há atraso na iniciação e no enchimento dos tubérculos. Bodleander et al. (1964) afirmam que as temperaturas noturnas afetam mais a iniciação e o enchimento dos tubérculos do que as diurnas, enquanto estas afetam mais o desenvolvimento da parte aérea. Além do rendimento, a temperatura afeta o número e o tamanho dos tubérculos. Geralmente, o número de tubérculos é maior em temperaturas mais baixas, especialmente baixas temperaturas noturnas.

Segundo Ewing (1981), o gradiente entre temperaturas diurnas e noturnas propicia melhores produções do que temperaturas constantes, principalmente quando as temperaturas noturnas são bem mais baixas que as diurnas. Filgueira (1999) também descreve a necessidade da existência de uma termoperiodicidade diária para o pleno desenvolvimento da planta de batata, que se caracteriza por um gradiente entre as temperaturas diurnas amenas e noturnas mais baixas, em torno de 10°C.

Corroborando estes autores, Bennett et al. (1991) analisaram o desempenho de duas cultivares de batata quando submetidas a um gradiente térmico e sob temperatura constante. As duas cultivares foram mantidas por um período de 90 dias sob um fotoperíodo de 12 horas de luz, em câmaras de crescimento. As temperaturas foram de 22°C na luz e 14°C no escuro, em comparação com uma temperatura constante de 18°C, utilizada como controle. A altura da planta, a matéria seca dos tubérculos e o índice de colheita foram todos maiores em temperaturas alternadas, ou seja, quente sob a luz e frio no escuro, do que em temperaturas constantes.

* Temperaturas noturnas baixas são mais importantes, visto que a produção depende da quantidade de fotoassimilados disponíveis para o

particionamento aos tubérculos quando a taxa de respiração e o crescimento da parte aérea são reduzidos. De acordo com Burton (1981), o ambiente com temperatura diurna entre 20 e 30°C e noturna entre 8 e 15°C é mais favorável para o cultivo da batata do que regiões com pouca amplitude térmica.

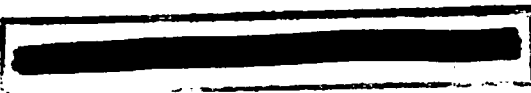
2.5.2 Fotoperíodo

A planta de batata é originalmente de dias curtos para tuberização, entretanto tem sido adaptada, através de seleção, para tuberizar em dias longos do início da fase de tuberização até o seu final. Assim, a subespécie *andigena* tuberiza com menos de 12 horas de luz, enquanto na subespécie *tuberosum* a tuberização ocorre com até 18 horas de luz (Beukema & Zaag, 1990).

O comprimento do dia afeta o início da formação dos tubérculos com respostas diferenciadas entre as cultivares. Geralmente a redução no comprimento do dia acarreta encurtamento do ciclo vegetativo, supressão da floração, iniciação precoce da tuberização, rápido enchimento e maturação fisiológica precoce dos tubérculos (Fontes & Finger, 1999).

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 sofre influência de outros fatores ambientais, como a temperatura (Lovato, 1993).

Dias curtos podem antecipar e acelerar a indução da tuberização, a qual, 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 consequência, o rendimento econômico será comprometido, embora a partição de matéria seca para os tubérculos seja muito alta. Por outro lado, dias longos podem favorecer rendimentos maiores pela manutenção da parte aérea por mais tempo e conseqüente ampliação da duração do ciclo vegetativo. Todavia, se passar de



determinado valor crítico, a iniciação da tuberização pode não ocorrer. O efeito final do fotoperíodo sobre o rendimento poderá depender da magnitude relativa destes efeitos opostos e, até certos limites, dias mais longos tendem a ser mais favoráveis a altas produções (Burton, 1966).

Para que haja indução pelo fotoperíodo, é necessário que a luz tenha uma intensidade mínima e que a planta seja submetida a um número mínimo de ciclos de indução. Chapman (1958), usando a cultivar Triumph quando as plantas alcançaram cerca de 35cm de altura, submeteu-as a 15 horas de escuro num período de 24 horas, por certo número de dias. Até sete períodos quase não houve efeito na indução da tuberização, mas todas as plantas que foram submetidas a 14 ou mais períodos indutivos iniciaram a formação de tubérculos dentro de 22 dias após o início do estudo.

O efeito indutor ocorre na parte da planta diretamente induzida ou em comunicação vascular com ela. Chapman (1958) observou que uma planta constituída de apenas duas hastes, das quais uma foi submetida a 9 horas de luz e a outra, a 18 horas de luz, ocorreu que as partes correspondentes dentro do solo se comportaram de modo diferente. Observaram-se tubérculos somente na parte correspondente à haste induzida, sendo que na outra havia apenas estolões, sem o desenvolvimento de tubérculos.

Tem sido verificado que o processo de tuberização da batata possui controle hormonal. Okazawa & Chapman (1962) fizeram cortes circulares na porção mediana de uma haste exposta a fotoperíodo longo e observaram que mesmo com o anelamento ocorreu a formação de tubérculos nos estolões desta haste. Isto sugere que não seria excesso de fotoassimilados o agente da indução, uma vez que a translocação pelo floema estava comprometida pelo anelamento, mas que substâncias indutoras são mobilizadas da parte aérea para os estolões e também existem substâncias inibidoras ou retardadoras do processo. Estes mesmos autores também propuseram que a ocorrência ou não da tuberização

depende de um balanço hormonal entre os compostos estimulantes e inibidores.

Estudos hormonais têm demonstrado que dois grupos de substâncias estão envolvidas no processo de tuberização: substâncias do grupo das giberelinas e do grupo do ácido abscísico. Em plantas não induzidas pelo fotoperíodo, a relação entre giberelinas e ácido abscísico nas folhas é muito mais alta do que naquelas que iniciaram a formação dos tubérculos. Isto significa que o ácido abscísico na parte aérea é um hormônio promotor da tuberização, enquanto as giberelinas são inibidoras. O contrário ocorre na brotação dos tubérculos-semente, nos quais as giberelinas são promotoras da brotação e o ácido abscísico é um inibidor (Lovato, 1993).

2.5.3 Intensidade Luminosa

O rendimento de uma cultura, além do seu potencial genético, é o resultado da eficiência do aproveitamento da radiação solar interceptada. A este respeito, a produção das culturas depende de três processos: a interceptação da radiação incidente pelos órgãos da planta, a conversão de energia luminosa nas ligações químicas dos produtos fotossintetizados, e a partição dos mesmos para os distintos órgãos da planta (Benincasa, 1988).

De acordo com Benincasa (1977), a atividade fotossintética é um processo amplo que envolve numerosos passos importantes e inter-relacionados que dependem muito das condições ambientais. Um dos fatores que tem sido exaustivamente estudado é a intensidade luminosa, principalmente por sua marcante influência na fotossíntese, enfatizando-se os efeitos que diferentes níveis de radiação solar podem causar. Como o crescimento é avaliado através de variações no tamanho de alguma estrutura da planta, geralmente morfológica, em função da acumulação de matéria seca resultante da fotossíntese líquida, esta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância nesses estudos. A máxima

conversão da energia luminosa disponível às plantas conduzirá ao uso mais adequado de água e nutrientes e, conseqüentemente, maiores produções.

Bodleander (1963) demonstrou a relação existente entre a intensidade luminosa e a taxa fotossintética e verificou que a curva de resposta é claramente assintótica, o que indica que a partir de certos valores de intensidade luminosa os incrementos em matéria seca pelo acúmulo de fotoassimilados decrescem acentuadamente. A intensidade da luz solar incidente tem conseqüências diretas no crescimento da parte aérea, na distribuição da matéria seca e no rendimento de tubérculos da cultura (Lovato, 1993).

Condições de baixa luminosidade tendem a aumentar a relação entre peso de hastes e peso de folhas, o contrário ocorrendo quando a intensidade de luz aumenta, formando-se maior área foliar. Alvey (1963) observou a existência de uma relação inversa entre número de folhas e intensidade luminosa na cultura da batata.

Conforme verificado por Midmore & Prange (1992), uma intensidade luminosa reduzida acarreta maior alongamento das hastes e, assim, aumenta a altura da planta, reduz o tamanho das folhas, atrasa o início da tuberização e a senescência das folhas e ainda diminui a produção de tubérculos por planta. Já uma alta intensidade luminosa aumenta a fotossíntese, estimula a floração, aumenta a produção de matéria seca pela planta e acelera a iniciação e o enchimento dos tubérculos.

Em condições de campo, o índice de área foliar apresentado pela planta de batata em pleno desenvolvimento geralmente é acima de quatro. Segundo Benincasa (1988), o índice de área foliar é a relação entre a área foliar total e a área do solo sombreada pelas folhas, ou seja, é uma medida adimensional da área foliar útil à planta. 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 das folhas e aos diferentes ângulos das folhas em relação à

incidência da luz. Burton (1964) estimou em cerca de 10% das folhas interceptando 60%, 60% das folhas interceptando 30% e os 30% das folhas restantes interceptando apenas 15% da máxima intensidade luminosa, sendo a intensidade média, por unidade de área foliar, de apenas 25% da intensidade luminosa que incide sobre a planta.

Se houver diminuição na intensidade luminosa, e ao mesmo tempo não houver a diminuição de outros fatores que favorecem o crescimento da parte aérea, como a temperatura, por exemplo, haverá uma diminuição no rendimento da cultura. Pohjakkallio (1951) observou que decrescendo de 2/3 para 1/3 da máxima intensidade luminosa durante todo o ciclo vegetativo 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%. A diminuição da intensidade luminosa, mesmo por períodos curtos e intermitentes, também é capaz de reduzir acentuadamente a porcentagem de matéria seca dos tubérculos. Além disso, também tem efeito sobre a influência que outros fatores ambientais exercem, principalmente a temperatura.

2.5.4 Interação entre Fatores Ambientais

A temperatura e a disponibilidade de água são os principais fatores ambientais relacionados com o crescimento e o desenvolvimento da planta de batata, afetando não só a produção, como também a aparência e a qualidade dos tubérculos (Harris, 1978; Burton, 1981; Ewing, 1981; Susnoschi, 1981; Rex & Mazza, 1989; Prange et al., 1990). O entendimento da interação entre estes dois fatores ambientais é de extrema importância para garantir a boa aparência e qualidade culinária dos tubérculos, uma vez que ambos são responsáveis pelas principais desordens fisiológicas que afetam a batata, tais como: coração oco, mancha chocolate, crescimento secundário ou embonecamento e rachadura dos

tubérculos (Crumbly et al., 1973; Cardoso, 1981; Rex & Mazza, 1989; Oliveira & Valadão, 1999).

A batata é muito sensível à deficiência hídrica. Tendo um sistema radicular pouco desenvolvido, o aumento na evapotranspiração causado pela elevação da temperatura pode facilmente levar a planta a uma condição de deficiência hídrica, com o conseqüente efeito na fotossíntese e no rendimento da cultura (Lovato, 1993). Para a brotação e a 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 vegetativo. Lynch & Tai (1989) estudaram a resposta de oito cultivares em relação à deficiência hídrica e observaram que embora a deficiência não tenha afetado o número de hastes por tubérculo-semente, o efeito deste componente sobre o rendimento variou com a cultivar. Por outro lado, tubérculos, hastes e peso médio de tubérculos sempre estiveram positivamente correlacionados com a produção em todos os genótipos testados.

O déficit hídrico por si só também reduz consideravelmente a produção de tubérculos devido à redução na área foliar e/ou à redução da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (Van Loon, 1981). A disponibilidade ou escassez de água afeta a cultura em maior ou menor grau, dependendo do estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra. Assim, a redução na produção causada pelo déficit hídrico durante o período de tuberização é bem maior do que aquela causada em outros estágios de desenvolvimento da planta (Bezerra, 1995). Já outros autores verificaram que o déficit hídrico antes do início da tuberização pode reduzir sensivelmente o número de tubérculos por planta (Van Loon, 1981; Ojala et al., 1990).

O suprimento de água também afeta a porcentagem de matéria seca do tubérculo. O excesso de água provoca crescimento vegetativo exagerado sem correspondente aumento na fotossíntese devido ao sombreamento mútuo das

folhas, o que pode levar à redução da porcentagem de matéria seca dos tubérculos. Porém, se o suprimento de água for adequado, de modo que as folhas estejam sempre fotossinteticamente ativas, pelo impedimento do fechamento dos estômatos, é provável que ocorra um aumento na matéria seca acumulada nos tubérculos (Lovato, 1993).

A profundidade do solo é outro componente ambiental de importância. Raramente o sistema radicular vai além de 50cm, e geralmente se desenvolve na faixa dos 20 a 50cm. Assim, a compactação do solo é outro fator que afeta grandemente o desenvolvimento e o rendimento de tubérculos na cultura da batata (Grimes & Bishop, 1971), além de interagir com a disponibilidade hídrica à planta.

Um outro exemplo de interação é a resposta da tuberização ao fotoperíodo, a qual interage com diversos fatores, tais como: temperatura, intensidade luminosa, idade fisiológica do tubérculo-semente, densidade de plantio, adubação nitrogenada, umidade do solo e tipo de cultivar, entre outros. A combinação destes fatores vai influenciar quantitativamente e qualitativamente o processo de tuberização e, por conseguinte, a duração do ciclo vegetativo da planta (Beukema & Zaag, 1990), que determinará, na maioria das vezes, a produtividade da cultura.

Segundo Lovato (1993), fatores como as temperaturas baixas, a alta intensidade luminosa e dias curtos aceleram o início da tuberização, a elongação das hastes é interrompida mais cedo e a duração do ciclo vegetativo é reduzida. Nestas condições, as plantas são de altura mais baixa, as folhas são maiores, mas em menor número, e maior proporção da matéria seca é acumulada nos tubérculos. Porém, a produção final poderá ser prejudicada devido ao menor tamanho da área foliar fotossinteticamente ativa e à menor durabilidade da mesma. Por outro lado, altas temperaturas, baixa intensidade luminosa e fotoperíodo longo promovem o crescimento das hastes, mas são desfavoráveis à

expansão das folhas e acabam por retardar o início da tuberização, comprometendo o rendimento final da cultura.

Wolf et al. (1990a), estudando o efeito de temperaturas elevadas e do fotoperíodo na partição de fotoassimilados, entre os vários órgãos da planta de batata, observaram que a partição de matéria seca para as folhas e hastes foi acentuada sob altas temperaturas, com efeito mais significativo sob dias longos, sendo o tubérculo o órgão mais sensível ao fotoperíodo e à temperatura. Os autores sugerem ainda que, sob os regimes de temperatura estudados, o efeito principal de altas temperaturas é na partição e não na produção total de matéria seca da planta.

Van Dam et al. (1996) trabalharam com várias combinações de fotoperíodo e temperatura e puderam verificar que temperaturas mais altas e fotoperíodos longos resultam em menor partição de matéria seca para os tubérculos. Resultados semelhantes foram também obtidos por outros autores (Wolf et al., 1990a; Manrique & Bartholomew, 1991; Gawronska et al., 1992; Lafta & Lorenzen, 1995; Sarquís et al., 1996).

A condição de dias longos e altas temperaturas pode chegar a restringir a formação de tubérculos, enquanto, na condição de dias curtos e altas temperaturas, as cultivares de ciclo precoce iniciam e desenvolvem os tubérculos bem mais cedo que as cultivares de ciclo tardio. Contudo, sob altas temperaturas, o início da tuberização é mais antecipado em condições de dias curtos do que em condições de dias longos, o que torna possível a produção de batata em regiões tropicais, onde os dias são mais curtos. O fotoperíodo curto compensa parcialmente a alta temperatura. Contudo, uma vez iniciada a tuberização, os efeitos do fotoperíodo e da temperatura são menos acentuados sobre os estádios de desenvolvimento seguintes (Lovato, 1993).

A combinação das altas temperaturas, fotoperíodos longos e doses elevadas de nitrogênio no solo pode 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 (Lovato, 1993).

O peso médio de tubérculos, que é um dos componentes da produção que em geral aumenta linearmente durante a fase de tuberização, dependendo das características da cultivar, época de cultivo e manejo da cultura, pode sofrer alterações em seu ritmo de crescimento devido a interações de diversos fatores de ordem climática. De maneira geral, as altas temperaturas e a baixa intensidade luminosa são as principais limitações à produção de batata, o que reduz a taxa de tuberização. Entretanto, parece ser a alta temperatura mais limitante que a baixa intensidade luminosa, embora seja de conhecimento que a baixa intensidade luminosa potencializa o efeito negativo da temperatura (Fontes & Finger, 1999).

Nas regiões de baixa altitude dos trópicos, de maneira geral, as altas temperaturas e a baixa intensidade luminosa são as principais limitações da produção de batata, principalmente no verão. Estes dois fatores reduzem o estímulo à tuberização, mesmo em condições de dias curtos existentes nessas regiões (Wolf et al., 1991).

São aceitas, como condições ideais para a cultura da batata, um ambiente que proporcione maior número de horas de luz (fotoperíodo longo), intensidade luminosa e maior número de dias com a temperatura entre 18 e 23°C durante o dia, noites frias e o mínimo possível de horas do dia com temperaturas maiores que 25°C. Mas é importante destacar que a intensidade luminosa e o fotoperíodo, além do tipo de cultivar, podem interagir com a temperatura, o que torna difícil o estabelecimento de condições ideais de cultivo. Porém, essas condições proporcionarão maior fotossíntese líquida e adequada partição de matéria seca para os tubérculos. Entretanto, outros fatores do sistema de produção (ocorrência de doenças, disponibilidade hídrica, adubação, manejo da cultura, etc) interagem

com as condições ambientais determinando o crescimento da parte aérea e a produção de tubérculos pela planta (Fontes & Finger, 1999).

Aspectos dos fatores de manejo da cultura, como espaçamento apropriado, controle de plantas daninhas, de doenças e insetos pragas, adubação, preparo do solo, irrigação, entre outros, podem ser controlados pelo produtor. A combinação favorável dos fatores incontroláveis e controláveis, além de intensificar a taxa de tuberização, prolonga o ciclo vegetativo da planta, resultando em maiores produtividades. Existem estudos sobre o desenvolvimento da batata, em função de alguns desses fatores e de suas complexas inter-relações, que constituem modelagens através de programas de computador de caráter dinâmico e, na maioria das vezes, bastante específicos e extremamente úteis para propor situações simuladas (Ingram & McCloud, 1984).

A produtividade das lavouras de batata no Brasil está muito aquém das produtividades obtidas em outras partes do mundo. Isso se deve a diversos fatores de ordem fitotécnica, porém o uso de cultivares, em sua maioria introduzidas de países de clima temperado, ocupando grande parte da área cultivada no Brasil, tem contribuído para restringir o número de cultivares disponibilizadas aos produtores brasileiros, muitas destas com baixa adaptabilidade às condições ambientais dos trópicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos. Os dois primeiros foram conduzidos na safra de inverno de 2002, com o objetivo de realizar estudos preliminares sobre a duração do ciclo vegetativo e características de produção da batata. O terceiro experimento foi conduzido na safra de inverno de 2003, com o intuito de realizar estudos mais detalhados sobre a relação entre a duração do ciclo vegetativo e o potencial produtivo da batata.

3.1 Experimentos da Safra de Inverno de 2002

3.1.1 Material Experimental

Os materiais genéticos utilizados para a instalação dos dois experimentos consistiram de 116 clones, escolhidos aleatoriamente de um conjunto de clones que foram previamente selecionados para resistência à pinta-preta causada por *Alternaria solani*, caracteres de produção e peso específico de tubérculos, obtidos por Martins (1995). As testemunhas incluídas neste estudo foram as cultivares Achat, Asterix, Atlantic, Jaette-Bintje e Monalisa.

3.1.2 Delineamento e Condução dos Experimentos

Os tubérculos-semente foram obtidos do cultivo da safra de inverno de 2001, na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, e ficaram conservados em câmara frigorífica a 4°C e 85% de umidade relativa até dois meses antes da instalação dos experimentos, quando foram colocados em condição ambiente para induzir a brotação espontânea dos tubérculos. Os

tubérculos-semente das cinco cultivares testemunhas incluídas no estudo foram obtidos junto a produtores de batata-semente da região sul do estado de Minas Gerais. Atentou-se para o uso, sempre que possível, de tubérculos-semente de tamanho e brotação uniformes, para minimizar a contribuição desses fatores no erro experimental.

Os dois experimentos foram instalados lado a lado na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, localizada a 21°14' de latitude sul, 40°17' de longitude oeste e a uma altitude de 918m, no município de Lavras - MG. Os experimentos foram conduzidos durante a safra de inverno (no período de maio a agosto de 2002).

O solo foi preparado através de aração e gradagem, após o que a área foi sulcada, colocando-se nos sulcos de plantio adubação correspondente a 3.000kg ha⁻¹ do formulado comercial 4-14-8 (N, P₂O₅, K₂O), momentos antes do plantio. No sulco de plantio foi feita também a aplicação de 13kg ha⁻¹ do inseticida granulado sistêmico Aldicarb. Aos 40 dias após o plantio, na ocasião da amontoa, foi realizada uma adubação de cobertura com 300kg ha⁻¹ do formulado comercial 20-00-20 (N, P₂O₅, K₂O).

As medidas de controle de plantas daninhas, insetos pragas, doenças e demais tratos culturais foram realizadas conforme as normalmente empregadas para a produção comercial de batata da região sul do estado de Minas Gerais. As irrigações obedeceram a um turno de rega semanal desde o plantio, sendo suspensas uma semana antes da colheita dos experimentos.

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o látice quadrado triplo, com parcelas constituídas de cinco plantas espaçadas de 0,30m entre plantas x 0,80m entre linhas.

Os dois experimentos se diferenciaram unicamente na época de realização da colheita. No experimento I foi feita a morte das ramas, com aplicação do dessecante Paraquat, aos 80 dias após o plantio (DAP), aqui

referido como experimento de colheita antecipada. No experimento II as plantas ficaram vegetando até o final de seu ciclo vegetativo, sendo referido como experimento de colheita normal.

3.1.3 Características Avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Ciclo vegetativo: número de dias do plantio à senescência natural da parte aérea, considerando a data quando 50% das plantas estavam em completa senescência;

b) Produção de tubérculos (g planta^{-1}): produção total de tubérculos dividida pelo número de plantas da parcela;

c) Porcentagem de tubérculos graúdos: produção de tubérculos graúdos (com diâmetro transversal igual ou maior que 45mm) dividida pela produção total de tubérculos;

d) Peso específico de tubérculos: obtido com balança hidrostática, em que são mensurados os pesos no ar e na água, e estimado pela expressão:

$$\text{Peso específico de tubérculos} = \frac{\text{Peso no ar}}{(\text{Peso no ar} - \text{Peso na água})}$$

e) Taxa de tuberização ($\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$): para a colheita antecipada dividiu-se a produção de tubérculos por planta por 40 dias, sendo que estes 40 dias correspondem, em média, ao período entre o início da tuberização e a realização da colheita antecipada aos 80 DAP. Na colheita normal dividiu-se o incremento na produção de tubérculos por planta, entre as duas épocas de colheita, pelo número de dias entre a colheita antecipada e o final do ciclo vegetativo de cada clone.

3.1.4 Análises Estatísticas e Genéticas

Preliminarmente, os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância com base no modelo estatístico para o delineamento em látice. Devido à pouca eficiência encontrada para o delineamento em látice para todas as características avaliadas, optou-se por realizar a análise de variância considerando o modelo estatístico para o delineamento em blocos casualizados (Steel & Torrie, 1980; Ramalho et al., 2000).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + r_j + e_{(ij)}$$

em que:

Y_{ij} : é o valor observado referente ao genótipo i dentro da repetição j ;

μ : é o efeito fixo da média geral do experimento;

t_i : é o efeito aleatório do genótipo i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 121$);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2$ e 3);

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o genótipo i dentro da repetição j , assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

A partir daí, aplicando modelo estatístico apropriado, realizou-se a análise de variância conjunta do experimento I (colheita antecipada) com o experimento II (colheita normal) (Steel & Torrie, 1980; Ramalho et al., 2000).

Para a análise de variância conjunta foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_{j(k)} + b_k + (t b)_{ik} + e_{ij(k)}$$

em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente ao genótipo i na época de colheita k dentro da repetição j ;

μ : é o efeito fixo da média geral do ensaio;

t_i : é o efeito aleatório do genótipo i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 121$);

$r_{j(k)}$: é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2$ e 3), dentro da época de colheita k ;

b_k : é o efeito fixo da época de colheita k , sendo ($k = 1$ e 2);

$(tb)_{ik}$: é o efeito da interação do genótipo i com a época de colheita k ;

$e_{ij(k)}$: é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j dentro da época de colheita k , assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Para a comparação entre as médias dos tratamentos foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Scott & Knott (1974), que não apresenta ambigüidade (Ferreira et al., 1999).

A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, foram estimadas as variâncias genéticas (σ_G^2), fenotípicas ($\sigma_G^2 + \sigma_e^2$) e ambientais (σ_e^2).

A herdabilidade no sentido amplo para cada característica foi estimada de acordo com o procedimento apresentado por Venkovsky & Barriga (1992), através da seguinte expressão:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_e^2 + \sigma_G^2} \cdot 100$$

Os coeficientes de variação genético, ambiental e o índice *b* (relação CV_G/CV_e) para as características avaliadas foram estimados a partir das seguintes expressões:

$$CV_G (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{\mu} \cdot 100$$

$$CV_e (\%) = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\mu} \cdot 100$$

$$b = \frac{CV_G}{CV_e}$$

em que:

CV_G : é o coeficiente de variação genético em porcentagem;

CV_e : é o coeficiente de variação ambiental em porcentagem;

μ : é a média geral do ensaio.

As estimativas de correlação fenotípica entre as características foram obtidas de acordo com a expressão apresentada por Cruz & Regazzi (2001):

$$r_{Fxy} = \frac{PMC_{xy}}{\sqrt{\sigma_{F_x}^2 \cdot \sigma_{F_y}^2}}$$

em que:

r_{Fxy} : é o coeficiente de correlação fenotípica entre as características x e y;

PMC_{xy} : é o produto médio para clone nas características x e y;

$\sigma_{F_x}^2$: é a variância fenotípica da característica x;

$\sigma_{F_y}^2$: é a variância fenotípica da característica y.

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica foi verificada pela aplicação do teste de t, através do qual a hipótese de nulidade ($H_0: \rho = 0$) dos coeficientes é testada.

As análises de variância foram realizadas utilizando os programas computacionais MSTAT-C, SISVAR e GENES, sendo que os parâmetros genéticos foram estimados pelo programa computacional GENES.

3.2 Experimento da Safra de Inverno de 2003

3.2.1 Material Experimental

Os materiais genéticos utilizados para a instalação desse experimento constituíram de 14 clones selecionados dos experimentos anteriores, tidos como de ciclo vegetativo precoce e tardio. Além destes, foram incluídos mais seis clones do programa de melhoramento genético de batata da UFLA por apresentarem reconhecidamente ciclo vegetativo precoce e tardio, sendo três de cada grupo. As testemunhas foram as cultivares Achat, Asterix e Monalisa.

3.2.2 Delineamento e Condução do Experimento

Os tubérculos-semente utilizados no experimento foram obtidos do cultivo da safra de inverno de 2002, na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, seguindo os mesmos procedimentos descritos no item 3.1.2.

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA e conduzido durante a safra de inverno (no período de maio a outubro de 2003), utilizando as mesmas práticas culturais descritas no item 3.1.2.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições e duas plantas por parcela, espaçadas de 0,30m entre plantas x 0,80m entre linhas.

Os tratamentos primários, ou seja, os que estão nas parcelas, constituíram quatro épocas de colheitas, realizadas aos 58, 83, 108 e 133 DAP. Os materiais genéticos foram considerados os tratamentos secundários, estando contidos nas subparcelas.

3.2.3 Características Avaliadas

Além das características estudadas nos experimentos anteriores, foram também avaliadas as seguintes características:

- a) Número total de tubérculos por planta: número total de tubérculos dividido pelo número de plantas da parcela;
- b) Peso médio de tubérculos (g): produção total de tubérculos dividida pelo número de tubérculos da parcela;
- c) Produção de tubérculos graúdos (g planta^{-1}): produção de tubérculos graúdos dividida pelo número de plantas da parcela;
- d) Peso médio dos tubérculos graúdos (g): produção de tubérculos graúdos dividida pelo número de tubérculos graúdos da parcela;
- e) Porcentagem de matéria seca dos tubérculos: obtida com base no peso fresco e no peso seco de uma amostra de quatro tubérculos, através da simples relação entre massas;
- f) Matéria seca da parte aérea (g planta^{-1}): obtida do total de folhas e

hastes encontradas na parcela, sendo colocada para secar em estufa a 60°C com fluxo de ar forçado; a matéria seca resultante foi dividida pelo número de plantas da parcela;

g) Partição de matéria seca para os tubérculos (%): é a relação entre a matéria seca particionada para os tubérculos e a matéria seca total da planta;

h) Taxa de tuberização ($\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$): para cada época de colheita, foi estimada dividindo-se o incremento na produção de tubérculos por planta pelo número de dias do período considerado, ou seja, por 18 dias (colheita aos 58 DAP), 25 dias (colheita aos 83 e 108 DAP) ou pelo número de dias entre a colheita aos 108 DAP e o final do ciclo vegetativo de cada clone.

3.2.4 Análises Estatísticas e Genéticas

De posse dos dados das quatro épocas de colheitas, procedeu-se a análise de variância para cada característica, com base no modelo estatístico para o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas (Kempthorne, 1952; Hicks, 1973; Steel et al., 1997; Pimentel-Gomes, 2000).

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + e_{(ij)} + b_k + (tb)_{ik} + e_{(ijk)}$$

em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à época de colheita i dentro da repetição j , no genótipo k ;

μ : é o efeito fixo da média geral do experimento;

t_i : é o efeito fixo da época de colheita i , sendo ($i = 58, 83, 108$ e 133 DAP);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2, 3$ e 4);

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu a época de colheita i dentro da repetição j , assumindo-se que os erros são

independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

b_k : é o efeito aleatório do genótipo k, sendo ($k = 1, 2, \dots, 23$);

$(t b)_{ik}$: é o efeito da interação da época de colheita i com o genótipo k;

$e_{(ij)k}$: é o efeito aleatório do erro experimental da subparcela que recebeu a época de colheita i no genótipo k dentro da repetição j, assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Com base na duração do ciclo vegetativo foram selecionados dez clones, sendo cinco de ciclo vegetativo precoce e cinco de ciclo vegetativo tardio. Aplicando modelo estatístico apropriado, realizou-se a análise de variância considerando o desdobramento dos clones nos dois grupos de acordo com a duração do ciclo vegetativo (Ramalho et al., 2000).

Para a análise de variância foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk(s)} = \mu + t_i + r_j + e_{(ij)} + b_{k(s)} + h_s + (t b)_{ik(s)} + (t h)_{is} + e_{(ijk s)}$$

em que:

$Y_{ijk(s)}$: é o valor observado referente à época de colheita i na repetição j e no genótipo k dentro do grupo s;

μ : é o efeito fixo da média geral do experimento;

t_i : é o efeito fixo da época de colheita i, sendo ($i = 58, 83, 108$ e 133 DAP);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j, sendo ($j = 1, 2, 3$ e 4);

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu a época de colheita i dentro da repetição j, assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

$b_{k(s)}$: é o efeito aleatório do genótipo k, sendo ($k = 1, 2, 3, 4$ e 5), dentro do grupo s;

h_s : é o efeito fixo do grupo s , sendo ($s = 1 =$ precoce e $s = 2 =$ tardio);

$(t b)_{ik(s)}$: é o efeito da interação da época de colheita i com o genótipo k dentro do grupo s ;

$(t h)_{is}$: é o efeito da interação da época de colheita i com o grupo s ;

$e_{(ijk s)}$: é o efeito aleatório do erro experimental da subparcela que recebeu a época de colheita i no genótipo k do grupo s dentro da repetição j , assumindo-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

Para a comparação entre as médias dos tratamentos foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Scott & Knott (1974).

Foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: herdabilidade no sentido amplo, coeficientes de variação genético e ambiental, índice b (relação CV_G/CV_e) e correlação fenotípica, para as características avaliadas, de acordo com as expressões descritas no item 3.1.4.

As análises de variância foram realizadas utilizando os programas computacionais SISVAR e GENES, sendo que os parâmetros genéticos foram estimados pelo programa computacional GENES.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos da Safra de Inverno de 2002

Em todas as características estudadas no experimento de colheita antecipada, os clones apresentaram diferenças significativas no nível de 1% de probabilidade (Tabela 1), evidenciando a existência de variabilidade entre os materiais genéticos estudados.

Quanto às médias encontradas para cada característica, estas foram de 546,21g planta⁻¹ para a produção de tubérculos, 44,41% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 1,0667 para o peso específico de tubérculos e de 13,66g planta⁻¹ dia⁻¹ para a taxa de tuberização (Tabela 1). Essas médias são consideradas relativamente baixas, e podem ser atribuídas em parte à colheita antecipada, uma vez que nesta ocasião nenhum clone havia completado seu ciclo vegetativo. Fontes & Guglielmelli Filho (1978) e Fontes et al. (1978) também verificaram baixas médias para as características de produção quando se realizou a colheita antecipada.

É conveniente fazer uma ressalva a respeito da taxa de tuberização, que embora aparentemente mostre média baixa, provavelmente é condizente com a fase quase linear de enchimento dos tubérculos até 80 DAP, conforme descrito em detalhes por Costa & Lopes (1981).

Destaque especial deve ser dado ao peso específico de tubérculos, que apresentou média de 1,0667, considerada baixa em relação aos valores desejados para a boa qualidade de fritura dos tubérculos. Com este resultado pode-se inferir que, embora a colheita antecipada seja uma prática comum entre os produtores de batata-semente, visando controlar o tamanho dos tubérculos-semente e a possível translocação de viroses das folhas para os tubérculos, ela não deve ser realizada em cultivos destinados ao consumo, uma vez que a

qualidade dos tubérculos pode ser comprometida.

Os coeficientes de variação ambiental ficaram entre 0,47%, obtido para o peso específico de tubérculos, e 33,03%, para a porcentagem de tubérculos graúdos (Tabela 1). De acordo com Vermeer (1990), estimativas de coeficiente de variação ambiental acima de 30% são comuns na cultura da batata, principalmente para as características ligadas à produção, como é o caso da porcentagem de tubérculos graúdos.

Quanto aos parâmetros genéticos estimados, a herdabilidade no sentido amplo apresentou valores altos para todas as características e variou de 70,11% a 78,63% para a taxa de tuberização e o peso específico de tubérculos, respectivamente. A relação CV_G/CV_e apresentou valores acima da unidade para a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos, indicando uma situação favorável para a seleção de clones com base nestas características (Vencovsky & Barriga, 1992).

TABELA 1. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização no experimento com colheita antecipada. Lavras, 2002.

FV	GL	Quadrado médio			
		Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos (x 10 ⁻⁴)	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Clones	120	69871,29**	1002,00**	1,17**	43,67**
Resíduo	240	20880,22	215,11	0,25	13,05
Média		546,21	44,41	1,0667	13,66
CV _e (%)		26,46	33,03	0,47	24,65
σ^2_F		23290,43	334,00	0,000039	14,56
σ^2_G		16330,36	262,30	0,000031	10,21
h ² _a (%)		70,12	78,53	78,63	70,11
CV _G (%)		23,40	36,47	0,52	21,80
CV _G /CV _e		0,88	1,10	1,11	0,88

** Significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias da produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização, considerando os dez clones mais precoces, os dez clones mais tardios e as cinco cultivares testemunhas, no experimento de colheita antecipada.

Observa-se uma tendência de os clones mais tardios apresentarem médias mais altas em relação aos clones mais precoces nas quatro características estudadas (Tabela 2).

De maneira geral, esta superioridade foi de aproximadamente 71% para a produção de tubérculos, 80% para a porcentagem de tubérculos graúdos e 71% para a taxa de tuberização. Griffith et al. (1984) verificaram que ao final do ciclo vegetativo as cultivares tardias foram mais produtivas em comparação com as precoces.

Para o peso específico de tubérculos, a diferença entre os genótipos de cada ciclo, embora pareça ser pequena, apresentando o valor de 0,004, corresponde ao aumento de quase 1% no rendimento dos tubérculos no processo de fritura, além de absorver menor quantidade de óleo (Smith, 1975).

A taxa de tuberização pode ser considerada um dos principais fatores determinantes do potencial produtivo dos genótipos de batata, fazendo com que os clones mais tardios apresentassem maior produção de tubérculos e maior porcentagem de tubérculos graúdos após um período relativamente curto de tuberização, compreendido, aproximadamente, entre 40 e 80 DAP. Segundo Ahmed & Sagar (1981), a taxa de tuberização e a duração do período total de enchimento dos tubérculos são os fatores responsáveis pela maior produção.

A maioria das cultivares testemunhas apresentou médias muito semelhantes às encontradas para o grupo de clones de ciclo mais tardio, em todas as características estudadas, ficando a exceção por conta da cultivar Atlantic, que apresentou médias mais parecidas com as do grupo de clones de ciclo mais precoce.

TABELA 2. Médias para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização, para os dez clones mais precoces e os dez clones mais tardios e das cinco cultivares testemunhas na colheita antecipada. Lavras, 2002.

Genótipo	Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Clones mais precoces				
PRM-116	105,00 a*	0,00 a	1,0580 a	2,63 a
PRM-363	307,00 a	0,00 a	1,0576 a	7,68 a
PRM-159	374,33 a	39,30 b	1,0699 c	9,36 a
PRM-330	378,33 a	22,60 a	1,0673 b	9,46 a
PRM-105	500,00 b	43,97 c	1,0633 b	12,50 b
PRM-051	423,33 b	28,60 b	1,0711 c	10,58 b
PRM-530	333,33 a	43,17 c	1,0740 d	8,33 a
PRM-433	538,33 b	43,27 c	1,0643 b	13,46 b
PRM-110	256,00 a	7,20 a	1,0609 a	6,40 a
PRM-204	446,67 b	42,60 c	1,0589 a	11,17 b
Média	366,23	27,07	1,0645	9,16
Clones mais tardios				
PRM-149	417,67 b	36,10 b	1,0640 b	10,44 b
PRM-223	830,00 c	58,93 c	1,0715 c	20,75 c
PRM-322	791,67 c	57,50 c	1,0713 c	19,79 c
PRM-002	483,33 b	58,23 c	1,0684 c	12,08 b
PRM-143	408,33 b	25,83 b	1,0585 a	10,21 b
PRM-426	590,00 c	21,50 a	1,0740 d	14,75 c
PRM-480	656,67 c	76,50 c	1,0684 c	16,42 c
PRM-178	571,67 c	40,63 b	1,0689 c	14,29 c
PRM-369	876,67 c	60,13 c	1,0642 b	21,92 c
PRM-167	643,33 c	50,73 c	1,0752 d	16,08 c
Média	626,93	48,61	1,0684	15,67
Cultivares				
Achat	522,00 b	48,77 c	1,0588 a	13,05 b
Asterix	770,00 c	55,67 c	1,0668 b	19,25 c
Atlantic	272,00 a	35,97 b	1,0752 d	6,80 a
Jaette-Bintje	610,00 c	53,97 c	1,0665 b	15,25 c
Monalisa	536,67 b	67,20 c	1,0560 a	13,42 b
Média	542,13	52,32	1,0647	13,55

* Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Na colheita realizada ao final do ciclo vegetativo, tratada aqui como colheita normal, também foram observadas diferenças significativas entre os clones, no nível de 1% de probabilidade, exceto para a taxa de tuberização, que foi não significativa (Tabela 3).

As médias para cada característica foram 563,86g planta⁻¹ para a produção de tubérculos, 51,39% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 1,0718 para o peso específico de tubérculos, 3,01g planta⁻¹ dia⁻¹ para a taxa de tuberização e 110,90 dias para o ciclo vegetativo (Tabela 3). A produção de tubérculos, a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos apresentaram médias relativamente baixas. Mais baixo ainda foi a média da taxa de tuberização. Isso pode ser atribuído ao decréscimo da taxa de enchimento dos tubérculos, que é característico no final do ciclo vegetativo da batata, conforme descrito por Costa & Lopes (1981). Quanto ao ciclo vegetativo, este se apresentou como intermediário para a média dos clones estudados.

A média relativamente baixa para o peso específico de tubérculos evidencia que no conjunto dos clones estudados são poucos os que apresentam médias altas para esta característica. Contudo, seu valor superou o da cultivar Monalisa, que é uma das mais utilizadas em todo o Brasil. A seleção de genótipos com alta porcentagem de matéria seca dos tubérculos seria dificultada, uma vez que a média está muito abaixo dos valores desejados para a boa qualidade de fritura, principalmente quanto ao uso na indústria, o qual, segundo Gould (1988), deve ser maior que 1,08.

Os coeficientes de variação ambiental para as características foram altos (Vermeer, 1990): 31,32% para a produção de tubérculos, 33,54% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 0,59% para o peso específico de tubérculos, 96,16% para a taxa de tuberização e 6,14% para o ciclo vegetativo (Tabela 3). O alto coeficiente de variação ambiental para a taxa de tuberização contribuiu para que o teste estatístico não detectasse diferença significativa entre os clones.

TABELA 3. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo no experimento com colheita normal. Lavras, 2002.

FV	GL	Quadrado médio				
		Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos (x 10 ⁻⁴)	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)	Ciclo vegetativo (dias)
Clones	120	121611,55**	1102,69**	1,38**	14,60 ^{ns}	112,63**
Resíduo	240	31181,23	297,09	0,40	14,88	46,38
Média		563,86	51,39	1,0718	3,01	110,90
CV _e (%)		31,32	33,54	0,59	96,16	6,14
σ^2_F		40537,18	367,56	0,000046	4,87	37,54
σ^2_G		30143,44	268,53	0,000033	0,00	22,08
h ² _a (%)		74,36	73,06	70,00	0,00	58,82
CV _G (%)		30,79	31,89	0,53	0,00	4,24
CV _G /CV _e		0,98	0,95	0,90	0,00	0,69

** Significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns} Não significativo.

De modo geral, os coeficientes de variação apresentaram acréscimo em seu valor para todas as características na colheita normal, o que pode ser, em parte, atribuído à maior incidência de apodrecimento dos tubérculos por fitopatógenos, particularmente a ocorrência de podridão mole dos tubérculos causada por *Erwinia* sp., verificada na ocasião da colheita e na tomada de dados pós-colheita.

A herdabilidade no sentido amplo apresentou valores de 74,36% para a produção de tubérculos, 73,06% para a porcentagem de tubérculos graúdos e 70,00% para o peso específico de tubérculos; estes valores são considerados altos. A taxa de tuberização apresentou herdabilidade nula, sendo um reflexo da grande variação ambiental encontrada para a característica. O ciclo vegetativo apresentou herdabilidade relativamente alta, de 58,82%. A relação CV_G/CV_e apresentou valores próximos da unidade para a produção de tubérculos, a

porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos, indicando uma situação favorável para a seleção de clones apoiada nestas características (Vencovsky & Barriga, 1992).

Na Tabela 4 são apresentadas as médias da produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo, considerando os dez clones mais precoces, os dez clones mais tardios e as cinco cultivares testemunhas na colheita normal.

Em média os clones mais tardios apresentaram 20 dias a mais no ciclo vegetativo em relação aos clones mais precoces. Dessa forma, semelhante ao experimento de colheita antecipada, observa-se uma tendência de os clones mais tardios apresentarem médias mais altas em relação aos clones mais precoces (Tabela 4).

Comparando os clones mais tardios com os mais precoces, verifica-se que os primeiros foram 187% mais produtivos, produziram 110% a mais na porcentagem de tubérculos graúdos e apresentaram taxa de tuberização 215% superior. A maior produção de tubérculos dos clones mais tardios pode ser atribuída à maior taxa de tuberização desses genótipos, aliada ao maior período disponível para o enchimento dos tubérculos.

Deve-se salientar, ainda, que os clones mais precoces já tinham praticamente encerrado o seu ciclo vegetativo por volta dos 80 DAP e, portanto, não acumularam mais matéria seca nos seus tubérculos a partir desse período.

Contudo, a comparação entre os clones mais precoces e os mais tardios ficou comprometida devido à grande influência da variação ambiental, sendo a estimativa do coeficiente de variação ambiental de 96,16%.

Para a média do peso específico de tubérculos (Tabela 4), a diferença entre os genótipos de cada ciclo foi marcante, sendo que o valor de 0,007 corresponde a um incremento no teor de matéria seca de quase 1,5%, segundo Schippers (1976).

TABELA 4. Médias para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo, para os dez clones mais precoces e os dez clones mais tardios e das cinco cultivares testemunhas na colheita normal. Lavras, 2002.

Genótipo	Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)	Ciclo vegetativo (dias)
Clones mais precoces					
PRM-116	133,33 a*	1,40 a	1,0580 a	3,90 a	92 a
PRM-363	181,00 a	28,73 b	1,0757 b	2,65 a	94 a
PRM-159	214,33 a	33,77 b	1,0746 b	0,91 a	96 a
PRM-330	193,33 a	13,13 a	1,0838 c	0,00 a	98 a
PRM-105	280,00 a	33,50 b	1,0686 a	0,00 a	100 a
PRM-051	346,67 a	29,10 b	1,0689 a	0,37 a	100 a
PRM-530	360,33 a	62,60 c	1,0670 a	3,24 a	101 a
PRM-433	516,67 a	47,50 b	1,0663 a	0,97 a	101 a
PRM-110	186,67 a	0,00 a	1,0609 a	1,55 a	102 a
PRM-204	278,33 a	37,17 b	1,0594 a	0,63 a	103 a
Média	269,07	28,69	1,0683	1,42	99
Clones mais tardios					
PRM-149	463,33 a	40,00 b	1,0719 a	3,17 a	121 b
PRM-223	1120,00 c	68,33 c	1,0713 a	7,23 a	120 b
PRM-322	903,33 c	64,20 c	1,0758 b	2,79 a	120 b
PRM-002	671,67 b	72,37 c	1,0723 b	4,63 a	120 b
PRM-143	436,67 a	51,50 c	1,0659 a	1,71 a	120 b
PRM-426	618,33 b	38,10 b	1,0853 c	3,50 a	119 b
PRM-480	750,00 b	69,80 c	1,0748 b	2,82 a	119 b
PRM-178	916,67 c	62,50 c	1,0757 b	8,85 a	118 b
PRM-369	961,67 c	63,67 c	1,0751 b	3,71 a	118 b
PRM-167	871,67 c	71,47 c	1,0827 c	6,38 a	118 b
Média	771,33	60,19	1,0751	4,48	119
Cultivares					
Achat	670,00 b	48,87 c	1,0660 a	4,19 a	113 b
Asterix	833,33 c	65,93 c	1,0775 b	2,22 a	116 b
Atlantic	389,00 a	23,27 a	1,0809 c	6,47 a	100 a
Jaette-Bintje	750,00 b	45,57 b	1,0750 b	6,16 a	111 b
Monalisa	651,67 b	72,97 c	1,0663 a	4,10 a	113 b
Média	658,80	51,32	1,0731	4,63	111

* Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Da mesma forma que na colheita antecipada, na colheita normal a maioria das cultivares testemunhas também apresentou médias parecidas com as encontradas para o grupo de clones de ciclo mais tardio, em todas as características estudadas. A exceção ficou por conta da cultivar Atlantic, que apresentou médias próximas dos clones de ciclo mais precoce.

O resumo das análises de variância conjunta dos experimentos de colheita antecipada e colheita normal é apresentado na Tabela 5. Observa-se a existência de diferenças estatísticas significativas entre os clones para as quatro características estudadas, evidenciando a presença de variabilidade genética. Quanto à fonte de variação colheitas, apenas não se verificou diferença significativa entre a colheita antecipada e a colheita normal para a produção de tubérculos, concordando em parte com os resultados obtidos por Silva et al. (2003). Isto mostra que a colheita antecipada não acarreta redução significativa no potencial produtivo da batata, conforme apregoado por Fontes et al. (1978), embora tenha sido verificada variação entre os clones testados. Na interação clones x colheitas verificaram-se diferenças estatísticas significativas para o peso específico de tubérculos, no nível de 5% de probabilidade, e para a taxa de tuburização, no nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F. Nas outras duas características a interação foi não significativa.

As médias estimadas foram de 555,04g planta⁻¹ para a produção de tubérculos, 47,90% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 1,0693 para o peso específico de tubérculos e 9,33g planta⁻¹ dia⁻¹ para a taxa de tuburização (Tabela 5).

Os coeficientes de variação ambiental foram de 29,07% para a produção de tubérculos, 33,41% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 0,53% para o peso específico de tubérculos e 40,04% para a taxa de tuburização (Tabela 5). O alto coeficiente de variação ambiental encontrado para a taxa de tuburização pode ser devido, principalmente, à imprecisão dos dados obtidos na colheita

normal, o que demonstra a dificuldade de se trabalhar com esta característica.

A herdabilidade no sentido amplo apresentou valores de 85,79% para a produção de tubérculos, 90,60% para a porcentagem de tubérculos graúdos e 82,24% para o peso específico de tubérculos, todos considerados valores altos (Tabela 5). Apenas a taxa de tuberização apresentou herdabilidade baixa, 7,94%, valor que pode ser considerado um reflexo da grande variação ambiental, influenciando a expressão dessa característica. A relação CV_G/CV_e apresentou valores muito próximos da unidade para a produção de tubérculos e o peso específico de tubérculos, chegando a superar a unidade para a porcentagem de tubérculos graúdos. Isso indica uma situação favorável para a seleção de clones baseada nestas características (Vencovsky & Barriga, 1992). A taxa de tuberização apresentou uma relação CV_G/CV_e muito baixa, o que dificulta a seleção para a característica.

TABELA 5. Resumo das análises de variância conjunta para produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização. Lavras, 2002.

FV	GL	Quadrado médio			
		Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos (x 10 ⁻⁴)	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Clones	120	167660,52**	1923,88**	2,16**	30,34**
Colheitas	1	56542,22 ^{ns}	8859,93**	47,69**	20566,81**
Clones x Colheitas	120	23822,33 ^{ns}	180,81 ^{ns}	0,40*	27,93**
Resíduo	480	26030,72	256,10	0,32	13,97
Média		555,04	47,90	1,0693	9,33
CV_e (%)		29,07	33,41	0,53	40,04
σ^2_G		23973,03	290,51	0,00003	0,40
h^2_a (%)		85,79	90,60	82,24	7,94
CV_G (%)		27,90	35,58	0,51	6,79
CV_G/CV_e		0,96	1,07	0,96	0,17

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; ^{ns} Não significativo.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias da produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização para a colheita antecipada e para a colheita normal. Nota-se que para a produção de tubérculos não houve diferença significativa entre as épocas de colheita. Porém, quando se comparam os clones mais precoces e os mais tardios nas duas épocas de colheita (Tabelas 2 e 4), nota-se que enquanto os clones mais precoces tiveram redução de 27% na produção de tubérculos, passando de 366,23 para 269,07g planta⁻¹, os clones mais tardios tiveram incremento de 23%, aumentando a produção de tubérculos de 626,93 para 771,33g planta⁻¹.

A redução na produção de tubérculos dos clones mais precoces pode ser explicada pela permanência dos tubérculos no campo por um longo período, mesmo após ter completado a sua maturação fisiológica. Esta permanência no campo ocorreu em função de o experimento II ter sido colhido apenas depois que todos os clones (precoces e tardios) estavam com a parte aérea completamente seca. Assim, para os clones mais precoces ocorreram perdas devido ao processo de respiração dos tubérculos e também por podridão mole. Por outro lado, as plantas dos clones mais tardios ainda estavam fotossinteticamente ativas, dada a maior longevidade das folhas (Kooman & Rabbinge, 1996), portanto ainda acumulando matéria seca nos tubérculos.

Para a porcentagem de tubérculos graúdos e o peso específico de tubérculos as médias foram estatisticamente diferentes e maiores para a colheita normal. Este resultado demonstra, mais uma vez, que ocorre acúmulo de matéria seca nos tubérculos mesmo após a fase linear de enchimento dos mesmos, embora seja evidente a ocorrência de menor taxa de tuberização na fase final do ciclo vegetativo (Costa & Lopes, 1981).

Considerando os clones mais precoces e os mais tardios (Tabela 2 e 4), nota-se que a porcentagem de tubérculos graúdos se manteve praticamente inalterada para os clones mais precoces da colheita antecipada para a colheita

normal (27,07% vs. 28,69%) enquanto aumentou de 48,61% para 60,19% nos clones mais tardios.

No caso do peso específico de tubérculos o aumento da colheita antecipada para a colheita normal foi mais marcante para os clones mais tardios (1,0684 vs. 1,0751) do que para os clones mais precoces (1,0645 vs. 1,0683), conforme apresentado nas Tabelas 2 e 4.

Também no caso da taxa de tuberização, os clones mais tardios ainda mantiveram, na colheita normal, cerca de 29% do valor encontrado na colheita antecipada, enquanto, para os clones mais precoces, esse valor foi de apenas 15% (Tabelas 2 e 4). Verifica-se também que alguns clones mais precoces tiveram taxa de tuberização nula ou muito baixa na colheita normal, indicando a paralisação do acúmulo de matéria seca nos tubérculos (Tabela 4). Por outro lado, os clones mais tardios ainda apresentavam, na colheita normal, cerca de 50% da taxa de tuberização dos clones mais precoces na colheita antecipada (4,48 vs. 9,16g planta⁻¹ dia⁻¹), conforme apresentado nas Tabelas 2 e 4. Isto pode ser atribuído ao fato de que os clones com ciclo vegetativo mais longo apresentam maior longevidade das folhas fotossinteticamente ativas, conforme verificado por Kooman & Rabbinge (1996).

TABELA 6. Médias da produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos e taxa de tuberização, para a colheita antecipada e para a colheita normal. Lavras, 2002.

Colheita	Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Antecipada	546,21 a*	44,41 a	1,0667 a	13,66 b
Normal	563,86 a	51,39 b	1,0718 b	3,01 a

* Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Os coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo para a colheita antecipada estão apresentados na Tabela 7, e para a colheita normal, na Tabela 8. As estimativas evidenciam que existe uma importante associação entre a produção de tubérculos e a taxa de tuberização, principalmente na colheita antecipada. Assim, como em termos médios a taxa de tuberização apresentou uma herdabilidade bem menor que a produção de tubérculos (Tabela 5), é conveniente que a seleção de clones seja praticada na última característica.

TABELA 7. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo, para a colheita antecipada. Lavras, 2002.

	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)	Ciclo vegetativo (dias)
Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	0,58**	0,03 ^{ns}	1,00**	0,49**
% de tubérculos graúdos		-0,11 ^{ns}	0,58**	0,39**
Peso específico de tubérculos			0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)				0,49**

** Significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste de t; ^{ns} Não significativo.

TABELA 8. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, taxa de tuberização e ciclo vegetativo, para a colheita normal. Lavras, 2002.

	% de tubérculos graúdos	Peso específico de tubérculos	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)	Ciclo vegetativo (dias)
Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	0,63**	0,10 ^{ns}	0,57**	0,64**
% de tubérculos graúdos		-0,09 ^{ns}	0,22*	0,56**
Peso específico de tubérculos			0,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)				0,27**

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t; ^{ns} Não significativo.

A produção de tubérculos e o ciclo vegetativo apresentaram correlação significativa nas duas épocas de colheita (Tabela 7 e 8), com aumento considerável no valor do coeficiente da colheita antecipada para a colheita normal. Isto era esperado, uma vez que os clones mais tardios apresentam incrementos na produção de tubérculos por um período mais longo que os clones mais precoces. O peso específico de tubérculos não apresentou associação com nenhuma característica, demonstrando a independência do seu controle genético. Tal acontecimento pode facilitar a seleção de clones produtivos e com boa qualidade para a fritura.

4.2 Experimento da Safra de Inverno de 2003

O resumo das análises de variância para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos, taxa de tuberização, produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos nas quatro épocas de colheitas está nas Tabelas 9 e 1A.

Para a fonte de variação colheitas, todas as características apresentaram diferenças significativas no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F (Tabela 9 e 1A). Isto evidencia as alterações ocorridas nas diversas fases do ciclo vegetativo da planta e mostra que o seu desenvolvimento é um processo dinâmico. As mudanças ocorridas durante o desenvolvimento da planta, quando quantificadas em diferentes épocas de colheitas, permite o estudo mais detalhado dos fatores que levam a uma dada produção final (Van Heemst, 1986).

Exceto para a taxa de tuberização, nas outras características os clones apresentaram diferenças significativas no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F, evidenciando a existência de variabilidade genética (Tabela 9 e 1A).

A interação colheitas x clones não foi significativa apenas para o peso médio de tubérculos (Tabela 9 e 1A).

As médias foram de 986,89g planta⁻¹ para a produção de tubérculos, 51,91% para a porcentagem de tubérculos graúdos, 1,0727 para o peso específico de tubérculos, 13,30 para o número total de tubérculos por planta, 75,29g para o peso médio de tubérculos, 18,36% para a porcentagem de matéria seca dos tubérculos, 38,79g planta⁻¹ para a matéria seca da parte aérea, 79,36% para a partição de matéria seca para os tubérculos, 17,70g planta⁻¹ dia⁻¹ para a taxa de tuberização, 648,48g planta⁻¹ para a produção de tubérculos graúdos e 98,92g para o peso médio dos tubérculos graúdos (Tabela 9 e 1A).

TABELA 9. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos e taxa de tuberização. Lavras, 2003.

FV	GL	Quadrado Médio								
		Produção de tubér. (g planta ⁻¹)	% de tubér. graúdos	Peso específico de tubér. (x 10 ⁻⁴)	Nº total de tubér./planta	Peso médio de tubér. (g)	% de MS dos tubér.	MS da parte aérea (g planta ⁻¹)	Partição de MS para os tubér. (%)	Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Colheitas	3	17474002,21**	112389,05**	54,67**	308,04**	72248,63**	117,52**	5047,05**	12018,01**	3093,44**
Resíduo a	9	127810,13	518,90	1,12	15,95	1122,64	6,26	206,48	37,01	329,25
Clones	22	1245069,02**	939,89**	6,52**	128,44**	2440,35**	43,26**	4250,01**	203,27**	702,99 ^{ns}
Colheitas x Clones	66	223538,05**	263,78*	0,41**	28,59**	455,77 ^{ns}	4,11**	283,39**	41,78**	526,54**
Resíduo b	264	100092,24	172,41	0,20	15,91	374,56	1,42	162,88	26,48	240,87
Média		986,89	51,91	1,0727	13,30	75,29	18,36	38,79	79,36	17,70
CV _e (%) Colheitas		36,23	43,89	0,99	30,04	44,50	13,63	37,04	7,67	102,52
CV _e (%) Clones		32,06	25,30	0,41	30,00	25,71	6,48	32,90	6,48	87,69
h ² _a (%)		82,05	71,94	93,78	77,74	81,32	90,50	93,33	79,45	25,10
CV _G (%)		25,60	12,52	0,58	18,79	14,79	8,52	40,59	4,00	18,76
CV _G /CV _e Clones		0,80	0,50	1,39	0,63	0,58	1,31	1,23	0,62	0,21

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; ^{ns} Não significativo.

Quanto aos coeficientes de variação ambiental, estes foram sempre maiores para a época de colheita. Exceto para a taxa de tuberização, os coeficientes de variação estão dentro dos normalmente obtidos na cultura da batata (Vermeer, 1990).

A relação CV_g/CV_e apresentou valores acima da unidade para o peso específico de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos e matéria seca da parte aérea, o que, segundo Vencovsky & Barriga (1992), indica situação favorável para a seleção baseada nessas características (Tabela 9). Exceto a taxa de tuberização, que apresentou herdabilidade de 25,10% (Tabela 9), todas as demais características apresentaram valores acima de 70%.

Os coeficientes de correlação fenotípica entre todas as características estudadas para cada época de colheita estão nas Tabelas 10, 11, 12 e 13.

TABELA 10. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos (PT), peso específico de tubérculos (PET), número total de tubérculos por planta (NTP), peso médio de tubérculos (PMT), porcentagem de matéria seca dos tubérculos (%MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), partição de matéria seca para os tubérculos (PMST), taxa de tuberização (TXT) e ciclo vegetativo (CICLO), para a colheita aos 58 DAP. Lavras, 2003.

	PET	NTP	PMT	%MST	MSPA	PMST	TXT	CICLO
PT	-0,25 ^{ns}	0,81**	0,76**	-0,56**	0,59**	0,25 ^{ns}	1,00**	0,19 ^{ns}
PET		-0,08 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	0,77**	-0,04 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
NTP			0,25 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,52*	0,23 ^{ns}	0,81**	0,32 ^{ns}
PMT				-0,69**	0,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,76**	-0,11 ^{ns}
%MST					-0,21 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,56**	0,05 ^{ns}
MSPA						-0,60**	0,59**	0,60**
PMST							0,25 ^{ns}	-0,52*
TXT								0,19 ^{ns}

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t; ^{ns} Não significativo.

TABELA 11. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos (PT), porcentagem de tubérculos graúdos (%TG), produção de tubérculos graúdos (PTG), peso médio dos tubérculos graúdos (PMTG), peso específico de tubérculos (PET), número total de tubérculos por planta (NTP), peso médio de tubérculos (PMT), porcentagem de matéria seca dos tubérculos (%MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), partição de matéria seca para os tubérculos (PMST), taxa de tubérização (TXT) e ciclo vegetativo (CICLO), para a colheita aos 83 DAP. Lavras, 2003.

	%TG	PTG	PMTG	PET	NTP	PMT	%MST	MSPA	PMST	TXT	CICLO
PT	0,60**	0,93**	0,67**	0,09 ^{ns}	0,71**	0,63**	0,09 ^{ns}	0,84**	-0,16 ^{ns}	0,92**	0,49*
%TG		0,82**	0,65**	-0,16 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,78**	-0,13 ^{ns}	0,37 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,47*	0,32 ^{ns}
PTG			0,68**	-0,02 ^{ns}	0,50*	0,77**	-0,02 ^{ns}	0,71**	-0,12 ^{ns}	0,81**	0,46*
PMTG				-0,12 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,70**	0,02 ^{ns}	0,50*	-0,05 ^{ns}	0,60**	0,08 ^{ns}
PET					0,00 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,93**	0,12 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,09 ^{ns}
NTP						-0,07 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,74**	-0,28 ^{ns}	0,73**	0,55**
PMT							0,18 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,50*	0,09 ^{ns}
%MST								0,15 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,05 ^{ns}
MSPA									-0,56**	0,90**	0,63**
PMST										-0,31 ^{ns}	-0,35 ^{ns}
TXT											0,50*

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t. ^{ns} Não significativo.

TABELA 12. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos (PT), porcentagem de tubérculos (MSPA), produção de tubérculos graúdos (PTG), produção de tubérculos graúdos (PMTG), peso específico de tubérculos (PET), número total de tubérculos por planta (NTP), peso médio de tubérculos (MST), porcentagem de matéria seca dos tubérculos (%MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), partição de matéria seca para os tubérculos (PMST), taxa de tubérização (TXT) e ciclo vegetativo (CICLO), para a colheita aos 108 DAP. Lavras, 2003.

	%TG	PTG	PMTG	PET	NTP	PMT	%MST	MSPA	PMST	TXT	CICLO
PT	0,32 ^{ns}	0,94**	0,31 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,75**	0,32 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,87**	-0,05 ^{ns}	0,75**	0,56**
%TG		0,60**	0,72**	-0,01 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,71**	-0,05 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,41 ^{ns}
PTG			0,25 ^{ns}	0,57**	0,49*	0,20 ^{ns}	0,79**	-0,08 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,67**	0,56**
PMTG				-0,06 ^{ns}	0,63**	0,05 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,33 ^{ns}
PET					0,11 ^{ns}	0,96**	0,49*	0,14 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,33 ^{ns}
NTP						-0,35 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,63**	0,00 ^{ns}	0,65**	0,50*
PMT							0,13 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}
%MST								0,44*	0,14 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,28 ^{ns}
MSPA									-0,37 ^{ns}	0,61**	0,61**
PMST										-0,12 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
TXT											0,27 ^{ns}

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t; ^{ns} Não significativo.

TABELA 13. Coeficientes de correlação fenotípica entre a produção de tubérculos (PT), porcentagem de tubérculos (%TG), produção de tubérculos graus (PTG), peso médio dos tubérculos graus (PMTG), graus (%TG), produção de tubérculos (PET), número total de tubérculos por planta (NTP), peso específico de tubérculos (PET), porcentagem de matéria seca dos tubérculos (%MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), partição de matéria seca para os tubérculos (PMST), taxa de tuberculização (TXT) e ciclo vegetativo (CICLO), para a colheita aos 133 DAP. Lavras, 2003.

	%TG	PTG	PMTG	PET	NTP	PMT	%MST	MSPA	PMST	TXT	CICLO
PT	0,46*	0,98**	0,64**	0,30 ^{ns}	0,78**	0,35 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,79**	-0,24 ^{ns}	0,53**	0,66**
%TG		0,63**	0,44*	-0,13 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,66**	-0,08 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,41*	0,44*
PTG			0,65**	0,25 ^{ns}	0,69**	0,48*	0,30 ^{ns}	0,79**	-0,29 ^{ns}	0,57**	0,69**
PMTG				0,07 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,49*	0,29 ^{ns}	0,68**	-0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,42*
PET					0,16 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,92**	0,27 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,19 ^{ns}
NTP						-0,27 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,58**	-0,17 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,52*
PMT							0,22 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,21 ^{ns}
%MST								0,45*	-0,12 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,31 ^{ns}
MSPA									-0,72**	0,35 ^{ns}	0,80**
PMST										-0,06 ^{ns}	-0,68**
TXT											0,55**

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t; ^{ns} Não significativo.

Verificam-se altas associações entre a produção de tubérculos, matéria seca da parte aérea e taxa de tuberização nas quatro épocas de colheitas. Apenas a taxa de tuberização não apresentou correlação significativa com a matéria seca da parte aérea aos 133 DAP (Tabela 13). Isto era esperado, uma vez que, neste período, a senescência natural na maioria das plantas já tinha se completado.

O número total de tubérculos por planta apresentou correlação com a matéria seca da parte aérea nas quatro épocas de colheitas (Tabelas 10, 11, 12 e 13). Este resultado mostra que a parte aérea bem desenvolvida possibilita a formação de maior número de tubérculos, o que pode ser reflexo da presença de mais hastes na planta. Gutter (1978) descreve que o número de tubérculos formados é diretamente proporcional ao número de hastes da planta.

A matéria seca da parte aérea também se correlacionou com o ciclo vegetativo na mesma proporção até a colheita aos 108 DAP, e na colheita aos 133 DAP o coeficiente de correlação aumentou (Tabelas 10, 11, 12 e 13). Isto ocorreu porque os clones tardios ficam vegetando por mais tempo. Além disso, desde os primeiros estádios de desenvolvimento da planta o crescimento vegetativo foi maior nos clones com ciclo vegetativo mais longo. O crescimento vigoroso dos clones tardios, além de estar relacionado com maior capacidade fotossintética, também é importante para aumentar a remobilização de fotoassimilados aos tubérculos próximo do final do ciclo vegetativo (Gawronska et al., 1984).

O ciclo vegetativo correlacionou-se com a produção de tubérculos a partir da colheita aos 83 DAP, e o coeficiente de correlação foi aumentando de forma gradativa até a última colheita (Tabelas 10, 11, 12 e 13). Verifica-se, com estes resultados, que os clones tardios só não têm tendência de serem mais produtivos que os precoces até os 58 DAP (Tabela 10).

Foi constatada alta correlação entre o peso específico de tubérculos e a porcentagem de matéria seca dos tubérculos, concordando com Schippers

(1976). O peso específico de tubérculos é uma estimativa adimensional que vem sendo utilizada na seleção de clones com alta porcentagem de matéria seca dos tubérculos, por ser um método não destrutivo e de fácil mensuração. Porém, a alta correlação foi mais evidente a partir dos 83 DAP (Tabelas 10, 11, 12 e 13).

Na Tabela 14 estão as médias de todas as características para as quatro épocas de colheitas. A produção de tubérculos, de maneira geral, aumentou significativamente até a colheita aos 108 DAP; observa-se, ainda, que entre as colheitas realizadas aos 108 e 133 DAP não houve diferença estatística entre as médias de produção de tubérculos. Isso mostra que, a princípio, a colheita poderia ser antecipada para 108 DAP sem redução significativa na produção de tubérculos. Comportamento semelhante foi verificado para a porcentagem de tubérculos graúdos, a produção de tubérculos graúdos, o peso médio dos tubérculos graúdos e o peso médio de tubérculos. É importante destacar que até 58 DAP não houve a formação de tubérculos considerados graúdos, e cerca de 72% do número total de tubérculos por planta aos 133 DAP já estavam formados desde a colheita realizada aos 58 DAP, mostrando que o número de tubérculos é definido, em grande parte, nos estádios iniciais de crescimento da planta, estando de acordo com Gutter (1978) e Ahmed & Sagar (1981).

Quanto ao peso específico de tubérculos, este apresentou a maior média na colheita realizada aos 108 DAP (Tabela 14). Na colheita realizada aos 133 DAP houve redução no valor desta característica, que pode ser atribuída a perdas de matéria seca do tubérculo devido ao seu metabolismo. Verifica-se também que desde a colheita realizada aos 83 DAP seu valor correspondia a mais de 20% de matéria seca dos tubérculos (Schippers, 1976), demonstrando a boa qualidade para fritura. Comportamento semelhante foi observado para a porcentagem de matéria seca dos tubérculos, que apresenta alta correlação com o peso específico de tubérculos (Tabelas 11, 12 e 13). Assim, a colheita poderia ser antecipada para 83 DAP sem prejuízo para a qualidade dos tubérculos.

TABELA 14. Médias da produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, produção de tubérculos graúdos, peso médio dos tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos e taxa de tuberização, para as quatro épocas de colheitas. Lavras, 2003.

Característica	Época de Colheita			
	58 DAP	83 DAP	108 DAP	133 DAP
Produção de tubérculos (g planta ⁻¹)	380,46 a*	961,57 b	1272,51 c	1333,04 c
% de tubérculos graúdos	0,00 a	62,34 b	71,61 c	73,66 c
Produção de tubérculos graúdos (g planta ⁻¹)	0,00 a	640,14 b	941,27 c	1012,52 c
Peso médio dos tubérculos graúdos (g)	0,00 a	116,03 b	134,37 c	145,26 c
Peso específico de tubérculos	1,0619 a	1,0728 b	1,0798 c	1,0762 b
Nº total de tubérculos/planta	11,00 a	12,90 b	13,94 c	15,35 d
Peso médio de tubérculos (g)	35,30 a	76,92 b	97,54 c	91,40 c
% de matéria seca dos tubérculos	18,09 b	16,95 a	19,62 c	18,79 c
Matéria seca da parte aérea (g planta ⁻¹)	38,41 b	43,61 c	44,68 c	28,47 a
Partição de matéria seca para os tubérculos (%)	63,71 a	78,86 b	84,58 c	90,29 d
Taxa de tuberização (g planta ⁻¹ dia ⁻¹)	21,14 b	23,33 b	16,01 a	10,32 a

* Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

As médias para a matéria seca da parte aérea mostram que aos 58 DAP cerca de 86% da parte aérea já tinha se formado. O valor máximo ocorreu na colheita aos 108 DAP, embora não diferindo estatisticamente da média aos 83 DAP (Tabela 14).

Na colheita aos 133 DAP houve redução drástica na matéria seca da parte aérea da planta, que pode ser atribuída à senescência natural e à realocação de matéria seca para os tubérculos. Resultados semelhantes foram constatados por Kooman & Rabbinge (1996) através da aplicação da hipótese de auto-destruição para entender a fisiologia da planta de batata.

Na Tabela 14 também são apresentadas as médias da partição de matéria seca para os tubérculos nas quatro épocas de colheitas. Observa-se um aumento progressivo para o valor da característica, o que era esperado, uma vez que à medida que a planta se desenvolve, uma maior proporção de matéria seca é particionada para a formação de tubérculos em detrimento da parte aérea.

A taxa de tuberização apresentou duas fases bem distintas (Tabela 14). Foram encontrados valores mais altos para as colheitas realizadas aos 58 e 83 DAP e valores mais baixos para as colheitas realizadas aos 108 e 133 DAP. Isto evidencia que para a produção final, os primeiros 83 dias são mais importantes e correspondem ao período linear de enchimento dos tubérculos (Costa & Lopes, 1981).

Para melhor entender o crescimento e o desenvolvimento dos clones, bem como estabelecer suas relações com a duração do ciclo vegetativo, realizou-se a análise de variância para esta característica (Tabela 15).

Os clones foram classificados em oito grupos de acordo com o teste de Scott & Knott (1974), no nível de 5% de probabilidade. A duração do ciclo vegetativo variou de 99,8 até 128,5 dias (Tabela 16).

TABELA 15. Resumo da análise de variância para ciclo vegetativo. Lavras, 2003.

FV	GL	Quadrado Médio
Clones	22	366,16**
Resíduo	66	3,32
Média		112,39
CV _e (%)		1,62
σ^2_F		91,54
σ^2_G		90,71
h^2_a (%)		99,09
CV _G (%)		8,47
CV _G /CV _e		5,22

** Significativo no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 16. Médias da duração do ciclo vegetativo para os 20 clones e as três cultivares testemunhas. Lavras, 2003.

Clones	Dias
PRM-141	99,8 a*
CBM-6.21	101,8 a
PRM-530	102,0 a
CBM-16.15	103,8 b
PRM-250	104,0 b
PRM-084	105,3 c
PRM-433	105,3 c
PRM-245	105,5 c
PRM-105	106,8 c
CBM-16.16	108,5 d
PRM-322	114,8 e
PRM-080	119,3 f
CBM-2.27	119,5 f
CBM-7.12	119,8 f
PRM-223	122,3 g
PRM-002	123,0 g
PRM-369	123,3 g
PRM-426	124,8 g
PRM-167	128,5 h
CBM-9.10	128,5 h
Média	113,3
Cultivares	
Achat	105,3 c
Asterix	110,3 d
Monalisa	103,5 b
Média	106,4

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, considerando os cinco clones mais precoces e os cinco clones mais tardios, foram realizadas análises mais detalhadas.

O resumo das análises de variância para todas as características, considerando os clones agrupados em precoces e tardios de acordo com a duração do ciclo vegetativo, é apresentado nas Tabelas 17 e 2A.

Considerando a fonte de variação colheitas, todas as características apresentaram diferenças significativas no nível de 1% de probabilidade pelo teste de F (Tabela 17 e 2A), mostrando o dinamismo dos processos fisiológicos.

Entre os grupos não ocorreram diferenças significativas apenas para o peso médio de tubérculos e a porcentagem de matéria seca dos tubérculos.

Em média, os clones tardios apresentaram ciclo vegetativo cerca de 23 dias mais longo que os clones precoces (Tabela 18).

Em geral, os clones tardios foram 67% mais produtivos, produziram 12% a mais de tubérculos graúdos, produziram 52% a mais em número total de tubérculos por planta, as plantas apresentaram 110% a mais de matéria seca da parte aérea e foram superiores em 82% na taxa de tuberização (Tabela 18 e 3A).

Os clones precoces superaram os clones tardios apenas na partição de matéria seca para os tubérculos (80,17 vs. 75,22%), conforme apresentado nas Tabelas 18 e 3A. Entretanto, deve-se ressaltar que o conteúdo de matéria seca total das plantas dos clones tardios é bem superior ao das plantas dos clones precoces, significando que os clones tardios translocaram, proporcionalmente, uma maior quantidade de matéria seca para os tubérculos.

Embora os clones precoces tenham sido superiores aos tardios para o peso específico de tubérculos, essa diferença foi de apenas 0,002, que representa menos de 0,5% no teor de matéria seca dos tubérculos (Schippers, 1976).

Todas as características apresentaram diferenças significativas para clones dentro de grupos, demonstrando a existência de variabilidade genética entre os clones com a mesma duração do ciclo vegetativo (Tabela 17 e 2A).

TABELA 17. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos e taxa de tuberização considerando os clones agrupados em precoces e tardios. Lavras, 2003.

FV	GL	Quadrado Médio								
		Produção de tubér. (g planta ⁻¹)	% de tubér. graúdos	Peso específico de tubér. (x 10 ⁻⁴)	Nº total de tubér./planta	Peso médio de tubér. (g)	% de MS dos tubér.	MS da parte aérea (g planta ⁻¹)	Partição de MS para os tubér. (%)	Taxa de tuberização (g/planta/dia)
Colheitas	3	7522996,97**	49220,85**	28,44**	98,49**	35377,95**	65,67**	2385,47**	5641,05**	2067,28**
Resíduo a	9	74014,02	262,99	0,44	12,97	710,45	3,91	138,51	66,55	197,63
Grupos	1	9996000,40**	1346,53**	1,54**	1171,81**	93,79 ^{ns}	0,88 ^{ns}	41503,87**	981,64**	4182,03**
Clones/Grupos	8	1064349,22**	1066,20**	10,80**	107,05**	1245,49*	65,38**	2801,43**	247,53**	402,33**
Colheitas x Grupos	3	1173257,67**	164,92 ^{ns}	0,49 ^{ns}	72,16**	127,40 ^{ns}	2,89 ^{ns}	1093,69**	106,73*	345,38 ^{ns}
Colheitas x Clones/Grupos	24	172249,56*	256,24 ^{ns}	0,54**	24,59 ^{ns}	385,06 ^{ns}	5,25**	272,62 ^{ns}	64,95*	242,68*
Resíduo b	108	101146,07	194,87	0,20	15,78	494,76	1,51	198,50	36,47	149,79
CV _e (%) Colheitas		27,26	31,29	0,62	27,30	34,71	10,37	25,97	10,50	79,79
CV _e (%) Clones/Grupos		31,87	26,93	0,42	30,11	28,96	6,45	31,08	7,77	69,46

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; ^{ns} Não significativo.

TABELA 18. Médias do ciclo vegetativo, produção de tubérculos, porcentagem de tubérculos graúdos, peso específico de tubérculos, número total de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos e taxa de tuberização para os clones precoces e tardios. Lavras, 2003.

Clone	Ciclo veget. (dias)	Produção de tubér. (g planta ⁻¹)	% de tubér. graúdos	Peso específico de tubér.	Nº total de tubér./planta	Peso médio de tubér. (g)	% de MS dos tubér.	MS da parte aérea (g planta ⁻¹)	Partição de MS para os tubér. (%)	Taxa de tuberização (g/planta/dia)
Precoces										
PRM-141	99,8 a	583,25 a*	58,08 b	1,0629 a	8,38 a	78,49 a	16,74 a	27,48 a	75,16 a	10,59 a
CBM-6.21	101,8 a	732,75 a	36,06 a	1,0879 e	11,19 b	68,18 a	22,29 d	28,36 a	83,23 b	13,47 a
PRM-530	102,0 a	561,25 a	51,93 b	1,0664 b	7,81 a	81,46 a	16,69 a	20,23 a	79,90 b	9,57 a
CBM-16.15	103,8 a	1107,06 b	47,98 b	1,0785 c	14,44 c	80,46 a	19,54 b	37,78 b	82,63 b	17,37 a
PRM-250	104,0 a	756,06 a	50,63 b	1,0833 d	10,63 b	71,58 a	20,44 c	32,25 b	79,95 b	11,54 a
Média	102,3 A	748,08 A [#]	48,94 A	1,0758 B	10,49 A	76,03 A	19,14 A	29,22 A	80,17 B	12,51 A
Tardios										
PRM-002	123,0 a	886,50 a	49,17 a	1,0709 a	13,56 a	67,63 a	18,32 b	33,32 a	80,50 c	17,76 a
PRM-369	123,3 a	1376,25 b	61,42 b	1,0679 a	17,69 b	77,36 a	16,64 a	56,65 b	75,53 b	25,75 b
PRM-426	124,8 a	1024,31 a	43,23 a	1,0757 b	14,13 a	67,49 a	20,19 c	70,20 c	67,95 a	16,48 a
PRM-167	128,5 b	1616,81 c	57,81 b	1,0779 b	19,44 b	81,27 a	20,00 c	78,63 c	75,37 b	32,16 b
CBM-9.10	128,5 b	1336,00 b	62,05 b	1,0769 b	14,69 a	94,06 b	19,82 c	68,35 c	76,73 b	21,51 a
Média	125,6 B	1247,98 B	54,74 B	1,0738 A	15,90 B	77,56 A	18,99 A	61,43 B	75,22 A	22,73 B

* Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna dentro dos grupos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade. [#] Letras maiúsculas comparam as médias entre cada grupo de clones.

Entre os clones precoces, destaca-se o CBM-16.15 com produção de tubérculos de 1107,06g planta⁻¹, 1,0785 de peso específico de tubérculos e a maior taxa de tuberização do grupo. Entre os clones tardios apenas um produziu menos de 1000g planta⁻¹. Para o peso específico de tubérculos a maioria dos clones tardios apresentou valor superior a 1,07 e estes devem apresentar melhor qualidade de fritura que as cultivares Achat e Monalisa (Tabela 18).

Para a interação colheitas x grupos ocorreu significância para a produção de tubérculos, número total de tubérculos por planta, matéria seca da parte aérea, partição de matéria seca para os tubérculos e produção de tubérculos graúdos. Para as demais características a interação foi não significativa (Tabela 17 e 2A).

Nas Figuras 1 a 11 estão representados os comportamentos médios dos clones precoces e tardios nas quatro épocas de colheitas.

Observa-se que os clones tardios foram sempre mais produtivos que os clones precoces, sendo que as diferenças foram aumentando à medida que as plantas se desenvolveram. Verifica-se também que entre os clones tardios ocorreu aumento na produção de tubérculos até na colheita, realizada aos 133 DAP, ao passo que entre os clones precoces já ocorriam perdas na produção de tubérculos por ocasião da última colheita (Figura 1).

A porcentagem de tubérculos graúdos (Figura 2) teve comportamento parecido entre os dois grupos de clones, com os clones tardios apresentando valores ligeiramente superiores aos dos clones precoces. É importante também destacar que até 58 DAP não havia tubérculos com tamanho suficiente para se encaixarem na categoria de graúdos. Comportamento semelhante foi observado para o peso médio dos tubérculos graúdos (Figura 11).

Quanto ao peso específico de tubérculos, este se apresentou maior entre os clones precoces até a segunda época de colheita; daí em diante o comportamento foi semelhante entre os dois grupos de clones (Figura 3). Na colheita realizada aos 133 DAP houve redução acentuada no valor da

característica, que pode ser atribuída à diminuição no teor de matéria seca pelo metabolismo do tubérculo.

Para o número total de tubérculos por planta os clones tardios apresentaram médias superiores aos clones precoces nas quatro épocas de colheitas. Entre os clones precoces o número total de tubérculos por planta atingiu o máximo na colheita aos 83 DAP, enquanto, para os clones tardios, isto ocorreu na última época de colheita (Figura 4).

O peso médio de tubérculos (Figura 5) apresentou aumento até a colheita realizada aos 108 DAP e mostrou comportamento semelhante entre os dois grupos de clones.

Verifica-se, na Figura 6, que a porcentagem de matéria seca dos tubérculos apresentou redução acentuada na colheita aos 83 DAP. Isto não era esperado, uma vez que a porcentagem de matéria seca dos tubérculos apresenta correlação direta com o peso específico de tubérculos (Schippers, 1976) e este não apresentou a mesma tendência de redução na colheita aos 83 DAP (Figura 3). Esse fato pode ser atribuído às perdas por apodrecimento, verificadas durante a tomada de dados na colheita aos 83 DAP.

As médias para a matéria seca da parte aérea dos dois grupos de clones aumentaram até 83 DAP. A partir daí ocorreu apenas decréscimo devido à senescência natural das plantas (Figura 7). É importante destacar que os clones tardios foram sempre superiores aos clones precoces, evidenciando o potencial desses clones em apresentar maior área foliar fotossinteticamente ativa.

Na partição de matéria seca para os tubérculos observa-se tendência de aumento linear (Figura 8). Isto era esperado, uma vez que à medida que as plantas se desenvolvem, uma maior proporção de matéria seca é destinada para a formação de tubérculos em detrimento da parte aérea. O comportamento foi semelhante entre os dois grupos de clones.

A taxa de tuberização foi sempre maior para os clones tardios (Figura 9).

É importante destacar que os clones tardios apresentaram, na colheita aos 133 DAP, taxa de tuberação semelhante à dos clones precoces nas colheitas realizadas aos 58 e 83 DAP. A taxa de tuberação observada nos clones tardios após os 108 DAP confere incremento adicional na produção de tubérculos e não é verificada para os clones precoces, pois estes já interromperam o processo fotossintético. A maior longevidade da área foliar fotossinteticamente ativa dos clones com ciclo vegetativo mais longo é responsável pela ampliação do período de enchimento dos tubérculos (Kooman & Rabbinge, 1996).

Na produção de tubérculos graúdos (Figura 10) verifica-se que os clones tardios produziram mais tubérculos graúdos que os clones precoces. Observa-se também que entre os clones tardios ocorreu aumento na produção de tubérculos graúdos até na última colheita, ao passo que entre os clones precoces a máxima produção de tubérculos graúdos ocorreu na colheita realizada aos 108 DAP.

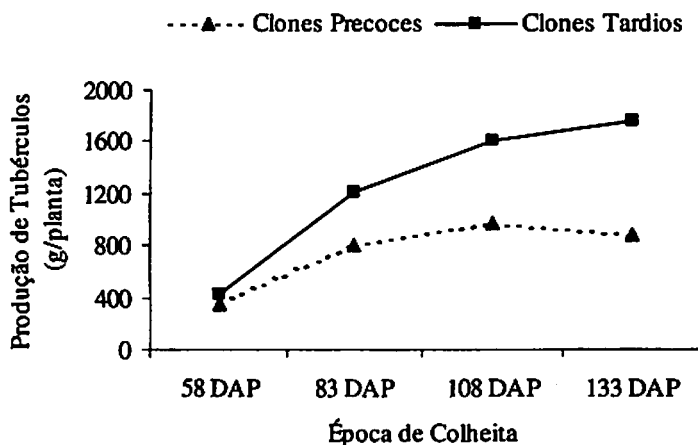


FIGURA 1. Médias da produção de tubérculos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

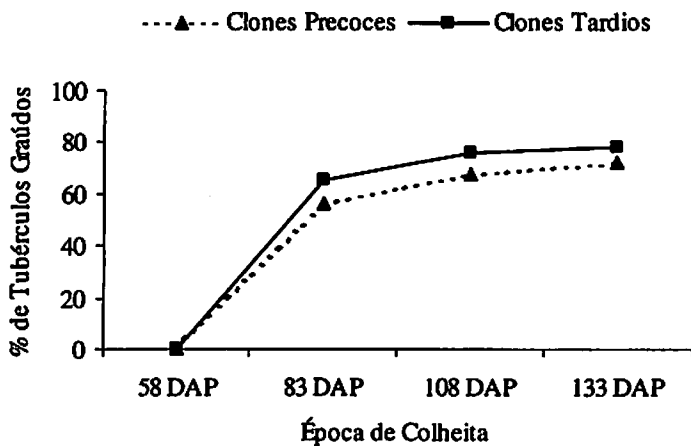


FIGURA 2. Médias da porcentagem de tubérculos graúdos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

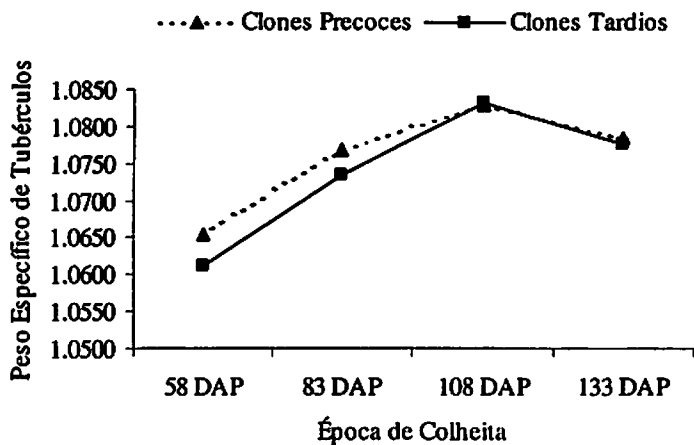


FIGURA 3. Médias do peso específico de tubérculos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

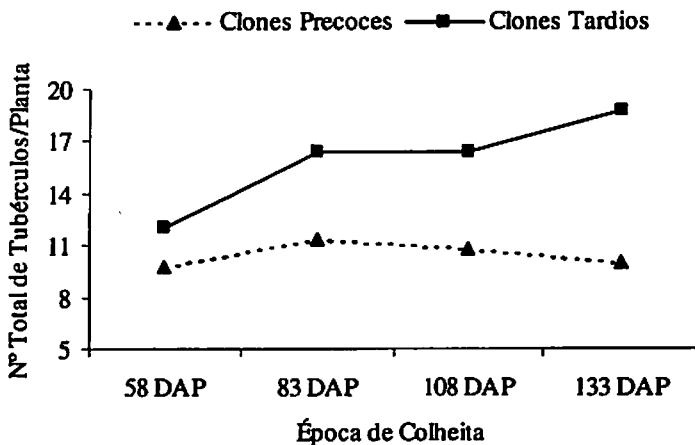


FIGURA 4. Médias do número total de tubérculos por planta nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

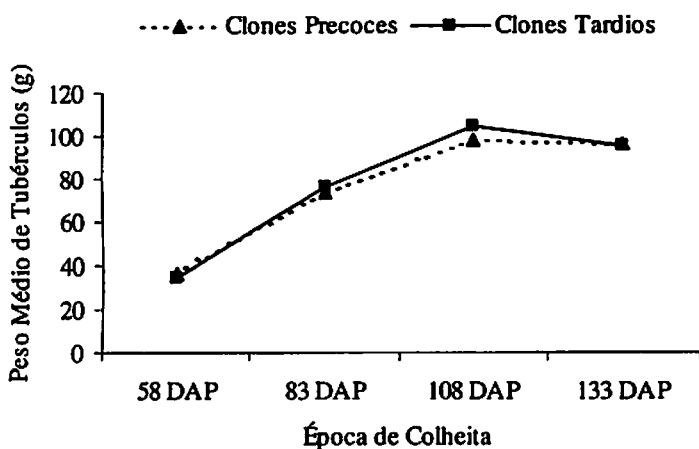


FIGURA 5. Médias do peso médio de tubérculos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

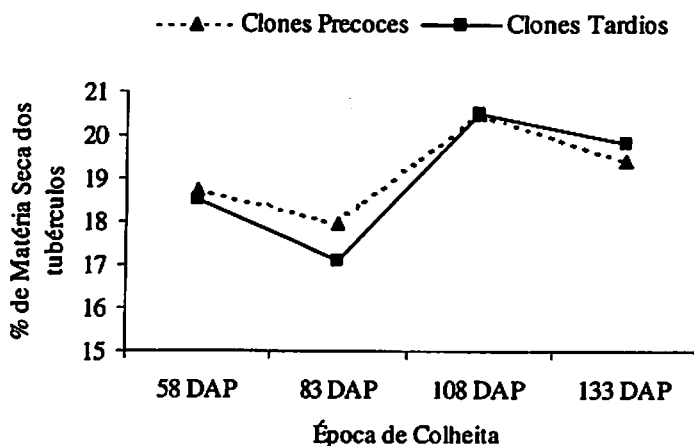


FIGURA 6. Médias da porcentagem de matéria seca dos tubérculos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

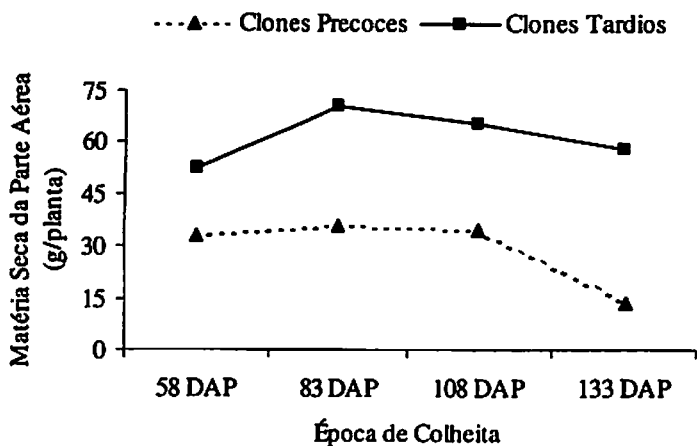


FIGURA 7. Médias da matéria seca da parte aérea nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

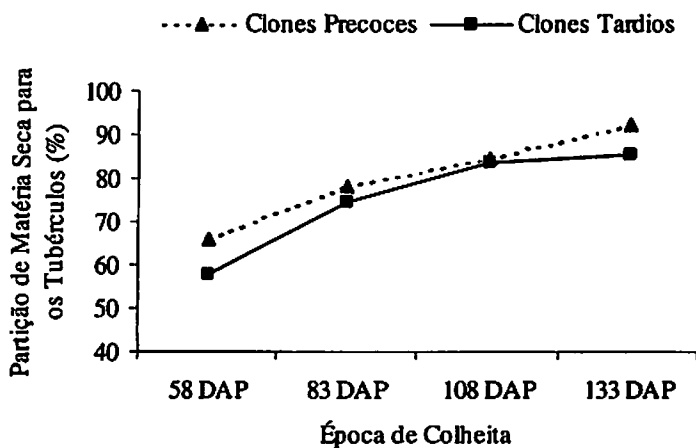


FIGURA 8. Médias da partição de matéria seca para os tubérculos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

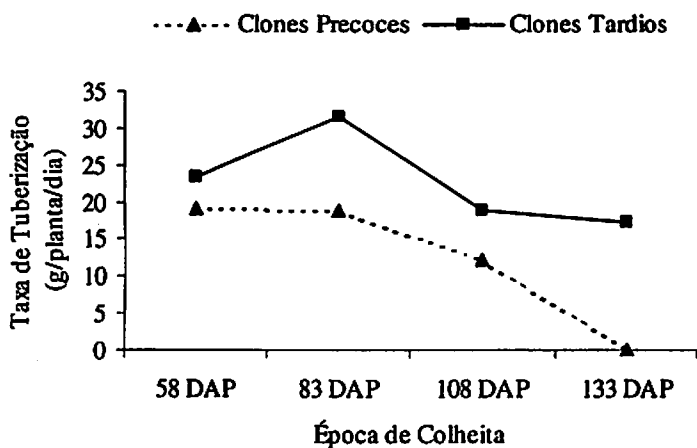


FIGURA 9. Médias da taxa de tuberização nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

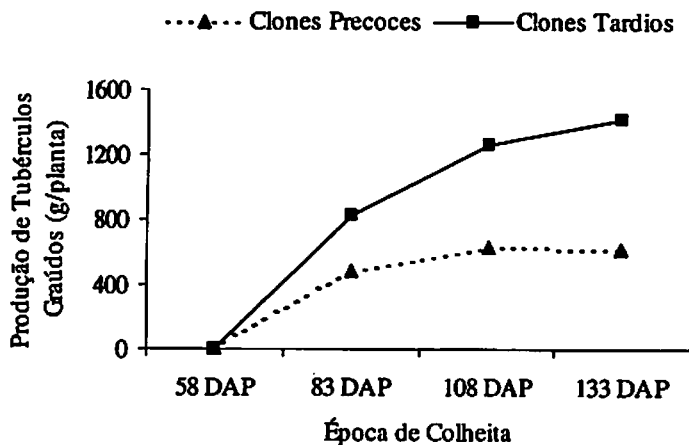


FIGURA 10. Médias da produção de tubérculos graúdos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

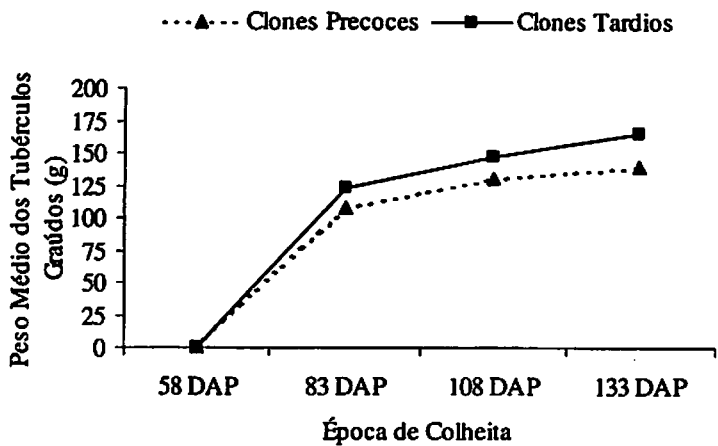


FIGURA 11. Médias do peso médio dos tubérculos graúdos nos clones de ciclo precoce e tardio, nas quatro épocas de colheita. Lavras, 2003.

A interação colheitas x clones dentro de grupos foi significativa para a produção de tubérculos, peso específico de tubérculos, porcentagem de matéria seca dos tubérculos, partição de matéria seca para os tubérculos, taxa de tuberização e produção de tubérculos graúdos. Para as demais características a interação foi não significativa (Tabela 17 e 2A).

Os coeficientes de variação ambiental para a maioria das características apresentaram valores maiores para o tratamento época de colheita (Tabela 17 e 2A).

5 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que uma das estratégias possíveis de ser adotada para aumentar a produtividade da cultura da batata em regiões tropicais é a seleção visando o aumento do ciclo vegetativo.

A maior produção dos clones tardios é devida ao crescimento vigoroso e à maior longevidade da parte aérea, que possibilita a formação de maior número de tubérculos por planta e maior taxa de tuberização ao longo do período de enchimento dos tubérculos.

Os clones tardios podem ser colhidos em torno de 100 dias após o plantio sem perda da matéria seca dos tubérculos.

A colheita dos clones tardios no final do ciclo vegetativo possibilita ganho adicional significativo na produção de tubérculos graúdos.

A seleção para aumentar o ciclo vegetativo é facilitada pela alta herdabilidade dessa característica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, CH. M. S.; SAGAR, G. R. Volume increase of individual tubers of potatoes grown under field conditions. **Potato Research**, Wageningen, v. 24, n. 3, p. 279-288, 1981.

ALLEN, E. J. Effects of date of planting on growth and yield of contrasting potato varieties in Pembrokeshire. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 89, n. 3, p. 711-735, Oct. 1977.

ALLEN, E. J.; SCOTT, R. K. An analysis of growth of the potato crop. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 94, n. 3, p. 583-606, June 1980.

ALVEY, N. G. The effect of daylight on two tuberous solanum species. **European Potato journal**, Wageningen, v. 6, n. 2, p. 106-120, 1963.

ANTUNES, F. Z.; FORTES, M. Exigências climáticas da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 76, p. 19-23, abr. 1981.

BARRATT, R. W.; RICHARDS, M. C. Physiological maturity in relation to *Alternaria* blight in the tomato. **Phytopathology**, St. Paul, v. 34, n. 12, p. 997, Dec. 1944. Abstract .

BENINCASA, M. M. P. **Influência de exposições norte e sul sobre parâmetros de crescimento de *Sorghum bicolor* (L.) Moench**. 1977. 149 p. Mestrado (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 1988. 42 p.

BENKHEDHER, M.; EWING, E. E. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, Orono, v. 62, n. 10, p. 537-554, Oct. 1985.

BENNETT, S. M.; TIBBITTS, T. W.; CAO, W. Diurnal temperature fluctuation effects on potatoes grown with 12 hr photoperiod. **American Potato Journal**, Orono, v. 68, n. 2, p. 81-86, Feb. 1991.

BEUKEMA, H. P.; VAN der ZAAG, D. E. **Introduction to potato production**. Wageningen: PUDOC, 1990. 208 p.

BEZERRA, F. M. L. **Coeficientes de cultura e efeitos de déficits hídricos nos diferentes estádios fenológicos sobre a produção da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 1995. 131 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BITTENCOURT, C.; REIFSCHENEIDER, F. J. B.; MAGALHÃES, J. R.; FUROMOTO, O.; FEDALTO, A. A.; MARRQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; GIORDANO, L. B. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1985. 20 p. (Instruções técnicas, n. 8).

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.

BODLAENDER, K. B. A.; ALGRA, S. Influence of the growth retardant B995 on growth and yield of potatoes. **European Potato Journal**, Wageningen, v. 9, n. 3, p. 242-258, 1966.

BODLEANDER, K. B. A.; LUGT, C.; MARINUS, J. The induction of second growth in potato tubers. **European Potato Journal**, Wageningen, v. 7, n. 1, p. 57-71, 1964.

BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 10, p. 361-376, 1962.

BURTON, W. G. The respiration of the developing potato tubers. **European Potato Journal**, Wageningen, v. 7, n. 1, p. 90-101, 1964.

BURTON, W. G. **The potato**. Wageningen: Veenman & Zonen, 1966. 382 p.

BURTON, W. G. Challenges for stress physiology in potato. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 1, p. 3-14, Jan. 1981.

CÂMARA, G. M. S. Fenologia da soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 82, p. 1-6, jun. 1998.

CARDOSO, M. R. O. Moléstias fisiológicas da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 76, p. 61-62, abr. 1981.

CARDOSO, M. R. O.; GUGLIELMELLI FILHO, F. S. Os cultivares e suas características. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 440-442, 1982.

CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E.; HARADA, E. Efeitos de giberelinas na emergência e no desenvolvimento da batata inglesa. *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 21, p. 5-10, out. 1996.

CHAPMAN, H. W. Tuberization in the potato plant. *Physiologia Pl II*, p. 215-224, 1958.

COSTA, D. M. da; LOPES, N. F. Período e velocidade de tuberização em cinco cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 28, n. 160, p. 530-545, nov./dez. 1981.

CRUMBLY, I. J.; NELSON, D. C.; DUYSSEN, M. E. Relationships of hollow heart in Irish potatoes to carbohydrate reabsorption and growth rate of tuber. *American Potato Journal*, Orono, v. 50, n. 8, p. 266-274, Aug. 1973.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

DOUGLAS, D. R.; PAVEK, J. J. Screening potatoes for field resistance to early blight. *American Potato Journal*, Orono, v. 49, n. 1, p. 1-16, Jan. 1972.

ENGELS, C. H.; MARSCHNER, H. Allocation of photosynthate to individual tubers of *Solanum tuberosum* L. 3: Relationship between growth rate of individual tubers, tuber weight and stolon growth prior to tuber initiation. *Journal of Experimental Botany*, London, v. 37, n. 185, p. 1813-1822, Dec. 1986.

EPSTEIN, E. Effect of soil temperature at different growth stages on growth and development of potato plants. *Agronomy Journal*, Madison, v. 58, n. 2, p. 169-171, Mar./Apr. 1966.

EWING, E. E. Heat stress and the tuberization stimulus. *American Potato Journal*, Orono, v. 58, n. 1, p. 31-49, Jan. 1981.

FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos - utilização do teste de Scott-Knott. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 23, n. 3, p. 745-752, jul./set. 1999.

FILGUEIRA, F. A. R. Práticas culturais adequadas em bataticultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 34-41, mar./abr. 1999.

FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 24-29, mar./abr. 1999.

FONTES, P. C. R.; GUGLIELMELLI FILHO, F. S. Efeito de desfolhantes e épocas de aplicação sobre a produção da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: **PROJETO olericultura: relatório anual 75/76**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1978. p. 107-108.

FONTES, P. C. R.; GUGLIELMELLI FILHO, F. S.; MIZUBUTI, A. Identificação de técnicas visando a produção de tubérculos-sementes de batata (*Solanum tuberosum* L.) – I: Efeito de diferentes épocas de eliminação de folhagem. In: **PROJETO olericultura: relatório anual 76/77**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1978. p. 107-108.

GAWRONSKA, H.; DWELLE, R. B.; PAVEK, J. J.; ROWE, P. Partitioning of photoassimilates by four potato clones. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1031-1036, Nov./Dec. 1984.

GAWRONSKA, H.; THORNTON, M. K.; DWELLE, R. B. Influence of heat on dry matter production and photoassimilate partitioning by four potato clones. **American Potato Journal**, Orono, v. 69, n. 10, p. 653-665, Oct. 1992.

GMELIG MEYLING, H. D.; BODLAENDER, K. B. A. Varietal differences in growth, development and tuber production of potatoes. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 29, n. 2, p. 113-127, 1981.

GOULD, W. A. Quality of potatoes for chip manufacture. In: SYMPOSIUM POTATO QUALITY INDUSTRY NEEDS FOR GROWTH, 1988, Grand Forks. **Annals...** Grand Forks: The Potato Association of America, 1988. p. 10-20.

GRANJA, N. do P. Seleção de novos clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). 1987. 96 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GRIFFITH, R. L.; ALLEN, E. J.; O'BRIEN, SUSAN A.; O'BRIEN, P. J. Comparisons of growth and early yields of potato varieties of contrasting maturity classification at three sites. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 103, n. 2, p. 443-458, Oct. 1984.

GRIMES, D. W.; BISHOP, J. C. The influence of some physical properties on potato yields and grade distribution. **American Potato Journal**, Orono, v. 48, n. 11, p. 414-422, Nov. 1971.

GUNASENA, H. P. M.; HARRIS, P. M. The effect of CCC, nitrogen and potassium on the growth and yield of two varieties of potatoes. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 76, n. 1, p. 33-52, Feb. 1971.

GUTTER, E. G. Structure and development of the potato plant. In: HARRIS, P. M. **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. Cap. 3, p. 70-152. 730 p.

HAMMES, P. S.; DEJAGER, J. A. Net photosynthetic rate of potato at high temperatures. **Potato Research**, Wageningen, v. 33, n. 3, p. 515-520, Dec. 1990.

HARRIS, P. M. Water. In: HARRIS, P. M. **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. Cap. 6, p. 244-277. 730 p.

HARRIS, P. M. The use of root data in some agronomic research. Root ecology and its practical application. **Proceedings International Symposium Gumpenstein**, p. 525-533, 1983.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, G. R. **Potato Genetics**, Wallingford: CAB International, 1994. p. 3-42.

HAY, R. K.; ALLEN, N. E. J. Tuber initiation and bulking in the potato (*Solanum tuberosum*) under tropical conditions: The importance of soil and air temperature. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 55, n. 4, p. 289-295, Oct. 1978.

HAYNES, K. G.; HAYNES, F. L. The stability of high specific gravity genotypes of potatoes under high temperatures. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 10, p. 503-508, Oct. 1981.

HAYNES, K. G.; HAYNES, F. L. Stability of high specific gravity genotypes of potatoes under high temperatures. **American Potato Journal**, Orono, v. 60, n. 1, p. 17-26, Jan. 1983.

HAYNES, K. G.; WEBB, R. E.; GOTH, R. W.; WILSON, D. R. The correlation of yield and specific gravity in the USA potato breeding program. **American Potato Journal**, Orono, v. 66, n. 9, p. 587-592, Sept. 1989.

- HERRIOT, A. B.; HAYNES, Jr. F. L.; SHOEMAKER, P. B. Inheritance of resistance to early blight disease in tetraploid x diploid crosses of potatoes. **Hortscience**, Alexandria, v. 25, n. 2, Feb. 1990.
- HICKS, C. R. **Fundamental concepts in the design of experiments**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 349 p.
- HOLLEY, J. D.; HALL, R.; HOFSTRA, G. Identification of rate-reducing resistance to early blight in potatoes. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 5, n. 2, p. 111-114, June 1983.
- HOOKER, W. J. **Compendium of Potato Diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1981. 125 p.
- INGRAM, K. T.; McCLOUD, D. E. Simulation of potato crop growth and development. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 1, p. 21-27, Jan./Feb. 1984.
- IRITANI, W. M. The effect of summer temperatures in Idaho on yield of Russet Burbank potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 40, n. 2, p. 47-52, Feb. 1963.
- JAVIER, G. Curva de tuberización de cuatro variedades de papa. **Fitotecnia Latinoamericana**, San Jose, v. 6, n. 1, p. 101-110, ene/jun. 1968.
- JOHANSEN, R. H.; MILLER, J. C.; NEWSOM, D. W.; FONTENOT, J. F. The influence of environment on the specific gravity, plant maturity and vigor of potato progenies. **American Potato Journal**, Orono, v. 44, n. 4, p. 107-122, Apr. 1967.
- JOHANSON, A.; THURSTON, H. D. The effect of cultivar maturity on the resistance of early blight by *Alternaria solani*. **American Potato Journal**, Orono, v. 67, n. 9, p. 615-623, Sept. 1990.
- JUZL, M. The effect of leaf area index on the yield of very early potato cultivars Prior and Impala. **Acta Universitatis Agriculturae Facultas Agronomica**, v. 42, p. 127-136, 1994.
- KEMPTHORNE, O. **The design and analysis of experiments**. New York: J. Wiley, 1952. 631 p.

KHEDHER, M. B.; EWING, E. E. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, Orono, v. 62, n. 10, p. 537-554, Oct. 1985.

KINCAID, D. C.; WESTERMANN, D. T.; TROUT, T. J. Irrigation and soil temperature effects on Russet Burbank quality. **American Potato Journal**, Orono, v. 70, n. 10, p. 711-723, Oct. 1993.

KOOMAN, P. L.; RABBINGE, R. An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. **Annals of Botany**, New York, v. 77, n. 3, p.235-242, Mar. 1996.

LAFTA, A. M.; LORENZEN, J. H. Effect of high temperature on plant grown and carbohydrate metabolism in potato. **Plant Physiology**, Rockville, v. 109, n. 2, p. 637-643, Oct. 1995.

LEVY, D. Cultivated *Solanum tuberosum* L. as a source for the selection of cultivars adapted to hot climates. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 61, n. 3, p. 167-170, July 1984.

LEVY, D.; KASTENBAUM, E.; ITZHAK, Y. Evaluation of parents for heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 2, p. 130-136, July 1991.

LOVATO, C. Influência do ambiente no desenvolvimento da batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 101-106, jan./abr. 1993.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 42, p. 401-428, 1985.

LYNCH, D. R.; TAI, G. C. C. Yield and yield component response of eight potato genotypes to water stress. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 5, p. 1207-1211, Sept./Oct. 1989.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; SILVA, W. J. da; TEIXEIRA, J. P. F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 825-833, jun. 1982.

MALIK, N. J.; DWELLE, R. B.; THORNTON, M. K.; PAVEK, J. J. Dry matter accumulation in potato clones under seasonal high temperature conditions in Pakistan. **American Potato Journal**, Orono, v. 69, n. 10, p. 667-677, Oct. 1992.

MANRIQUE, L. A. Analysis of growth of Kennebec potatoes grown under differing environments in the tropics. **American Potato Journal**, Orono, v. 66, n. 5, p. 277-291, May 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**, Madison, v. 29, n. 2, p. 363-370, Mar./Apr. 1989.

MANRIQUE, L. A.; BARTHOLOMEW, D. P. Growth and yield performance of potato grown at three elevations in Hawaii: II. Dry matter production and efficiency of partitioning. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 2, p. 367-372, Mar./Apr. 1991.

MARCHNER, H.; SATTELMARCHER, B.; BANGERTH, F. Growth rate of potato tubers and endogenous contents of indolylacetic acid and abscisic acid. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 60, n. 1, p. 16-20, Jan. 1984.

MARINUS, J.; BODLAENDER, K. B. A. Response of some potato varieties to temperature. **Potato Research**, Wageningen, v. 18, n. 2, p. 189-201, 1975.

MARTINS, P. R. **Capacidade de combinação de cultivares de batata para reação à pinta preta e outros caracteres agronômicos**. 1995. 64 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTINS, P. R.; PINTO, C. A. B. P. Capacidade de combinação de genótipos de batata para resistência à pinta-preta, produtividade e peso específico de tubérculos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 161-169, nov. 1996.

MELTZER, H. The effect of growth regulators on the relationship between numbers of stems and tubers in potato. **Potato Research**, Wageningen, v. 35, n. 3, p. 297-303, 1992.

MENEZES, C. B. de; PINTO, C. A. B. P. Efeitos de temperaturas altas na produção da batata e escolha de parentais para o melhoramento visando a seleção de clones tolerantes. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL/UFLA, 8.; SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 3., 1995, p. 115. Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, 1995. p. 115.

MENEZES, C. B. de; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Avaliação de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas safras das águas e inverno no sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 23, n. 4, p. 777-784, out./dez. 1999.

MENEZES, C. B. de; PINTO, C. A. B. P.; NURMBERG, P. L.; LAMBERT, E. S. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 1, n. 2, p. 145-157, 2001.

MENZEL, C. M. Tuberization in potato at high temperatures: response of physiologically young plants to disbudding and growth inhibitors. *Potato Research*, Wageningen, v. 28, n. 2, p. 267-269, 1985.


MIDMORE, D. J.; PRANGE, R. K. Growth response of two *Solanum* species to contrasting temperatures and irradiance levels: relation to photosynthesis, dark respiration and chlorophyll fluorescence. *Annals of Botany*, New York, v. 69, p. 13-20, 1992.

MILLARD, P.; ROBINSON, D.; MACKIE-DAWSON, L. A. Nitrogen partitioning within the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant in relation to nitrogen supply. *Annals of Botany*, New York, v. 63, n. 2, p. 289-296, Feb. 1989.

MOORBY, J. Inter-stem and inter-tuber competition in potatoes. *European Potato Journal*, Wageningen, v. 10, n. 2, p. 189-205, 1967a.

MOORBY, J. The movement of carbohydrates into potato tubers. *European Potato Journal*, Wageningen, v. 10, n. 3, p. 331, 1967b.

MOORBY, J. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato plants. *Annals of Botany*, New York, v. 34, n. 2, p. 297-308, Feb. 1970.



OJALA, J. C.; STARK, J. C.; KLEINKOPF, G. E. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. **American Potato Journal**, Orono, v. 67, n. 1, p. 29-43, Jan. 1990.

OKAZAWA, Y.; CHAPMAN, H. W. Regulation of tuber formation in the potato plant. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 1413-1419, 1962.

OLIVEIRA, C. A. da S.; VALADÃO, L. T. Manejo da irrigação na cultura da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 72-76, mar./abr. 1999.

PAULA, M. B. Produção de matéria seca e absorção de macronutrientes por cultivares de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 10-16, mar. 1986.

PENNING de VRIES, F. W. T.; VAN LAAR, H. H. (Ed). **Simulation of plant growth and crop production**. Wageningen: Pudoc, 1982. 308 p.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33 p. (IAC – Boletim Técnico, n. 114).

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

POHJAHKALLIO, O. On the effect of the intensity of light and length of day on the energy economy of certain cultivated plants. **Acta Agriculture Scandinave**, Copenhagen, v. 1, p. 153-167, 1951.

PRANGE, R. K.; McRAE, K. B.; MIDMORE, D. J.; DENG, R. Reduction in potato growth at high temperature: role of photosynthesis and dark respiration. **American Potato Journal**, Orono, v. 67, n. 6, p. 357-369, June 1990.

RADLEY, R. W. Tuber bulking in the potato crop. **Nature**, London, v. 191, n. 479, p. 782-783, Aug. 1961.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

REIFSCHNEIDER, F. B. J.; CORDEIRO, C. M. T.; FILGUEIRA, F. A. R. Resistência da batata a *Alternaria solani*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 22-25, jun. 1986.

REX, B. L.; MAZZA, G. Cause, control and detection of hollow heart in potatoes: a review. **American Potato Journal**, Orono, v. 66, n. 3, p. 165-183, 1989.

REYNOLDS, M. P.; EWING, E. E.; OWENS, T. G. Photosynthesis at high temperature in tuber bearing *Solanum* species. **Plant Physiology**, Rockville, v. 93, n. 2, p. 791-797, June 1990.

RONZELLI JÚNIOR, P. **Melhoramento genético de plantas**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1996. 219 p.

SARQUÍS, J. I.; GONZÁLES, H.; BERNAL-LUG, I. Response of two potato clones (*Solanum tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. **American Potato Journal**, Orono, v. 73, n. 7, p. 285-300, July 1996.

SCHIPPERS, P. A. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter in potato tuber. **American Potato Journal**, Orono, v. 53, n. 4, p. 111-122, Apr. 1976.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Fort Collins, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, L. A. da; PINTO, C. A. B. P.; SIMON, G. A. Duração do ciclo vegetativo da batata e suas implicações no melhoramento para produtividade de tubérculos. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE BATATICULTURA, 4., 2003. Poços de Caldas. **Anais...** Caldas: EPAMIG/FECD, 2003. p. 111-115.

SINCLAIR, T. R.; DE WIT, C. T. Analysis of the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 2, p. 319-324, Mar./Apr. 1976.

SINGH, J. D.; STOSKOPF, N. C. Harvest index in cereals. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 2, p. 224-226, Mar./Apr. 1971.

SMITH, O. Potato chips. In: TALBURT, W. F.; SMITH, O. **Potato processing**. 3. ed. Westport: The Avi Publishing Company, 1975. Cap. 10, p. 305-402. 705 p.

SPIERTZ, J. H. J.; VAN der HAAR, H. Difference in grain growth, crop photosynthesis and distribution of assimilates between a semidwarf and standard cultivar of winter wheat. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 26, n. 2, p. 233-250, 1978.

SPITTEERS, C. J. T. An analysis of variation in yield among potato cultivars in terms of light absorption, light utilization and dry matter partitioning. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 214, p. 71-84, 1987.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKLEY, J. E. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. London: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

SUSNOSCHI, M. Seed potato quality as influenced by high temperatures during the growth period. I. Effect of storage temperature on sprout growth. **Potato Research**, Wageningen, v. 24, n. 3, p. 371-379, 1981.

TAI, G. C. C.; LEVY, D.; COLEMAN, W. K. Path analysis of genotype-environment interactions of potatoes exposed to increasing warm-climate constraints. **Euphytica**, Wageningen, v. 75, n. 1/2, p. 49-61, 1994.

TÔRRES, G. Produtividade e Qualidade: Fatores indispensáveis para a bataticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 7, mar./abr. 1999.

VAN DAM, J.; KOOMAN, P. L.; STRUIK, P. C. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tuber in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Potato Research**, Wageningen, v. 39, n. 1, p. 51-62, Feb. 1996.

VAN HEEMST, H. D. J. The distribution of dry matter during growth of a potato crop. **Potato Research**, Wageningen, v. 29, n. 1, p. 55-66, Feb. 1986.

VAN LOON, C. D. The effect of water stress on potato growth, development and yield. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, n. 1, p. 51-69, Jan. 1981.

VEILLEUX, R. E.; PAZ, M. M.; LEVY, D. Potato germoplasm development for warm climates: Genetic enhancement of tolerant to heat stress. **Euphytica**, Wageningen, v. 98, n. 1/2, p. 83-92, 1997.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética Biométrica no Fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496 p.

VERMEER, H. Optimizing potato breeding I. The genotypic, environmental and genotype-environmental coefficients of variation for tuber yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.) under different experimental conditions. *Euphytica*, Wageningen, v. 49, n. 3, p. 229-239, Sept. 1990.

WOLF, S.; MARANI, A.; RUDICH, J. Effects of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. *Annals of Botany*, New York, v. 66, n. 5, p. 513-520, Nov. 1990a.

WOLF, S.; OLESINSKI, A. A.; RUDICH, J.; MARANI, A. Effect of high temperature on photosynthesis in potatoes. *Annals of Botany*, New York, v. 65, n. 2, p. 179-185, Nov. 1990b.

WOLF, S.; MARANI, A.; RUDICH, J. Effect of temperature on carbohydrate metabolism in potato plants. *Journal of Experimental Botany*, London, v. 42, n. 238, p. 619-625, May 1991.

WURR, D. C. E. Some observations of patterns of tuber formation and growth in the potato. *Potato Research*, Wageningen, v. 20, n. 1, p. 63-75, Feb. 1977.

YOSHIDA, S. Physiological aspect of grain yield. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 23, p. 437-464, 1972.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos. Lavras, 2003.....104
TABELA 2A	Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos considerando os clones agrupados em precoces e tardios. Lavras, 2003.....105
TABELA 3A	Médias da produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos para os clones precoces e tardios. Lavras, 2003.....106

TABELA 1A. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos. Lavras, 2003.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Produção de tubérculos Graúdos (g planta ⁻¹)	Peso médio dos tubérculos graúdos (g)
Colheitas	3	19591376,53**	413463,26**
Resíduo a	9	216773,21	1546,30
Clones	22	1086877,41**	3730,29**
Colheitas x Clones	66	212453,94**	1020,64**
Resíduo b	264	89126,56	653,22
Média		648,48	98,92
CV _e (%) Colheitas		71,80	39,75
CV _e (%) Clones		46,04	25,84
h ² _a (%)		80,45	72,64
CV _G (%)		36,05	13,16
CV _G / CV _e Clones		0,78	0,51

** Significativo no nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância para a produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos considerando os clones agrupados em precoces e tardios. Lavras, 2003.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Produção de tubérculos Graúdos (g planta ⁻¹)	Peso médio dos tubérculos graúdos (g)
Colheitas	3	8563107,91**	191808,68**
Resíduo a	9	116243,73	719,23
Grupos	1	7757646,01**	7984,86**
Clones/Grupos	8	788758,60**	3849,39**
Colheitas x Grupos	3	1213245,57**	1073,44 ^{ns}
Colheitas x Clones/Grupos	24	151136,83*	926,16 ^{ns}
Resíduo b	108	93062,15	868,31
CV _e (%) Colheitas		52,23	26,48
CV _e (%) Clones/Grupos		46,73	29,10

*, ** Significativo no nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; pelo teste de F; ^{ns} Não significativo.

TABELA 3A. Médias da produção de tubérculos graúdos e peso médio dos tubérculos graúdos para os clones precoces e tardios. Lavras, 2003.

Clone	Produção de tubérculos Graúdos (g planta ⁻¹)	Peso médio dos tubérculos graúdos (g)
Precoces		
PRM-141	400,06 a*	114,39 b
CBM-6.21	329,06 a	78,51 a
PRM-530	348,56 a	91,94 a
CBM-16.15	613,38 a	94,43 a
PRM-250	472,00 a	91,74 a
Média	432,61 A [#]	94,20 A
Tardios		
PRM-002	534,50 a	91,30 a
PRM-369	1041,50 b	102,73 a
PRM-426	592,38 a	101,05 a
PRM-167	1193,31 b	138,08 b
CBM-9.10	1003,31 b	108,51 a
Média	873,00 B	108,33 B

* Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna dentro dos grupos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

[#] Letras maiúsculas comparam as médias entre cada grupo de clones.