

CAPACIDADE PRODUTIVA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)
CV. ARACY EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO,
TAMANHO E ESTÁDIO FISIOLÓGICO DA SEMENTE

NEWTON DO PRADO GRANJA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. KEIGO MINAMI

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do título
de Doutor em Agronomia, Área de concen-
tração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1995

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - FCLQ/USP

Granja, Newton do Prado
6759c Capacidade produtiva de batata (*Solanum tuberosum*
L.) cv. Aracy em função da densidade de plantio, tama-
nho e estágio fisiológico da semente. Piracicaba,
1995.
85p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Batata - Densidade de plantio 2. Batata - Produ-
ção 3. Batata - Semente - Estágio I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

DDO 633.491

CAPACIDADE PRODUTIVA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) CV. ARACY
EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, TAMANHO E ESTÁDIO
FISIOLÓGICO DA SEMENTE

NEWTON DO PRADO GRANJA

Aprovada em: 6 de março de 1995.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof^ª. Dr^ª. Maria Cristina Stolf Nogueira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ricardo Ferraz de Oliveira

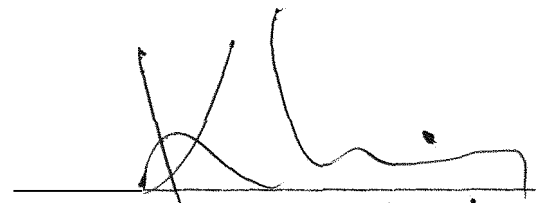
ESALQ/USP

Prof. Dr. Osvaldo Brinholi

FCA/UNESP

Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto

UFLA



Prof. Dr. Keigo Minami

Orientador

OFERECIMENTO

Aos meus pais
Omarancy[†] e Jandira,
a meu irmão
Edson,
a minha mulher
Goreti,
e aos filhos
Eduardo e Flávia,

Com carinho.

[†] In memoriam

DEDICATÓRIA

Ao Pesquisador Dr. Olavo José Boock,
antigo chefe da Seção de Raízes e Tubérculos, do Instituto Agronômico,
pela criação de Aracy (IAC-2), o cultivar utilizada na experimentação

Aos Pesquisadores Dr. Armando Conagin e Joassy de Paula Neves Jorge[†],
da Diretoria de Plantas Alimentícias Básicas, do Instituto Agronômico,
pelo desenvolvimento do delineamento fatorial fracionado (1/5) (5³),
que nos permitiu o entendimento de algumas das relações fitotécnicas
que determinam a produtividade em plantas de propagação vegetativa.

[†] In memoriam

HOMENAGEM

Ao Sr. José Tognazollo[†]

Valoroso colaborador da Seção de Raízes e Tubérculos,
que viu nascer 'Aracy' e ajudou a criá-la.

[†]In memoriam

AGRADECIMENTOS

O autor agradece às seguintes pessoas, empresas e instituições:

- ao Prof. Dr. Keigo Minami pelo estímulo, incentivo, orientação e exemplo profissional;
- ao Instituto Agrônomo pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação;
- à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos durante o curso;
- ao Dr. Armando Conagin pela inestimável e atenciosa colaboração durante o planejamento deste trabalho;
- aos Pesquisadores Hilario da Silva Miranda Filho e Teresa Losada Valle, da Seção de Raízes e Tubérculos, que participaram ativamente de todas as etapas deste trabalho através de discussões, sugestões, comentários, companheirismo e amizade;
- ao Pesquisador José Osmar Lorenzi pelas facilidades concedidas como chefe da Seção de Raízes e Tubérculos, pelas sugestões, comentários, incentivo e amizade;
- aos Pesquisadores da Seção de Técnica Experimental e Cálculo, do Instituto Agrônomo, pela orientação no uso de pacotes estatísticos e sua interpretação;
- aos Técnicos Agrícolas Sidisnei Quinalha e Luiz Carlos Antunes, da Seção de Raízes e Tubérculos pela colaboração e dedicação na colheita e secagem das plantas;
- ao Pesquisador Valdir Josué Ramos, ao Marco Antonio Ruivo, Antonio Mariano e a todos os companheiros da Estação Experimental de Itararé pelo carinho e dedicação na condução dos experimentos, nas colheitas e pelo apoio durante nossas estadias;
- à Elma Chips, Nutrimental e Rohm and Haas pelo estabelecimento de convênios que nos permitiram a aquisição de computadores, impressoras e programas;
- aos companheiros de curso de pós-graduação pela convivência e companheirismo;
- a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O tubérculo de batata	5
2.2. Estádio fisiológico da semente	6
2.3. Práticas culturais e experimentação no país..	8
2.4. Abordagem estatística	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Cultivar	11
3.2. Obtenção das sementes para experimentação ..	11
3.3. Fatores de produção avaliados	12
3.3.1. Densidade de plantio	12
3.3.2. Tamanho da semente	13
3.3.3. Estádio fisiológico da semente	13
3.3.4. Outros fatores de produção	14
3.4. Arranjo fatorial	15
3.5. Critérios para avaliação das variáveis	18
3.5.1. Número de hastes	18
3.5.2. Produção	18
3.6. Curvas de tuberização	19
3.7. Ordem de obtenção dos dados	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Número de hastes por tubérculo	23
4.2. Número de hastes por unidade de área	27
4.3. Produção de tubérculos	31
4.3.1. Ajuste inicial dentro de tratamentos .	31
4.3.2. Resultados de análise do fatorial fracionado. Ajuste entre tratamentos .	38

a) Produção total de tubérculos	38
b) Produção de tubérculos graúdos	51
4.3.3. Ajuste final dentro de tratamentos ...	59
4.4. Estudo das correlações	64
4.5. Considerações finais	67
5. CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE 1. Modelo da programação utilizada	82
APÊNDICE 2. Justificativa do modelo adotado, análise da regressão múltipla e sua interpretação	83

CAPACIDADE PRODUTIVA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) CV. ARACY EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, TAMANHO E ESTÁDIO FISIOLÓGICO
DA SEMENTE

Autor: NEWTON DO PRADO GRANJA
Orientador: PROF. DR. KEIGO MINAMI

RESUMO

Com o objetivo de avaliar conjuntamente alguns dos principais fatores determinantes para a capacidade produtiva do cultivar de batata Aracy (IAC-2) (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*) e visando otimizar o seu manejo fitotécnico, instalou-se um experimento em outubro de 1992, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo, em Itararé (Estado de São Paulo).

Estudaram-se três fatores, densidade de plantio (P), tamanho (T) e estágio fisiológico da semente (B), em cinco níveis e três repetições, de acordo com o delineamento (1/5) (5x5x5), que prevê a efetiva implantação de um conjunto básico formado por 25 tratamentos. Os níveis de P variaram desde 25.000 plantas/ha até 75.000 plantas/ha, em incrementos de 12.500, os de T variaram desde 25mm até 65mm, em intervalos de 10mm, enquanto B variou devido ao tratamento das sementes (provenientes de um único campo de multiplicação) por uma combinação de dosagens e produtos formadores da brotação (ácido giberélico e bissulfureto de carbono), que simularam a evolução da brotação de sementes armazenadas desde a 10ª semana após a colheita, até a 22ª semana, com incrementos estimados em 3 semanas e que originaram a formação de 1,00 haste/tubérculo de 25 mm até 4,49 hastes/tubérculo de 65 mm.

Avaliou-se a evolução da produção de tubérculos pela tomada de oito amostras formadas por quatro plantas representativas, desde os 32 dias após o plantio (DAP) até 140 DAP. Determinou-se curvas de tuberização, para o conjunto básico de

tratamentos, através do ajuste do peso fresco médio dos tubérculos à função logística (ajuste inicial dentro de tratamentos) permitindo simular colheitas continuamente naquele intervalo.

Analisou-se a produção de tubérculos em oito épocas simuladas e igualmente espaçadas de colheita, dos 35 aos 140 DAP, com o uso da análise da regressão múltipla e adotando-se como modelo o polinômio completo de segundo grau, com posterior redução do número de parâmetros (ajuste entre tratamentos). Os valores estimados através dessas equações foram novamente ajustados à função logística (ajuste final dentro de tratamentos), validando comparativamente o ajuste inicial dentro de tratamentos.

A produção total de tubérculos foi sempre crescente entre épocas, alcançando a média de 32,32 t/ha na colheita final. Obteve-se alto potencial produtivo, superior a 44,00 t/ha, com todos os tamanhos de semente. As combinações ideais são mais críticas nas sementes menores, permitindo maiores variações com o aumento do tamanho da semente. As maiores estimativas foram obtidas próximas à maior população, com a semente contendo poucos brotos. A maior produtividade (49,18 t/ha) foi estimada para o tratamento 5-5-2 (plantio de 75.000 sementes de 65 mm por hectare, no nível dois de B: 2,26 hastes/tubérculo).

A produção média de tubérculos graúdos cresceu até a colheita final, atingindo 16,15 t/ha. Rendimentos superiores a 25,00 t/ha foram alcançados com sementes de 25, 35 e 65 mm: com as sementes menores, quando pouco brotadas e ao redor de 75.000 plantas/ha e, com a maior semente, quando muito brotada e entre 25.000 até 50.000 plantas/ha.

A correlação simples entre a densidade de hastes e a produção total de tubérculos respondeu melhor ao modelo $\ln(Y) = \ln(a) + b \cdot \ln(X)$. O coeficiente de correlação, igual a 0,71, foi bastante melhorado pela estratificação dentro dos níveis de B, passando para valores entre 0,94 a 0,97 nos níveis 1 a 4 do estágio fisiológico e para 0,87 no nível 5, quando fatores tais como o vigor relativo das hastes, podem assumir maior importância.

YIELD CAPACITY OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) CV. ARACY AS
INFLUENCED BY SEED POPULATION, SEED GRADE AND PHYSIOLOGICAL
AGE

Author: NEWTON DO PRADO GRANJA

Adviser: PROF. DR. KEIGO MINAMI

SUMMARY

In order to determine the effects of seed population (P), seed grade (T) and physiological age (B) on the yield capacity of the potato (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*) cultivar Aracy (IAC-2), a trial was carried out in Itararé, State of São Paulo, Brazil (24°S, 49°W, 1100 m.a.s.l.).

A fractional factorial design (1/5)(5x5x5) was utilized, with 25 treatments and three replications. Levels of P ranged from P1=25,000 to P5=75,000 plants per hectare in steps of 12,500. The seed grades varied from T1 = 25 mm in diameter to T5 = 65, with 10 mm increments. Seed aging was achieved by treatment combinations of cold storage (4°C, 85% RH, 10 weeks), carbon disulfide and gibberelic acid, simulating storing intervals of three weeks, and allowing 1,00 stem/tuber of 25 mm up to 4,49 stems/tuber of 65 mm.

In order to fit tuberization curves, eight samples of four competitive plants per plot were taken between 32 days after planting (DAP) and 140 DAP, the end of the growing season. Fresh weight average was adjusted to a logistic function (initial adjustment within treatments) for yield simulation in any date of the growing season.

Multiple regression analysis were applied to the yield data relative to the eight subsequent harvests. A complete second degree polynome was used as

model, and then reduced to the most significant parameters (adjustment among treatments). The estimated values obtained through these equations, were, again, adjusted to a logistic function (final adjustment within treatments), validating and improving, comparatively, the initial adjustment within treatments.

Total yield increased with harvest dates, with yield average of 32.3 ton/ha at the end of season. Very high yields, superior to 44.0 ton/ha, were obtained by each seed tubers grades combined with P and B levels. These combinations are more specific for the lower grades; high grades allowing a greater number of combinations. Higher estimates (up to 49.2 ton/ha) were obtained with 75,000 plants/ha, combined with physiologically young seed.

The yield of tubers with diameter between 50 and 90 mm increased with harvest dates, with final yield average of 16.2 ton/ha. Yields higher than 25 ton/ha were obtained with the smaller seeds (25 and 35 mm) and with the biggest seed (65 mm); the former when young seed was combined with the highest plant population; the latter, with very well sprouted seed and low populations.

The simple correlation between stem number and total yield had the best fit with the model $\ln(Y) = \ln(a) + b \cdot \ln(X)$. The correlation coefficient (0.71) improved with the stratification within the B levels, reaching values between 0.94 and 0.97 at levels 1 to 4, and to 0.87 at level 5. At this level other factors, like the relative vigor of the stems, may assume increased importance.

1. INTRODUÇÃO

O plantio da batata (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*) no Estado de São Paulo e parte do Estado de Minas Gerais é realizado durante todo o ano, numa sucessão de safras relativamente bem distribuídas.

Tal sucessão é extremamente vantajosa para o consumidor que sempre dispõe de batatas em um ponto de conservação e utilização próximo ao ideal. Acarreta, por outro lado, uma série de desvantagens comuns ao produtor e ao consumidor, devido ao desinteresse econômico pela formação de estoques reguladores e que são a origem da flutuação dos preços.

A sucessão de safras da batata, porém, somente se viabiliza pela migração da região produtora em busca de clima ameno por altitude. Assim, nas épocas mais quentes, o plantio é preferencialmente realizado nas maiores altitudes, na faixa de 1.200m e acima, ocupando durante os meses de inverno altitudes da ordem de 600m. Para isso, os agricultores contam com o auxílio da irrigação e a escolha de cultivares mais adaptadas às principais finalidades.

Considerando que a prática da irrigação encontra-se amplamente estabelecida entre os bataticultores, os principais fatores controláveis da produção remetem-se à escolha do cultivar, época e local de plantio, espaçamento e adubação. Outros fatores igualmente importantes são o tamanho e o estado de brotação da semente. Quanto a esses dois últimos fatores, o agricultor que também produz as sementes que utiliza, possui um grau de controle muito maior do que aquele que adquire semente de terceiros.

A experimentação agrícola, para atender de maneira mais eficaz à sua missão, necessita estudar da forma mais abrangente possível ao conjunto de fatores controláveis da produção e esses estudos vem sendo favorecidos pela constante evolução

da técnica experimental. Inicialmente com o desenvolvimento dos delineamentos fatoriais, dos esquemas com parcelas subdivididas e muitos outros. Todos esses modelos, embora eficazes, prevêm a utilização de um elevado número de parcelas experimentais e, ou de repetições. Visando superar essa limitação, desenvolveram-se os delineamentos fatoriais fracionados.

A utilização e o desenvolvimento dos fatoriais fracionados encontra-se intimamente ligada à experimentação com nutrição e adubação mineral de plantas, principalmente visando estudar a influência de doses de N, P, K. Uma das grandes vantagens desse tipo de delineamento é a drástica redução do número de parcelas experimentais, sem que ocorra perda de informações devido às parcelas faltantes, substituindo-se essas pelo ajuste a uma função contínua, denominada equação de resposta, com sua superfície correspondente.

De acordo com o conhecimento adquirido sobre o cultivar, o produtor de batata varia empiricamente o espaçamento utilizado em função do tamanho da semente e do estado da brotação. Sementes maiores são plantadas em maior espaçamento (dentro da linha) e sementes menores ou mais esgotadas são mais adensadas na linha.

Os efeitos, nesse tipo de experimento são todos fixos, significando que somente podem ser generalizados, para o cultivar ou grupos de cultivares, época de plantio e nível tecnológico estudados (principalmente a adubação) após a obtenção de uma série histórica de dados.

Adaptando os principais fatores de produção da batata e fixando-se o nível de adubação utilizado, tomou-se por objetivo estudar conjuntamente o desenvolvimento de metodologia e a avaliação do ganho de peso dos tubérculos até a produção final em função da densidade de plantio, do tamanho da semente, do seu estágio fisiológico e de todas as interações possíveis entre esses fatores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A batata (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum*), é originária do altiplano andino próximo ao Peru e Bolívia. Em torno do seu centro de especiação, entre as latitudes 20°N e 20°S, coexistem cerca de 2000 espécies do gênero *Solanum*, das quais aproximadamente 150 são produtoras de tubérculos e dentre essas, além do *S. tuberosum*, são reconhecidas mais sete espécies cultivadas. Quando se formaram as primeiras colônias espanholas, a batata já era intensamente cultivada no que hoje é a Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e Chile, sendo introduzida na Europa ainda no século XVI. Apesar de ser um dos alimentos básicos das populações andinas, constituiu na Europa, inicialmente uma simples curiosidade botânica, já que as formas introduzidas tinham sido selecionadas pela capacidade de tuberização nos dias curtos (em torno de 12h) das latitudes tropicais e vegetavam intensamente no verão europeu, vindo a produzir (se tanto), alguns tubérculos já nos dias mais curtos do outono, seguindo-se a secagem natural das ramas. A intensa produção de sementes botânicas porém, viabilizou a seleção de genótipos com capacidade de tuberização sob dias longos (HAWKES, 1978). O processo de adaptação estava completo em 1750, quando Lineu descreveu o *Solanum tuberosum* europeu, hoje subespécie *tuberosum* Hawkes, que se tornou cosmopolita.

A área mundialmente cultivada com batata é expressiva, superada apenas pelo trigo, milho e arroz (FAO, 1994). São cultivados aproximadamente 18 milhões de hectares/ano, em cerca de 140 países, com rendimento médio de 15,9 t/ha. Segundo BURTON (1989), a antiga União Soviética (7.000.000 ha) juntamente com a Polônia (2.300.000 ha) e a China (1.500.000 ha) respondiam por 60% da área plantada e 50% da produção mundial. Em 1993, foram plantados no Brasil 162.000 ha, com rendimento médio de 14,6 t/ha (FAO, 1994), correspondendo à 16ª maior área plantada. Segundo esses dados, os 2,4 milhões t/ano produzidos no Brasil são inferiores à produção

colombiana (2,8 milhões) e superiores à da Argentina (2,0 milhões) e Peru (1,5 milhões).

A Holanda, com 46,4 t/ha, e a Grã-Bretanha, com 41,5 t/ha, são os países com maior rendimento médio em área plantada superior a 100.000 ha/ano (FAO, 1994). Esses altos rendimentos representam menos de 50% da máxima produtividade teórica, ou potencial produtivo, estimada por ZAAG (1984) em torno de 100 t/ha para essa região. Assim também, CANTOS-DE-RUIZ *et al.* (1989) calcularam que as 46,6 t/ha obtidas experimentalmente com o cultivar Huinkul em Balcarce, Argentina correspondem a 53% do seu potencial produtivo de 88,0 t/ha. Em ambas situações porém, é interessante notar a pequena influência da distância entre as linhas de plantio de batata: fixando a densidade populacional, BEUKEMA & ZAAG (1990), BREMNER & EL-SAEED (1963) e MARTIN (1992), entre outros, concluíram que espaçamentos entre 0,60 e 0,90 m têm efeito desprezível sobre a produção final.

A extensa bibliografia relacionada com as práticas culturais da batata relaciona épocas bem determinadas para o plantio. Nas regiões de clima temperado, o plantio é realizado na primavera, após as últimas geadas, para colheita dos cultivares precoces a partir do final do verão e das tardias já no outono, limitadas pelas primeiras geadas (BEUKEMA & ZAAG, 1990; BURTON, 1989). Nos Estados Unidos, onde a extensão territorial viabiliza o plantio durante todo o ano, ROWE (1993) informa que 7% da área é colhida no verão, 85% no outono, 1% no inverno e 7% na primavera. Percebe-se claramente a ocorrência de safras marginais de primavera e inverno (nas menores latitudes) para o atendimento a mercados específicos e limitados. Esse quadro exige a formação de estoques, em armazéns frigoríficos, para a comercialização e o fornecimento da batata durante o restante do ano.

Apesar das diferentes razões locais para a estratificação das safras, pode-se generalizar que ela resulta da contraposição entre os custos normalmente elevados da produção de batata nas menores latitudes e os menores custos observados em maior latitude (HORTON & SAWYER, 1985; ZAAG & HORTON, 1983). No ambiente tropical de altitude, acima de 2.500m, o plantio e os custos de produção de batata seguem padrões comparáveis à produção nas maiores latitudes (MORENO, 1985). Os

cultivares de batata desenvolvidas nos países de maior latitude, quando introduzidas no subtropical, raramente se mostram resistentes a doenças e pragas (ZAAG & HORTON, 1983). Embora, com o uso intensivo de insumos, sejam excelentes produtoras de tubérculos atrativos, a resistência a doenças e pragas é meramente casual pois não constitui prioridade de pesquisa (MIRANDA FILHO *et al.*, 1976; HORTON & SAWYER, 1985).

No Brasil, mais propriamente no Estado de São Paulo e parte de Minas Gerais, variações de altitude entre 500m a 1.500m propiciam microclimas que, aliados à disponibilidade de água para irrigação, permitem o plantio escalonado da batata durante o ano inteiro, numa sucessão de safras bem distribuídas, conforme sumarizado por DIAS (1993). Nessa situação, deixa de ser atrativa a formação de estoques reguladores. Para o bataticultor que não produz suas próprias sementes, uma das consequências da sucessão de safras, é estar sempre à procura de fornecedores, plantando a semente disponível, independentemente dela estar pouco brotada (exigindo a aplicação de técnicas ou de produtos químicos forçadores da brotação), com estágio fisiológico adequado ou mesmo já senescente.

Se nos países de clima temperado é fundamental que o período de dormência (*latu sensu*) dos cultivares seja suficientemente longo para suportar os meses de armazenamento até a próxima época de plantio, na referida situação de sucessão de safras, sua importância é menor, chegando por vezes a ser desinteressante.

2.1. O tubérculo de batata

O tubérculo é um caule modificado, especialmente adaptado para o acúmulo de reservas, principalmente a fécula. É formado em uma estrutura também semelhante ao caule, denominada estolho, que tem origem nas gemas (não-específicas) localizadas nas cicatrizes foliares da região basal do caule (CUTTER, 1978). No início da tuberização, cessa o crescimento longitudinal do estolho, ao mesmo tempo em que se altera o plano de divisão celular na região sub-apical (KODA & OKAZAWA, 1988; KODA *et al.*, 1988). Segue-se intensa divisão celular e a incorporação de gemas situadas no estolho em posição basal, com o crescente acúmulo de reservas (SLATER, 1963). O número de gemas existente no tubérculo resulta do número de gemas próprias ao estolho

e que foram incorporadas durante a sua formação. Os tubérculos maiores, portanto, são capazes de originar maior número de brotos que posteriormente, com o desenvolvimento, se transformarão em hastes. Na filogenia da planta, o mecanismo de tuberização foi desenvolvido como resposta à sobrevivência dos indivíduos durante os meses de inverno, até sua posterior brotação, no início da primavera.

2.2. Estádio fisiológico da semente

Os principais aspectos fisiológicos relacionados com a produção da batata vem sendo estudados, em profundidade, por diversos autores. São altamente informativos os livros editados por IVINS & MILTHORPE (1963); SMITH (1968); HARRIS (1978); BEUKEMA & ZAAG (1990); LI (1985); VAYDA & PARK (1990), além da obra de BURTON (1989), que constituem o conjunto básico indispensável para o conhecimento científico da produção de batata. Restringem-se contudo, às condições consideradas como ótimas para a cultura, dias longos no verão e temperaturas amenas na primavera e outono ou, ainda, a adaptação a ambientes extremos.

BEUKEMA & ZAAG (1990) definem o estágio fisiológico do tubérculo a partir das mudanças no crescimento dos brotos. São definidos quatro estádios principais, dormência, dominância apical, “brotação normal” (até a ausência de dominância) e senilidade. No estágio de dominância apical, ocorre a brotação de uma ou poucas gemas. Com a diminuição gradual da dominância apical, brotam outras gemas (em posição cada vez mais distal) até o estágio reconhecido como ausência de dominância e, finalmente, senescência (PETERSON *et al.*, 1985). O grau de dominância apical é, pois, diminuído com as alterações no metabolismo da semente armazenada. Após o plantio, condições favoráveis ao crescimento e enraizamento dos brotos determinam o estabelecimento de novas relações de dominância (GOODWIN, 1963), evitando a diferenciação das outras gemas, ainda dormentes, em brotos.

Embora reconhecidamente uma espécie de ciclo anual de produção, o comportamento da brotação dos tubérculos de batata assume características comumente aplicáveis ao ciclo produtivo das espécies perenes. Assim, as alterações no estágio fisiológico do tubérculo-semente (BURTON, 1963; HEMBERG, 1985 e outros)

mantém estreita relação com as principais ocorrências que influenciaram o desenvolvimento da planta onde este se formou. Temperaturas predominantemente elevadas durante o ciclo produtivo e durante o armazenamento (MOORBY, 1978; MIDMORE *et al.*, 1983, e outros), e níveis elevados de adubação nitrogenada (KRAUSS, 1985), são alguns fatores que diminuem o período normal de dormência. Ao passo que temperaturas amenas e a interrupção do ciclo da planta-mãe elevam esse período (BURTON, 1989).

Apesar dos intensos trabalhos desenvolvidos, permanece incompleta a descrição dos principais fatores determinantes para a tuberização e posterior brotação do tubérculo. Embora seja evidente o envolvimento de diversas ações de natureza hormonal (EWING, 1985; 1990), a hipótese da contraposição dos efeitos de substâncias promotoras (giberelinas - GA) e inibidoras da expansão celular (ácido abscísico - ABA), permanece como a mais aceita (OKAZAWA & CHAPMAN, 1962). A brotação dos tubérculos seria portanto consequência da superação da ação inibidora do ABA, resultando desse conhecimento o usual forçamento da brotação das sementes por doses de ácido giberélico (CASTRO & ABRAMIDES, 1975; AMARAL *et al.*, 1985; COLEMAN, 1987).

Apesar das pesquisas desenvolvidas (BURTON, 1989; VAYDA & PARK, 1990; WURR *et al.*, 1992), o conhecimento atual sobre a brotação dos tubérculos talvez seja o principal fator limitante ao estabelecimento de metodologias aplicáveis à identificação do estágio fisiológico da semente. O resultado prático é a interpretação empírica do estágio fisiológico da semente através da avaliação do grau de brotação próprio ao cultivar e pela variação da turgidez da semente, mas principalmente pela contagem do número de hastes obtidos por tubérculo plantado. Esses resultados são comparáveis em certo grau, com o período de armazenamento da semente.

Diversos autores (BEUKEMA & ZAAG, 1990; ALLEN, 1978; BURTON, 1989, entre outros), relatam forte correlação entre o número de hastes por unidade de área e a produção total de batata em condições de clima temperado. Para esses autores, a referência fundamental para a produção de batata é a população de hastes por unidade de área, independentemente do tamanho de semente utilizado. Além disso, BEUKEMA & ZAAG (1990), MARTIN (1992) e outros autores, afirmam que alterações

no espaçamento entre linhas no intervalo de 0,60 m até 0,90 m têm efeito desprezível sobre a produção, prevalecendo a importância da densidade populacional.

2.3. Práticas culturais e experimentação no país

O plantio da batata no Brasil é realizado em sulcos espaçados entre 0,70 m a 0,80 m, enquanto o espaçamento dentro das linhas varia empiricamente de acordo com o cultivar, tamanho e estado de brotação da semente, época, local de plantio e as possibilidades de irrigação (FILGUEIRA, 1987; DIAS, 1993). A fórmula de fertilizante mais empregada é o 4-14-8 e as dosagens normalmente utilizadas, da ordem de 3 a 4 t/ha, não variam conforme o manejo.

Comercializam-se sementes classificadas em quatro tamanhos, em conformidade com as Normas Gerais de Certificação de Batatas-Semente (BRASIL, 1988) e cuja medida varia entre o diâmetro mínimo de 20mm e o limite de 60mm. Um quinto tamanho (Tipo 0), previsto nas Normas, e de diâmetro superior a 60mm, não é usualmente comercializado mas reutilizado pelo próprio produtor. As sementes maiores são distanciadas no sulco de plantio até cerca de 0,40m, enquanto as menores são mais adensadas até 0,20m ou menos. O espaçamento mais comumente adotado é de 0,80m x 0,35m, que conduz a uma população de 35.700 plantas/ha. O agricultor procura compensar as variações do estágio fisiológico das sementes através da redução do espaçamento quando são utilizadas sementes nos estádios fisiológicos mais avançados.

Para alcançar produtividades situadas em patamares mais elevados, o produtor paulista e brasileiro necessita de uma série de informações que a pesquisa fitotécnica ainda não tem disponível, já que anteriormente a este trabalho vinham sendo estudados preferencialmente os efeitos principais isolados dos diferentes fatores de produção (densidade de plantio, tamanho e peso da semente, doses de fertilizantes, época de plantio, idade da semente), conforme mostram os artigos catalogados por RIBEIRO *et al.* (1978) e por BOOCK & ALMEIDA (1979). Mesmo nos anos mais recentes, ainda predomina o estudo dos efeitos principais, como por exemplo a ausência de resposta na produção comercial de batata pelo aumento do peso médio da semente utilizada, desde 20g até 200g, obtidos por SONNENBERG & FILGUEIRA (1984).

SILVA *et al.* (1988), a exemplo dos autores anteriormente citados, relatam a escassez de dados e o conflito entre resultados de pesquisa obtidos no país sobre a influência do tamanho da semente e do espaçamento sobre a produção de batata. Estes últimos buscaram uma abordagem mais ampla da questão através do estudo da interação entre esses dois fatores, tecendo ainda considerações econômicas sobre a produção e ressaltando a necessária consideração de outros fatores como o cultivar e o estágio fisiológico da semente. Obtiveram, para o cultivar Achat, produtividades crescentes com o aumento do peso médio do tubérculo-semente utilizado (desde 14g até 114g), assim como com o incremento da densidade de plantio desde 31.250 até 62.500 plantas/ha.

RAMOS *et al.* (1990a; 1990b; 1990c), em uma série de quatro experimentos, estudaram os efeitos da duração do ciclo vegetativo, da densidade de plantio e do tamanho da semente utilizada, demonstrando a interdependência entre esses fatores e evidenciando a necessidade de uma abordagem experimental mais ampla para a obtenção de resultados mais conclusivos. Observaram ainda (dados não publicados) a influência dos diferentes estágios fisiológicos das sementes utilizadas em cada ano sobre a duração do ciclo vegetativo e a produção. Os principais resultados mostraram que a maior duração do ciclo vegetativo, desde 55 dias até o final do ciclo (cerca de 120 dias) proporcionou aumentos sobre a produção, sem ganho na sanidade das sementes pela antecipação da colheita e que tubérculos maiores (desde 30g até 120g) são mais produtivos e são mais importantes para a produção do que a duração do ciclo; o maior adensamento se refletiu em maiores produtividades.

2.4. Abordagem estatística

Os fatores que contribuem para o desenvolvimento das plantas interagem de modo extremamente complexo. A avaliação fitotécnica da produção, vem sendo gradativamente facilitada pelo desenvolvimento de delineamento estatísticos que prevêm facilidades para o estudo das interações entre os fatores estudados.

Uma análise histórica da evolução dos delineamentos frente às crescentes necessidades dos pesquisadores encontra-se condensada por CONAGIN &

JORGE (1977a). Buscava-se inicialmente, com o máximo de condições controladas, a resposta à ação de um fator que variava segundo os níveis; com o desenvolvimento da experimentação fatorial, foi possível estimar os efeitos resultantes da variação conjunta de dois fatores até o desenvolvimento dos fatoriais cúbicos, para o estudo de três fatores.

A combinação de três fatores leva, porém à necessidade da implantação de um elevado número de parcelas experimentais. Esses experimentos, quando conduzidos no campo (conforme a maior parte dos experimentos em fitotecnia), ocupam uma área tão grande que, normalmente, além de tornar os custos da experimentação demasiadamente elevados, apresentam influências desuniformes do ambiente, afetando descontroladamente os resultados. O desenvolvimento de delineamentos fatoriais fracionados contribui para a solução de boa parte dessas limitações.

Historicamente, a evolução dos delineamentos fatoriais fracionados encontra-se ligada ao estudo da nutrição e adubação de plantas (CONAGIN & JORGE, 1977a; 1977b; 1982). Modernamente, o modelo de estudos proposto por Colwell (COLWELL *et al.*, 1988) tem sido adotado em várias partes do mundo. Este se baseia no estudo de quatro níveis aplicáveis a um, dois, três ou quatro fatores, sempre num esquema fracionado e com os tratamentos dispostos, respectivamente em quatro, dois, dois e quatro blocos (incompletos, com casualização dentro de cada bloco), correspondendo respectivamente à implantação de 16, 16, 32 e 64 parcelas experimentais.

Uma alternativa a esse modelo é o delineamento $(1/5) (5 \times 5 \times 5)$, desenvolvido por CONAGIN & JORGE (1977a; 1977b), segundo um inteiramente casualizado, com número recomendado de dois ou (no máximo, por desnecessário) três repetições que, ao prever o estudo dos fatores em cinco níveis, apresenta vantagens óbvias sobre o primeiro, além de ocupar menor número de parcelas (25 contra 32). O controle local, através da formação de blocos, porém só se efetiva através da implantação da fonte de variação blocos como um quarto fator, segundo o delineamento $(1/5) (5 \times 5 \times 5)$ em blocos (CONAGIN & JORGE, 1982), em que é mantido o número original de 25 parcelas experimentais. Caso se opte pela manutenção do inteiramente casualizado, o delineamento pode assumir o formato $(1/25) (5 \times 5 \times 5 \times 5)$, possibilitando o estudo conjunto de quatro fatores, em 25 parcelas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivar

Utilizou-se o cultivar Aracy (IAC-2), originado do cruzamento realizado em 1949 entre o cultivar norte-americano Katahdin e o holandês Profijt (sin Prummel P. 299) e selecionada no programa de melhoramento do Instituto Agronômico (BOOCK, s.d.; INSTITUTO AGRONÔMICO, 1958).

É um cultivar de ciclo longo (100 a 120 dias) e porte médio a alto (60-80cm) que tem por características a rusticidade, potencial produtivo e ampla adaptabilidade a condições climáticas (DIAS, 1993; BRYAN, 1992). Possui um bom nível geral de resistência de campo às principais doenças fúngicas de folhagem: requeima causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary e pinta preta causada pela *Alternaria solani* Sorauer; e ao Vírus do Enrolamento da Folha da Batata (PLRV). É suscetível à murchadeira causada por *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith.

Seus tubérculos têm formato redondo-achatado, com “olhos” meio profundos, película amarela e polpa creme. Apresenta teores de matéria seca relativamente elevados para as condições brasileiras (20-21%) e possui excelentes qualidades para uso culinário e industrial, especialmente para a produção de *chips* (fatias ou rodelas fritas), de acordo com MIRANDA FILHO *et al.* (1992).

3.2. Obtenção das sementes para experimentação

Um campo de produção de sementes foi instalado para produzir as quantidades de sementes necessárias, nos diferentes tamanhos, em idade fisiológica homogênea e com sanidade assegurada. Adotaram-se os procedimentos próprios à classe básica em conformidade com as Normas Gerais para Certificação de Batata-Semente

(BRASIL, 1988). O plantio ocupou cerca de 5.000 m² e foi realizado em 10 de abril de 1992, em Itararé-SP, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo. As ramas foram secas a 1° de julho (600 g Paraquat /ha), aguardando-se 27 dias para a perfeita fixação da película por ocasião da colheita.

As sementes obtidas foram classificadas de acordo com as Normas de Certificação, acondicionadas em caixas de madeira e imersas em solução de tia-bendazole (150 gramas por 100 litros de água, durante 15 minutos) para melhor conservação, principalmente para reduzir a evolução de “podridões secas” (*Fusarium* sp.). A seguir foram armazenadas em câmara frigorífica a 4°C e umidade relativa de 85%.

Após 45 dias de armazenamento, as sementes, ainda dormentes, foram transferidas para uma câmara apropriada ao forçamento da brotação, tratadas com 35ml de bissulfureto de carbono por m³ de câmara durante 48 horas e transferidas para galpão ventilado à temperatura ambiente por 15 dias.

3.3. Fatores de produção avaliados

3.3.1. Densidade de plantio (P)

Considerou-se (BEUKEMA & ZAAG, 1990; MARTIN, 1992) desprezível diante da população de plantas, a influência do espaçamento entre linhas sobre a produção final e fixou-se a distância entre linhas em 0,80 m, variando-se o espaçamento dentro das linhas para alcançar os níveis populacionais desejados (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis do fator densidade de plantio (P) e correspondentes população, espaçamento dentro da linha e gasto de sementes por metro de sulco de plantio. Espaçamento entre sulcos fixo em 0,80 m.

Nível	Densidade de plantio (tubérculos/ha)	Espaçamento dentro da linha (m)	Sementes / m (n°)
1	25.000	0,50	2
2	37.500	0,33	3
3	50.000	0,25	4
4	62.500	0,20	5
5	75.000	0,17	6

3.3.2. Tamanho da semente (T)

As sementes foram classificadas em cinco tamanhos, de acordo com o menor diâmetro transversal do tubérculo, conforme determinado nas Normas de Certificação. As sementes assim classificadas recebem a denominação de Tipos de Semente: o maior tamanho é o Tipo 0 (zero) e o menor tamanho Tipo IV. Como não há limite superior de classe para o Tipo 0, este foi arbitrado em 70 mm, como condição para que o seu diâmetro médio se mantivesse equidistante dos demais e atendendo aos critérios de ortogonalidade do fatorial.

Apesar do formato redondo-achatado, os tubérculos classificados de Aracy apresentam ainda grande variação no peso. Para reduzir o erro experimental, após a classificação por tamanho, os tubérculos foram selecionados pelo peso médio de cada Tipo (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis do fator tamanho da semente (T) e respectivos diâmetros médios, limites superior e inferior, pesos médios e Tipos da Certificação de sementes.

Nível	----- Tamanho da semente -----			Peso médio (g)	Tipo da semente
	Diâmetro Médio (mm)	Limite Inferior (mm)	Limite Superior (mm)		
1	25	20	30	18	IV
2	35	30	40	35	III
3	45	40	50	66	II
4	55	50	60	100	I
5	65	60	70	150	0

3.3.3. Estádio fisiológico da semente (B)

Por ocasião da instalação do experimento as sementes encontravam-se aptas para plantio mas ainda nas etapas iniciais de superação da dormência, com um mínimo de brotação. O tratamento com produtos forçadores, ácido giberélico (GA₃) e bissulfureto de carbono (CS₂), permitiu obter sementes em estádios fisiológicos esca-

lonadamente avançados, equivalentes ao tempo de armazenamento em câmara frigorífica (REGHIN, 1982; AMARAL *et al.*, 1985; PÓGI, 1993). Esses tratamentos foram aplicados em 01/10/02, dia anterior ao plantio

Considerando-se as condições ambientais predominantes desde a instalação do campo de multiplicação até a condução do experimento, o conhecimento previamente adquirido com o manejo do cultivar Aracy na Estação Experimental de Itararé, estimou-se em 3 semanas o acréscimo entre cada nível (Tabela 3). O aspecto mais evidente da evolução do estágio fisiológico da semente é, no entanto, o aumento no número de brotos por tubérculo e, posteriormente, no número de hastes por tubérculo.

Tabela 3. Níveis do fator estágio fisiológico da brotação (B) e respectivos tratamentos forçadores da brotação e período estimado de armazenamento.

Nível	---- Ácido Giberélico (AG ₃) ----		--Bissulfureto de Carbono (CS ₂)--		Armazenamento (semanas)
	Dosagem (ppm)	Duração (minutos)	Dosagem (ml / m ³)	Duração (horas)	
1	-	-	-	-	10
2	5	10	-	-	13
3	10	10	-	-	16
4	-	-	35	48	19
5	5	10	35	48	22

3.3.4. Outros fatores de produção

Procurou-se evitar condições de cultivo estressantes ao desenvolvimento das plantas. A natureza predominantemente ácida e de baixa fertilidade dos solos da Estação Experimental de Itararé (OLIVEIRA *et al.*, 1976; QUAGGIO *et al.*, 1985), indicou a incorporação de 6 t/ha de calcário calcítico cerca de três meses antes do plantio. A adubação de plantio foi de 2,5 t/ha da fórmula fertilizante 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O, respectivamente) e a cobertura foi realizada aos 30 dias após o plantio com 300 kg/ha de sulfato de amônio (20% de N). Quando necessário, segundo critério visual, o experimento foi irrigado por aspersão. Foram realizados os tratamentos fitossanitários

normais à cultura, não se observando a ocorrência de pragas ou doenças em nível suficiente para influenciar os resultados experimentais.

3.4. Arranjo fatorial

O desenvolvimento de delineamentos fatoriais fracionados viabilizou este tipo de experimentação. Neles, a partir de um número reduzido de tratamentos que reúnem combinações (previamente determinadas) dos níveis dos fatores, é possível estimar os efeitos das combinações faltantes. Essas soluções dependem, entretanto, do auxílio de computadores para análise e apresentação gráfica dos resultados para serem analisados, interpretados e apresentados de modo eficaz.

Neste trabalho foi utilizado o delineamento $(1/5) (5 \times 5 \times 5)$, desenvolvido por CONAGIN & JORGE (1977a, 1977b, 1982), que permite combinar a aplicação de três fatores em cinco níveis (apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3), segundo um arranjo fatorial reduzido à quinta parte do número total das combinações de tratamentos do fatorial $5 \times 5 \times 5$, ou seja, 25 tratamentos. Esses tratamentos são reunidos em obediência a qualquer um dos três conjuntos básicos de tratamentos possíveis.

Os 25 tratamentos foram distribuídos em três repetições e em conformidade com o conjunto básico I-III-IV, cuja combinação de tratamentos encontra-se na Figura 1, onde o primeiro algarismo representa o nível do fator densidade de plantio (P); o segundo, o nível do fator tamanho da semente (T); o terceiro, o nível do fator estágio fisiológico da semente (B).

1-1-1	2-4-5	3-2-4	4-5-3	5-3-2
2-2-2	3-5-1	4-3-5	5-1-4	1-4-3
3-3-3	4-1-2	5-4-1	1-2-5	2-5-4
4-4-4	5-2-3	1-5-2	2-3-1	3-1-5
5-5-5	1-3-4	2-1-3	3-4-2	4-2-1

Figura 1. Tratamentos do conjunto básico I-III-IV do fatorial fracionado $(1/5) (5^3)$, conforme utilizados na experimentação. O primeiro algarismo representa o nível do fator P; o segundo, o nível do fator T; o terceiro, o nível do fator B.

Anteriormente ao plantio, cada um dos cinco tamanhos de semente foi dividido em cinco grupos que receberam os tratamentos forçadores da brotação, totalizando 25 combinações de tratamentos. Completou-se a implantação do conjunto básico pelo plantio nos espaçamentos previstos para o fator densidade de plantio.

O plantio foi realizado aos 02/10/92 na Estação Experimental de Itararé. Devido à manutenção de um caminho para pulverizações entre cada 12 sulcos destinados ao plantio, a utilização de parcelas com seis linhas permitiu melhor aproveitamento da área experimental.

Para estimar as curvas de tuberização considerou-se o ciclo potencial de 140 dias do plantio à colheita. Foram tomadas amostras nas oito épocas constantes da Tabela 4.

Tabela 4. Colheitas, datas de amostragem e número de dias após o plantio (DAP). Plantio realizado em 02-10-92.

Colheita	DAP	Data
1	32	03-11-92
2	46	17-11-92
3	61	02-12-92
4	81	22-12-92
5	95	05-01-93
6	110	20-01-93
7	125	04-02-93
8	140	19-02-93

Utilizaram-se parcelas de igual dimensão (seis linhas distanciadas 0,80m por 10m de comprimento, 48m²) onde se tomaram amostras formadas por quatro plantas competitivas. Projetou-se o saldo de algumas amostras, como prevenção contra eventuais descartes. O esquema básico da parcela é apresentado na Figura 2.

Procurou-se manter pelo menos 0,50 m como bordadura de cabeceira em cada colheita. O número de plantas assim utilizadas é apresentado na Tabela 5, que também relaciona o gasto de sementes.

O total de 75 parcelas (25 tratamentos, três repetições) ocupou 3.960 m². Considerando-se os caminhos, a área total do experimento foi de 5.148 m² (36 m de largura e 143 m de comprimento).

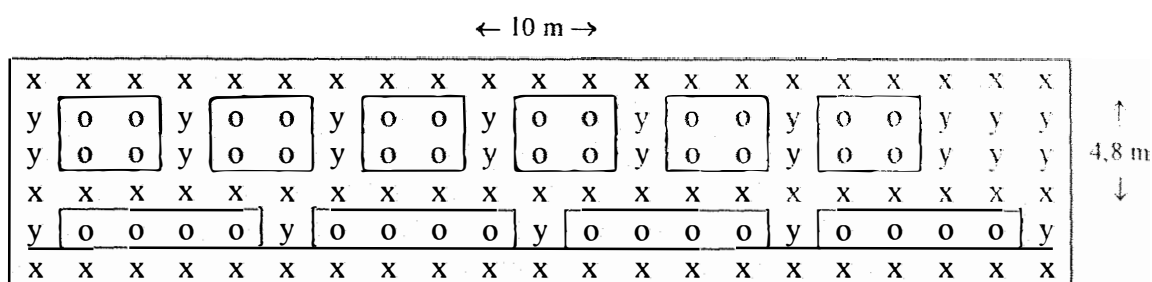


Figura 2. Esquemática de uma parcela do nível 1 de população, dimensões, bordaduras laterais (x), bordaduras de cabeceira (y) e amostras (o), em destaque. Cada letra representa uma planta espaçada 0,80 x 0,50m.

Tabela 5. Necessidade de sementes de cada um dos cinco tamanhos e número mínimo de plantas utilizados como bordadura conforme os diferentes espaçamentos.

Nível	População (plantas/ha)	Distância na linha (m)	Plantas na bordadura (n°)	Necessidade de Sementes		
				Por linha	Por Parcela	Por 3 reps.
1	25.000	0,50	1	21	126	378
2	37.500	0,33	2	31	186	558
3	50.000	0,25	2	41	246	738
4	62.500	0,20	3	51	306	918
5	75.000	0,17	3	61	366	1098
Total	-	-	-	-	-	3690

3.5. Critérios para avaliação das variáveis

As plantas de cada amostra tiveram separadas as hastes, folhas, flores, frutos e tubérculos. A metodologia experimental utilizada restringe-se neste trabalho à influência dos fatores densidade de plantio, tamanho e estágio fisiológico sobre o peso fresco dos tubérculos.

3.5.1. Número de hastes

O número de hastes foi avaliado segundo o critério proposto por BEUKEMA & ZAAG (1990) que definem como haste principal aquela originada diretamente do tubérculo-semente e que sempre possui gemas aptas à formação de estolhos e tubérculos. Hastes secundárias são os ramos laterais inferiores formados a partir da haste principal. Quando estas se originam próximo à semente possuem a capacidade de originar tubérculos e nesse caso são tratadas como haste principal.

Essa determinação foi feita em todas as épocas, nas plantas colhidas. O número de hastes por metro quadrado foi obtido pela multiplicação do número de hastes por tubérculo pela densidade de plantio.

3.5.2. Produção

Colheram-se todos os tubérculos das plantas amostradas. O peso total foi obtido pela soma dos pesos individuais dos tubérculos dos diversos tamanhos e do descarte formado por tubérculos miúdos (abaixo de 20 mm). Foram considerados como tubérculos graúdos aqueles da faixa entre 50 a 90 mm de diâmetro. Os dados obtidos, referem-se pois à produção de tubérculos em uma população ideal de plantas e são referidos pelo termo capacidade produtiva.

Tomou-se o peso dos tubérculos de quatro plantas em balança eletrônica com precisão de 0,1 grama, transformando-se os dados para decigramas por metro quadrado. Essa unidade equivale a toneladas por hectare, que é como os dados foram analisados.

3.6. Curvas de tuberização

A tomada de amostras para avaliação do crescimento de comunidades vegetais assume a ocorrência de variações entre os indivíduos. Evidentemente, o tamanho da amostra é de grande importância para a estimativa dos dados, assim como a frequência com que é realizada.

Os erros experimentais são melhor distribuídos pelo ajuste das médias observadas a uma função contínua. O crescimento de comunidades vegetais, indivíduos e seus órgãos, na maior parte das vezes pode ser representada por uma função pertencente à família das curvas sigmóides (PEREIRA & ARRUDA, 1987; PEREIRA & MACHADO, 1987). Dentre as curvas sigmóides existentes, a função logística é a mais utilizada para representar a tuberização de plantas.

Denominou-se por ajuste inicial dentro de tratamentos ao ajuste à função logística das médias do peso fresco dos tubérculos dentro de cada um dos 25 tratamentos do conjunto básico do fatorial fracionado, consideradas as oito épocas de amostragem. O ajuste foi realizado em microcomputador, utilizando-se o programa Ajuste (ZULLO JR. & ARRUDA, 1987).

A função logística, exemplificada na Figura 3, assume o formato $f(x) = a / (1 + b(e)^{-cx})$, onde: x = dias após o plantio; a = valor assintótico (produção esperada); e = logaritmo neperiano; b = coeficiente de e ; c = coeficiente de x .

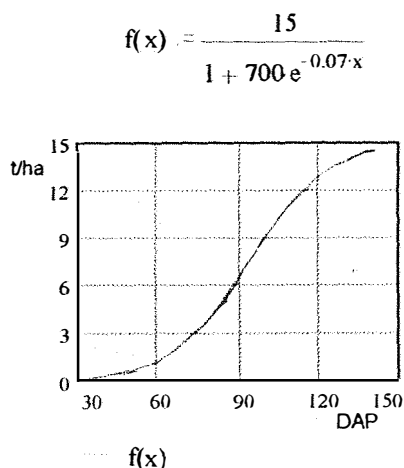


Figura 3. Exemplo numérico de uma função logística e gráfico correspondente.

O ajuste inicial dentro de tratamentos possibilitou estimar continuamente a produção dos tratamentos do conjunto básico no intervalo entre 32 DAP e 140 DAP. Estipulou-se em 15 dias o intervalo para a simulação de colheitas, resultando em oito épocas (aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 140 DAP). Para cada época realizou-se então a análise dos dados conforme o delineamento $(1/5)(5 \times 5 \times 5)$, através da análise da regressão polinomial múltipla. Foi utilizada a versão 6 do SAS (SAS INSTITUTE, 1989) instalado em microcomputador. Tomou-se como modelo o polinômio completo de segundo grau e foi adotado o método do melhoramento máximo do coeficiente de determinação (Anexos 1 e 2). Essa atividade foi denominada ajuste entre tratamentos. A interpretação da solução mais adequada teve auxílio gráfico do programa Mathcad, versão 4.0 (MATHSOFT, 1993).

A partir das análises da regressão polinomial múltipla e respectivas estimativas (obtidas através das equações de resposta) em cada época de colheita, foram estimadas curvas de tuberização através de um novo ajuste à função logística, agora para o número total de combinações de tratamentos (125), em uma operação denominada ajuste final dentro de tratamentos.

O modelo passou por validação comparativa entre as 25 curvas de tuberização do conjunto básico de tratamentos, as que resultaram do ajuste inicial dentro de tratamentos e aquelas do ajuste final dentro de tratamentos.

3.7. Ordem de obtenção dos dados

De acordo com os itens anteriores, a produção de tubérculos foi analisada a partir de quatro tipos de dados experimentais, obtidos em ordem seqüencial:

- a) Valores observados (em campo) para os 25 tratamentos do conjunto básico, em oito épocas de colheita, aos 32, 46, 61, 81, 95, 110, 125 e 140 DAP;
- b) Ajuste dos 25 tratamentos do conjunto básico a uma função contínua (sigmoidal), permitindo simular qualquer época

de colheita no intervalo entre 32 e 140 DAP. Ajuste inicial dentro de tratamentos;

- c) Ajuste, dentro de cada época simulada de colheita (aos 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125 e 140 DAP), dos 125 tratamentos resultantes da combinação dos níveis dos fatores densidade de plantio, tamanho e estágio fisiológico da semente a uma função contínua (polinomial). Estimados através das equações resultantes da análise da regressão polinomial múltipla. Ajuste entre tratamentos;
- d) Ajuste das médias dos 125 tratamentos em cada época simulada de colheita (conforme obtidos no item anterior) a uma função contínua (sigmoidal) no intervalo entre 35 e 140 DAP (ajuste final dentro de tratamentos) e validação comparativa entre os ajustes inicial e final, dentro de tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se o experimento como um todo, o desenvolvimento apresentado pelas plantas foi bastante satisfatório. Foram observadas e erradicadas apenas duas plantas sintomáticas para o Vírus do Enrolamento da Folha da Batata. As doenças fúngicas de folhagem ocorreram de forma esporádica e foram prontamente controladas. Erradicou-se algumas poucas plantas com talo oco (*Erwinia* sp.) nas etapas finais do experimento.

A emergência das plantas mostrou-se mais lenta do que o usual, transcorrendo cerca de 20 dias entre o plantio e o estabelecimento de metade da população prevista. Para isso também contribuíram as baixas temperaturas observadas por ocasião do forçamento da brotação, e que perduraram durante os primeiros dias após o plantio. Efeitos semelhantes são freqüentemente relatados por diversos autores (BODLAENDER, 1963; BURTON, 1989; MANRIQUE, 1992). Apesar desse retardo, em todas as parcelas obteve-se praticamente 100% da população ideal de plantas.

Os rendimentos obtidos foram muito elevados, mesmo quando comparados com outros experimentos. As médias observadas para a produção total de tubérculos (Tabela 8) serão melhor discutidas oportunamente, revelam porém que já aos 110 DAP, a produtividade média atingiu 21,85 t/ha, chegando no final do experimento a 31,11 t/ha; a maior capacidade produtiva (46,83 t/ha) foi observada no tratamento 5-4-1, obtendo-se capacidade produtiva superior a 40 t/ha também nos tratamentos 4-4-4, 4-5-3 e 5-3-2. A maior produtividade atingida no experimento equivale às 46,6 t/ha obtidos com o cultivar Huinkul em Balcarce, Argentina, por CANTOS-DE-RUIZ *et al.* (1989) e que foi estimada em 53% do seu potencial produtivo.

Em vista dos resultados obtidos, percebe-se que o manejo adequado dos fatores de produção, densidade de plantio, tamanho e estado fisiológico da semente, podem contribuir de modo significativo para o alto rendimento da batata.

4.1. Número de Hastes por tubérculo

O estágio fisiológico da semente pode ser definido a partir da contagem do número de brotos do tubérculo. Nos estádios fisiológicos iniciais, com a maioria das gemas ainda dormentes, a brotação normal ocorre na região apical do tubérculo. À medida em que a dormência é superada, a brotação de gemas gradativamente distais eleva o número de brotos por tubérculo.

O número de brotos por tubérculo é uma característica varietal e é determinado, entre outras causas, pelo tamanho da semente e pelo grau de mobilização das suas reservas. Os tubérculos de maior tamanho incorporam durante sua formação a um maior número de gemas (da região sub-apical do estolho) e nos estádios fisiológicos mais avançados, podem originar maior número de brotos.

O número de brotos existentes no tubérculo nem sempre corresponde ao número de hastes formadas após o plantio (ALLEN, 1978; BEUKEMA & ZAAG, 1990). O manuseio das sementes pode quebrar alguns brotos; a ocorrência de algumas pragas ou doenças pode também diminuir o número de brotos viáveis, podendo ainda causar divisões nos brotos, elevando-se o número de hastes.

O número de hastes principais, conforme foi obtido, representa precisamente a contagem do número de hastes onde normalmente se formam estolhos e tubérculos e foi determinado nas oito épocas de colheita (Tabela 6). O tratamento 5-5-5 sempre proporcionou a maior média acumulada, que se estabilizou depois dos 61 DAP próximo a 4,65 hastes por tubérculo (de 65 mm, com 150 g). Tais valores podem ser considerados elevados para o cultivar estudado, que é reconhecidamente de difícil brotação (BOOCK, s.d.; BOOK & NÓBREGA, 1962). Esse número porém é inferior ao potencial de sete hastes/tubérculo de 120g estimado por RAMOS *et al.* (1990 b). A mesma dificuldade foi observada em outros experimentos: RAMOS *et al.* (1990 a) obtiveram até 4,0 hastes por tubérculo plantado de Aracy do Tipo I (120 g); REGHIN

(1982), obteve para Aracy entre 2,70 a 3,80 hastes por tubérculo plantado do Tipo Primeira (100 g).

Os resultados obtidos refletem também a influência do estágio fisiológico ainda jovem das sementes utilizadas no experimento, nas primeiras etapas de superação da dormência, com forte dominância apical. Essa situação pode ser parcialmente atribuída à interrupção do ciclo de multiplicação das sementes, que determinou a colheita em um estágio fisiológico muito jovem, com grau de dormência ainda mais elevado do que aquele comumente observado no cultivar Aracy. O armazenamento em câmara frigorífica também colaborou para a manutenção da dormência.

Tabela 6. Médias do número de hastes por tubérculo, acumuladas em relação às épocas de colheita.

Tratamento	aos 32 DAP	até 46 DAP	até 61 DAP	até 81 DAP	até 95 DAP	até 110 DAP	até 125 DAP	até 140 DAP
1-1-1	-	1,09	1,06	1,03	1,02	1,03	1,03	1,03
1-2-5	2,25	2,00	2,10	2,08	2,09	2,08	2,10	2,09
1-3-4	2,00	1,83	1,75	1,83	1,84	1,85	1,85	1,85
1-4-3	2,42	2,42	2,25	2,28	2,30	2,30	2,31	2,31
1-5-2	3,33	2,75	2,33	2,56	2,57	2,57	2,56	2,57
2-1-3	1,00	1,00	1,08	1,10	1,08	1,08	1,09	1,00
2-2-2	1,67	1,17	1,67	1,23	1,24	1,24	1,24	1,25
2-3-1	-	1,13	1,08	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11
2-4-5	4,00	2,83	3,17	3,13	3,10	3,14	3,14	3,15
2-5-4	3,50	3,50	4,17	3,60	3,65	3,65	3,62	3,62
3-1-5	1,67	1,50	1,67	1,67	1,68	1,67	1,68	1,67
3-2-4	1,08	1,42	1,25	1,45	1,47	1,49	1,47	1,46
3-3-3	1,50	1,83	1,50	1,57	1,58	1,60	1,59	1,58
3-4-2	2,50	2,08	1,93	2,12	2,11	2,12	2,11	2,11
3-5-1	-	1,50	1,50	1,65	1,67	1,70	1,68	1,67
4-1-2	1,25	1,08	1,08	1,08	1,09	1,08	1,08	1,09
4-2-1	-	1,00	1,50	1,08	1,08	1,10	1,09	1,09
4-3-5	2,92	2,74	2,92	2,75	2,76	2,76	2,77	2,76
4-4-4	3,42	2,92	3,08	3,00	2,99	3,00	3,02	3,01
4-5-3	2,67	2,50	2,75	2,78	2,78	2,77	2,77	2,78
5-1-4	1,33	1,17	1,25	1,25	1,26	1,26	1,25	1,25
5-2-3	1,17	1,58	1,17	1,48	1,48	1,49	1,49	1,50
5-3-2	1,42	1,67	1,42	1,43	1,43	1,43	1,42	1,43
5-4-1	-	1,08	1,17	1,29	1,30	1,30	1,31	1,31
5-5-5	4,67	5,42	4,50	4,65	4,63	4,64	4,64	4,65
Média	2,29	1,97	1,97	1,97	1,97	1,98	1,98	1,97

(1,82), T3B3 (1,78), T2B4 (1,64) e T1B5 (1,54). Dentro de cada paralela abaixo dessa diagonal, as estimativas se equivalem e, acima da diagonal, embora o mesmo padrão se repita, a resposta das menores sementes ao forçamento da brotação não acompanha a dos maiores tubérculos: T3B5 (2,52) < T4B4 (2,82) < T5B3 (2,96).

T5	1,59	2,26	2,96	3,71	4,49
T4	1,37	1,82	2,30	2,82	3,38
T3	1,19	1,47	1,78	2,13	2,52
T2	1,07	1,23	1,42	1,64	1,91
T1	1,00	1,08	1,19	1,35	1,54
	B1	B2	B3	B4	B5

$$W = 0,955438 + 0,018325 \cdot B^2 + 0,02475 \cdot BT^2$$

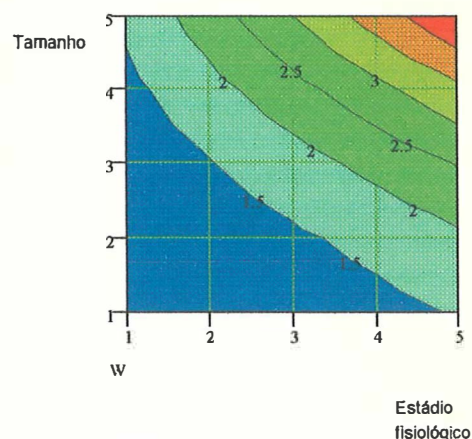


Figura 4. Estimativa do número de hastes por tubérculo em função da equação polinomial e linhas de contorno da superfície de resposta. Nas linhas os tamanhos de semente (T) e nas colunas os estádios fisiológicos (B).

A semente de 25 mm originou poucas hastes, mesmo nos estádios fisiológicos mais avançados: T1B4 apenas iguala o número de hastes por tubérculo de 55 mm no estágio fisiológico inicial T4B1 (respectivamente, 1,35 e 1,37); a resposta da semente fisiologicamente mais velha (T1B5 = 1,54) equivale à do tubérculo de 65 mm fisiologicamente jovem (T5B1 = 1,59).

Os resultados deste trabalho reafirmam aqueles obtidos por diversos autores (BOOCK & NÓBREGA, 1962; COLEMAN, 1987; BURTON, 1989; BEUKEMA & ZAAG, 1990) e mostram que no estágio fisiológico inicial (nível 1) os maiores tubérculos propiciam a formação de hastes mais precocemente e em maior número do que nos tubérculos de menor tamanho (respectivamente 1,59, 1,37, 1,19, 1,07 e 1,00 hastes por tubérculo).

4.2. Número de hastes por unidade de área

O número de hastes por unidade de área, é freqüentemente citado como o fator com maior contribuição individual para a produtividade da batata (ALLEN, 1978; BEUKEMA & ZAAG, 1990) e foi estudado através de duas metodologias. Numa delas, os valores estimados para o número de hastes por tubérculo (Figura 4) foram multiplicados pelas respectivas densidades populacionais e são mostrados na Figura 5. Na outra, multiplicou-se o número de hastes por tubérculo (média acumulada até os 81 DAP, na Tabela 6) pelas respectivas densidades populacionais, dados na Tabela 7, para análise através da regressão polinomial múltipla. Os dois métodos levaram à estimativa de valores próximos.

Tabela 7. Médias acumulada e geral observadas para o número de hastes por metro quadrado até 81 DAP.

Tratamento	Hastes/m ²	Tratamento	Hastes/m ²	Tratamento	Hastes/m ²
1-1-1	2,6	3-1-5	8,3	5-1-4	9,4
1-2-5	5,2	3-2-4	7,2	5-2-3	11,1
1-3-4	4,6	3-3-3	7,8	5-3-2	10,7
1-4-3	5,7	3-4-2	10,6	5-4-1	9,7
1-5-2	6,4	3-5-1	8,2	5-5-5	34,9
2-1-3	4,1	4-1-2	6,8		
2-2-2	4,6	4-2-1	6,8	Média	9,89
2-3-1	4,1	4-3-5	17,2		
2-4-5	11,7	4-4-4	18,7		
2-5-4	13,5	4-5-3	17,4		

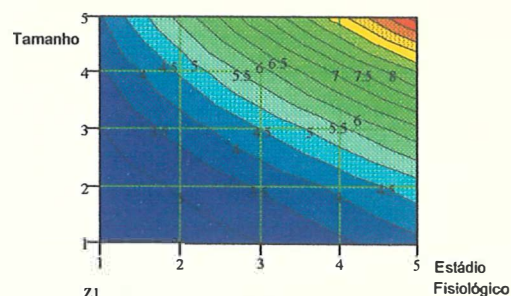
Através deste último método, a análise da regressão polinomial múltipla revelou a média de 9,89 hastes/m² (Tabela 7), obtendo-se uma equação com seis parâmetros, coeficiente de determinação igual a 99 %, coeficiente de variação de 7,4 % e coeficiente de parâmetros igual a -7,0 conforme a expressão:

$$W_{P,T,P} = 1,21251869 + 1,17891972.P + 0,09977879.T^2 - 0,01355027.PT^2 + 0,02074552.PB^2 + 0,01248680.PTB^2 + 0,02701132.PBT^2$$

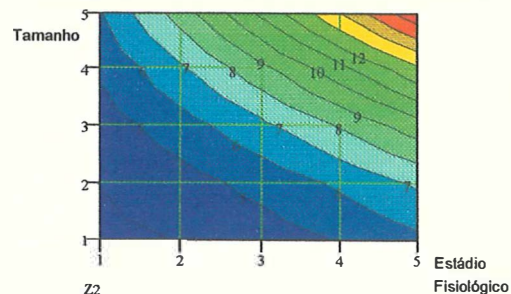
O coeficiente da interação PT^2 é o único negativo e sua contribuição para os valores estimados é muito pequena, atingindo o máximo de -1,7 hastes/m².

25.000 plantas/ha

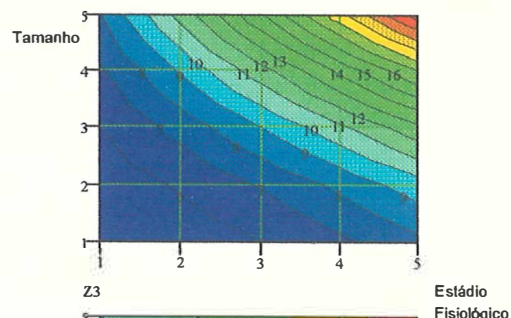
T5	3,97	5,64	7,41	9,27	11,21
T4	3,42	4,54	5,75	7,05	8,45
T3	2,99	3,68	4,46	5,33	6,30
T2	2,68	3,06	3,54	4,10	4,76
T1	2,50	2,69	2,99	3,37	3,84
	B1	B2	B3	B4	B5

**37.500 plantas/ha**

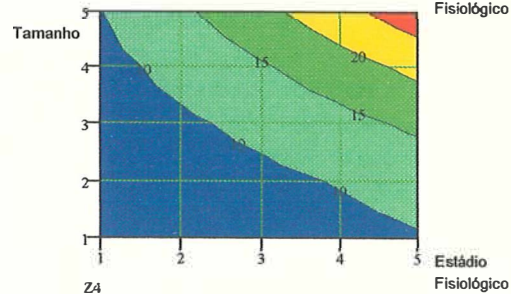
T5	5,96	8,47	11,11	13,90	16,82
T4	5,13	6,81	8,62	10,58	12,67
T3	4,48	5,52	6,69	8,00	9,45
T2	4,02	4,60	5,31	6,16	7,14
T1	3,74	4,04	4,48	5,05	5,76
	B1	B2	B3	B4	B5

**50.000 plantas/ha**

T5	7,94	11,29	14,82	18,53	22,43
T4	6,83	9,08	11,50	14,11	16,90
T3	5,97	7,36	8,92	10,67	12,60
T2	5,36	6,13	7,08	8,21	9,53
T1	4,99	5,39	5,97	6,73	7,68
	B1	B2	B3	B4	B5

**62.500 plantas/ha**

T5	9,93	14,11	18,52	23,16	28,03
T4	8,54	11,34	14,37	17,63	21,12
T3	7,47	9,19	11,15	13,33	15,75
T2	6,70	7,66	8,85	10,26	11,91
T1	6,24	6,74	7,46	8,42	9,60
	B1	B2	B3	B4	B5

**75.000 plantas/ha**

T5	11,91	16,93	22,23	27,80	33,64
T4	10,25	13,61	17,25	21,16	25,35
T3	8,96	11,03	13,38	16,00	18,90
T2	8,04	9,19	10,61	12,31	14,29
T1	7,49	8,08	8,96	10,10	11,52
	B1	B2	B3	B4	B5

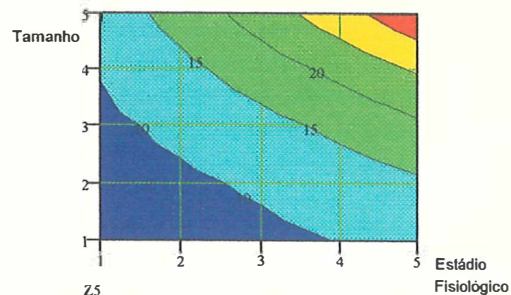


Figura 5. Número de hastes/m² obtido pela transformação do número de hastes/tubérculo e respectivas linhas de nível das superfícies de resposta, para cada nível de densidade de plantio. Nas linhas os tamanhos de semente (T) e nas colunas os estádios fisiológicos (B).

A função obtida é crescente para os níveis dos fatores estudados: densidade de plantio, tamanho e estágio fisiológico da semente. A maior contribuição para as estimativas é dada pela interação PBT^2 , que é responsável por acréscimos de 16,9 hastes/m² no nível 5 de P, T e B.

Na Figura 6 são apresentados, para cada nível de densidade de plantio, o número de hastes/m² conforme estimado pela equação de regressão polinomial e as linhas de nível da superfície de resposta.

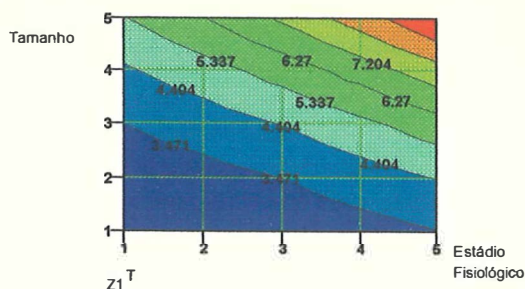
A amplitude dos valores obtidos mostrou-se perfeitamente coerente com o planejado para a experimentação. Na menor densidade de plantio (25.000 plantas/ha) foram obtidas desde 2,54 até 10,00 hastes/m². Esses valores, sempre crescentes, alcançaram na maior densidade de plantio (75.000 plantas/ha) o intervalo compreendido entre 7,44 e 35,19 hastes/m², ampliam a faixa estudada por RAMOS *et al.* (1990a; b; c), que situou-se entre 10,82 e 30,20 hastes/m² e cobrem adequadamente o intervalo de 11 a 15 hastes/m² citado por MIRANDA FILHO (1982) como a densidade idealmente procurada pelos agricultores visando a produção de batata para o consumo.

Observou-se a estimativa de valores muito próximos para diversos grupos de combinações de níveis entre o tamanho e o estágio fisiológico da semente, tanto dentro das populações como entre elas. Esses resultados indicam amplas possibilidades de combinações dos três fatores estudados para o manejo fitotécnico do número de hastes/m².

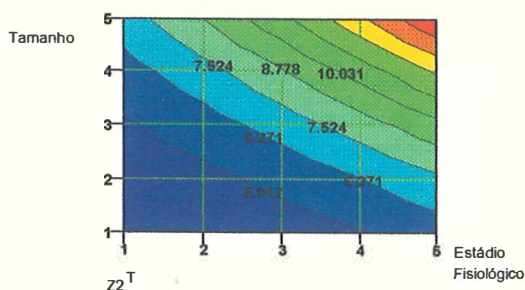
A opção por um dos métodos para se estimar o número de hastes/m² deve considerar a melhor representação biológica dos valores estimados e os parâmetros e interações envolvidos. Nota-se que P participou apenas como fator multiplicativo no cálculo das estimativas pelo primeiro método ($W_{P,T,B} = Int + B^2 + BT^2$) porém se faz presente em cinco dos seis parâmetros da equação obtida com o outro método ($W_{P,T,B} = Int + P + T^2 - PT^2 + PB^2 + PTB^2 + PBT^2$). Uma vez que os resultados são próximos e biologicamente adequados, a decisão sobre qual das duas metodologias melhor estima o número de hastes/m² deve ser fundamentada na identificação do tipo de influência da densidade de plantio (P): como uma constante de multiplicação ou interagindo com outros fatores. Esta última aparenta ser a mais adequada.

25.000 plantas / ha

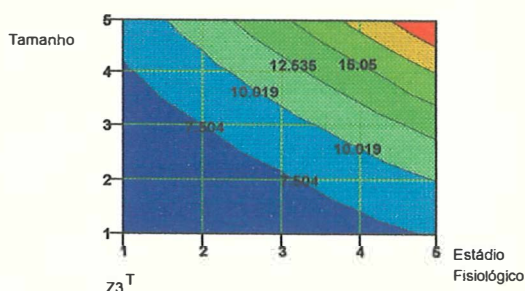
T5	5,31	6,23	7,32	8,58	10,00
T4	4,27	4,92	5,70	6,63	7,70
T3	3,47	3,89	4,42	5,07	5,84
T2	2,89	3,14	3,47	3,90	4,42
T1	2,54	2,66	2,86	3,12	3,44
	B1	B2	B3	B4	B5

**37.500 plantas / ha**

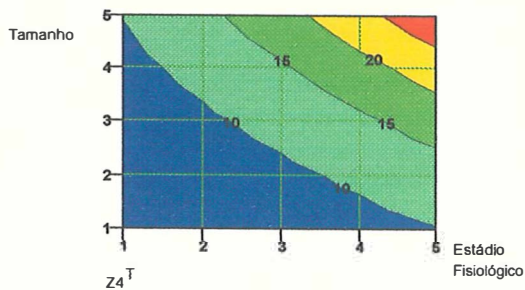
T5	6,90	8,75	10,94	13,45	16,30
T4	5,74	7,03	8,60	10,45	12,59
T3	4,83	5,66	6,73	8,03	9,57
T2	4,17	4,66	5,33	6,19	7,23
T1	3,76	4,02	4,40	4,92	5,57
	B1	B2	B3	B4	B5

**50.000 plantas / ha**

T5	8,50	11,28	14,55	18,32	22,60
T4	7,20	9,14	11,49	14,27	17,48
T3	6,19	7,44	9,04	10,99	13,29
T2	5,45	6,18	7,19	8,48	10,04
T1	4,99	5,37	5,95	6,73	7,71
	B1	B2	B3	B4	B5

**62.500 plantas / ha**

T5	10,10	13,80	18,17	23,20	28,89
T4	8,67	11,25	14,39	18,10	22,37
T3	7,54	9,21	11,35	13,95	17,02
T2	6,73	7,71	9,05	10,77	12,84
T1	6,21	6,72	7,49	8,53	9,84
	B1	B2	B3	B4	B5

**75.000 plantas / ha**

T5	11,70	16,32	21,78	28,07	35,19
T4	10,13	13,36	17,28	21,92	27,26
T3	8,90	10,99	13,66	16,91	20,75
T2	8,00	9,23	10,91	13,05	15,65
T1	7,44	8,07	9,04	10,34	11,97
	B1	B2	B3	B4	B5

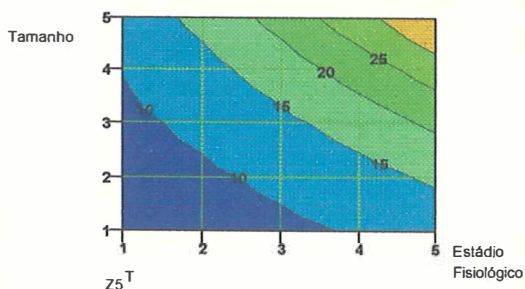


Figura 6. Número de hastas/m² estimado em função da regressão polinomial e respectivas linhas de nível das superfícies de resposta, para cada nível de densidade de plantio. Nas linhas os tamanhos de semente (T) e nas colunas os estádios fisiológicos (B).

4.3. Produção de tubérculos

As médias observadas para a produção total de tubérculos são apresentadas na Tabela 8. Por ocasião da primeira colheita, aos 32 DAP, as plantas encontravam-se ainda pouco desenvolvidas, com cerca de cinco a dez centímetros de altura, mesmo assim o tratamento 5-5-5 já produzia 0,99 t/ha (13 g/planta). A produtividade média foi sempre crescente, atingindo: 0,32 t/ha aos 46 DAP; 1,47 t/ha aos 61 DAP; 8,15 t/ha aos 81 DAP; 15,58 t/ha aos 95 DAP; 21,85 t/ha aos 110 DAP; 27,77 t/ha aos 125 DAP e 31,11 t/ha na colheita final realizada aos 140 DAP. Esses resultados refletem a capacidade produtiva de Aracy nas condições pouco estressantes do experimento e são coerentes com o potencial produtivo citado CANTOS-DE-RUIZ *et al.* (1989) e calculado por Zaag & Burton¹ (1978) entre 40 a 60 t/ha para a batata produzida em regiões tropicais e subtropicais e, ainda, próxima-se das 60 t/ha, estimadas por ZAAG (1984) para o cultivo de batata no Egito, em latitude equivalente ao Sul do Estado de São Paulo e onde a produtividade média é de 20 t/ha.

A produção de tubérculos graúdos foi calculada apenas a partir da quinta colheita (Tabela 9). Mostrou-se, também sempre crescente, alcançando em média 1,57 t/ha aos 81 DAP, evoluindo para 6,02 t/ha aos 95 DAP; 9,25 t/ha aos 110 DAP; 12,59 t/ha aos 125 DAP e 16,16 t/ha aos 140 DAP. Essas médias correspondem respectivamente a 19%, 39%, 42%, 45% e 52% da produção total média. Não houve formação de tubérculos excessivamente graúdos (acima de 90mm) que são, normalmente, subtraídos do peso de graúdos.

Os valores observados resultam da amostragem de plantas em crescimento e naturalmente, ocorrem diferenças no crescimento individual. A tomada de amostras em intervalos freqüentes ajuda na melhor distribuição dos erros amostrais, desde que convenientemente ajustados a uma função de crescimento.

4.3.1. Ajuste inicial dentro de tratamentos

¹ ZAAG, D. E. van der & BURTON, W. G. Potential yield of the potato crop and its limitations. In: Triennial conference E.A.P.R., 7., Varsóvia, 1978. *Artigos*. p.7-22.

As médias observadas para a produção de tubérculos (Tabelas 8 e 9) foram ajustadas à função logística, permitindo assim estimar a produção de cada um dos 25 tratamentos do conjunto básico de forma contínua para o período compreendido entre 35 e 140 DAP, numa operação denominada ajuste inicial dentro de tratamentos.

Percebe-se, nos dados a seguir, que as colheitas realizadas aos 32, 46, 61 e 81 DAP (dados observados) foram substituídas pelas correspondentes estimativas aos 35, 50, 65 e 80 DAP, fazendo-se as demais estimativas em épocas coincidentes com a efetiva colheita: aos 95, 110, 125 e 140 DAP.

Tabela 8. Produção observada no conjunto básico de tratamentos para a produção total de tubérculos (t/ha) e média referente a cada época de colheita. Valores médios de três repetições.

Tratamento	Produção total de tubérculos (t/ha)							
	32 DAP	46 DAP	61 DAP	81 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
1-1-1	-	0,01	0,05	2,36	2,43	4,37	7,08	9,82
1-2-5	-	0,05	0,26	6,56	7,09	15,54	16,38	20,87
1-3-4	-	0,06	0,24	5,53	8,20	10,89	17,94	16,48
1-4-3	-	0,05	0,24	5,75	8,92	17,69	21,58	27,24
1-5-2	-	0,08	0,21	7,23	12,32	20,99	23,92	23,19
2-1-3	-	0,07	0,35	7,75	13,22	16,38	21,22	25,62
2-2-2	0,06	0,21	0,76	5,28	10,81	14,23	22,43	24,99
2-3-1	-	0,01	0,11	4,51	15,34	23,44	25,02	25,84
2-4-5	0,17	0,82	5,53	8,39	18,59	23,89	28,66	30,81
2-5-4	0,06	0,34	0,55	7,77	21,88	25,83	30,89	32,37
3-1-5	0,03	0,20	0,80	11,49	17,48	21,14	24,79	27,80
3-2-4	-	0,16	0,72	8,88	16,22	17,75	21,89	26,91
3-3-3	0,01	0,12	0,66	10,89	18,79	21,56	27,68	29,30
3-4-2	-	0,07	0,42	7,59	21,32	26,53	27,95	39,38
3-5-1	-	0,09	0,43	10,36	11,91	14,35	25,49	30,88
4-1-2	0,04	0,19	1,20	5,13	18,67	23,11	28,05	37,52
4-2-1	-	0,08	0,21	2,75	7,45	17,11	28,88	33,37
4-3-5	0,23	0,61	1,76	14,53	22,44	32,55	37,67	39,32
4-4-4	0,09	0,47	4,31	11,22	20,82	30,67	37,75	42,85
4-5-3	-	0,06	0,52	4,53	12,67	23,48	33,77	41,11
5-1-4	0,23	0,75	2,95	9,73	19,44	26,22	32,88	36,64
5-2-3	-	0,15	0,82	11,68	17,15	25,89	32,95	31,87
5-3-2	0,09	0,66	2,83	13,86	25,24	38,71	45,29	42,22
5-4-1	-	0,09	0,64	4,12	14,42	22,78	41,69	46,83
5-5-5	0,99	2,50	10,19	15,82	26,66	31,19	32,46	34,50
Média	-	0,32	1,47	8,15	15,58	21,85	27,77	31,11

Tabela 9. Produção observada no conjunto básico de tratamentos para a produção de tubérculos acima de 50mm (t/ha) e média dentro de cada época de colheita. Valores médios de três repetições.

Tratamentos	Produção de tubérculos graúdos (t/ha)				
	81 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
1-1-1	0,00	0,80	2,58	2,98	3,48
1-2-5	0,42	4,24	6,14	7,64	10,17
1-3-4	1,40	3,40	5,01	5,81	8,43
1-4-3	1,01	4,16	8,17	12,17	13,42
1-5-2	0,28	6,16	9,42	13,32	11,50
2-1-3	2,64	8,88	9,66	10,78	13,48
2-2-2	1,04	4,24	6,63	9,35	13,55
2-3-1	0,51	6,03	7,72	10,41	10,78
2-4-5	1,04	6,41	7,83	10,12	15,51
2-5-4	1,81	7,62	9,14	17,78	30,80
3-1-5	1,35	4,00	6,90	10,32	12,56
3-2-4	4,55	5,19	6,21	8,27	10,67
3-3-3	3,54	5,23	7,83	10,19	13,16
3-4-2	0,00	9,39	11,89	13,45	17,21
3-5-1	1,10	3,32	5,63	8,15	13,94
4-1-2	1,87	8,86	12,15	17,31	23,22
4-2-1	0,47	0,98	7,75	13,73	21,66
4-3-5	3,83	10,16	12,67	14,01	17,57
4-4-4	1,34	9,67	15,85	16,53	17,81
4-5-3	0,39	7,91	13,54	17,72	21,05
5-1-4	1,75	3,81	12,34	20,89	18,84
5-2-3	3,44	9,67	13,82	21,00	20,90
5-3-2	0,81	7,71	13,41	17,31	25,28
5-4-1	2,27	3,61	7,79	10,15	20,88
5-5-5	2,50	9,11	11,13	15,39	18,12
Média	1,57	6,02	9,25	12,59	16,16

O ajuste inicial dentro de tratamentos para a produção total revelou os coeficientes da função logística listados na Tabela 10, cujos correspondentes valores estimados fazem parte da Tabela 11. Os coeficientes do ajuste inicial dentro de tratamentos para a produção de tubérculos graúdos encontra-se na Tabela 12, com os valores estimados na Tabela 13.

A comparação dos valores observados e estimados, tanto para a produção total como para a produção de graúdos, mostrou alterações nas médias de épocas de colheita, principalmente aos 80 e 95 DAP, sendo que nas demais épocas, as dife-

renças foram negligíveis. Para a produção total, as médias estimadas nessas datas foram inferiores às observadas em 40% ($8,15 \div 4,91$) aos 80 DAP e 26% ($15,58 \div 11,59$) aos 95 DAP. No tocante à produção de tubérculos graúdos, a média estimada superou a observada em 25% ($1,57 \div 1,97$) aos 80 DAP e foi inferior em 25% ($6,02 \div 4,55$) aos 95 DAP. Os resultados sugerem a possibilidade de que outra função sigmóide possa, eventualmente, propiciar melhor ajuste do que a logística. Mesmo assim, os coeficientes de determinação (R^2) observados foram sempre muito elevados, variando entre o mínimo de -95,6 e o máximo de -99,6 para a produção total (Tabela 10) e entre -86,4 e -99,8 para a produção de tubérculos graúdos (Tabela 12).

Tabela 10. Coeficientes da função logística ajustada ao conjunto básico de tratamentos para a produção total de tubérculos (t/ha). Ajuste inicial dentro de tratamentos.

Tratamento	----- Coeficientes da função logística ajustada -----			
	a	b	c	R^2
1-1-1	10,8	52500,14	-0,09645311	-96,2
1-2-5	23,0	10369,63	-0,08595920	-96,5
1-3-4	19,8	6712,716	-0,08292685	-95,6
1-4-3	30,0	16404,01	-0,08875094	-97,8
1-5-2	26,5	11697,98	-0,09058597	-95,8
2-1-3	28,2	8011,187	-0,08430459	-96,6
2-2-2	27,5	2705,993	-0,07465910	-99,2
2-3-1	25,8	6976932	-0,17038940	-97,7
2-4-5	33,9	330,2369	-0,05988707	-98,3
2-5-4	35,6	3303,949	-0,07977730	-97,3
3-1-5	30,6	2259,629	-0,07597896	-96,4
3-2-4	29,7	2702,516	-0,07550822	-96,6
3-3-3	32,2	4799,833	-0,08293223	-96,3
3-4-2	43,3	14559,72	-0,08817990	-96,4
3-5-1	34,6	6932,354	-0,08070802	-96,3
4-1-2	41,3	3729,013	-0,07609750	-98,4
4-2-1	36,8	28223,83	-0,91511330	-99,6
4-3-5	43,2	1183,417	-0,07155307	-98,2
4-4-4	47,1	952,4832	-0,06724042	-98,3
4-5-3	45,2	21562,34	-0,09028571	-99,0
5-1-4	40,3	671,7417	-0,06452107	-99,4
5-2-3	35,4	5013,545	-0,08462125	-96,7
5-3-2	50,1	936,2601	-0,06865615	-96,7
5-4-1	51,5	20360,31	-0,08982448	-99,4
5-5-5	35,6	132,9816	-0,06001194	-99,0

Apesar dos cuidados tomados para com a representatividade da amostra, as variações observadas no crescimento dos indivíduos leva, naturalmente a um erro experimental de maior magnitude. Esses erros podem ser minimizados por alguns procedimentos como a tomada de maior número de amostras e a escolha cuidadosa do tamanho da amostra e da função de crescimento. No caso presente, a amostragem realizada em oito épocas, com aproximadamente 15 dias de intervalo, separando-se os principais órgãos das plantas, mostrou-se adequada para representar as principais variações do estado fenológico. O tamanho da amostra pode, porém, ter contribuído muito para a

Tabela 11. Produção total de tubérculos (t/ha) estimada pelo ajuste das médias observadas à função logística e médias referentes a cada época de colheita. Ajuste inicial dentro de tratamentos.

Tratamento	Estimativa da produção total de tubérculos (t/ha)							
	35 DAP	50 DAP	65 DAP	80 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
1-1-1	0,01	0,03	0,11	0,44	1,66	4,71	8,28	10,08
1-2-5	0,05	0,16	0,58	1,96	5,82	12,67	18,77	21,63
1-3-4	0,05	0,19	0,63	2,01	5,59	11,42	16,35	18,66
1-4-3	0,04	0,15	0,57	2,06	6,55	15,41	23,99	28,12
1-5-2	0,05	0,21	0,79	2,83	8,42	17,07	23,19	25,54
2-1-3	0,07	0,24	0,82	2,70	7,69	16,08	23,25	26,59
2-2-2	0,14	0,42	1,24	3,48	8,46	15,85	22,18	25,50
2-3-1	0,00	0,02	0,24	2,75	15,65	24,60	25,74	25,83
2-4-5	0,81	1,93	4,38	9,06	16,01	23,30	28,60	31,52
2-5-4	0,17	0,58	1,83	5,41	13,25	23,58	30,85	34,03
3-1-5	0,19	0,59	1,78	4,95	11,51	19,99	26,15	29,01
3-2-4	0,15	0,47	1,41	3,99	9,65	17,78	24,40	27,72
3-3-3	0,12	0,42	1,41	4,41	11,44	21,15	28,00	30,89
3-4-2	0,07	0,24	0,90	3,19	9,96	22,89	35,00	40,74
3-5-1	0,08	0,28	0,92	2,91	8,16	17,61	26,88	31,89
4-1-2	0,16	0,49	1,50	4,36	11,14	22,15	32,35	37,93
4-2-1	0,03	0,13	0,49	1,87	6,42	16,74	28,23	34,18
4-3-5	0,44	1,27	3,51	8,89	18,62	29,78	37,45	41,06
4-4-4	0,51	1,39	3,61	8,74	18,12	29,75	38,86	43,74
4-5-3	0,05	0,19	0,73	2,70	8,93	22,07	35,59	42,26
5-1-4	0,57	1,45	3,62	8,31	16,36	25,91	33,28	37,31
5-2-3	0,14	0,48	1,65	5,25	13,54	24,37	31,43	34,21
5-3-2	0,58	1,60	4,24	10,31	21,07	33,57	42,59	47,11
5-4-1	0,06	0,23	0,85	3,14	10,29	25,23	40,54	48,13
5-5-5	2,06	4,68	9,65	17,02	25,41	29,81	32,97	35,02
Média	0,26	0,71	1,90	4,91	11,59	20,94	28,60	32,35

variabilidade dos dados. A Figura 7 mostra, a título de exemplo, o resultado gráfico do ajuste inicial dentro do tratamento 3-4-2 para as produções total e de grãos.

O ajuste inicial dentro de tratamentos possibilitou a continuidade dos dados para análise conforme o delineamento (1/5) (5x5x5). Procedeu-se à análise das médias estimadas através do ajuste inicial dentro de tratamentos, em épocas igualmente espaçadas por 15 dias e que resultaram na simulação de oito épocas de colheita para a produção total, dos 35 aos 140 DAP e, cinco épocas para a produção de grãos, dos 80 aos 140 DAP.

Tabela 12. Coeficientes da função logística ajustada ao conjunto básico de tratamentos para a produção de tubérculos acima de 50 mm (t/ha). Ajuste inicial dentro de tratamentos.

Tratamento	Coeficientes da função logística ajustada			
	a	b	c	R ²
1-1-1	3,8	4204,626	-0,07761423	-95,7
1-2-5	11,2	9151,484	-0,08202609	-95,7
1-3-4	9,3	675,8304	-0,06041317	-97,4
1-4-3	14,8	7263,065	-0,08166763	-99,2
1-5-2	14,6	15459,82	-0,08767881	-86,4
2-1-3	14,8	1769,491	-0,07008122	-98,7
2-2-2	14,9	4516,007	-0,07485023	-98,4
2-3-1	11,9	7658,810	-0,08445590	-93,5
2-4-5	17,1	3461,837	-0,07268390	-95,8
2-5-4	33,9	8994,745	-0,07783065	-96,7
3-1-5	13,8	3155,820	-0,07376061	-99,8
3-2-4	11,7	78,72096	-0,04453745	-93,7
3-3-3	14,5	310,2822	-0,05508260	-98,2
3-4-2	18,9	389,8397	-0,05782007	-97,6
3-5-1	15,3	5320,880	-0,07449885	-97,4
4-1-2	25,5	3547,813	-0,07396121	-98,1
4-2-1	23,8	320227,6	-0,10588470	-98,9
4-3-5	19,3	257,5046	-0,05528284	-97,1
4-4-4	19,6	2705,623	-0,07690888	-92,7
4-5-3	23,2	50964,57	-0,09683540	-94,8
5-1-4	23,0	6492,092	-0,07950696	-93,1
5-2-3	23,1	1355,693	-0,07079631	-96,9
5-3-2	27,8	20851,40	-0,08759550	-97,0
5-4-1	23,0	3517,434	-0,06966963	-94,6
5-5-5	19,9	1034,418	-0,06615891	-98,3

Tabela 13. Produção de tubérculos acima de 50mm (t / ha) estimada pelo ajuste das médias observadas à função logística e médias de cada época de colheita.

Tratamentos	----- Estimativa da Produção de Graúdos (t / ha) -----				
	80 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
1-1-1	0,40	1,04	2,08	3,02	3,52
1-2-5	0,80	2,34	5,32	8,47	10,23
1-3-4	1,46	2,93	4,95	6,86	8,13
1-4-3	1,28	3,61	7,74	11,67	13,72
1-5-2	0,98	3,09	7,29	11,51	13,62
2-1-3	1,97	4,52	8,25	11,59	13,49
2-2-2	1,21	3,18	6,77	10,72	13,22
2-3-1	1,20	3,39	6,97	9,92	11,27
2-4-5	1,51	3,82	7,89	12,28	15,11
2-5-4	1,81	5,19	12,46	22,08	29,06
3-1-5	1,43	3,58	7,09	10,51	12,51
3-2-4	3,62	5,46	7,37	8,99	10,14
3-3-3	3,03	5,46	8,41	11,01	12,73
3-4-2	3,92	7,26	11,29	14,73	16,89
3-5-1	1,04	2,79	6,20	10,33	13,22
4-1-2	2,42	6,14	12,51	18,99	22,91
4-2-1	0,35	1,62	6,26	15,14	21,31
4-3-5	4,72	8,22	12,15	15,36	17,35
4-4-4	2,90	6,96	12,46	16,60	18,54
4-5-3	1,01	3,77	10,52	18,09	21,73
5-1-4	1,88	5,22	11,31	17,51	21,00
5-2-3	4,05	8,79	14,79	19,34	21,65
5-3-2	1,36	4,46	11,52	20,12	25,20
5-4-1	1,60	4,03	8,67	14,55	19,10
5-5-5	3,23	6,80	11,61	15,73	18,12
Média	1,97	4,55	8,88	13,4	16,15

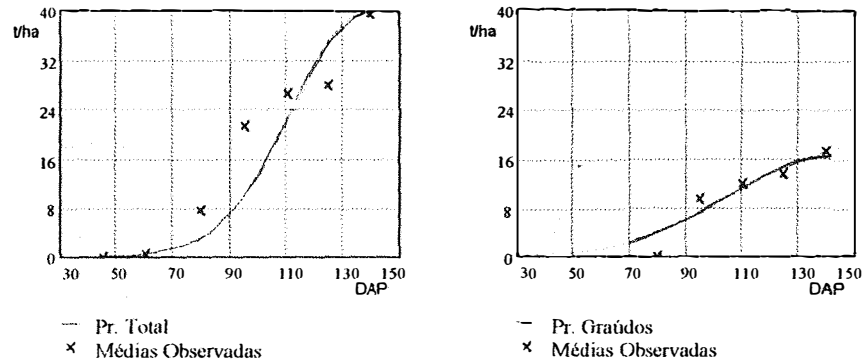


Figura 7. Curvas da produção total e de graúdos (t/ha) estimadas pela função logística para o tratamento 3-4-2 e médias observadas, conforme Tabelas 10 a 13.

4.3.2. Resultados de análise do fatorial fracionado. Ajuste entre tratamentos.

Os critérios utilizados para a interpretação da análise da produção de tubérculos de acordo com o fatorial fracionado são apresentados no Anexo 2.

Os resultados das análises da produção de tubérculos encontram-se resumidos na Tabelas 14 (produção total, t/ha) e Tabela 17 (produção de grãos, t/ha). Nessas tabelas, são também apresentadas as principais características da solução ideal segundo o conceito do melhor coeficiente de parâmetros.

a) Produção total de tubérculos.

Conforme é esperado para este tipo de experimentação, o coeficiente de variação é muito elevado nas duas primeiras colheitas (75 % e 63 %), quando são muito elevadas as diferenças entre as velocidades de crescimento das plantas, assim como daquelas resultantes dos tratamentos. Nessa época, a produção é mais fortemente influenciada pela precocidade de emergência. Dos 65 aos 95 DAP, o CV mostra valores intermediários e decrescentes (43 %, 34 % e 27 %), passando a baixos nas últimas colheitas (16 %, 12 % e 11 %). Durante todo o período o coeficiente de determinação alcançou valores elevados, superiores a 80 %, com média igual a 82 %, diminuindo na colheita aos 95 DAP, quando chegou a 72 %. Considerando-se os coeficientes de variação e produção média normalmente relatados na experimentação de campo com a batata, conclui-se pela grande eficiência deste experimento.

Tabela 14. Alguns componentes da análise da regressão múltipla para a produção total (t/ha) realizada nas oito épocas simuladas de colheita.

Componentes	35 DAP	50 DAP	65 DAP	80 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
Média	0,26	0,71	1,90	4,91	11,59	20,94	28,60	32,35
CV %	75,5	63,5	42,5	33,9	28,8	16,0	11,7	11,1
R ²	0,81	0,81	0,87	0,82	0,72	0,81	0,87	0,88
Cp	-7,0	-8,0	-8,7	-9,3	-1,6	-6,0	-6,7	-8,9
p	2	2	4	3	2	6	7	6
Passo	2	2	7	4	2	9	10	14
Cp'	-6,6	-7,1	-6,9	-6,8	-1,6	-6,0	-6,8	-7,0
p'	4	4	5	5	2	6	7	7
Passo'	4	6	8	6	2	9	14	15

Média = t/ha
 CV = coeficiente de variação do modelo reduzido (porcentagem)
 R^2 = coeficiente de determinação do modelo reduzido
 C_p = coeficiente de parâmetros do modelo reduzido
 p = número de parâmetros utilizados no modelo reduzido
 Passo = número de ordem da solução (biológica) adotada
 C_p' = coeficiente de parâmetros da melhor solução numérica
 p' = número de parâmetros da melhor solução numérica
 Passo' = número de ordem da melhor solução numérica

Equações obtidas para a produção total:

$$Z_{35 \text{ DAP}} = 0,07854746 - 0,00137282 \text{ TBP}^2 + 0,00086557 \text{ TP}^2\text{B}^2$$

$$Z_{50 \text{ DAP}} = 0,28487622 - 0,00363088 \text{ PT}^2 + 0,00147038 \text{ TP}^2\text{B}^2$$

$$Z_{65 \text{ DAP}} = 0,08554189 + 0,10119869 \text{ P}^2 - 0,07123997 \text{ TB} - 0,02262508 \text{ PBT}^2 + 0,00616403 \text{ PT}^2\text{B}^2$$

$$Z_{80 \text{ DAP}} = 1,94287125 + 0,06627868 \text{ BP}^2 - 0,04858813 \text{ BT}^2 + 0,01969736 \text{ T}^2\text{B}^2$$

$$Z_{95 \text{ DAP}} = 4,5593373 + 0,94756566 \text{ T} + 0,12687169 \text{ BP}^2$$

$$Z_{110 \text{ DAP}} = -4,56657342 + 7,25317203 \text{ P} + 4,31036447 \text{ T} - 0,89224983 \text{ P}^2 + 0,38338489 \text{ PB} - 0,27629622 \text{ PT}^2 + 0,19082613 \text{ TP}^2$$

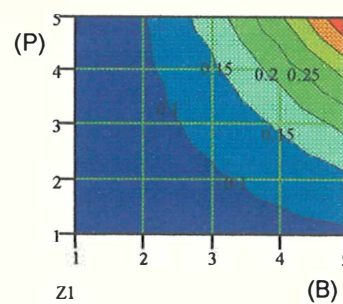
$$Z_{125 \text{ DAP}} = -5,21809031 + 10,03466955 \text{ P} + 4,087579 \text{ T} + 1,36258444 \text{ B} - 0,76856567 \text{ P}^2 - 0,18680632 \text{ PT}^2 + 0,11180082 \text{ TP}^2 - 0,0141488 \text{ P}^2\text{B}^2$$

$$Z_{140 \text{ DAP}} = 3,52630811 + 9,02503608 \text{ P} - 0,05190915 \text{ PT}^2 + 0,26399284 \text{ TB}^2 - 0,16723726 \text{ BP}^2 + 0,43488985 \text{ BT}^2 - 0,11640755 \text{ T}^2\text{B}^2$$

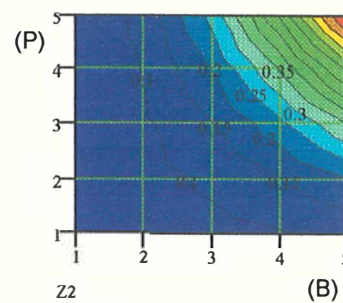
Nas seis primeiras colheitas, até 110 DAP, a produção total (t/ha) mostrou um único padrão de superfície de resposta. Os resultados são apresentados nas Figuras 8 a 15 e nelas, pode ser observado que as maiores produtividades são sempre obtidas na maior população e com a utilização das sementes fisiologicamente mais velhas. Sementes gradativamente maiores são também as mais produtivas. Contrariamente ao que era esperado, foram encontrados diferentes conjuntos de parâmetros (equações) para explicar um único padrão biológico de comportamento. Essa situação decorre da complexidade do modelo utilizado, da elevada sensibilidade do delineamento, por características do método empregado para a análise da regressão múltipla e dos erros experimentais associados, todos esses fatores agravados pela ausência de uma série histórica de dados capaz de indicar quais são os parâmetros normalmente significativos. Nota-se porém a tendência da densidade de plantio (P) ser o fator mais importante.

Semente de 25 mm

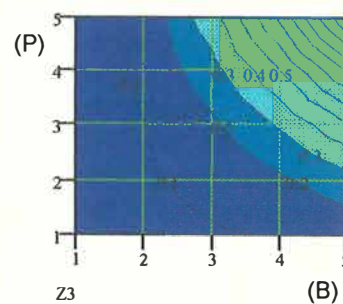
P5	0,07	0,10	0,17	0,29	0,45
P4	0,07	0,09	0,14	0,21	0,31
P3	0,07	0,08	0,11	0,15	0,21
P2	0,08	0,08	0,09	0,11	0,14
P1	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09
	B1	B2	B3	B4	B5

**Semente de 35 mm**

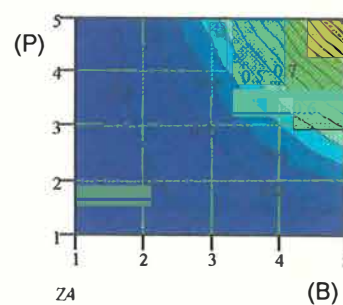
P5	0,05	0,11	0,26	0,50	0,82
P4	0,06	0,10	0,20	0,35	0,55
P3	0,07	0,09	0,14	0,23	0,34
P2	0,07	0,08	0,11	0,15	0,20
P1	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11
	B1	B2	B3	B4	B5

**Semente de 45 mm**

P5	0,04	0,13	0,35	0,71	1,19
P4	0,05	0,11	0,25	0,48	0,79
P3	0,06	0,10	0,18	0,30	0,48
P2	0,07	0,09	0,12	0,18	0,26
P1	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12
	B1	B2	B3	B4	B5

**Semente de 55 mm**

P5	0,03	0,15	0,45	0,91	1,56
P4	0,05	0,12	0,31	0,61	1,02
P3	0,06	0,10	0,21	0,38	0,61
P2	0,07	0,09	0,14	0,21	0,31
P1	0,08	0,08	0,09	0,11	0,14
	B1	B2	B3	B4	B5

**Semente de 65 mm**

P5	0,02	0,17	0,54	1,12	1,93
P4	0,04	0,14	0,37	0,75	1,26
P3	0,06	0,11	0,24	0,45	0,74
P2	0,07	0,09	0,15	0,25	0,37
P1	0,08	0,08	0,10	0,12	0,15
	B1	B2	B3	B4	B5

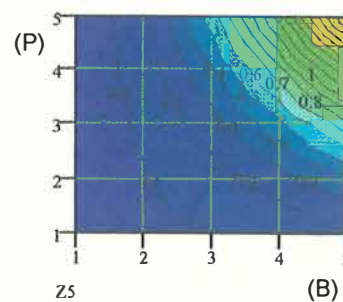
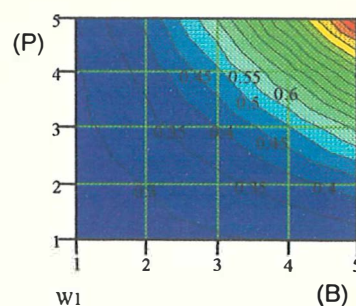


Figura 8. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 35 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

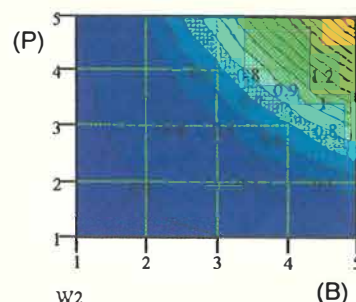
Semente de 25 mm

P5	0,30	0,41	0,60	0,85	1,19
P4	0,29	0,36	0,48	0,65	0,86
P3	0,29	0,33	0,39	0,49	0,60
P2	0,28	0,30	0,33	0,37	0,42
P1	0,28	0,29	0,29	0,30	0,32
	B1	B2	B3	B4	B5



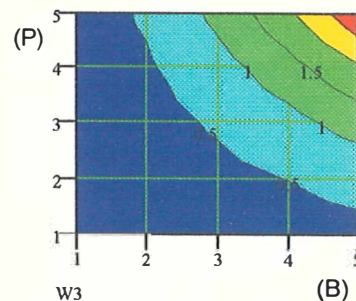
Semente de 35 mm

P5	0,29	0,51	0,87	1,39	2,05
P4	0,27	0,41	0,65	0,98	1,40
P3	0,27	0,35	0,48	0,66	0,90
P2	0,27	0,30	0,36	0,44	0,55
P1	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34
	B1	B2	B3	B4	B5



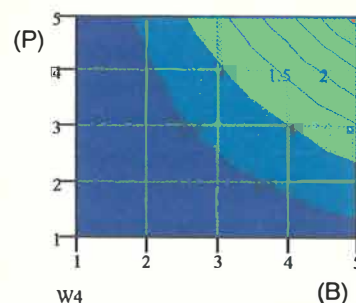
Semente de 45 mm

P5	0,23	0,56	1,11	1,89	2,88
P4	0,22	0,44	0,79	1,28	1,92
P3	0,23	0,35	0,54	0,82	1,18
P2	0,24	0,29	0,38	0,50	0,66
P1	0,26	0,27	0,29	0,32	0,36
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	0,14	0,58	1,32	2,35	3,67
P4	0,15	0,43	0,90	1,56	2,41
P3	0,16	0,32	0,59	0,96	1,43
P2	0,19	0,26	0,38	0,55	0,76
P1	0,23	0,25	0,28	0,32	0,37
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	0,01	0,57	1,49	2,77	4,43
P4	0,04	0,39	0,98	1,80	2,86
P3	0,08	0,28	0,61	1,07	1,67
P2	0,13	0,22	0,37	0,57	0,84
P1	0,20	0,22	0,26	0,31	0,38
	B1	B2	B3	B4	B5

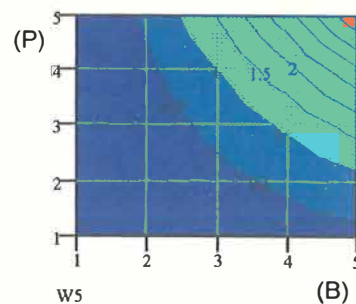
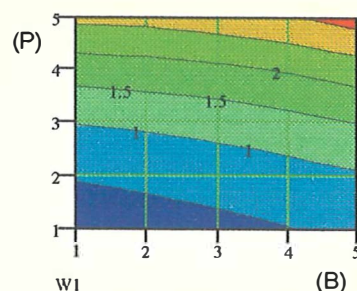


Figura 9. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 50 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

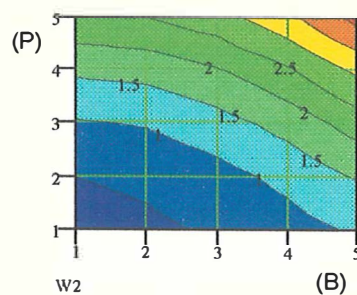
Semente de 25 mm

P5	2,60	2,66	2,77	2,94	3,18
P4	1,71	1,76	1,87	2,02	2,22
P3	1,02	1,08	1,17	1,31	1,48
P2	0,53	0,59	0,68	0,79	0,93
P1	0,24	0,31	0,39	0,48	0,58
	B1	B2	B3	B4	B5



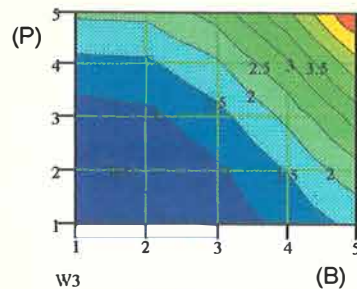
Semente de 35 mm

P5	2,43	2,49	2,79	3,35	4,15
P4	1,58	1,66	1,93	2,40	3,07
P3	0,94	1,03	1,27	1,66	2,20
P2	0,50	0,61	0,82	1,13	1,53
P1	0,26	0,39	0,56	0,79	1,06
	B1	B2	B3	B4	B5



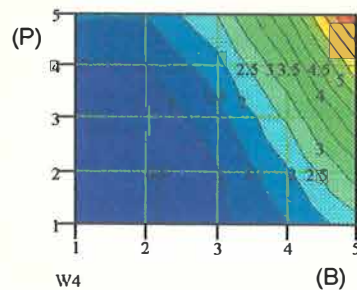
Semente de 45 mm

P5	2,09	2,12	2,70	3,84	5,53
P4	1,33	1,39	1,90	2,85	4,25
P3	0,77	0,87	1,30	2,07	3,17
P2	0,41	0,55	0,91	1,49	2,30
P1	0,25	0,43	0,72	1,11	1,62
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	1,58	1,54	2,48	4,41	7,32
P4	0,94	0,96	1,77	3,36	5,75
P3	0,49	0,58	1,26	2,53	4,39
P2	0,25	0,40	0,95	1,89	3,23
P1	0,21	0,43	0,84	1,46	2,27
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	0,91	0,75	2,13	5,06	9,52
P4	0,41	0,36	1,53	3,94	7,58
P3	0,12	0,16	1,14	3,03	5,85
P2	0,02	0,17	0,94	2,32	4,32
P1	0,13	0,38	0,95	1,81	2,99
	B1	B2	B3	B4	B5

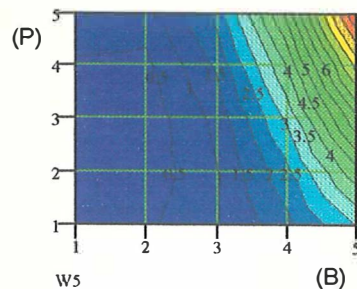
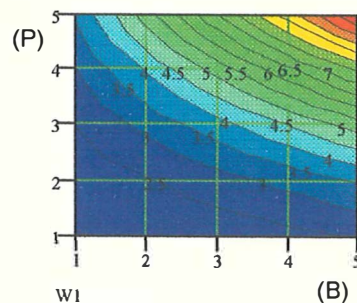


Figura 10. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 65 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

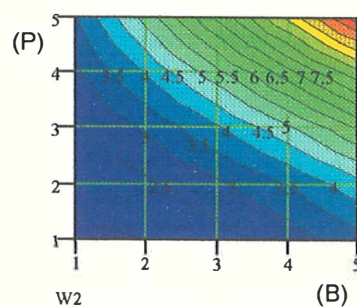
Semente de 25 mm

P5	3,57	5,24	6,95	8,69	10,48
P4	2,97	4,05	5,16	6,31	7,49
P3	2,51	3,12	3,76	4,45	5,17
P2	2,18	2,45	2,77	3,12	3,52
P1	1,98	2,06	2,17	2,33	2,52
	B1	B2	B3	B4	B5



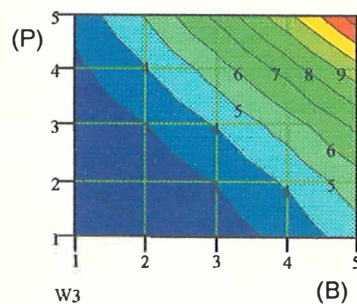
Semente de 35 mm

P5	3,48	5,18	7,04	9,05	11,23
P4	2,89	3,99	5,25	6,67	8,24
P3	2,42	3,06	3,86	4,81	5,92
P2	2,09	2,40	2,86	3,49	4,27
P1	1,89	2,00	2,27	2,69	3,27
	B1	B2	B3	B4	B5



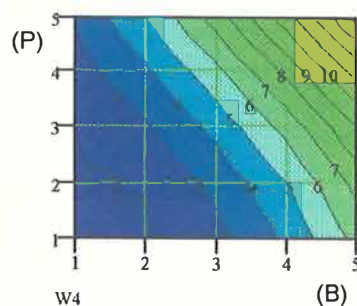
Semente de 45 mm

P5	3,34	5,09	7,20	9,66	12,47
P4	2,74	3,90	5,41	7,27	9,49
P3	2,28	2,97	4,02	5,42	7,17
P2	1,95	2,31	3,02	4,09	5,51
P1	1,75	1,91	2,43	3,30	4,52
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	3,14	4,96	7,42	10,50	14,42
P4	2,54	3,77	5,63	8,12	11,24
P3	2,08	2,84	4,24	6,26	8,92
P2	1,75	2,18	3,24	4,94	7,26
P1	1,55	1,78	2,65	4,14	6,27
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	2,88	4,80	7,70	11,59	16,47
P4	2,28	3,60	5,91	9,20	13,48
P3	1,82	2,68	4,52	7,35	11,16
P2	1,49	2,01	3,53	6,02	9,51
P1	1,29	1,62	2,93	5,23	8,51
	B1	B2	B3	B4	B5

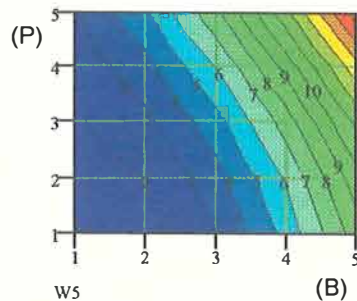
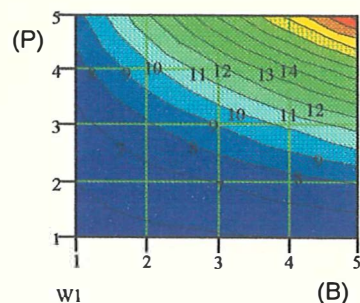


Figura 11. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 80 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

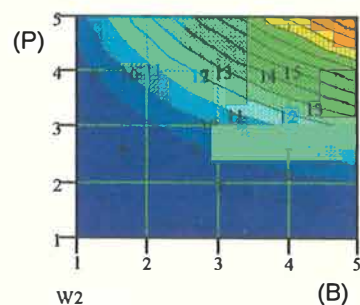
Semente de 25 mm

P5	8,68	11,85	15,02	18,19	21,37
P4	7,54	9,57	11,60	13,63	15,66
P3	6,65	7,79	8,93	10,07	11,22
P2	6,01	6,52	7,03	7,54	8,04
P1	5,63	5,76	5,89	6,01	6,14
	B1	B2	B3	B4	B5



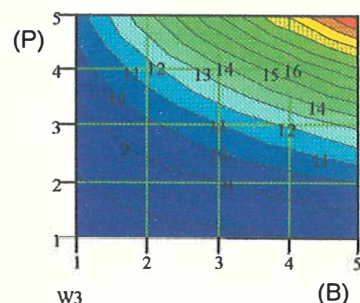
Semente de 35 mm

P5	9,63	12,80	15,97	19,14	22,31
P4	8,48	10,51	12,54	14,57	16,60
P3	7,60	8,74	9,88	11,02	12,16
P2	6,96	7,47	7,98	8,48	8,99
P1	6,58	6,71	6,84	6,96	7,09
	B1	B2	B3	B4	B5



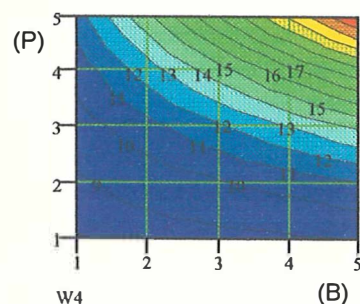
Semente de 45 mm

P5	10,57	13,75	16,92	20,09	23,26
P4	9,43	11,43	13,49	15,52	17,55
P3	8,54	9,69	10,83	11,97	13,11
P2	7,91	8,42	8,92	9,43	9,94
P1	7,53	7,66	7,78	7,91	8,04
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	11,52	14,69	17,86	21,04	24,21
P4	10,38	12,41	14,44	16,47	18,50
P3	9,49	10,63	11,78	12,92	14,06
P2	8,86	9,36	9,87	10,38	10,89
P1	8,48	8,60	8,73	8,86	8,98
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	12,47	15,64	18,81	21,98	25,16
P4	11,33	13,36	15,39	17,42	19,45
P3	10,44	11,58	12,72	13,86	15,01
P2	9,80	10,31	10,82	11,33	11,83
P1	9,42	9,55	9,68	9,80	9,93
	B1	B2	B3	B4	B5

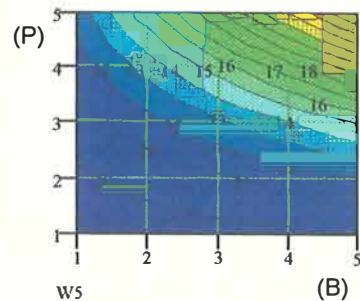
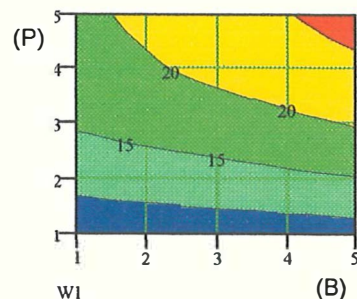


Figura 12. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 95 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

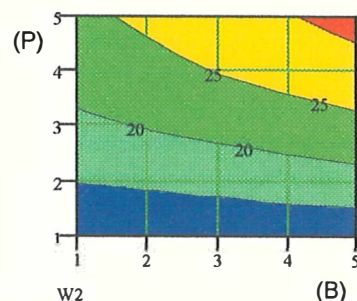
Semente de 25 mm

P5	19,01	20,93	22,84	24,76	26,68
P4	17,96	1,950	21,03	22,56	24,10
P3	15,51	16,66	17,81	18,96	20,11
P2	11,66	12,43	13,19	13,96	14,73
P1	6,40	6,79	7,17	7,55	7,94
	B1	B2	B3	B4	B5



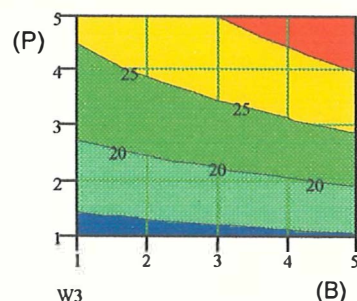
Semente de 35 mm

P5	23,95	25,86	27,78	29,70	31,61
P4	22,01	23,54	25,08	26,61	28,14
P3	19,05	20,20	21,35	22,50	23,65
P2	15,07	15,84	16,61	17,37	18,14
P1	10,07	10,46	10,84	11,23	11,61
	B1	B2	B3	B4	B5



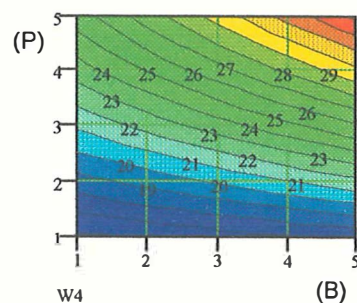
Semente de 45 mm

P5	26,12	28,04	29,95	31,87	33,79
P4	23,85	25,38	26,91	28,45	29,98
P3	20,94	22,09	23,24	24,39	25,54
P2	17,39	18,15	18,92	19,69	20,54
P1	13,19	13,58	13,96	14,34	14,73
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	25,53	27,45	29,36	31,28	33,20
P4	23,48	25,01	26,54	28,08	29,61
P3	21,16	22,31	23,46	24,61	25,76
P2	18,59	19,36	20,12	20,89	21,66
P1	15,76	16,15	16,53	16,91	17,30
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	22,18	24,09	26,01	27,93	29,85
P4	20,89	22,43	23,96	25,49	27,03
P3	19,73	20,88	22,03	23,18	24,33
P2	18,69	19,46	20,22	20,99	21,76
P1	17,78	18,16	18,54	18,93	19,31
	B1	B2	B3	B4	B5

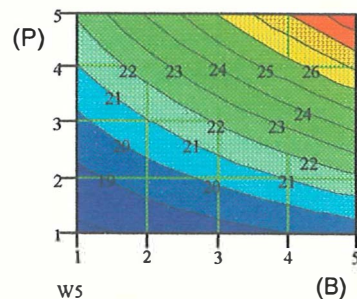
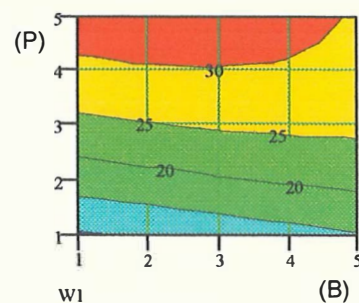


Figura 13. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 110 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

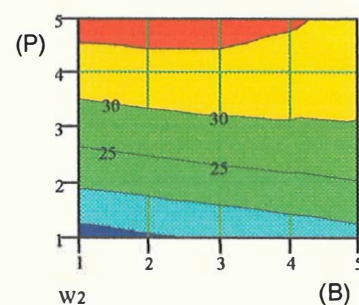
Semente de 25 mm

P5	32,70	33,00	32,59	31,48	29,66
P4	28,89	29,57	29,80	29,58	28,91
P3	23,74	24,72	25,44	25,92	26,13
P2	17,24	18,44	19,52	20,48	21,34
P1	9,41	10,73	12,02	13,28	14,52
	B1	B2	B3	B4	B5



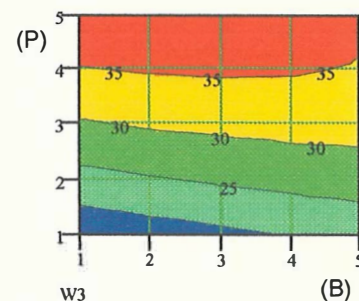
Semente de 35 mm

P5	36,78	37,08	36,67	35,56	33,74
P4	32,52	33,21	33,44	33,22	32,54
P3	27,15	28,13	28,86	29,33	29,54
P2	20,66	21,85	22,93	23,90	24,75
P1	13,05	14,37	15,66	16,92	18,16
	B1	B2	B3	B4	B5



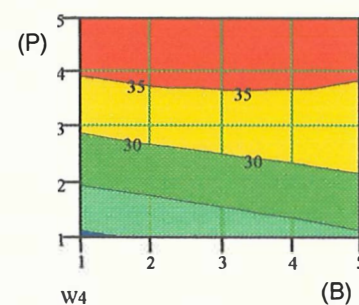
Semente de 45 mm

P5	38,99	39,29	38,89	37,77	35,95
P4	34,66	35,35	35,58	35,36	34,68
P3	29,44	30,42	31,15	31,62	31,84
P2	23,32	24,52	25,60	26,56	27,42
P1	16,31	17,63	18,93	20,19	21,42
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	39,34	39,64	39,23	38,12	36,30
P4	35,31	35,99	36,22	36,00	35,33
P3	30,61	31,59	32,32	32,79	33,01
P2	25,54	26,44	27,52	28,48	29,34
P1	19,21	20,53	21,82	23,08	24,32
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	37,81	38,11	37,71	36,59	34,77
P4	34,46	35,14	35,38	35,15	34,48
P3	30,66	31,64	32,37	32,84	33,06
P2	26,42	27,61	28,69	29,66	30,51
P1	21,72	23,04	24,34	25,60	26,83
	B1	B2	B3	B4	B5

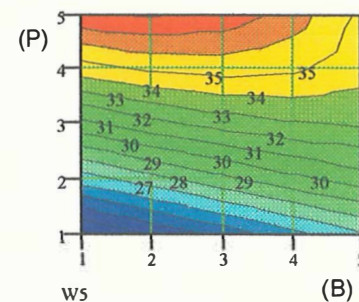
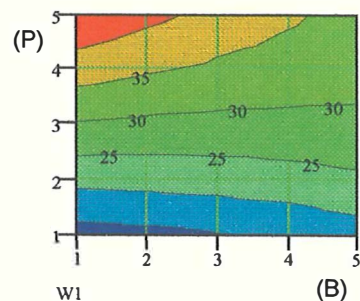


Figura 14. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 125 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

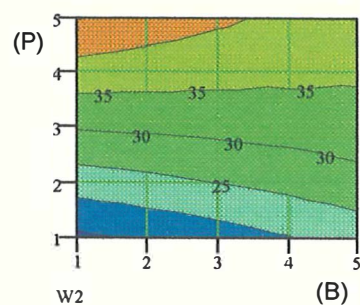
Semente de 25 mm

P5	44,79	41,49	38,48	35,77	33,35
P4	37,33	35,53	34,02	32,82	31,90
P3	29,52	28,90	28,56	28,53	28,78
P2	21,39	21,59	22,10	22,90	23,99
P1	12,91	13,63	14,63	15,93	17,53
	B1	B2	B3	B4	B5



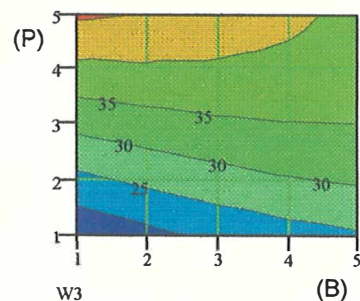
Semente de 35 mm

P5	45,23	42,98	40,85	38,85	36,97
P4	37,92	37,17	36,55	36,05	35,67
P3	30,28	30,70	31,24	31,91	32,71
P2	22,29	23,55	24,93	26,44	28,07
P1	13,98	15,74	17,62	19,63	21,76
	B1	B2	B3	B4	B5



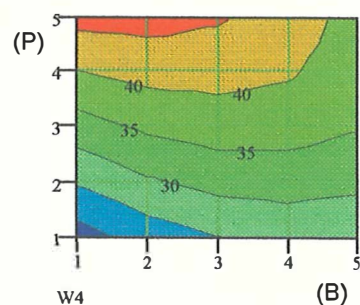
Semente de 45 mm

P5	45,79	44,76	43,21	41,16	38,59
P4	38,74	39,21	39,17	38,62	37,56
P3	31,35	32,99	34,13	34,74	34,85
P2	23,63	26,11	28,08	29,53	30,48
P1	15,58	18,55	21,02	22,98	24,43
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	46,47	46,83	45,57	42,70	38,22
P4	39,78	41,64	41,89	40,53	37,55
P3	32,76	35,79	37,21	37,02	35,21
P2	25,40	29,27	31,52	32,17	31,20
P1	17,71	22,08	24,83	25,98	25,51
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	47,26	49,18	47,92	43,48	35,86
P4	41,04	44,47	44,71	41,78	35,66
P3	34,49	39,08	40,50	38,73	33,79
P2	27,59	33,03	35,28	34,35	30,24
P1	20,37	26,30	29,06	28,63	25,02
	B1	B2	B3	B4	B5

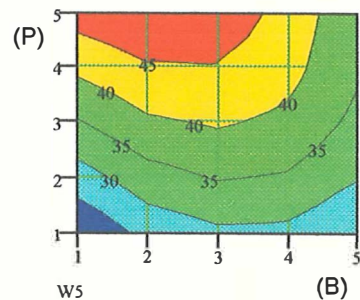


Figura 15. Produção total de tubérculos (t/ha) aos 140 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

Observou-se produtividade crescente para acréscimos nos níveis da densidade de plantio (P), do estágio fisiológico da brotação (B) e dos tamanhos de semente (T). Nas seis primeiras épocas estudadas e dentro de cada tamanho de semente, os pontos de máxima foram alcançados na maior população e no estágio fisiológico mais adiantado, de forma crescente, nos tratamentos 5-1-5, 5-2-5, 5-3-5, 5-4-5 e 5-5-5, sumarizados na Tabela 15.

Tabela 15. Produção total (t/ha) máxima estimada nas seis primeiras épocas simuladas de colheita, até 110 dias após o plantio (DAP), e respectivos tratamentos.

Tratamento	35 DAP	50 DAP	65 DAP	80 DAP	95 DAP	110 DAP
5-1-5	0,45	1,19	3,18	10,48	21,37	26,28
5-2-5	0,82	2,05	4,15	11,23	22,31	31,61
5-3-5	1,19	2,88	5,53	12,47	23,26	33,79
5-4-5	1,56	3,67	7,32	14,22	24,21	33,20
5-5-5	1,93	4,43	9,52	16,47	25,16	29,85

Nota-se que dos 35 até os 95 DAP, a produtividade máxima foi estimada para o tratamento 5-5-5. Aos 110 DAP (Figura 13), embora o padrão gráfico das respostas permaneça inalterado, com a região de maior capacidade produtiva ao redor de 75.000 plantas/ha, o ponto de máxima se desloca para o tratamento 5-3-5 (da semente com 65 mm para a de 45 mm), indicando possível aumento dos efeitos depressivos da maior competição entre e dentro de plantas, especialmente no tratamento 5-5-5.

Ainda na Tabela 15 e nas Figuras 8 até 15, a exemplo dos resultados obtidos por diversos autores (BOOCK & NÓBREGA, 1962; BEUKEMA & ZAAG, 1990), observa-se que sementes maiores e mais brotadas, em estágio fisiológico mais avançado, iniciam a tuberização mais precocemente, mantendo-se como a combinação mais produtiva durante boa parte do ciclo, até cerca de 95 DAP. Nas duas colheitas finais, aos 125 e 140 DAP, observa-se mais intensamente a influência dos estádios fisiológicos mais avançados na redução da produção. Os pontos de produtividade máxima (dentro de cada um dos tamanhos de semente) se deslocam para os níveis de B igual a 1 ou 2, conforme mostrado na Tabela 16.

Tabela 16. Produção total (t/ha) máxima estimada nas duas últimas épocas simuladas de colheita, aos 125 e 140 dias após o plantio (DAP), e respectivos tratamentos

Tratamento	125 DAP	140 DAP
5-1-1	-	44,79
5-1-2	33,00	-
5-2-1	-	45,23
5-2-2	37,08	-
5-3-1	-	45,79
5-3-2	39,29	-
5-4-2	39,64	46,83
5-5-2	38,11	49,19

Nota-se a partir dos 110 DAP (Figura 13) a estimativa de capacidade produtiva superior a 30 t/ha nos tratamentos 5-2-5 (31,61), 5-3-5 (33,79), 5-4-4 (31,28) e 5-4-5 (33,20).

Aos 125 DAP (Figura 14), 59 tratamentos (47 % dos tratamentos) situavam-se acima da linha de 30 t/ha e dentre esses, 45 tratamentos (36 % do total) pertenciam às sementes de tamanho superior a 45 mm. Num sentido amplo, essa linha divisória foi principalmente determinada pelo efeito positivo do aumento da densidade de plantio. Nessa mesma ocasião, 29 tratamentos (23 % do total) encontravam-se acima da cota de 35,00 t/ha: com o plantio da semente de 35 mm à razão de 75.000 plantas/ha e nos níveis 1 a 4 de B (tratamentos 5-2-1, 5-2-2, 5-2-3 e 5-2-4); com semente de 45 mm nas duas maiores densidades populacionais e (quase) qualquer estágio fisiológico (tratamentos 4-3-2, 4-3-3, 4-3-4 e 5-3-1 até 5-3-5); com semente de 55 mm nas populações acima de 62.500 plantas/ha, independente do estágio fisiológico (tratamentos 4-4-1 até 4-5-5); com semente de 65 mm, nas duas maiores densidades populacionais (tratamentos 4-5-2, 4-5-3, 4-5-4 e 5-5-1 até 5-5-4)

Aos 140 DAP (Figura 15) 78 tratamentos, 62 % do total, situaram-se acima das 30 t/ha, nenhum deles no nível de 25.000 plantas/ha, assim distribuídos: 10 tratamentos utilizando semente de 25 mm, em qualquer estágio de brotação mas somente nas densidades acima de 62.500 plantas/ha; 15 tratamentos com sementes de 35 mm em qualquer estágio fisiológico, nas densidades superiores a 50.000 plantas/ha; 45 tra-

tamentos com sementes de 45 mm e acima, nas densidades superiores a 50.000 plantas/ha, em qualquer nível de B; e oito tratamentos utilizando sementes acima de 45 mm na densidade de 37.500 plantas/ha, nos estádios fisiológicos mais adiantados (tratamentos 2-3-5, 2-4-3, 2-4-4, 2-4-5 e 2-5-2 até 2-5-5).

Ainda aos 140 DAP, a linha de 40,00 t/ha identifica 25 tratamentos superiores (20 % do total): na semente de 25 mm, envolvendo os tratamentos 5-1-1 (44,79 t/ha) e 5-1-2 (41,49 t/ha); na de 35 mm, passando por 5-1-1 (45,23 t/ha), 5-1-2 (42,98 t/ha) e 5-1-3 (40,85 t/ha); com a semente de 45 mm, os tratamentos 5-1-1 (45,79 t/ha), 5-1-2 (44,76 t/ha), 5-1-3 (43,21 t/ha) e 5-1-4 (41,16 t/ha); na semente de 55 mm, a linha de nível engloba as populações 4 e 5 e alcança até o nível 4 de brotação, com sete valores entre 40,53 e 46,83 t/ha e; utilizando semente de 65 mm, a faixa se amplia mais ainda, atingido o nível 3-3 de P-B, envolvendo nove valores entre 40,04 e 49,19 t/ha.

Em cada época de colheita os valores máximos estimados foram sempre crescentes, indicando que o grau de competição alcançado entre e dentro de plantas não chegou a atingir níveis suficientemente críticos para comprometer mais amplamente a produção total. A redução dos níveis produtivos devido ao maior grau de competição entre e dentro de plantas somente é observado a partir dos 125 DAP, em todos os tamanhos de semente utilizados, principalmente nas densidades de plantio acima de 62.500 plantas/ha. Essa influência é ainda mais elevada na colheita final. O microclima resultante do maior adensamento, embora favorável à evolução das doenças fúngicas de folhagem, não foi suficiente para superar a resistência de Aracy, não se observando efeito de doenças para a redução da produção. O mesmo comportamento porém, não deve ser repetido pela maioria dos cultiyares introduzidos e cultivados no país.

Neste trabalho, os resultados obtidos na produção total de tubérculos podem ser atribuídos ao grau de competição das hastes, entre e dentro de plantas. Para tanto, os três fatores estudados contribuíram de forma significativa. Até cerca dos 110 DAP, as maiores produções foram obtidas na maior densidade de plantio, com o plantio das sementes mais brotadas e com o uso das maiores sementes, ou seja, com a maior densidade de hastes estudada. Somente a partir dessa época e em alguns tratamentos (com pelo menos 20 hastes/m²) a competição entre hastes se tornou acentuada a

ponto de reduzir o saldo de fotossintetizados disponível para manter a taxa de crescimento dos tubérculos até o final do ciclo vegetativo. Nos tratamentos que proporcionaram muito baixa densidade de plantio de hastes (até cerca de 5 hastes/m²), a menor competição não se refletiu em aumento da capacidade produtiva, observando-se a seca natural das ramas em algum ponto anterior aos 140 DAP, possivelmente como resposta a um poder de dreno suficientemente elevado para comprometer a sustentação da área foliar.

b) Produção de tubérculos graúdos, acima de 50mm.

Estudou-se a produção de tubérculos graúdos, acima de 50mm de diâmetro, nas cinco últimas colheitas simuladas, entre 80 e 140 DAP, segundo o delineamento (1/5) (5x5x5). Os principais resultados obtidos encontram-se na Tabela 17.

A exemplo do observado para a produção total de tubérculos, o coeficiente de variação é maior nas primeiras colheitas, reduzindo-se nas últimas. Os coeficientes resultantes da análise da produção de tubérculos graúdos podem ser considerados como adequados, iguais ou melhores do que aqueles comumente relatados na experimentação com batata. Os coeficientes de determinação foram mais elevados nas últimas épocas de colheita, respectivamente 77, 84 e 83 % e intermediários nas duas primeiras (66 e 63 %).

Tabela 17. Alguns componentes da análise da regressão múltipla realizada para a produção de tubérculos graúdos (t/ha) em cinco épocas simuladas de colheita.

Componentes	80 DAP	95 DAP	110 DAP	125 DAP	140 DAP
Média	1,97	4,55	8,88	13,40	16,15
CV %	40,7	29,1	18,4	15,1	16,4
R ²	0,66	0,63	0,77	0,84	0,83
Cp	18,5	-4,3	-7,0	-3,7	14,5
p	6	4	5	4	4
Passo	9	5	7	6	5
R ²	0,79	0,63	0,78	0,84	0,86
Cp'	10,9	-4,3	-7,1	-3,7	12,7
p'	8	4	5	4	6
Passo'	12	5	9	6	10

média = t/ha
 CV = coeficiente de variação do modelo reduzido (porcentagem)
 R² = coeficiente de determinação do modelo reduzido
 Cp = coeficiente de parâmetros do modelo reduzido
 p = número de parâmetros utilizados no modelo reduzido
 Passo = número de ordem da solução (biológica) adotada
 Cp' = coeficiente de parâmetros da melhor solução numérica
 p' = número de parâmetros da melhor solução numérica
 Passo' = número de ordem da melhor solução numérica

Equações obtidas para a produção de tubérculos graúdos (acima de 50mm):

$$Z_{80 \text{ DAP}} = -0,10089606 + 1,37743517.B - 0,24308227.B^2 - 0,00754978.B^2P^2 + 0,01159232.TP^2B^2 - 0,0013455.BP^2T^2 - 0,00160275.P^2T^2B^2$$

$$Z_{95 \text{ DAP}} = 0,01979301 + 0,71593675.T + 0,67284398.PB - 0,02979637.PT^2 - 0,08160361.PB^2$$

$$Z_{110 \text{ DAP}} = 1,18893037 + 2,20623025.P - 0,08737967.PT^2 + 0,20002325.BT^2 + 0,03218424.PTB - 0,02923929.T^2B^2$$

$$Z_{125 \text{ DAP}} = 0,2837263 + 4,61223556.P - 0,07166917.PB^2 + 0,1461768.BT^2 - 0,02623062.P^2T^2$$

$$Z_{140 \text{ DAP}} = -0,34062616 + 5,96500653.P - 0,11112226.PB^2 + 0,19250692.BT^2 - 0,03379312.P^2T^2$$

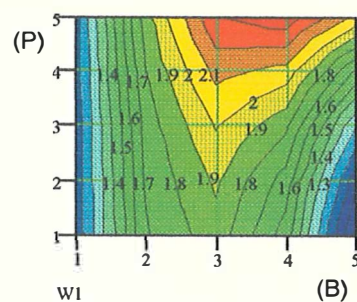
A seleção da equação mais representativa para cada época de colheita foi grandemente facilitada pela coincidência observada aos 95, 110 e 125 DAP entre o melhor modelo numérico e a sua adequação à resposta biológica esperada, cuja principal influência é a densidade de plantio.

As equações resultantes contém quatro a seis parâmetros e a exemplo do ocorrido com a produção total, não se chegou a um único conjunto de parâmetros. Neste caso, porém, tal comportamento não surpreende em função das variações observadas nas superfícies de resposta (Figuras 16 a 20).

Aos 80 DAP os pontos de produtividade máxima situaram-se em torno dos níveis 4 e 5 dos fatores densidade de plantio e estágio fisiológico, para todos os tamanhos de semente. Os maiores valores foram observados nas sementes de 35, 45 e 55 mm, nos tratamentos 5-3-5 (7,20 t/ha), 5-4-5 (6,25 t/ha) e 5-2-5 (5,80 t/ha).

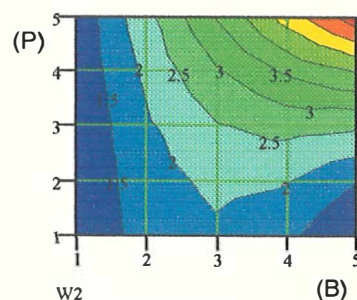
Semente de 25 mm

P5	1,06	1,86	2,29	2,36	2,07
P4	1,05	1,79	2,13	2,06	1,58
P3	1,04	1,75	2,00	1,82	1,20
P2	1,04	1,71	1,92	1,65	0,93
P1	1,03	1,69	1,86	1,55	0,76
	B1	B2	B3	B4	B5



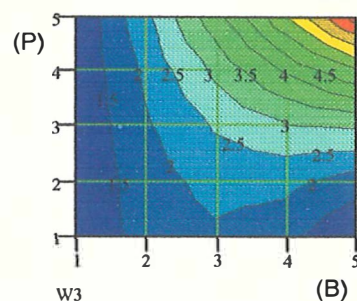
Semente de 35 mm

P5	1,13	2,33	3,52	4,67	5,80
P4	1,09	2,10	2,91	3,54	3,97
P3	1,07	1,92	2,45	2,65	2,54
P2	1,05	1,79	2,11	2,02	1,52
P1	1,04	1,71	1,91	1,65	0,91
	B1	B2	B3	B4	B5



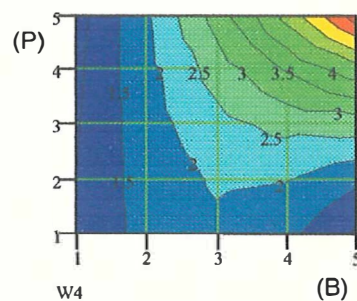
Semente de 45 mm

P5	1,05	2,36	3,82	5,43	7,20
P4	1,04	2,11	3,11	4,02	4,86
P3	1,04	1,92	2,55	2,93	3,04
P2	1,04	1,79	2,16	2,15	1,75
P1	1,03	1,71	1,92	1,68	0,97
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	0,82	1,92	3,19	4,64	6,25
P4	0,90	1,84	2,71	3,51	4,26
P3	0,96	1,77	2,33	2,64	2,70
P2	1,00	1,72	2,06	2,02	1,60
P1	1,03	1,69	1,90	1,64	0,93
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	0,45	1,03	1,65	2,29	2,97
P4	0,66	1,27	1,72	2,01	2,16
P3	0,82	1,45	1,77	1,80	1,52
P2	0,94	1,58	1,81	1,64	1,07
P1	1,01	1,66	1,84	1,55	0,80
	B1	B2	B3	B4	B5

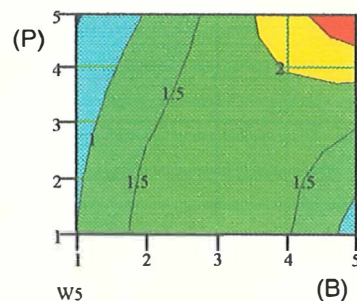


Figura 16. Produção de tubérculos graúdos (t/ha) aos 80 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

Semente de 25 mm

P5	3,54	5,68	7,01	7,52	7,21
P4	2,98	4,69	5,75	6,16	5,91
P3	2,42	3,70	4,50	4,80	4,62
P2	1,86	2,71	3,24	3,45	3,32
P1	1,30	1,73	1,99	2,09	2,03
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 35 mm

P5	3,81	5,95	7,28	7,78	7,48
P4	3,34	5,05	6,11	6,52	6,27
P3	2,87	4,15	4,95	5,25	5,07
P2	2,40	3,25	3,78	3,98	3,86
P1	1,92	2,35	2,62	2,72	2,66
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 45 mm

P5	3,78	5,92	7,25	7,76	7,45
P4	3,46	5,17	6,23	6,64	6,39
P3	3,14	4,42	5,22	5,52	5,34
P2	2,81	3,67	4,20	4,40	4,28
P1	2,49	2,92	3,18	3,29	3,22
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 55 mm

P5	3,46	5,60	6,92	7,43	7,12
P4	3,34	5,05	6,11	6,52	6,27
P3	3,23	4,51	5,31	5,61	5,43
P2	3,11	3,97	4,50	4,70	4,58
P1	3,00	3,43	3,69	3,79	3,73
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 65 mm

P5	2,83	4,97	6,30	6,8	6,50
P4	2,98	4,70	5,76	6,16	5,92
P3	3,14	4,42	5,22	5,52	5,34
P2	3,29	4,15	4,68	4,88	4,76
P1	3,45	3,87	4,14	4,24	4,18
	B1	B2	B3	B4	B5

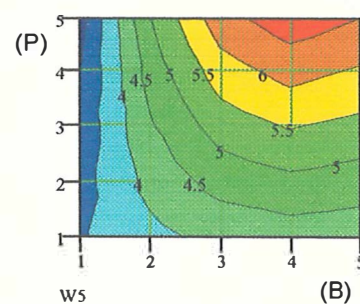
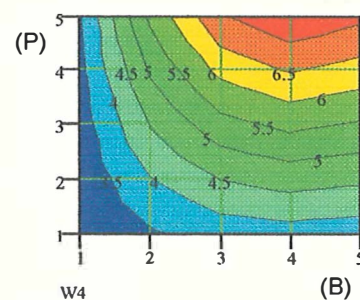
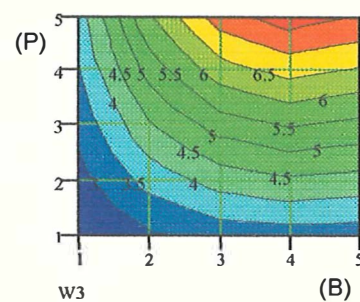
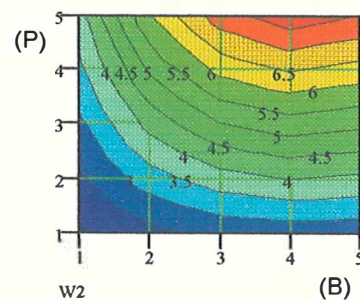
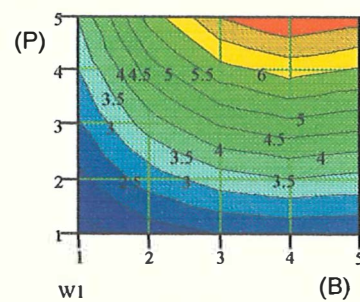


Figura 17. Produção de tubérculos graúdos (t/ha) aos 95 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

Semente de 25 mm

P5	12,12	12,39	12,60	12,76	12,86
P4	9,96	10,21	10,39	10,51	10,58
P3	7,81	8,02	8,17	8,27	8,30
P2	5,66	5,84	5,96	6,02	6,02
P1	3,51	3,66	3,74	3,77	3,74
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 35 mm

P5					
P4	9,56	10,27	10,74	10,98	10,99
P3	7,64	8,28	8,69	8,87	8,81
P2	5,72	6,30	6,64	6,765	6,63
P1	3,80	4,31	4,59	4,64	4,46
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 45 mm

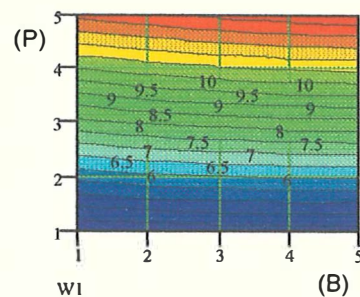
P5	10,31	1,81	12,78	13,23	13,15
P4	8,80	10,20	11,08	11,43	11,25
P3	7,28	8,59	9,37	9,62	9,35
P2	5,76	6,97	7,66	7,81	7,44
P1	4,25	5,36	5,95	6,01	5,54
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 55 mm

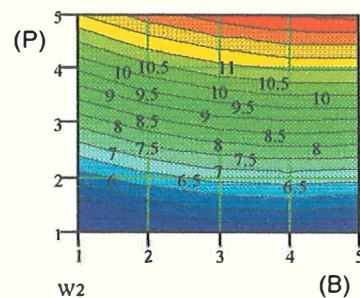
P5	8,62	11,07	12,58	13,16	12,80
P4	7,68	10,00	11,39	11,84	11,35
P3	6,74	8,93	10,19	10,51	9,90
P2	5,80	7,87	9,00	9,19	8,45
P1	4,87	6,80	7,80	7,87	6,99
	B1	B2	B3	B4	B5

Semente de 65 mm

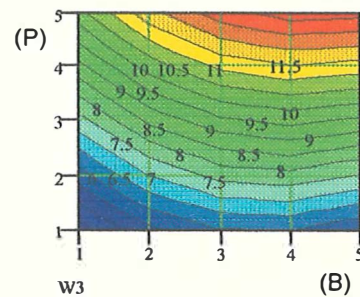
P5	6,39	10,01	12,18	12,88	12,12
P4	6,20	9,67	11,67	12,22	11,30
P3	6,02	9,33	11,17	11,55	10,47
P2	5,84	8,98	10,67	10,89	9,64
P1	5,66	8,64	10,16	10,22	8,82
	B1	B2	B3	B4	B5



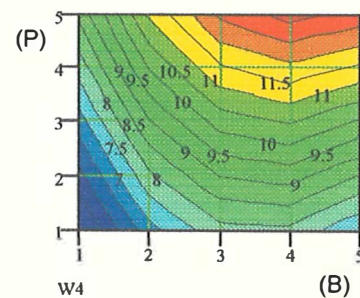
w1 (B)



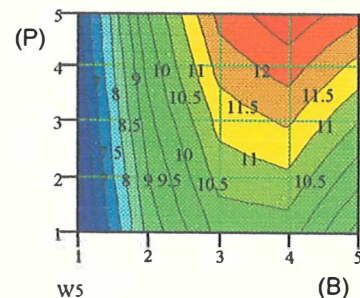
w2 (B)



w3 (B)



w4 (B)

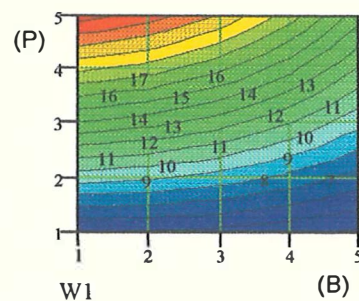


ws (B)

Figura 18. Produção de tubérculos graúdos (t/ha) aos 110 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

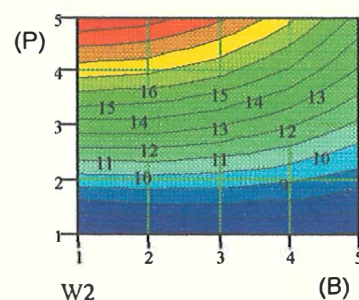
Semente de 25 mm

P5	22,48	21,55	19,90	17,54	14,46
P4	18,17	17,46	16,17	14,31	11,88
P3	13,82	13,32	12,39	11,03	9,24
P2	9,41	9,12	8,55	7,69	6,55
P1	4,94	4,88	4,66	4,31	3,81
	B1	B2	B3	B4	B5



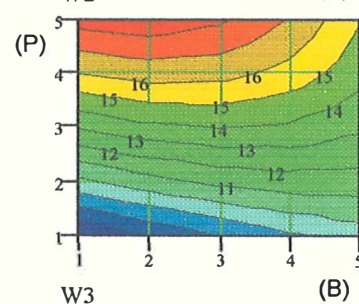
Semente de 35 mm

P5	20,95	20,46	19,25	17,33	14,69
P4	17,35	17,08	16,23	14,81	12,81
P3	13,55	13,49	13,00	12,07	10,72
P2	9,53	9,68	9,55	9,13	8,43
P1	5,30	5,67	5,90	5,98	5,92
	B1	B2	B3	B4	B5



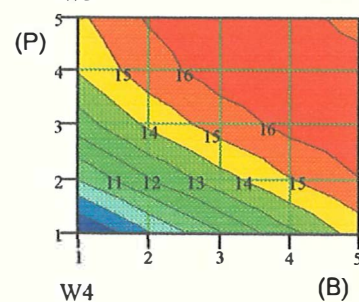
Semente de 45 mm

P5	18,40	18,64	18,16	16,97	15,06
P4	15,98	16,44	16,32	15,63	14,37
P3	13,10	13,77	14,01	13,82	13,20
P2	9,74	10,62	11,22	11,53	11,56
P1	5,90	7,00	7,96	8,78	9,45
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	14,83	16,10	16,64	16,47	15,59
P4	14,07	15,55	16,45	16,79	16,54
P3	12,47	14,16	15,42	16,26	16,66
P2	10,02	11,93	13,56	14,89	15,94
P1	6,74	8,87	10,85	12,68	14,38
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	10,25	12,83	14,69	15,83	16,26
P4	11,61	14,40	16,62	18,27	19,35
P3	11,66	14,67	17,25	19,40	21,12
P2	10,40	13,62	16,56	19,21	21,57
P1	7,82	11,26	14,56	17,71	20,72
	B1	B2	B3	B4	B5

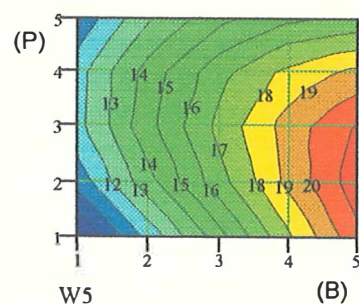
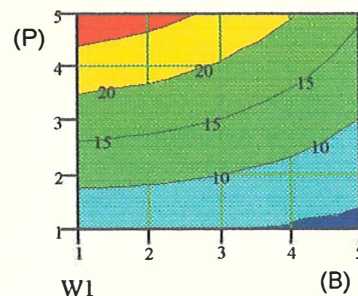


Figura 19. Produção de tubérculos graúdos (t/ha) aos 125 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

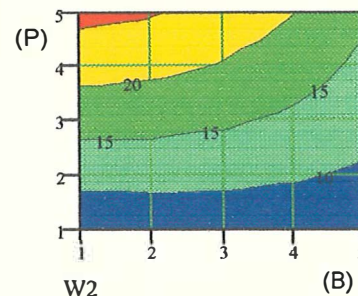
Semente de 25 mm

P5	28,28	26,80	24,22	20,52	15,71
P4	22,73	21,59	19,56	16,64	12,83
P3	17,11	16,30	14,83	12,69	9,88
P2	1,42	10,95	10,03	8,67	6,86
P1	5,67	5,53	5,17	4,58	3,78
	B1	B2	B3	B4	B5



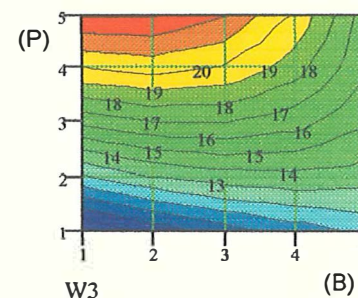
Semente de 35 mm

P5	26,32	25,42	23,41	20,30	16,06
P4	21,68	21,12	19,67	17,32	14,09
P3	16,77	16,54	15,65	14,08	11,85
P2	11,60	11,70	11,36	10,57	9,34
P1	6,15	6,58	6,80	6,79	6,56
	B1	B2	B3	B4	B5



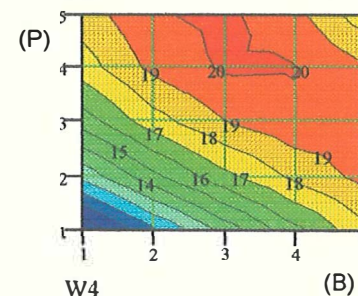
Semente de 45 mm

P5	23,06	23,12	22,08	19,92	16,65
P4	19,94	20,34	19,85	18,47	19,20
P3	16,22	16,95	17,01	16,41	15,15
P2	11,88	12,95	13,57	13,75	13,48
P1	6,94	8,34	9,52	10,47	11,20
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 55 mm

P5	18,49	19,90	20,21	19,40	17,48
P4	17,50	19,25	20,11	20,08	19,16
P3	15,43	17,51	18,93	19,67	19,75
P2	12,28	14,70	16,67	18,19	19,27
P1	8,05	10,80	13,32	15,63	17,71
	B1	B2	B3	B4	B5



Semente de 65 mm

P5	12,62	15,77	17,80	18,72	18,54
P4	14,37	17,85	20,44	22,14	22,95
P3	14,43	18,24	21,39	23,87	25,68
P2	12,80	16,95	20,65	23,90	26,72
P1	9,48	13,96	18,22	22,25	26,06
	B1	B2	B3	B4	B5

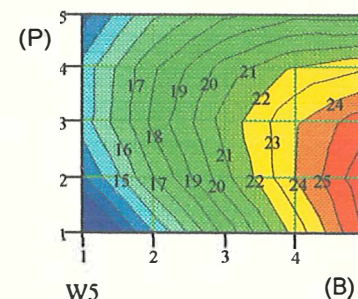


Figura 20. Produção de tubérculos graúdos (t/ha) aos 140 DAP, conforme estimada através da análise da regressão polinomial múltipla.

Aos 95 DAP, observa-se que as produções mais elevadas, em todos os tamanhos de semente, situam-se acima da linha de contorno de 6,50 t/ha. Essas linhas se situam nas duas densidades populacionais mais elevadas e em torno dos níveis 3, 4 e 5 de B. Os valores máximos são alcançados sempre na maior população e no nível 4 do estágio fisiológico, nos tratamentos 5-1-4 (7,52 t/ha), 5-2-4 (7,78 t/ha), 5-3-4 (7,76 t/ha), 5-4-4 (7,43 t/ha) e 5-5-4 (6,80 t/ha). Dezoito tratamentos (14 % do total) situaram-se nessa faixa, com frequência bem distribuída segundo os tamanhos de semente.

Identificou-se, aos 110 DAP, uma faixa acima de 12,00 t/ha para discriminar os 19 tratamentos mais produtivos (15 % do total). Eles foram localizados sempre na maior população (75.000 plantas/ha), exceto para a semente de 65 mm, e apresentaram valores próximos. Na semente de 25 mm, independentemente do estágio fisiológico mas com o máximo em 5-1-5 (12,86 t/ha). Na semente de 35 mm, nos níveis 2 até 5 de B, com máximo em 5-2-5 (13,17 t/ha). Para as sementes de 45 e 55 mm, nos níveis 3, 4 e 5 de B, com máximo respectivamente em 5-3-4 (13,23 t/ha) e 5-4-4 (13,16 t/ha). Para a semente de 65 mm, acrescentou-se à última região citada o tratamento 4-5-4 e o máximo se deu em 5-5-4 (12,88 t/ha).

Aos 125 DAP, 42 tratamentos (34 % do total) tiveram produção de tubérculos graúdos superior a 16,00 t/ha. As sementes de 25, 35 e 45 mm compuseram cada qual sete tratamentos nessa faixa, nos níveis 4 e 5 de P e 1 até 4 de B. Embora nas sementes de 45 e 55 mm, 16 tratamentos tenham produzido acima de 16,00 t/ha, nenhum deles alcançou 19,00 t/ha. A superfície de resposta da semente de 55 mm constitui uma espécie de migração da região de máxima produção em direção às sementes mais brotadas, porém numa menor densidade de plantio. Chega-se assim à semente de 65 mm, com 12 tratamentos acima das 16,00 t/ha, situados nos níveis 3, 4 e 5 de B e 1 a 5 de P. Nessa ocasião, sete tratamentos situaram-se acima de 20,00 t/ha: 5-1-1 (22,48), 5-1-2 (21,55), 5-2-1 (20,95), 5-2-2 (20,46), 1-5-5 (20,72), 2-5-5 (21,57) e 3-5-5 (21,12).

Na colheita final, realizada aos 140 DAP, identificou-se os tratamentos superiores através da separatriz de 19,00 t/ha. Esses tratamentos pertenceram aos mesmos grupos já citados aos 125 DAP, totalizando novamente 42 tratamentos (34 % do total). Repetiram-se os mesmos sete melhores tratamentos da colheita anterior, superan-

do agora 25,00 t/ha, nenhum deles utilizou semente de 45 e de 55 mm: 5-1-1 (28,28), 5-1-2 (26,80), 5-2-1 (26,32), 5-2-2 (25,42), 1-5-5 (26,06), 2-5-5 (26,72) e 3-5-5 (25,68).

A interpretação gráfica dos resultados revela que elevada produção de tubérculos graúdos pode ser obtida com o plantio de praticamente qualquer tamanho de semente. Plantando-se as de menor tamanho (25 e 35 mm) em alta densidade de plantio e nos estádios fisiológicos iniciais da brotação, chega-se à máxima produção de tubérculos graúdos, especialmente com semente de 25 mm. Produções igualmente elevadas podem ser alcançadas com o plantio das maiores sementes, nos estádios de brotação mais avançados deste experimento mas efetuando-se o plantio nas menores densidades populacionais (25.000 a 37.500 plantas/ha). As sementes de 45 e de 55 mm mostraram resposta nitidamente transitória, comparativamente aos demais tamanhos: a resposta da semente de 45 mm assemelha-se ligeiramente às de 25 e 35 mm e, nos níveis 1 até 3 de P, seus resultados superam aos obtidos com esses dois tamanhos mas, com o aumento da população (62.500 plantas/ha) seu desempenho, mesmo sendo inferior, é bastante próximo a esses e o plantio na maior densidade não se traduz em aumento substancial da produção; com a semente de 55 mm, percebe-se (através da faixa alaranjada) a tendência do deslocamento da região de máxima produção em direção às menores densidades populacionais e aos níveis mais elevados de brotação, ao mesmo tempo que se verificam os menores (porém próximos) valores de produtividade máxima para a colheita final.

4.3.3. Ajuste final dentro de tratamentos.

A partir dos valores estimados tanto para a produção total de tubérculos como para a de graúdos, obtidos através das respectivas equações polinomiais (apresentados e discutidos no item anterior), ajustou-se esses dados à função logística, obtendo-se curvas de tuberização características, a exemplo do que foi realizado anteriormente (item 4.3.1.) com o nome de ajuste inicial dentro de tratamentos.

Esse novo ajuste dentro de tratamentos teve entre suas principais finalidades, a de validar comparativamente, o ajuste inicial realizado dentro (do conjun-

to básico) de tratamentos e estabelecer curvas de tuberização aplicáveis a qualquer uma das 125 possíveis combinações de tratamentos.

Os coeficientes das equações obtidas para a produção total de tubérculos são apresentadas na Tabela 18, enquanto na Tabela 19 são mostrados os coeficientes das equações para a produção de tubérculos graúdos. Selecionou-se dentro do conjunto básico de tratamentos, para apresentação comparativa, algumas curvas de tuberização correspondentes aos tratamentos mais produtivos, obtidas através dos ajustes inicial e final dentro de tratamentos (Figuras 21 e 22).

Tabela 18. Coeficientes da função logística ajustada ao conjunto básico de tratamentos para a produção total de tubérculos (t/ha). Ajuste final dentro de tratamentos.

Tratamento	----- Coeficientes da função logística ajustada -----			
	a	b	c	R ²
1-1-1	13.6	2803.489	-0.07390598	-98.4
1-2-5	23.0	2930.807	-0.07598486	-99.8
1-3-4	24.1	3725.096	-0.07969647	-99.9
1-4-3	30.0	3689.137	-0.07339739	-99.4
1-5-2	27.6	11338.22	-0.08754126	-99.4
2-1-3	28.2	2857.394	-0.0689106	-99.6
2-2-2	27.5	4441.364	-0.07622615	-99.5
2-3-1	25.8	9104.685	-0.08628915	-99.0
2-4-5	33.9	1110.906	-0.06930753	-99.7
2-5-4	36.1	2191.391	-0.07453215	-99.8
3-1-5	30.6	2143.624	-0.07482570	-99.9
3-2-4	33.5	2498.846	-0.07716925	-99.9
3-3-3	35.8	4005.403	-0.0805294	-99.9
3-4-2	43.3	6613.601	-0.07712387	-99.3
3-5-1	36.2	52835.66	-0.09903504	-98.6
4-1-2	41.3	4330.396	-0.07437091	-99.6
4-2-1	39.8	11642.74	-0.08740293	-99.8
4-3-5	43.2	381.8036	-0.05844521	-99.6
4-4-4	47.1	588.7889	-0.06002851	-99.8
4-5-3	46.5	2117.399	-0.07217332	-99.3
5-1-4	40.3	1111.470	-0.06704743	-99.5
5-2-3	42.9	2206.395	-0.07603155	-100.0
5-3-2	50.0	4156.970	-0.07674870	-99.8
5-4-1	51.5	26709.35	-0.09148595	-99.2
5-5-5	37.6	128.2836	-0.05729701	-99.8

Tabela 19. Coeficientes da função logística ajustada ao conjunto básico de tratamentos para a produção de tubérculos acima de 50mm (t / ha). Ajuste final dentro de tratamentos.

Tratamento	----- Coeficientes da função logística ajustada -----			
	a	b	c	R ²
1-1-1	4.8	20027.66	-0.10096040	-98.1
1-2-5	11.2	274.7674	-0.04448417	-96.5
1-3-4	9.3	6947.869	-0.08825885	-98.4
1-4-3	14.8	2466.740	-0.07124696	-99.8
1-5-2	14.6	11013.84	-0.08783991	-99.9
2-1-3	14.8	237.2726	-0.04527045	-99.3
2-2-2	14.9	700.6342	-0.05648375	-99.9
2-3-1	11.9	1665463	-0.13792440	-93.5
2-4-5	17.1	15308.78	-0.09170335	-97.6
2-5-4	33.9	3049.595	-0.06494670	-99.5
3-1-5	13.8	760.9522	-0.05708653	-99.7
3-2-4	11.7	2223.692	-0.08074623	-92.2
3-3-3	14.5	50511.35	-0.11136180	-96.5
3-4-2	18.9	6071.076	-0.07962037	-99.9
3-5-1	15.3	24360.61	-0.09147056	-99.8
4-1-2	25.5	3850.964	-0.07166866	-99.8
4-2-1	23.8	34470.02	-0.09090906	-100.0
4-3-5	19.3	138.5186	-0.04752684	-99.8
4-4-4	19.6	1943.388	-0.07467923	-98.2
4-5-3	23.2	3567.079	-0.07339528	-99.8
5-1-4	23.0	2517.437	-0.07184230	-99.8
5-2-3	23.1	2081.372	-0.07365927	-99.8
5-3-2	27.8	1836.098	-0.06547766	-99.7
5-4-1	23.0	8675.466	-0.07566712	-99.8
5-5-5	19.9	1944.655	-0.07210602	-99.9

As estimativas resultantes dos ajustes inicial e final dentro de tratamentos foram sempre muito próximas, no entanto, devido à melhor distribuição dos erros, considera-se as curvas de tuberização resultantes do ajuste final dentro de tratamentos como o mais adequado. Em apenas um tratamento do conjunto básico (231) o ajuste inicial dentro de tratamentos divergiu mais claramente do ajuste final dentro de tratamentos. A análise visual dos dados sugere porém que os valores originalmente observados para esse tratamento estavam superdimensionados.

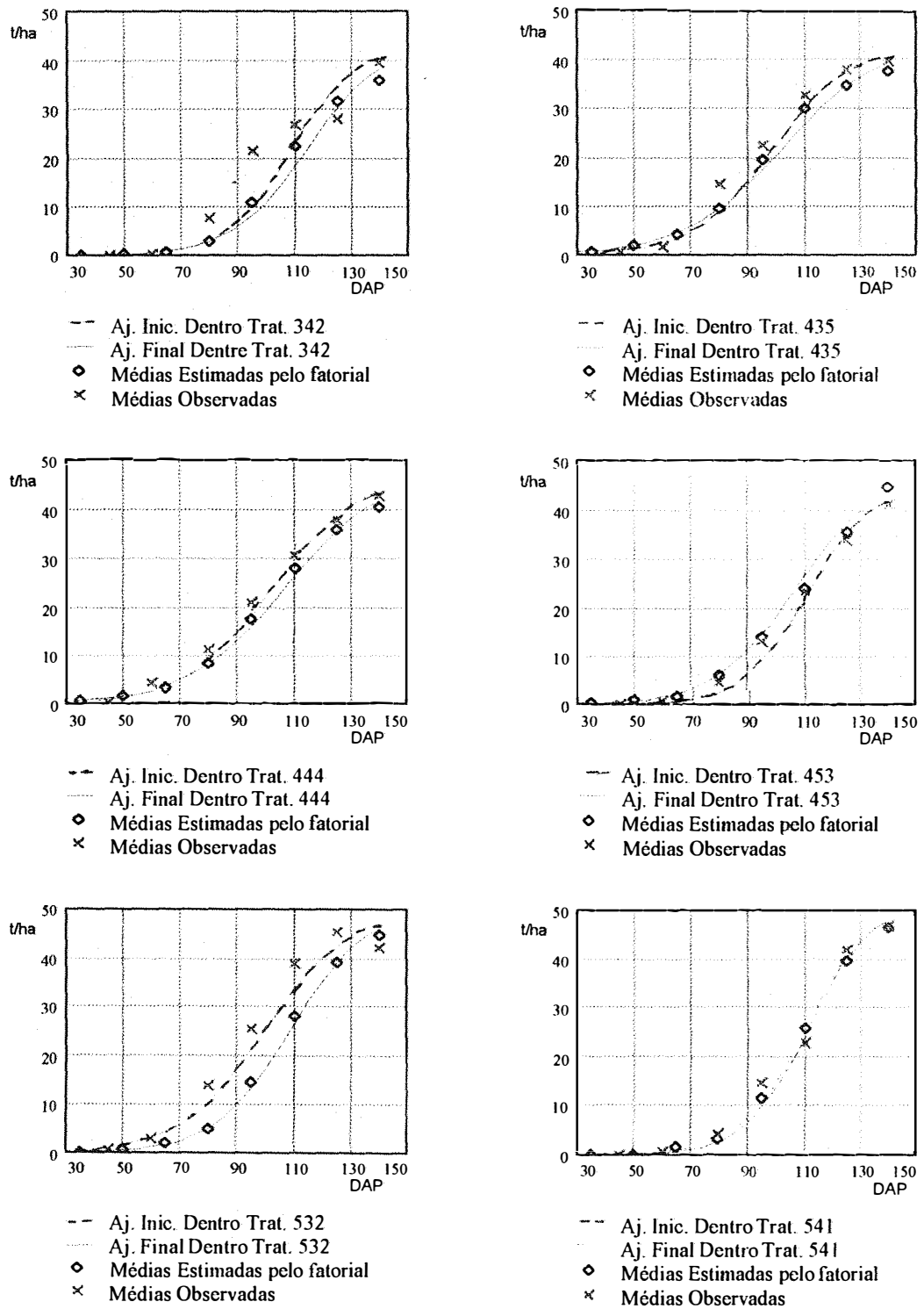
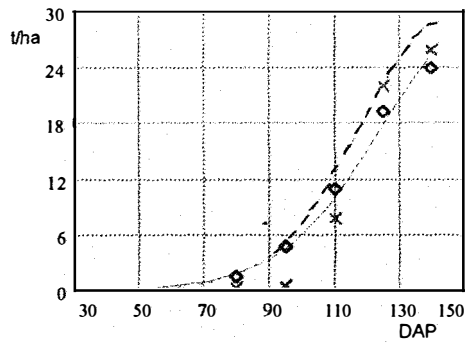
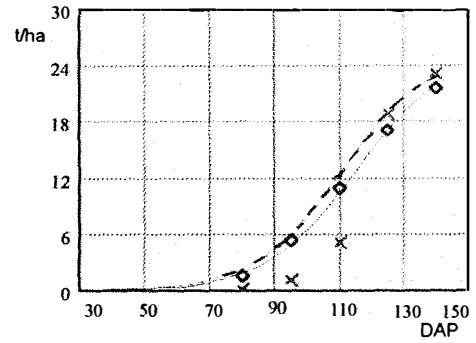


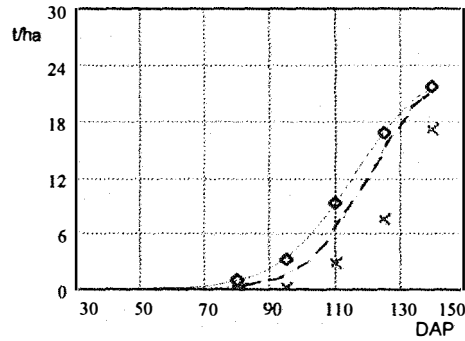
Figura 21. Curvas de tuberização dos tratamentos do conjunto básico com maior produção total (t/ha).



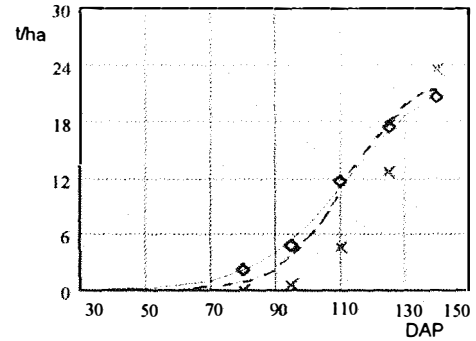
- - Aj. Inic. Dentro Trat. 254
 . . . Aj. Final Dentro de Tratamentos
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas



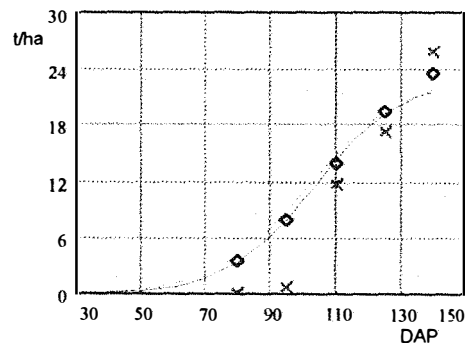
- - Aj. Inic. Dentro Trat. 412
 . . . Aj. Final Dentro Trat. 412
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas



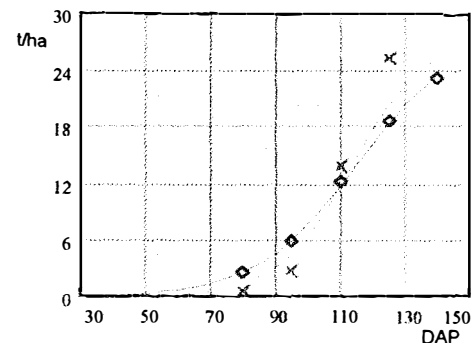
- - Aj. Inic. Dentro Trat. 421
 . . . Aj. Final Dentro Trat. 421
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas



- - Aj. Inic. Dentro Trat. 453
 . . . Aj. Final Dentre Trat. 453
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas



- - Aj. Inic. Dentro Trat. 523
 . . . Aj. Final Dentre Trat. 523
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas



- - Aj. Inic. Dentro Trat. 532
 . . . Aj. Final Dentro Trat. 532
 ◊ Médias Estimadas pelo fatorial
 × Médias Observadas

Figura 22. Curvas de tuberculização dos tratamentos do conjunto básico com maior produção de tubérculos graúdos (t/ha).

O conjunto das 125 curvas de tuberização ajustadas para a análise da produção total e outro conjunto de igual tamanho referente à produção de tubérculos graúdos constitui uma fonte de dados extremamente interessante para futuras análises.

4.4. Estudo das correlações.

A densidade de plantio, em hastes/m², é freqüentemente citada como o principal componente da produção de batata. A quase totalidade desses trabalhos entretanto, é realizada em países de maior latitude Sul e Norte, que se caracterizam pela nítida delimitação da época de plantio e as sementes utilizadas apresentam estádios fisiológicos relativamente próximos e, portanto, a densidade de hastes por unidade de área (desejada) é alcançada pela simples variação do espaçamento.

Neste experimento, correlacionou-se o número de hastes principais por metro quadrado com a produção de tubérculos na colheita final, aos 140 DAP. A análise apresentou como soluções o modelo $Y = a + bX$ e, com maior significância, o modelo $Y = aX^b$, que pode ser linearizado pela transformação logarítmica: $\text{Ln}(Y) = \text{Ln}(a) + b \cdot \text{Ln}(X)$. Os resultados obtidos para a correlação entre o número de hastes e a produção total encontram-se na Tabela 20. A correlação com a produção de tubérculos graúdos encontra-se na Tabela 21.

A correlação entre a densidade de hastes e a produção total, em bocar apresentasse valor relativamente elevado para o coeficiente de correlação (0,71), mostrou-se pouco adequada para a explicação do fenômeno, devido à elevada dispersão dos dados.

As correlações dentro de tamanhos de semente mostraram-se adequadas para as sementes de 25, 35 e 45 mm, relativamente adequada para a semente de 55 mm e pouco adequada à de 65 mm, indicando que outros fatores além do tamanho da semente influem na correlação entre a produção total e a densidade de hastes, como por exemplo o vigor (relativo) das hastes. A esse respeito, IRITANI *et al.* (1972) observaram correlação linear ($R=0,985$) altamente significativa entre o peso de semente por haste e a produção total.

Tabela 20. Correlação entre o número de hastes/m² e a produção total de tubérculos, e sua estratificação dentro dos níveis do estágio fisiológico (B) e de tamanho da semente (T); nível de significância do modelo ajustado (M) e coeficientes da interseção (a), angular (b), de correlação (R) e de determinação (R²).

Correlação	M	a	b	R	R ²
Hastes/m ² x Pr. Total	**	2,61	0,38	0,71	0,50
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de B=1	**	1,72	0,93	0,94	0,88
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de B=2	**	2,03	0,71	0,96	0,92
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de B=3	**	2,25	0,57	0,97	0,93
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de B=4	**	2,45	0,44	0,96	0,92
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de B=5	**	2,67	0,30	0,87	0,76
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de T=1	**	2,02	0,72	0,90	0,81
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de T=2	**	2,19	0,61	0,89	0,80
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de T=3	**	2,37	0,50	0,85	0,72
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de T=4	**	2,59	0,39	0,78	0,60
Hastes/m ² x Pr. Total dentro de T=5	**	2,86	0,27	0,62	0,38

(**) Significativo ao nível de 99% de probabilidade

Tabela 21. Correlação entre o número de hastes/m² e a produção de tubérculos graúdos, e estratificada dentro dos níveis do estágio fisiológico (B) e de tamanho da semente (T); nível de significância do modelo ajustado (M) e coeficientes da interseção (a), angular (b), de correlação (R) e de determinação (R²).

Correlação	M	a	b	R	R ²
Hastes/m ² x Pr. de Graúdos	ns	-	-	-	-
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de B=1	ns	-	-	-	-
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de B=2	*	1,71	0,52	0,62	0,38
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de B=3	**	1,55	0,56	0,76	0,58
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de B=4	**	1,37	0,59	0,82	0,68
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de B=5	**	1,04	0,65	0,82	0,66
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de T=1	**	0,74	1,02	0,77	0,59
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de T=2	**	1,20	0,73	0,75	0,55
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de T=3	**	1,65	0,50	0,75	0,57
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de T=4	**	1,98	0,36	0,79	0,62
Hastes/m ² x Pr. Graúdos dentro de T=5	*	2,19	0,28	0,55	0,30

(ns) Não significativo

(*) Significativo ao nível de 95% de probabilidade

(**) Significativo ao nível de 99% de probabilidade

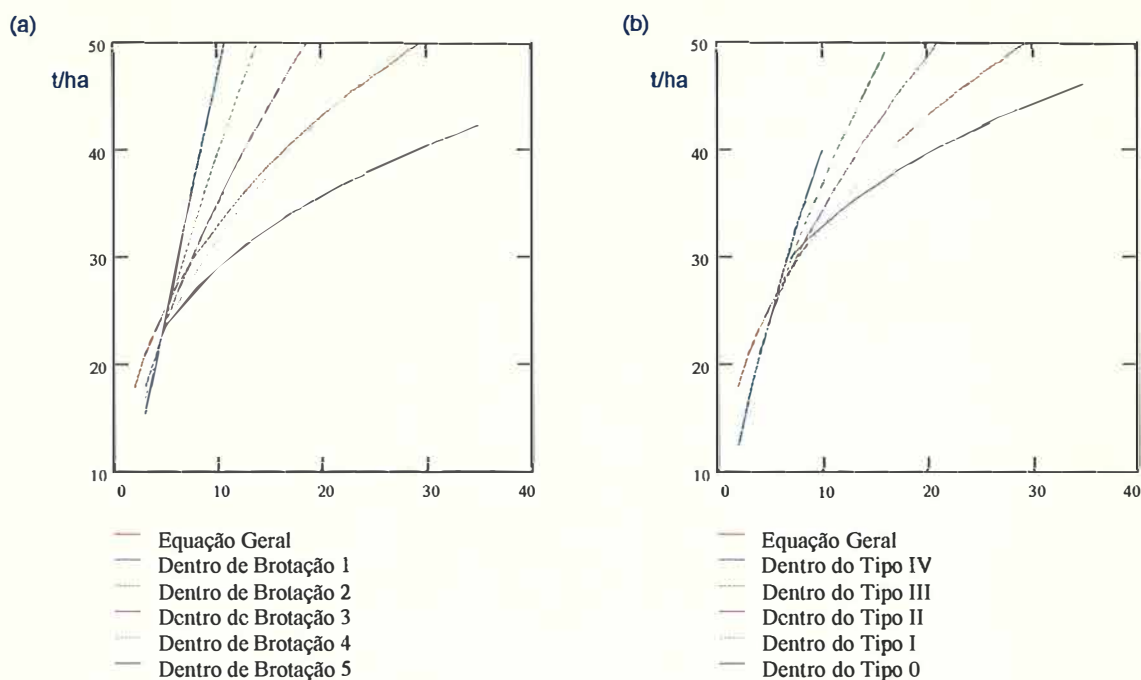


Figura 23. Relações entre o número de hastes/m² e a produção total (t/ha); (a) Dentro dos níveis de estágio fisiológico da brotação e (b) Dentro dos Tipos de semente.

Já as correlações dentro dos estádios fisiológicos de brotação foram sempre fortes, evidenciando a sua maior influência para a produção total. Esses resultados confirmam aqueles comumente relatados em outras pesquisas (ALLEN, 1978; ZAAG & LOON, 1987; BEUKEMA & ZAAG, 1990), quando a semente utilizada nos experimentos encontra-se toda ela em estádios fisiológicos muito próximos. Neste experimento, uma mesma densidade de hastes (conforme estimado pelas equações) pode se refletir em diferentes produções, conforme o nível de brotação e independentemente do tamanho da semente.

Tomando por base as equações de correlação, estimou-se a produção total resultante do estabelecimento de 8 hastes/m², obtendo-se as seguintes produtividades: para o estágio fisiológico 1, mais jovem, 38 t/ha; para o estágio 2, 34 t/ha; 3, 31 t/ha; 4, 29 t/ha e 5 (mais envelhecido), 27 t/ha. Esses resultados, a exemplo dos gráficos da Figura 10, indicam a maior capacidade produtiva das sementes mais jovens.

Para a produção de tubérculos graúdos (Tabela 21), embora os coeficientes obtidos sejam relativamente elevados, a também elevada dispersão dos dados, evidenciou mais uma vez a contribuição de outros fatores não estudados para a produção de tubérculos graúdos.

4.5. Considerações finais

O manejo fitotécnico da produção de batata responde a uma ampla complexidade de fatores que necessitam ser convenientemente estudados, preferencialmente em conjunto, até a consolidação das informações de pesquisa. Planta de propagação vegetativa, altamente exigente em nutrientes tem, quando explorada em condições que permitem seu plantio ao longo de todo o ano, um número muito grande de questões ainda não explicadas. Procura-se neste trabalho melhorar a compreensão entre alguns dos fatores de produção, embora se trate de trabalho preliminar onde outros fatores, igualmente importantes, como a nutrição e adubação, irrigação, métodos de defesa fitossanitária, não foram abordados, mesmo para este único cultivar utilizado.

O cultivar Aracy foi obtido do programa de melhoramento genético realizado no IAC. Como a maioria dos cultivares desenvolvidos no Brasil, é uma adaptação do *S. tuberosum* a dias curtos, caracterizando-se pela longa duração do ciclo vegetativo, tuberização relativamente tardia, com plantas vigorosas, sistema radicular profundo, e de notável resistência à doenças fúngicas de folhagem. Genótipos com características de ciclo longo, quando cultivados em dias curtos, são eliminados nos programas de melhoramento genético desenvolvido em países de clima temperado, por não atingirem, naquela situação, seu máximo potencial produtivo. No entanto, aumentos substantivos de produtividade, nas condições do Estado de São Paulo, só serão permitidos com genótipos com comportamento similar, ou de preferência com tuberização mais precoce.

Os resultados obtidos mostram que mesmo com dose de fertilizante muito inferior à normalmente utilizada pela bataticultura de São Paulo, é possível alcançar altas produtividades (até 50 t/ha) a partir do plantio de qualquer tamanho de semente, desde que convenientemente combinados a densidade de plantio e o estágio de

brotação. As menores sementes devem ser preferencialmente plantadas na maior densidade de plantio (75.000 plantas/ha) e nos estádios fisiológicos iniciais. As sementes maiores podem ser plantadas em estádios fisiológicos desde o mais jovem até o nível 4, respondendo bem a populações desde 50.000 até 75.000 plantas/ha. Os pontos de rendimento máximo, porém, são alcançados sempre na maior população e nos estádios fisiológicos iniciais.

A utilização de tão elevadas densidades populacionais contudo, só devem ser interessantes para cultivares rústicos, resistentes às principais doenças fúngicas de folhagem, uma vez que estas são mais propensas a suplantar as condições microclimáticas favoráveis às moléstias. Sua utilização em cultivares suscetíveis implicaria em maior dificuldade na distribuição dos defensivos. A utilização de tão elevadas densidades populacionais contudo, só devem ser interessantes para cultivares rústicos, resistentes às principais doenças fúngicas de folhagem, uma vez que estas são mais propensas a suplantar as condições microclimáticas favoráveis às moléstias. aplicados e à desfolha e morte precoce das plantas.

Quando o objetivo maior for a produção de tubérculos graúdos, permanecem válidas as recomendações do parágrafo anterior quanto ao uso das sementes menores do que 35 mm. As sementes maiores, porém, devem ser plantadas nas menores densidades populacionais (em torno de 37.500 plantas/ha) e nos estádios de brotação mais avançados (5 ou 4). Para se alcançar conjuntamente a maior produção total e de graúdos, deve-se procurar utilizar sementes de 25, 35 ou, eventualmente, de 45 mm.

O uso das sementes de 55 e 65 mm só é possível aos produtores de batata-semente própria, sob o regime de certificação, prática crescente no Estado de São Paulo, uma vez que o preço de sua aquisição e transporte suplantara provavelmente os benefícios de seu emprego.

Em nenhum dos tratamentos houve ganho na produção total ou de graúdos com a colheita realizada antes da secagem natural das ramas. Não foi avaliada a sanidade dos tubérculos produzidos nas diferentes épocas, mas trabalhos anteriores (GRANJA, 1987 e RAMOS *et al.*, 1990a, 1990b; 1990c) mostraram que também em

relação à disseminação de viroses, a colheita antecipada não melhorou a qualidade do material produzido.

Um ponto que merece ser comentado é que o cultivar Aracy, normalmente não atinge os 140 dias de ciclo vegetativo, raramente ultrapassando 120 dias. As condições anômalas que retardaram a emergência das plantas, conforme já citado, condicionaram esta duração.

A maior utilização de delineamentos fatoriais fracionados em associação com o ajuste de curvas de crescimento, como neste experimento, representa para o campo fitotécnico uma interessante área de trabalho para ser explorada.

Sua maior utilização, por equipes multidisciplinares, permitirá uma verificação em maior profundidade dos fatores aqui discutidos, e dos demais não abordados neste trabalho. Não apenas para a cultura da batata como também para qualquer outra, permitindo que as informações geradas pela pesquisa sejam mais consistentes, no sentido de provocar alterações de importância na agricultura.

5. CONCLUSÕES

- O delineamento (1/5) (5x5x5) mostrou ser adequado para o estudo da influência da densidade de plantio, do tamanho e do estágio fisiológico da semente e suas interações, para a produção de tubérculos de batata;
- A produção total de tubérculos, assim como a produção de tubérculos graúdos ajusta-se à função logística de crescimento;
- É possível alcançar alta produção total de tubérculos, superior a 44 t/ha, e alta produção de tubérculos graúdos, superior a 25 t/ha, pelo plantio de qualquer tamanho de sementes, desde que estas sejam utilizadas em espaçamento e brotação adequados.
- A densidade de hastes/m² está fortemente correlacionada, dentro de cada estágio fisiológico da semente, com a produção total de tubérculos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, E. J. Plant density. In: HARRIS, P. M., ed. *The potato crop*. London, Chapman & Hall, 1978. cap. 7, p.279-325.
- AMARAL, H. M.; GRANJA, N. P.; MIRANDA FILHO, H. S.; SOUZA-DIAS, J. A. C.; BORTOLETTO, H. Forçamento de brotação em batata para o teste de pré-cultura. *Bragantia*, Campinas, **44**(2): 549-557, 1985.
- BEUKEMA, H. P. & ZAAG, D. E. van der. *Introduction to potato production*. Wageningen, Pudoc, 1990. 208p.
- BODLAENDER, K. B. A. Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. In: IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. cap. 5., p.199-210.
- BOOCK, O. J. Novas variedades nacionais de batatinha. s.n.t. 5p. Mimeografado.
- BOOCK, O. J. & ALMEIDA, I. M. *Bibliografia brasileira de batatinha*. Brasília, EMBRAPA, 1979. 352p.

- BOOCK, O. J. & NÓBREGA, S. de A. A influência do tamanho do tubérculo-semente na brotação e produção da batatinha. *Olericultura*, Santa Maria, **2**: 38-51, 1962.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Normas Gerais para Certificação de Batata-Semente. Brasília, 1988, 30p.
- BREMNER, P. M. & EL-SAEED, A. K. The significance of seed size and spacing. In: IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. cap. 7., p.267-280.
- BRYAN, J. E. Papas probadas contra patogenos para su distribucion. *Centro Internacional de la Papa*, outubro-1992. Folheto. 4p. [Listagem. 16p.]
- BURTON, W. G. Concepts and mechanism of dormancy. In: IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. cap. 2., p.17-41.
- BURTON, W. G. *The potato*. 3.ed. Essex, Inglaterra, Longman, 1989. 742p.
- CANTOS-DE-RUIZ, S. T.; ANDRADE, F. H.; MENDIBURU, A. Rendimiento potencial del cultivo de papa en Balcarce. Causas que limitan la productividad real. *Revista Latinoamericana de la Papa*, Bogotá, **2**(1): 29-45, 1989.

- CASTRO, J. L. & ABRAMIDES, E. Métodos para forçar a brotação de tubérculos-semente de batatinha. Bissulfureto de carbono e ácido giberélico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 27., Belo Horizonte, 1975. Artigos. 5p.
- COLEMAN, W. K. Dormancy release in potato tubers: A review. *American Potato Journal*, Orono, Maine, **64**(2): 57-68, 1987.
- COLLWELL, J. D.; SUHET, A. R.; RAIJ, B. van. *Statistical procedures for developing general soil fertility models for variable regions*. CSIRO, 1988. Divisional report 93. 68p.
- CONAGIN, A. & JORGE, J. de P. N. Delineamentos (1/5)(5³). *Bragantia*, Campinas, **36**: 23-158, 1977a.
- CONAGIN, A. & JORGE, J. de P. N. Estudos em um grupo especial de delineamentos (1/5)(5³). *Bragantia*, Campinas, **36**: 23-158, 1977b.
- CONAGIN, A. & JORGE, J. de P. N. Delineamento (1/5) (5 x 5 x 5) em blocos. *Bragantia*, Campinas, **41**: 155-168. 1982.
- COSTA, D. M. da. Influência do espaçamento sobre a produção de tubérculo-semente de batatinha. I - cultivar baronesa. s.l., Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1972. 3p. (Indicação de Pesquisa, 83).

- CUTTER, E. G. Structure and development of the potato plant. In: HARRIS, P. M., ed. *The potato crop*. London, Chapman & Hall, 1978. cap. 3, p.70-151.
- DIAS, C. A. C. *Cultura da batata*. Documento Técnico n°:65. Campinas, CATI, 1993. 33p.
- EWING, E. E. Cuttings as simplified models of the potato plant. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Florida, Academic Press, 1985. cap. 5, p.154-207.
- EWING, E. E. Induction of tuberization in potato. In: VAYDA, M. E. & PARK, W. D., ed. *The molecular and cellular biology of the potato*. Wallingford, UK, CAB International, 1990. cap. 3, p. 25-42.
- FAO. *1993 FAO yearbook. Production*. Roma, FAO, 1994. p. 61-90. FAO Statistics series, 117.
- FILGUEIRA, F. A. R. Práticas agronômicas. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B., ed. *Produção de batata*. Brasília, Linha Gráfica, 1987. cap. 3, 29-39.
- GOODWIN, P. Mechanism and significance of apical dominance in the potato tuber. In: IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. cap. 2, p.63-71.
- GRANJA, N. P. *Seleção de novos clones de batata*. Botucatu, 1987. 96p. (Dissertação-Mestrado-FCA/UNESP)

HARRIS, P. M., ed. *The potato crop*. London, Chapman & Hall, 1978. 730p.

HAWKES, J. G. History of the potato. In: HARRIS, P. M., ed. *The potato crop*. London, Chapman & Hall, 1978. cap. 1, p.1-14.

HEMBERG, T. Potato Rest. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Florida, Academic Press, 1985. cap. 11, p.353-387.

HORTON, D. & SAWYER, R. L. The potato as a world food crop, with special reference to developing areas. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Florida, Academic Press, 1985. cap. 1, p.1-34.

INSTITUTO AGRONÔMICO, Campinas. A criação de variedades de batatinha. *O Agrônomo*, **10**(9/10): 1-8, 1958

IRITANI, W. M.; THORNTON, R.; WELLER, L.; O'LEARY, G. Relationships of seed size, spacing, stem numbers to yield of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal*, **49**(12): 463-469, 1972.

IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. 327p.

KODA, Y. & OKAZAWA, Y. Detection of potato tuber-inducing substance from potato leaves. *Plant Cell Physiology*, **29**: 969-974, 1988.

- KODA, Y., OMER, E. S. A., YOSHIHARA, T., SHIBATA, H., SAKAMURA, S.; OKAZAWA, Y. Isolation of a specific potato tuber-inducing substance from potato leaves. *Plant Cell Physiology*, **29**: 1047-1051, 1988.
- KRAUSS, A. Interactions of nitrogen nutrition, phytohormones, and tuberization. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Florida, Academic Press, 1985. cap. 6, p.208-230.
- LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Academic Press, 1985.586p.
- MANRIQUE. L. A. Potato production in the tropics: Crop requirements. *Journal of Plant Nutrition*, **15**(12): 2679-2726, 1992.
- MARTIN, M. Écartement entre buttes: 75 ou 90 cm?. *Pomme de Terre Francaise*, **53**(469): 65-69. 1992.
- MATHSOFT INC. *Mathcad 4.0 User's Guide*. Cambridge, MA, USA, Mathsoft Inc., 1993. 547p.
- MIDMORE, D. J.; ACCATINO, P; BERRIOS, D. Potato production under shade in hot climates. In: HOOKER, W. J., ed., *Research for the potato in the year 2000*. Lima, Centro Internacional de la Papa, 1983. p.187-193.
- MIRANDA FILHO, H. S. A influência da densidade populacional. *Correio Agrícola Bayer*, São Paulo, Edição especial: Batata, (3/82): 443-446, 1982.

- MIRANDA FILHO, H. S.; CASTRO, J. L.; MACEDO, M. C. M.
Problemas prioritários para a pesquisa com a cultura da batatinha. In: CURSO NACIONAL SOBRE CULTURA DA BATATA E TECNOLOGIA ESPECIAL SOBRE PRODUÇÃO DE BATATAS-SEMENTES, 1., Campinas, 1976. *Artigos*. Campinas, AGIPLAN-IAC-CATI-CIP, 1976. p.168-173.
- MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N. P.; RAMOS, V. J.; MARQUES, M. C. Comportamento agrônômico de clones de batata destinados ao processamento sob a forma de "chips". *Horticultura brasileira*, **10**(1): 62. 1992. Resumo n°:88, XXXII Congresso Brasileiro de Olericultura.
- MOORBY, J. The physiology of growth and tuber yield. In: HARRIS, P. M., ed. *The potato crop*. London, Chapman & Hall, 1978. cap. 4, p.153-195.
- MORENO, U. Environmental effects of growth and development of potato plants. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Florida, Academic Press, 1985. cap. 14, p.481-502.
- OKAZAWA, Y, & CHAPMAN, H. W. Regulation of tuber formation in the potato plant. *Physiologia Plantarum*, **15**: 413-419, 1962.
- OLIVEIRA, B.; VALADARES, J.M.A.S.; ROTTA, C.L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Itararé, SP. *Bragantia*, Campinas, **35**(2): 295-334, 1976.

- PEREIRA, A. R. & ARRUDA, H. V. *Ajuste prático de curvas na pesquisa bilógica*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 50p.
- PEREIRA, A. R. & MACHADO, E. C. *Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetais*. Boletim Técnico n°: 114. Campinas, Instituto Agrônômico, 1987. 33p.
- PETERSON, R. L.; BARKER, W. G.; HOWARTH, M. J. Development and structure of tubers. In: LI, P. H., ed. *Potato physiology*. Orlando, Academic Press, 1985. cap. 4, p.124-153.
- PÓGI, M. C. *Efeito da maturidade e peso da batata-semente e de métodos para a quebra da dormência em duas cultivares de batata (S. tuberosum L.)*. Botucatu, 1993. 90p. (Dissertação-Mestrado-FCA/UNESP)
- QUAGGIO, J.A.; RAMOS, V.J.; BATAGLIA, O.C.; RAIJ, B. van; SAKAI, M. Calagem para a sucessão batata-triticaile-milho usando calcários com diferentes teores de magnésio. *Bragantia*, Campinas, **44**(1): 391-406, 1985.
- RAMOS, V. J.; MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N. P.; VALLE, T. L.; SOUZA-DIAS, J. A. C. Produção de batata-semente do cultivar Aracy (IAC-2). I. Influência da duração do ciclo vegetativo e da densidade de plantio. *Horticultura brasileira*, **8**(1): 62. 1990a. Resumo n°:183, XXX Congresso Brasileiro de Olericultura.

- RAMOS, V. J.; MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N. P.; VALLE, T. L.; SOUZA-DIAS, J. A. C. Produção de batata-semente do cultivar Aracy (IAC-2). II. Influência da duração do ciclo vegetativo e do tamanho do tubérculo-semente. *Horticultura brasileira*, **8**(1): 62. 1990b. Resumo n°:184, XXX Congresso Brasileiro de Olericultura.
- RAMOS, V. J.; MIRANDA FILHO, H. S.; GRANJA, N. P.; VALLE, T. L. Produção de batata-semente do cultivar Aracy (IAC-2). III. Influência do tamanho do tubérculo-semente e da densidade de plantio. *Horticultura brasileira*, **8**(1): 62. 1990c. Resumo n°:182, XXX Congresso Brasileiro de Olericultura.
- REGHIN, M. Y. *Estudo do forçamento químico da brotação em batatas-semente*. Botucatu, 1982. 132p. (Dissertação-Mestrado-FCA/UNESP)
- RIBEIRO, Z. M. A.; SILVA, J. B. T.; BOOCK, O. J.; NAVES, A. C.; PINTO, A. A.; MARTINS, M. D. L. *Batatinha: Resumos informativos*. Brasília, EMBRAPA, 1978. v7.
- ROWE, R. C. Potato health management: A holistic approach. In: ROWE, R. C. ed. *Potato health management*. St. Paul, Minnesota, APS Press, 1993. cap 1, p.3-10.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's Guide Version 6*. 4.ed. Cary(NC-USA), SAS Institute Inc., 1989. vol 2, cap. 36, The REG Procedure, p.1351-1456.

- SILVA, A. C. F.; MÜLLER, J. J. V.; AGOSTINI, I.; BRAGA JÚNIOR, R. L. C.; MIURA, L. Efeito do espaçamento e tamanho de tubérculos-semente inteiros e cortados no rendimento de batata consumo. *Horticultura Brasileira*, **6**(1): 27-29, 1988.
- SLATER, J. W. Mechanisms of tuber initiation. In: IVINS, J. D. & MILTHORPE, F. L., ed. *The Growth of the potato*. London, Butterworths, 1963. cap. 3, p.114-120.
- SMITH, O., ed. *Potatoes: Production, storing, processing*. Westport, Connecticut, AVI Publishing, 1968. 642p.
- SONNENBERG, P. E. & FILGUEIRA, F. A. R. Influência do peso da batata-semente na produção e no tamanho de tubérculo. *Horticultura Brasileira*, **2**(1): 24-31, 1984.
- VAYDA, M. E. & PARK, W. D. *The molecular and cellular biology of the potato*. Wallingford, UK, CAB International, 1990. 260p.
- WURR, D. C. E.; FELLOWS, J. R.; HODGE, M. C.; BOOTH, D. M.; ALLEN, E. J. The feasibility of predicting the number of stems per tuber produced by potato stocks from measurements made before planting. *Potato Research*, **35**(2): 149-155, 1992.
- ZAAG, D. E. van der. Reliability and significance of a simple method of estimating the potential yield of the potato crop. *Potato Research*, Wageningen, **27**(1): 51-73, 1984.

ZAAG, D. E. van der & HORTON, D. Potato production and utilization in world perspective with special reference to the tropics and sub-tropics. *Potato Research*, **26**(): 323-362, 1983.

ZAAG, D. E. van der & LOON, C. D. van. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. *Potato Research*, **30**():451-472, 1987.

ZULLO JR., J. & ARRUDA, F. B. *Programa computacional para ajuste de equações em dados experimentais*. Boletim Técnico n°: 113. Campinas, Instituto Agronômico, 1987. 31p.

Apêndice 1. Modelo utilizado na programação do SAS para análise da regressão múltipla pelo método do melhoramento máximo do coeficiente de determinação.

```

/* comentários */
options;
title '';
data PROD;
input P T B PROD;
P2=P*P; T2=T*T; B2=B*B; PT=P*T; PB=P*B; TB=T*B;
PTB=P*T*B;
PT2=P*T2; PB2=P*B2; TP2=T*P2; BP2=B*P2; TB2=T*B2; BT2=B*T2;
P2T2=P2*T2; P2B2=P2*B2; T2B2=T2*B2;
PTB2=P*T*B2; PBT2=P*B*T2; TBP2=T*B*P2;
PT2B2=P*T2*B2; TP2B2=T*P2*B2; BP2T2=B*P2*T2;
P2T2B2=P2*T2*B2;
cards;
1 1 1 média
1 2 5 média
1 3 4 média
.
.
.
5 4 1 média
5 5 5 média
;
proc reg;
model PROD = P T B P2 T2 B2 PT PB TB
PT2 PB2 TP2 TB2 BP2 BT2
P2T2 P2B2 T2B2
PTB PTB2 PBT2 TBP2 PT2B2 TP2B2 BP2T2
P2T2B2 /method=maxr;
run;

```

Nota:

Em cards podem ser introduzidas as observações.

O delineamento com 3 repetições tem o formato:

```

1 1 1 valor observado na repetição 1
1 1 1 valor observado na repetição 2
1 1 1 valor observado na repetição 3
.
.
.
5 5 5 valor observado na repetição 3

```

Apêndice 2. Justificativa do modelo adotado, análise da regressão múltipla e sua interpretação.

A maior parte dos fatoriais fracionados foram desenvolvidos visando solucionar problemas relacionados com a experimentos de adubação e nutrição de plantas. A sua análise pode ser realizada a partir de duas metodologias básicas, através da análise da variância para modelos não balanceados ou pela análise da regressão múltipla. Em qualquer situação porém, é o modelo esperado para a função de resposta das variáveis que irá indicar as fontes de variação da análise da variância.

Nos estudos de adubação de plantas, freqüentemente é esperada uma resposta quadrática para cada fator estudado. O polinômio resultante da combinação dos três fatores é logicamente, também quadrático e contém um termo independente (ou intercessão) mais 26 parâmetros, conforme o modelo em N-P-K:

$$\begin{aligned} \text{Produção} = & \text{intercessão} + aN + bP + cK + dNP + eNK + fPK + gN^2 + hP^2 + \\ & iK^2 + jNP^2 + kNK^2 + lPN^2 + mPK^2 + nKN^2 + oKP^2 + pN^2P^2 + \\ & qN^2K^2 + rP^2K^2 + sNPK + tNPK^2 + uNKP^2 + vNP^2K^2 + wPN^2K^2 + \\ & xKN^2P^2 + yKN^2P^2 + zN^2P^2K^2 \dots\dots\dots \text{(equação 1)} \end{aligned}$$

Muitas décadas de experimentação demonstraram que apenas alguns desses parâmetros são importantes para a explicação do fenômeno. Visando facilitar a análise e a interpretação dos resultados (evitando-se ainda explicações sobre interações complexas), chegou-se a um modelo reduzido formado apenas pelos efeitos isolados linear e quadrático e pelas interações duplas de primeiro grau:

$$\begin{aligned} \text{Produção} = & a + bN + cP + dK + eNP + fNK + gPK + hN^2 + iP^2 + jK^2 \dots \\ & \dots\dots\dots \text{(equação 2)} \end{aligned}$$

As informações disponíveis sobre os efeitos das interações da densidade de plantio (P), Tipo da semente (T) e estágio fisiológico da brotação (B) sobre a produção da batata, são escassos. A expectativa para a resposta isolada de cada um

desses fatores é uma função de segundo grau e o polinômio completo de segundo grau, com 26 parâmetros, se apresenta como o modelo mais apropriado. O modelo adotado apresenta o formato da equação 1, com a substituição de N-P-K por P-T-B.

A análise da variância do delineamento $(1/5)^3$ com um número p de parâmetros prevê:

Fonte de Variação	Graus de Liberdade
Total	24
Regressão com p parâmetros	p
Resíduo	$24 - p$

em que cada parâmetro introduzido no modelo contribui com um grau de liberdade.

Fica evidente a falta de graus de liberdade para a análise do modelo contendo o número total de parâmetros do polinômio ($p = 26$). Uma solução é a redução do número de parâmetros para $p \leq 23$, que atribui pelo menos um grau de liberdade para o resíduo. Essa solução é viabilizada por alguns métodos de análise da regressão múltipla disponíveis nos programas de análise estatística como o SAS.

Um desses métodos é o do máximo coeficiente de determinação. Trata-se de uma análise realizada passo a passo (*stepwise*), em que cada passo (*step*) é uma solução onde é apresentado um modelo reduzido do polinômio, contendo os parâmetros mais significativos e respectivos coeficientes.

No passo 1, dentre todos os termos do polinômio, é selecionado aquele que mais contribui para a equação de resposta, ou seja, aquele com maior soma de quadrados e o maior coeficiente de determinação (R^2).

Na etapa seguinte (passo 2), são apresentadas todas as soluções envolvendo dois parâmetros e que contém R^2 superior ao da solução com um parâmetro. Sucessivamente, nos passos 3, 4, 5, etc. as soluções apresentadas contêm valores crescentes para R^2 enquanto o número de parâmetros é mantido (porém com substituição de algum deles) ou acrescido de mais um. O processo segue dessa maneira até serem consumidos todos os graus de liberdade.

Chega-se assim a um conjunto de soluções e a identificação da melhor delas é auxiliada pelo coeficiente de parâmetros (C_p), definido por Mallows¹, citado no SAS User's Guide (1989) e discutido também por Snedcor e Cochran (17ed.). A melhor solução numérica é obtida quando os valores absolutos de C_p e o número de parâmetros (p) mais se aproximam pela primeira vez, indicando a ausência de viéses.

Sob o ponto de vista estatístico, as soluções apresentadas nos passos próximos ao da melhor solução numérica costumam ser também significativas. A escolha da solução biologicamente mais adequada, porém, é feita a partir da observação criteriosa dos valores estimados, preferencialmente complementado pela sua representação gráfica. A melhor solução biológica geralmente acompanha a melhor solução numérica ou é encontrada em passos anteriores, porém próximos.

¹ Mallows, C. L. Some concepts on C_p . *Technometrics*, 15: 661-675. 1973

$C_p = (SQE_p / s^2) - (N - 2p)$ onde: s^2 = QME do modelo completo
 SQE_p = SQE do modelo com p parâmetros
 N = Número de parâmetros do modelo completo
 p = Número de parâmetros do modelo reduzido