

EFEITO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUTIVIDADE DO MELOEIRO NA REGIÃO DE ILHA SOLTEIRA - SP.¹

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino²

BEDUM, João Antonio A.³

SUZUKI, Marcelo Akira³

BUZETTI, Salatiér²

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de lâminas de água sobre a cultura do melão (*Cucumis melo* L.), irrigada por gotejamento. O experimento constou de cinco tratamentos com quatro repetições, sendo os tratamentos: 20, 40, 60, 80% da evaporação do Tanque Classe A (ECA), confrontados com o recomendado pela FAO, tendo a evapotranspiração de referência (ET_o) estimada com base no tanque. Realizou-se em delineamento inteiramente casualizado, avaliando-se os seguintes parâmetros: número de frutos/planta, produtividade (kg/ha), peso de frutos (kg) e altura e diâmetro de frutos (cm). Somente o número de frutos/planta foi influenciado estatisticamente pelos tratamentos, sendo que a maior média encontrada foi no tratamento com 60% da evaporação do tanque.

Termos para indexação: irrigação, gotejamento, melão.

INTRODUÇÃO

A introdução da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) no Brasil foi feita pelos europeus no Estado do Rio Grande do Sul, sendo este Estado o maior produtor até 1966. Depois seu cultivo se espalhou por todo Brasil, como o sul do Pará, nordeste brasileiro e sudoeste do Estado de São Paulo. Atualmente, a região nordeste do país, especialmente os Estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco, se firmou como grande produtor nacional.

¹ Trabalho desenvolvido com apoio financeiro do CNPq (Projeto número 403377-90.0) e FAPESP (Projeto 90/2.211-5)

² Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP. Caixa Postal 31. CEP 15385-000. Ilha Solteira SP.

³ Engenheiro Agrônomo pela FEIS-UNESP e Bolsista da FAPESP.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

Segundo FILGUEIRA (1981), o clima afeta muito a qualidade dos frutos do meloeiro e a produtividade da cultura, exigindo altas temperaturas e baixa umidade do ar para que se obtenha frutos de melhor sabor, mais consistente e de melhor durabilidade. A temperatura ideal para o desenvolvimento da variedade "Valenciano" está compreendida entre 25° e 32° C. Em temperatura atmosférica abaixo de 15° C e temperatura do solo abaixo de 18° C pode ocorrer a paralisação do seu desenvolvimento, o que demonstra ser a região de Ilha Solteira-SP excelente para seu cultivo, por apresentar as condições favoráveis à cultura, aliada à alta luminosidade da região e a ausência de inverno rigoroso. Este autor relata ainda que o meloeiro não é uma planta essencialmente exigente em água devido ser originária de regiões de clima desértico. Sendo inclusive que na primeira fase do desenvolvimento (germinação e emergência) requer umidade moderada no solo. Já no período de desenvolvimento das ramas laterais, na floração e início da frutificação, requer uma maior quantidade de água no solo. Na fase de crescimento dos frutos e início da maturação decresce a quantidade de água necessária, chegando-se a colheita com o solo quase seco. FERREIRA (1982) afirma ainda que durante a maturação, o excesso de água exerce influência na qualidade dos frutos, afetando o sabor e a capacidade de conservação, além de favorecer a incidência de patógenos. Assim sendo, deve-se diminuir gradativamente as aplicações de água ao iniciar a fase final de maturação dos frutos.

COELHO et al. (1977), em seus estudos sobre os métodos de irrigação que melhor se adaptam a cultura do melão, observaram uma pequena superioridade, do método de gotejamento em relação à irrigação por sulcos, visto que o primeiro promoveu um desenvolvimento mais dinâmico da planta. Contudo, a taxa da acumulação diária de matéria seca foi aproximadamente a mesma.

O método de irrigação por gotejamento empregado na condução da cultura do melão, variedade Valenciano Amarelo CAC, no vale do São Francisco, proporcionou maior peso médio de frutos (0,911 kg/fruto), maior número de frutos colhidos por unidade de área (12.915 frutos/ha) e, conseqüentemente, maior produção média (11.846 kg/ha), quando comparado com o método de irrigação por sulcos (médias de 0,660

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

kg/fruto, 11.549 frutos/ha e 7.941 kg/ha., respectivamente), segundo ABREU et al. (1978).

DAN (1974) conduzindo em Israel experimento para determinar os parâmetros de irrigação e fertilização na cultura do melão irrigado por gotejamento, não encontrou influência marcante na produção total (foram testados os coeficientes do Tanque Classe A de 0,55, 0,70, 0,85 e 1,00), onde os melhores resultados foram obtidos com as menores quantidades de água aplicada. Com relação aos intervalos de irrigação testados (6, 24, 96 e 192 horas), também não foram encontradas diferenças significativas.

COELHO et al. (1977) compararam os métodos de irrigação por sulco e gotejamento em diversas condições de manejo na cultura do melão Valenciano Amarelo CAC. Os melhores resultados de produção foram obtidos pelo método de gotejamento com turno de rega de dois dias, utilizando os fatores de 0,75 e 1,00 de evaporação do Tanque Classe A, embora as produções não diferiram estatisticamente entre os métodos empregados. OLLITA et al. (1978), também comparando os métodos de irrigação por sulco e gotejamento na cultura do melão variedade Valenciano Amarelo, verificaram uma produção média de 7.941 e 11.846 kg/ha, respectivamente. Tal fato se deu devido ao maior número de frutos, bem como, ao maior tamanho dos frutos colhidos no tratamento por gotejamento.

CALEGAR e COELHO (1987) procederam a uma análise econômica de dois métodos de irrigação: sulco e gotejamento em diferentes condições de manejo na cultura, variedade Valenciano Amarelo. Do ponto de vista econômico, com o gotejamento obtiveram melhores resultados, com um aumento de 55% na renda líquida quando comparado ao sulco. As principais restrições a este método, apresentadas pelos autores, foram o elevado investimento inicial com o sistema e a falta de estudos da flexibilidade dos equipamentos de irrigação. Nesse sentido, BEDUM et al. (1994) e BEDUM (1995) mostram ser possível a rotação melão-milho, com apenas adaptações no esquema de plantio da cultura do milho.

Como as grandes regiões produtoras estão distanciadas dos maiores centros consumidores, e considerando o potencial hídrico e o clima

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

favorável da região de Ilha Solteira - SP, a cultura do meloeiro apresenta-se como uma excelente opção para diversificação da agricultura, com perspectivas bastante promissoras. No entanto, fazem-se necessários trabalhos de pesquisa com a cultura, uma vez que estudos na região são escassos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização do método de irrigação por gotejamento e os efeitos das diferentes lâminas de água aplicadas à cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) na região de Ilha Solteira - SP. É proposta uma metodologia simplificada de manejo de irrigação baseada na evaporação do Tanque Classe A.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, localizada em Ilha Solteira (SP), cujas coordenadas geográficas são 20° 22' de Latitude Sul e 51° 22' de Longitude Oeste, e altitude média de 335 metros. O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação pluviométrica anual de 1.232 mm e umidade relativa média de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995).

O solo da área foi classificado como Podzólico Vermelho Escuro, eutrófico, textura arenosa, segundo CARVALHO e MELLO (1989), apresentando as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) = 5,5, M.O. = 21 g.dm⁻³, P(resina) = 28 mg.dm⁻³, K, Ca, Mg, H+Al, S, T, respectivamente 0,5; 2,9; 1,2; 1,5; 4,6; 6,1 cmol_c.dm⁻³ e V = 75%, amostradas antes da introdução do experimento.

Para a sementeira foi utilizado a variedade Valenciano Amarelo CAC, tradicionalmente semeado pelos agricultores da região. A adubação constou da aplicação de 400 g da fórmula 4-30-10 por metro de sulco, por ocasião da sementeira, e 5 g de N e K₂O por planta, em cobertura, aos 15, 30 e 45 após a emergência, sendo esta realizada via água de irrigação.

A sementeira foi efetuada manualmente utilizando-se espaçamento de 2,0 m entre linhas e 0,75 m entre plantas. Em cada cova foram semeadas quatro sementes à profundidade de 2 cm. Após o aparecimento das

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

primeiras folhas verdadeiras, realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se duas plantas por cova. A condução da planta foi feita de forma natural, ou seja, sem "capação", sem desbrota e sem desbaste de frutos.

O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações técnicas das áreas produtoras, com o cuidado de não se pulverizar o experimento no período da manhã, de modo a não comprometer a polinização que é realizada por abelhas, principalmente.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com um gotejador por planta, sendo a irrigação realizada diariamente. Utilizou-se um gotejador autocompensável que apresentava uma vazão constante de 2,36 litros por hora à uma pressão de 98,07 kPa.

O experimento constou de 5 tratamentos, estabelecidos com base na evaporação do Tanque Classe A (ECA), sendo: $T_1 = \text{FAO}$ (Testemunha), $T_2 = 0,20 \text{ ECA} \times \text{FCS}$, $T_3 = 0,40 \text{ ECA} \times \text{FCS}$, $T_4 = 0,60 \text{ ECA} \times \text{FCS}$ e $T_5 = 0,80 \text{ ECA} \times \text{FCS}$, onde: ECA = Evaporação do Tanque Classe A; FCS = Fator de Cobertura do Solo; FAO = Método do Tanque Classe A, segundo DOORENBOS e KASSAM (1988) e DOORENBOS e PRUITT (1976).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 3 linhas de dez plantas, com uma área útil de 15 m².

O Fator de Cobertura do Solo (FCS) foi determinado através de medidas do comprimento dos ramos, transversalmente em relação à linha de semeadura, dividido pelo espaçamento da cultura.

A colheita foi realizada em 08 de outubro de 1992 (76 dias após a emergência), em uma única vez para todos os tratamentos devido aos problemas fitossanitários ocorridos. Por ocasião desta foi efetuada a pesagem, contagem do número de frutos e determinada suas dimensões (altura e diâmetro), feitas através de calha graduada.

De acordo com DOORENBOS e KASSAM (1988) a eficiência do uso da água (e.u.a.) pode ser determinada tanto para a produtividade biológica, como para a produtividade de frutos. Neste caso foi determinada para a produção final de frutos.

A determinação da e.u.a. para a produção final foi feita através da relação entre o consumo de água (litros) durante o ciclo da cultura e o peso

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

total de frutos (kg/ha), sendo o resultado expresso em litros por quilo de frutos produzidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 encontram-se os resultados da análise de variância e médias de produtividade (t/ha), número de frutos/planta, peso médio de frutos (kg), diâmetro médio de frutos (cm) e eficiência do uso da água (l/kg).

Quadro 1 - Valores de F, coeficientes de variação e médias obtidas para os parâmetros produtividade (t/ha), número de frutos/planta, peso médio (kg), diâmetro (cm) e eficiência do uso da água (l/kg).

| Causas da Variação | G. L. | Produtividade (t/ha) | Frutos por planta | Peso (kg) | Diâmetro (cm) | e.u.a (l/kg) |
|--------------------|-------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|--------------|
| Lâminas | 4 | 1,26 ns [#] | 5,15 ns | 2,28 ns | 1,81 ns | 1,32 ns |
| Resíduo | 15 | | | | | |
| C.V. (%) | | 24,63 | 20,68 | 30,66 | 9,09 | 32,86 |
| Trat. 1 (FAO) | | 16,5 | 1,84 b [#] | 1,43 | 12,35 | 242,80 |
| Trat. 2 (0,20 ECA) | | 16,5 | 2,85 ab | 0,86 | 10,76 | 214,62 |
| Trat. 3 (0,40 ECA) | | 21,0 | 2,62 ab | 1,20 | 11,30 | 171,61 |
| Trat. 4 (0,60 ECA) | | 17,3 | 3,18 a | 0,82 | 10,75 | 219,52 |
| Trat. 5 (0,80 ECA) | | 14,5 | 1,93 b | 1,14 | 11,84 | 288,87 |

[#] ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^{##} médias seguidas de diferentes letras na vertical diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Pelo teste de Tukey verificou-se que não houve diferenças estatísticas entre as lâminas de água aplicadas, sobre a produtividade de frutos e eficiência do uso da água. Apesar de não apresentar significância, observa-se que o tratamento 3 (40% ECA X FCS) apresentou uma produtividade de aproximadamente 45% superior ao tratamento 5 e também uma melhor eficiência e.u.a., necessitando de apenas 171,6 litros

de água para cada quilo de fruto produzido. Os resultados encontrados corroboram com DAN (1974), que não encontrou diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os resultados mostram que, para se obter boa eficiência do uso da água, deve-se procurar obter boa produtividade, e para isso, preconiza-se um bom controle dos demais fatores de produção.

Somente o número de frutos por planta foi influenciado de forma significativa pelos tratamentos empregados, onde se verifica que o tratamento 4 apresentou maior número de frutos por planta, porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos 2 e 3.

Os parâmetros peso médio de frutos, comprimento e diâmetro médio de frutos não foram influenciados significativamente pelos tratamentos empregados. Desta forma, os resultados obtidos diferem dos apresentados por COELHO et al. (1977), sendo que, apesar de não significativos, os melhores resultados de produção foram obtidos utilizando-se fatores de 0,75 e 1,00 da evaporação do Tanque Classe A. Estas diferenças podem ser atribuídas às condições edáficas e climáticas, principalmente precipitação pluviométrica que no presente caso foi bastante acentuada, chegando a atingir cerca de 303 mm durante o ciclo da cultura.

Considerando que o K_p (coeficiente de Tanque) durante todo ciclo da cultura foi de 0,75 e assumindo um K (fator testado) de 0,40, tem-se um K_c (coeficiente de cultura) médio ao longo do ciclo de 0,53, inferior ao recomendado pela FAO, que fica entre 0,75 e 0,85, tido como médio.

Com relação à duração dos estádios de desenvolvimento da cultura (emergência, vegetativo, florescimento, frutificação, colheita) não se verificaram diferenças entre os tratamentos. Pode-se observar que o ciclo da cultura foi antecipado, devido a ocorrência de altos índices pluviométricos que propiciou condição favorável à ocorrência de doenças, proporcionando apenas uma colheita, aos 76 dias após emergência. Salientando o efeito do excesso de água na cultura, FERREIRA (1982), afirma que durante a fase de maturação, um excesso de água exerce influência decisiva na qualidade dos frutos, além de favorecer a entrada de patógenos.

Observou-se também o recobrimento do solo apresentado pela cultura, que por sua vez, assume grande importância quando se trabalha com irrigação localizada (neste caso gotejamento), devido ser este um fator de

ajuste entre os métodos convencionais de estimativa de evapotranspiração. Sendo também importante a determinação deste recobrimento para facilitar o planejamento da utilização dos equipamentos utilizados para se proceder ao tratamento fitossanitário. Verificou-se que no início houve um bom recobrimento do solo, ocupando toda a superfície, porém com a ocorrência da alta incidência de doenças, a cultura entrou em desfolha rapidamente, comprometendo a produção de frutos.

CONCLUSÃO

Diante das condições ambientais ocorridas durante a realização do experimento, pode-se concluir que:

- a. A aplicação de 0,40 ECA X FCS, foi o tratamento que apresentou, em valores absolutos uma maior produtividade de frutos;
- b. Precipitações durante o ciclo da cultura requerem cuidados especiais em relação ao tratamento fitossanitário;
- c. Sendo uma nova cultura para a região, é desejável que novos estudos sejam realizados para aprimoramento das informações.

HERNANDEZ, F.B.T., BEDUM, J.A.D., SUZUKI, M.A., BUZZETTI, S.
Effects of irrigation on muskmelon yield in Ilha Solteira region.
Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.1-10, 1995.

SUMMARY: The effects of hydric levels upon muskmelon (*Cucumis melo* L.) were studied, irrigated with a trickle system. This work was carried out at Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista (UNESP). The research consisted of five treatments with four replications on which were utilized 20, 40, 60 and 80% of the Class A Pan Evaporation (CAPE), compared with the recommended by FAO, and the reference evapotranspiration (ET_0) was estimated based upon the pan. The statistical analysis was realized according to a complete randomized design. The following parameters were analysed: number of fruits/plant, yield (kg/ha), fruits length and fruits height, diameter and water use efficiency. The number of fruits/plant was statistically influenced only among treatments, with the greatest average in the treatment with 60% of the CAPE.

Key words: irrigation, trickle irrigation, muskmelon.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, T.A., OLITTA, A.F.L., MARCHETTI, D.A.B. Comparação dos métodos de irrigação por sulco e por gotejo na cultura do melão, no Vale do São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.13, n.3, p.35-45, 1978.

BEDUM, J.A.D. *Viabilidade da cultura do milho (*Zea mays* L.) irrigado por gotejamento, em rotação com a cultura do melão, utilizando dois métodos de aplicação de fertilizantes, dois coeficientes de cultivo, em duas populações de plantas*. Ilha Solteira: UNESP, 1995. 63p. (Trabalho de Graduação).

BEDUM, J.A.D. et al. Efeito de lâminas de irrigação sobre os principais parâmetros produtivos do meloeiro na região de Ilha Solteira - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: SBEA, 1993, v.4, p.2.390-400.

CALEGAR, G.M., COELHO, M.B. *Considerações econômicas dos métodos de irrigação por gotejamento e por sulco na cultura do melão*. Petrolina: CPATSA/EMBRAPA, 1987. 11p.

CARVALHO, M.P., MELLO, L.M.M. *Classificação da capacidade de uso da terra do antigo pomar da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP*. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 1989. 46p.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

- COELHO, M.B., OLITTA, A.F.L., ARAÚJO, J.P. *Influência dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão*. Petrolina: CPATSA/EMBRAPA, 1977. 18p. (mimeografado).
- DAN, C. Influence of different amounts of irrigation-water, irrigation-intervals on the yield and quality of drip-irrigated musk and water melons. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2, 1994, San Diego. *Proceedings...* San Diego: 1994. p.425-30.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.W. *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*. Roma: FAO, 1988. 212p. (Boletim, 33).
- DOORENBOS, J., PRUITT., W.O. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 1976. 194p. (Boletim, 24).
- FERREIRA, F.A., PEDROSA, J.F., ALVARENGA, M.A.R. Melão: cultivares e métodos culturais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.85, p.26-8, 1982.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1981. v.1.
- HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. *Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira*. Ilha Solteira: UNESP/FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1).
- OLITTA, A.F.L., ABREU, T.A., MARQUETE, D.A.D. Estudo comparativo dos métodos de irrigação por sulcos e gotejo na cultura do melão. *O Solo*, Piracicaba, v.70, n.2, p.7-14, 1978.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.01-10, 1995.

TÉCNICA DE PESQUISA PARA AVALIAÇÃO DA ATRATIVIDADE DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO AO BICUDO (*Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)¹

LARA, Fernando Mesquita²
LOPES, Maria Teresa do Rêgo³
SOARES, José Janduí⁴
BARBOSA, José Carlos⁵

RESUMO: Procurou-se avaliar uma técnica de laboratório para verificação da atratividade de genótipos de algodoeiro ao bicudo *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. Foram utilizadas arenas circulares, sem ventilação forçada, para observar a reação dos insetos aos genótipos IAC-20, "Red Leaf", PNH-3, CNPA-Precoce-1, T 277-2-6 e HG-141. Botões sem brácteas foram dispostos em posições equidistantes na arena, juntamente com um pedaço de algodão embebido em água, correspondente ao branco. O número de insetos atraídos aos materiais testados foi registrado aos 20, 30 e 60 minutos. Nos três ensaios foram testadas arenas de 15 e 20 cm de diâmetro, utilizando-se diferentes números de genótipos por arena. Os resultados indicaram que os genótipos foram igualmente atrativos ao bicudo, com exceção do CNPA Precoce-1 que apresentou menor atratividade. Com relação à técnica empregada, verificou-se maior eficiência com dois genótipos por arena, com avaliações aos 60 minutos após a liberação dos insetos.

Termos para indexação: Resistência de plantas, *Gossypium hirsutum*, técnica de pesquisa, atratividade, *Anthonomus grandis*.

¹Trabalho realizado com auxílio do CNPq.

²Docente do Departamento de Entomologia e Nematologia, FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP. Rodovia Carlos Tonanni, Km 5 - CEP:14870-000 - Bolsista do CNPq.

³Ex-aluna de Pós-Graduação do Curso de Mestrado em Entomologia da FCAV/UNESP. Bolsista da CAPES/MEC.

⁴Pesquisador do CNPA/EMBRAPA, Campina Grande, PB.

⁵Docente do Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Inúmeras técnicas são empregadas em pesquisas de resistência de plantas a insetos, para avaliações de genótipos e dos mecanismos envolvidos. Uma delas, para verificar o tipo de resistência não-preferência, consiste na avaliação dos genótipos quanto à atratividade aos insetos (LARA, 1991).

Com relação à atratividade do algodoeiro ao bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, muitas pesquisas têm sido realizadas visando a identificação de substâncias atraentes ou repelentes ao inseto, presentes em partes da planta.

KELLER et al. (1963) avaliaram a resposta olfativa do bicudo em relação a extratos de botões florais e plântulas de algodoeiro, através da incorporação dos extratos em recipientes de vidro, sendo a atratividade medida pelo número de insetos presentes nos frascos tratados e não tratados. A utilização desta técnica é observada em MAXWELL et al. (1963) e KELLER et al. (1965).

Equipamentos como olfatômetros e similares também têm sido utilizados para medir a atratividade de várias substâncias voláteis do algodoeiro em relação ao bicudo (Folsom, citado por NEFF & VANDERZANT, 1963; CHANG et al., 1986).

O presente trabalho teve por objetivo verificar a eficiência de utilização de arenas circulares, sem ventilação forçada, para avaliação de genótipos de algodoeiro quanto à atratividade ao bicudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Entomologia e Nematologia da FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP, no período de fevereiro de 1993 a abril de 1994.

Utilizaram-se os genótipos IAC-20, "Red Leaf", CNPA Precoce-1, PNH-3, T 277-2-6 e HG-141, que foram cultivados em condições de campo. Na época do florescimento, foram coletados botões florais médios (7 a 9mm de diâmetro) que foram utilizados nos testes de atratividade.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

Realizou-se inicialmente um ensaio preliminar avaliando-se apenas a atratividade do genótipo IAC-20 em relação ao tratamento em branco (pedaço de algodão embebido em água). Foram utilizadas arenas circulares, sem ventilação forçada, confeccionadas em tubos de PVC, de 15cm de diâmetro e 4,7 cm de altura, com tampa de acrílico. As paredes das arenas apresentavam quatro aberturas onde foram introduzidos tubos cilíndricos de borracha transparente de 2,2cm de diâmetro e 4cm de comprimento. Esses tubos foram acoplados a outros de menor diâmetro (1,8cm), sendo colocados entre eles um pedaço de tecido (tule) que atuou como tela, impedindo o contato dos insetos com o material testado. Os materiais foram colocados nos tubos menores, sendo utilizadas duas aberturas da arena para o genótipo IAC-20, com dois botões florais sem brácteas por abertura e duas aberturas para o branco.

Foram liberados oito insetos adultos do mesmo sexo (machos ou fêmeas) no centro da arena, e a seguir coberta com um tecido preto para evitar o efeito da luminosidade no comportamento dos insetos. Registrou-se o número de insetos atraídos para cada tratamento aos 10, 20 e 30 minutos. Para análise estatística, utilizou-se a soma do número de insetos nas duas aberturas/tratamento. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 2 tratamentos e 20 repetições. Realizou-se análise de variância dos resultados obtidos aos 20, 30 e 60 minutos após a liberação dos insetos, objetivando-se determinar o melhor tempo para realização das observações. Os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com base nos resultados obtidos no ensaio preliminar, foram realizados testes com arenas maiores (20cm de diâmetro x 4,7cm de altura e cinco aberturas) onde foram avaliados os genótipos "Red Leaf", CNPA Precoce-1, PNH-3 e IAC-20, sendo todos os materiais oferecidos na mesma arena, juntamente com o tratamento em branco. Foram liberados 10 insetos por arena, empregando-se basicamente a mesma metodologia, número de repetições, sistema de avaliação e análise estatística utilizados no ensaio preliminar.

Um outro ensaio foi realizado com os genótipos PNH-3, T 277-2-6, HG-141 e IAC-20, procurando-se obter maior eficiência da metodologia, **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

utilizando-se menor número de genótipos por arena, para eliminar uma possível mistura de odores. Utilizaram-se as arenas menores (15cm de diâmetro x 4,7cm de altura e 3 aberturas) com apenas dois genótipos e o tratamento em branco, sendo um dos genótipos o IAC-20. Calculou-se um índice de atratividade utilizando-se as médias de número de insetos atraídos aos materiais, através da adaptação da fórmula de TIPPING et al. (1987):

I.A. = $(T-C)/(T+C) \times 100$, com variação de -100 a +100, onde

T = número de insetos no genótipo testado

C = número de insetos na testemunha (tratamento em branco)

Os dados foram também submetidos a uma análise conjunta de experimentos em blocos ao acaso com tratamentos comuns (IAC-20 e o branco). Nessa análise foram utilizadas as médias do tratamento em branco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio preliminar observou-se que a atratividade do genótipo IAC-20 ao bicudo, avaliada em termos de número de insetos atraídos, foi significativamente superior e diferente da testemunha (branco) nos três períodos de observação (20,30 e 60 minutos após a liberação dos insetos) (Tabela 1). Os resultados obtidos neste ensaio comprovam a viabilidade da utilização de botões florais do algodoeiro oferecidos em arenas para avaliação de genótipos quanto à atratividade ao bicudo.

Com relação aos períodos de observação, verificou-se resultados semelhantes quando as contagens do número de insetos atraídos foram realizadas aos 20, 30 e 60 minutos.

Os testes com genótipos utilizando-se cinco tratamentos por arena apresentaram resultados semelhantes aos 20 e 30 minutos (Tabela 2). O genótipo PNH-3 apresentou a maior média do número de insetos atraídos, não diferindo estatisticamente dos demais. No entanto, apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento em branco, fato este não observado com os demais genótipos.

Tabela 1. Atratividade de *A. grandis* ao genótipo IAC-20 e tratamento em branco aos 20, 30 e 60 minutos após a liberação dos insetos em arenas. Jaboticabal-SP, 1993.

| Material testado | Número médio de insetos atraídos ¹ | | |
|---------------------|---|------------|------------|
| | 20 minutos | 30 minutos | 60 minutos |
| IAC-20 | 1,67 a | 1,71 a | 1,67 a |
| Branco ² | 0,95 b | 0,98 b | 0,89 b |
| F (Tratamentos) | 34,07* | 27,54* | 28,95* |
| C.V % | 29,93 | 32,93 | 35,81 |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹/ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$

²/ Pedaco de algodão embebido em água

Tabela 2. Atratividade de *A. grandis* a genótipos de algodoeiro e tratamento em branco aos 20, 30 e 60 minutos após a liberação dos insetos em arenas. Jaboticabal-SP, 1993.

| Material testado | Número médio de insetos atraídos ¹ | | |
|---------------------|---|------------|------------|
| | 20 minutos | 30 minutos | 60 minutos |
| PNH-3 | 1,19 a | 1,39 a | 1,44 a |
| "Read Leaf" | 1,03 ab | 1,20 ab | 1,40 a |
| IAC-20 | 1,09 ab | 1,19 ab | 1,16 ab |
| CNPA Precoce 1 | 1,11 ab | 1,09 ab | 1,00 bc |
| Branco ² | 0,78 b | 0,83 b | 0,76 c |
| F (Tratamentos) | 2,76 * | 4,27 * | 10,58* |
| C.V % | 40,68 | 38,73 | 33,72 |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹/ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$

²/ Pedaco de algodão embebido em água

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

Aos 60 minutos, verifica-se que todos os genótipos, com exceção do CNPA Precoce-1, diferiram significativamente do tratamento em branco. Observa-se que o genótipo IAC-20, considerado suscetível ao bicudo, apresentou atratividade semelhante ao tratamento em branco aos 20 e 30 minutos, o que não ocorreu no ensaio preliminar, onde foram oferecidos apenas dois tratamentos por arena.

Com relação aos testes com apenas dois genótipos e o tratamento em branco por arena, verifica-se que nas avaliações realizadas aos 20 e 30 minutos, as médias do número de insetos atraídos foram estatisticamente semelhantes para todos os genótipos e que apenas os genótipos HG-141 e IAC-20 diferiram do tratamento em branco (Tabela 3). Já aos 60 minutos, o genótipo T 277-2-6 também apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento em branco.

Tabela 3. Atratividade de *A. grandis* a genótipos de algodoeiro e tratamento em branco aos 20, 30 e 60 minutos após a liberação dos insetos em arenas. Jaboticabal-SP, 1993.

| Material testado | Número médio de insetos atraídos ¹ | | |
|---------------------|---|------------|------------|
| | 20 minutos | 30 minutos | 60 minutos |
| HG-141 | 1,31 a | 1,35 a | 1,38 a |
| IAC-20 | 1,33 a | 1,31 a | 1,22 a |
| T 277-2-6 | 1,20 ab | 1,12 ab | 1,34 a |
| PNH-3 | 1,10 ab | 1,07 ab | 1,16 ab |
| Branco ² | 0,86 b | 0,87 b | 0,85 b |
| F (Tratamentos) | 9,41* | 10,78* | 10,45* |
| C.V % | 39,47 | 37,39 | 36,83 |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹/ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$

²/ Pedaco de algodão embebido em água

Observa-se que os resultados obtidos para os genótipos IAC-20 e PNH-3 (Tabela 3) foram inversos (embora sem diferenças significativas) aos encontrados no ensaio anterior (Tabela 2), onde todos os genótipos foram oferecidos na mesma arena. No entanto, considerando-se que o último ensaio foi realizado em arenas menores e com menor número de materiais testados, o que deve ter facilitado a discriminação dos mesmos pelos insetos, os resultados obtidos podem ser considerados mais confiáveis.

Algumas pesquisas visando avaliar a atratividade de materiais ou substâncias a insetos, têm utilizado apenas dois materiais por teste, sendo um deles um tratamento em branco (TIPPING et al., 1987; NOTTINGHAM et al., 1989). Nesses casos, são calculados índices de atratividade, comparando-se os resultados obtidos em determinado material em relação ao tratamento em branco.

A Figura 1 ilustra os índices de atratividade calculados com as médias de insetos atraídos por genótipos em relação às médias do tratamento em branco. Os índices confirmaram os resultados anteriormente discutidos, indicando que todos os genótipos foram atrativos ao bicudo, uma vez que os valores obtidos foram maiores que zero, considerado neutro.

Com relação à metodologia, observa-se que a utilização de arenas menores com apenas três materiais (dois genótipos e o tratamento em branco) foi mais eficiente que a utilização de todos os materiais na mesma arena. Ressalta-se ainda que esses testes podem ser realizados utilizando-se apenas um genótipo e o tratamento em branco por arena, sendo os resultados analisados através de índices de atratividade.

Analisando-se os períodos de avaliação, verifica-se que aos 60 minutos, nos testes com genótipos, ocorre maior diferença entre as médias principalmente entre os genótipos e o tratamento em branco. Portanto, esse parece ser o melhor período para avaliação dos ensaios.

CONCLUSÕES

1. A atratividade de genótipos de algodoeiro ao bicudo, *A. grandis*, pode ser avaliada utilizando-se botões florais em arenas de PVC;

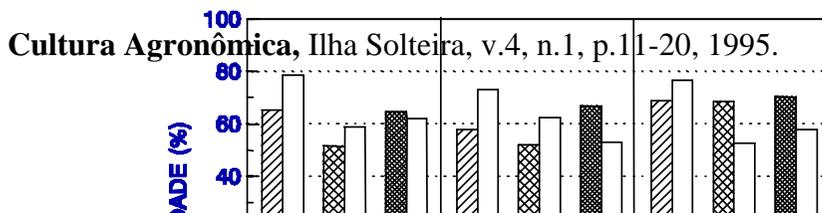


Figura 1. Índices de atratividade calculados com as médias do número de *A. grandis* atraídos por genótipos em relação às médias do tratamento em branco. Jaboticabal, SP, 1994.

2. O melhor período para avaliação dos testes de atratividade é aos 60 minutos após a liberação dos insetos;
3. Os genótipos avaliados são igualmente atrativos ao bicudo, com exceção do CNPA Precoce-1, que apresenta menor atratividade.

LARA, F.M., LOPES, M.T. do R., SOARES, J.J., BARBOSA, J.C. A technique to evaluate the attractiveness of cotton genotypes squares to boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae). **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

SUMMARY: The objective of this research was to evaluate a laboratory technique to verify the attractiveness of cotton genotypes to boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. Boll weevil reactions to genotypes IAC-20, "Red Leaf", PNH-3, CNPA Precoce-1, T 277-2-6 and HG-141 were tested with circular arenas, without air flow. Desbracted squares were placed on equidistant positions at the arena. A piece of wet cotton was used as a blank. The number of insects attracted to tested materials was recorded at 20, 30 and 60 minutes.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

Three bioassays were evaluate in two arenas (15 and 20 cm diameter) and by using different numbers of genotypes per arena. Results indicated that the evaluated genotypes had similar attractiveness to boll weevil, except CNPA Precoce-1, that was less attractive. These technique was more efficient when only two genotypes were tested per arena, with recording of the number of insects attracted 60 minutes after the release.

Key words: Host plant resistance, *Gossypium hirsutum*, laboratory technique, attractiveness, *Anthonomus grandis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANG, J.F., et al. Methods for collection and identification of volatile terpenes from cotton and evaluation of their attractiveness to boll weevils. *Southwest. Entomol.*, College Station, v.11, n.4, p.233-41, 1986.

KELLER, J.C., et al. A boll weevil attractant from cotton. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.56, n.1, p.110-1, 1963.

KELLER, J.C., et al. Extration of a weevil attractant from the atmosphere surrounding growing cotton. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.58, n.3, p.588-9, 1965.

LARA, F.M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

MAXWELL, F.G., JENKINS, J.N., KELLER, J.C. A boll weevil repellent from the volatile substance of cotton. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.56, n.6, p.894-5, 1963.

NEFF, D.L., VANDERZANT, E.S. Methods of evaluating the chemotropic response of boll weevils to extracts of the cotton plant and various other substances. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.56, n.6, p.761-6, 1963.

NOTTINGHAM, S.F., et al. Attraction of adult sweet potato weevils, *Cylas formicarius elegantules* (Summers) (Coleoptera: Curculionidae) to sweet

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.11-20, 1995.

potato leaf and root volatiles. *J. Chem. Ecol.*, New York, v.15, n.3, p.1095-106, 1989.

TIPPING, P.W., et al. Effects of whole corn kernels and extracts on behavior of maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.80, n.5, p.1010-3, 1987.

AÇÃO DE FITORREGULADORES E NITRATO DE POTÁSSIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DO LIMOEIRO 'CRAVO'

LEONEL, Sarita¹
RODRIGUES, João Domingos²

RESUMO: Foram estudados os efeitos de fitorreguladores e do nitrato de potássio na germinação de sementes do limeiro 'Cravo', provenientes de frutos colhidos no início e no final da safra (março e agosto). As sementes foram retiradas dos frutos nos meses de março e agosto, lavadas e secas à sombra durante uma semana e armazenadas por 8 dias em câmara fria. Posteriormente, foram tratadas com os fitorreguladores e KNO_3 , por imersão de 24 horas. Os tratamentos corresponderam a: água; 0,1 e 0,2% de KNO_3 ; 50, 100 e 250 ppm de GA_3 ; 100 ppm de GA_4+GA_7 +fenilmetilaminopurina e 20 ppm de fenilmetilaminopurina. Avaliaram-se os parâmetros recomendados para determinação do estágio de maturação dos frutos e a porcentagem, tempo e velocidade média de germinação. A análise estatística dos resultados demonstrou haver interação significativa nas respostas aos tratamentos e épocas estudadas. A instalação realizada no mês de março, resultou estatisticamente, na maior porcentagem de sementes germinadas (92,62%), num menor tempo médio (18,27 dias) e com uma maior velocidade média (0,055 sementes/dia). As sementes provenientes dos frutos nos dois estádios de maturação (março e agosto), estavam aptas para o processo germinativo.

Termos para indexação: giberelinas, citocininas, *Citrus limonia*

INTRODUÇÃO

O sucesso de um pomar comercial de citros, está grandemente relacionado ao plantio de mudas de alta qualidade. Autores como DAHER (1980), KOLLER (1985) e TEÓFILO SOBRINHO (1991), ressaltam ser a qualidade da muda de fundamental importância para o êxito econômico da citricultura, uma vez que pode manter uma produção alta e lucrativa por

¹Eng^a.Agr^a. - MSc. - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Campus de Botucatu - Universidade Estadual Paulista.

²Prof.Adjunto/Livre-Docente - Departamento de Botânica - Instituto de Biociências - Campus de Botucatu - Universidade Estadual Paulista.

mais de 20 anos ou ser responsável pelo abandono do pomar já no quarto ano, com enormes prejuízos para o citricultor.

O primeiro aspecto que causa interesse numa produção comercial de mudas cítricas, refere-se à quantidade e à porcentagem de sementes germinadas, isto porque, os porta-enxertos cítricos são normalmente propagados através de sementes (COOMBE & TOLLEY, 1983).

De acordo com PLATT & OPITZ (1974), MOBAYEN (1980) e CHILEMBWE et al. (1992), a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos ocorre lentamente, fazendo com que o tamanho das plantas na sementeira, seja bastante desuniforme.

Como forma de melhorar a germinação das sementes e também, promover o crescimento das plantas jovens, vários pesquisadores citados por KAHN & CHANDLER (1987) preconizaram o uso de reguladores vegetais.

Outras substâncias que não têm natureza hormonal, como o nitrato de potássio (KNO_3), são também empregadas como substâncias promotoras da germinação, sendo que a ação desses produtos é explicada por limitar ou modificar o metabolismo respiratório (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

Com a realização do trabalho, objetivou-se estudar os efeitos de reguladores vegetais e do nitrato de potássio, na germinação de sementes do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) e também, observar a influência do estágio de maturação dos frutos, sobre a germinação das sementes, uma vez que, praticamente não existem estudos nesse sentido, estando a grande maioria dos trabalhos relacionada com a qualidade e maturação, visando o consumo "in natuta" ou extração de suco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em germinador do tipo FANEN modelo 347-G, pertencente ao Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrônomicas - Campus de Botucatu - UNESP. A temperatura dentro do germinador foi mantida a 25°C (USBERTI & FELIPE, 1980) e em luz branca constante.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

As sementes foram extraídas manualmente nos meses de agosto/1992 e março/1993, de frutos de plantas pertencentes ao pomar da Fazenda Experimental São Manuel/UNESP.

Para a determinação do estágio de maturação dos frutos, foi colhida para cada mês de instalação amostra representativa composta por 10 frutos, avaliando-se alguns parâmetros, recomendados por PALACIOS (1978) e COELHO & CUNHA (1982), sendo as análises realizadas imediatamente, após a extração das mesmas. Os parâmetros avaliados foram: altura e diâmetro do fruto, espessura da casca, peso fresco do fruto e cor da casca, teor de suco no fruto, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e determinação da relação sólidos solúveis/acidez, os quais foram determinados seguindo a recomendação dos autores supracitados.

Após cada extração, as sementes sofreram sucessivas lavagens em água corrente, para retirada da mucilagem, e foram colocadas para secar à sombra, durante uma semana (OGATA et al., 1981).

Depois da secagem, foram armazenadas em câmara fria (4 - 5°C) por 8 dias, quando foram tratadas com os fitoreguladores e nitrato de potássio, durante imersão de 24 horas para todos os tratamentos.

As substâncias utilizadas como tratamento foram: (a) Pro-Gibb (produto comercial embalado pela Abbott Laboratórios do Brasil Ltda., contendo GA₃ - 10%); (b) Promalin (produto comercial contendo N-(fenilmetil)-1H-purina-6-amina a 1,8% e GA₄/GA₇ a 1,8%, fabricado pela Abbott Laboratories (USA)); (c) Acell (produto comercial contendo N-(fenilmetil)-9-(tetrahydro-2-H-piranyl)-9H-purina-6-amina a 1,3%, fabricado pela Abbott Laboratories); (d) KNO₃ (nitrato de potássio P.A.), recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976).

Dessa forma, foram realizados os seguintes tratamentos:

T1 - KNO₃ 0,1% (P.A.);

T2 - KNO₃ 0,2% (P.A.);

T3 - Pro-Gibb (50 ppm de GA₃);

T4 - Pro-Gibb (100 ppm de GA₃);

T5 - Pro-Gibb (250 ppm de GA₃);

T6 - Promalin (100 ppm de GA₄ + GA₇ + fenilmetilaminopurina);

T7 - Acell (20 ppm de fenilmetilaminopurina);

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

T8 - testemunha, correspondente à imersão em água.

Logo após, as sementes receberam tratamento químico com o fungicida Rodhiauran (Rhodamina) a 1%, com a finalidade de prevenir a contaminação por patógenos.

Como meio para a germinação, empregou-se papel de filtro umedecido com água destilada. Posteriormente, colocaram-se 100 sementes por gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) já contendo papel de filtro, umedecendo-as periodicamente.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, com 100 sementes por parcela. Para a avaliação conjunta das duas épocas de semeadura (agosto/1992 e março/1993), adotou-se esquema fatorial 8 x 2, com 8 tratamentos e 2 épocas.

A contagem da germinação teve início no 13º dia após a semeadura, seguindo-se leitura constante a cada 3 dias, até o 30º, considerando-se como semente germinada aquela que apresentasse radícula com aproximadamente 2 mm de comprimento (HADAS, 1976).

Os dados obtidos para porcentagem, tempo e velocidade média total de germinação foram submetidas à análise de variância (teste F), utilizando-se a transformação arco seno da raiz quadrada da porcentagem, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey (PIMENTEL GOMES, 1990).

O tempo médio de germinação (t) e a velocidade média de germinação (v) foram calculados da seguinte maneira, segundo LABOURIAU (1983):

$$t = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i} \quad (\text{dias})$$

$$v = 1/t \quad (\text{sementes/dia})$$

onde:

t = tempo médio de germinação;

n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo;

v = velocidade média de germinação.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na determinação do estágio de maturação dos frutos encontram-se na Tabela 1. Esses parâmetros foram avaliados, com a finalidade de observar a provável influência do estágio de maturação dos frutos, sobre a germinação das sementes.

Tabela 1 - Altura média (mm) e diâmetro médio (mm) dos frutos, espessura média da casca (mm), cor da casca, peso fresco médio dos frutos (g), teor de suco nos frutos (%), teor de sólidos solúveis totais (% S.S.), acidez total titulável (% ácido cítrico anidro) e relação sólidos solúveis/acidez (“ratio”) dos frutos de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), colhidos nos meses de agosto/1992 e março/1993.

| | agosto/1992 | março/1993 |
|---|--------------------|------------|
| altura média (mm) | 64,0 | 59,0 |
| diâmetro médio (mm) | 62,0 | 57,0 |
| espessura média da casca (mm) | 2,6 | 2,4 |
| cor da casca | amarelo-alaranjada | verde |
| peso fresco médio dos frutos (g) | 127,0 | 118,0 |
| teor de suco nos frutos (%) | 39,4 | 36,6 |
| teor de sólidos solúveis totais (% S.S.) | 7,0 | 6,8 |
| acidez total titulável (% ácido cítrico anidro) | 6,1 | 7,3 |
| relação sólidos solúveis/acidez (“ratio”) | 1,15 | 0,93 |

De acordo com TEÓFILO-SOBRINHO (1991), a prática da sementeira no Estado de São Paulo, é realizada normalmente de fevereiro a maio, podendo haver variações de acordo com a região e disponibilidade de sementes para a propagação.

MONSELISE & HALEVY (1962), PLATT & OPTIZ (1974) e MOBAYEN (1980), reportam ser muito difícil a obtenção de informações

sobre o conteúdo de água e de sólidos nos frutos, fatores que estariam relacionados com a performance na germinação das sementes.

Em estudo realizado por MOBAYEN (1980), com frutos e sementes de *Poncirus trifoliata*, o autor admitiu ser consistente a hipótese de que as sementes de *P. trifoliata* contém um inibidor, cuja atividade diminuiria durante a maturação dos frutos. O mesmo autor observou que, as sementes provenientes de frutos, em estádios mais avançados de maturação, germinaram melhor que as provenientes de frutos em estádios menos avançados.

Dentro da proposta inicial, que foi a de verificar se os frutos estavam em condições de maturação adequada para realizar-se a germinação das sementes, BARROS (1992) informou que os teores de sólidos solúveis para frutos cítricos maduros, estão na faixa de 7,5% em limões, vindo confirmar os dados de (7,0 e 6,8%, respectivamente para agosto/1992 e março/1993) sólidos solúveis totais, observados nos frutos de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), objeto de estudo do presente trabalho.

No que se refere à acidez, também BARROS (1992), reportou que o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação, em decorrência do processo respiratório, ou de sua conversão em açúcares. Os teores de acidez em citros podem variar muito, desde 5,0% em limões, até praticamente 0% nas laranjas de baixa acidez. A Tabela 1 mostra diminuição de 7,3% na acidez no mês de março/1993, para 6,1% em agosto/1992.

Face ao que foi exposto, aceitou-se que as sementes provenientes dos frutos nos dois estádios de maturação, estavam aptas para o processo germinativo e que, o estágio de maturação dos frutos é fator que, comprovadamente, exerce influência sobre a germinação das sementes (MONSELISE & HALEVY, 1962; PLATT & OPTIZ, 1974 e MOBAYEN, 1980).

Quando se realiza a análise conjunta do experimento em dois meses diferentes (agosto/1992 e março/1993), observa-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos, para os parâmetros tempo médio e velocidade média de germinação. Os resultados evidenciaram que

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

a instalação correspondente ao mês de março/1993, foi significativamente melhor em relação à de agosto/1992. Isto significa que neste mês, as sementes de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* O.) germinaram em maior porcentagem (92,62%) (Tabela 2), num menor tempo médio (18,27 dias) (Tabela 3) e com maior velocidade média (0,055 sementes germinadas/dia) (Tabela 4).

Com relação ao comportamento dos tratamentos empregados observou-se que o nitrato de potássio, apesar de ter sido muito eficiente em promover a germinação no mês de março, não se mostrou igualmente eficiente no mês de agosto, embora o KNO_3 0,2% (T2) tenha sido o tratamento que promoveu a germinação no menor período de tempo (18,08 dias). Este fato, possivelmente possa ser explicado, pela atuação do KNO_3 estimulando a via Pentose-Fosfato, a qual segundo CARVALHO & NAKAGAWA (1980), é a mais importante no início da germinação.

No Japão, SUZUKI & KONAKAHARA (1985), observaram diferenças com relação à germinação de sementes colhidas nos meses de julho e setembro.

Quando se considerou a atuação dos reguladores vegetais do grupo das giberelinas, no processo de germinação das sementes, verificou-se que a concentração mais baixa (GA_3 50 ppm - T3) deste regulador foi mais efetiva, quando comparada com as demais (GA_3 100 e 250 ppm - T4 e T5) empregadas, o que é extremamente interessante, devido ao menor custo do produto nesta concentração (WEAVER, 1982).

Nos tratamentos T4 (GA_3 100 ppm), T5 (GA_3 250 ppm) e T6 ($\text{GA}_4 + \text{GA}_7 + \text{fenilmetilaminopurina}$ 100 ppm), acredita-se que o tempo de imersão das sementes nas soluções com os fitorreguladores, deva ser diminuído a fim de se obter uma melhor eficiência.

Tabela 2 - Porcentagem média total de germinação de sementes de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), em duas épocas.

| Tratamentos | Épocas | | Médias |
|---------------------------|-----------|----------|--------|
| | agosto/92 | março/93 | |
| T1 (KNO_3 0,1%) | 58,50 Bbc | 94,75 Aa | 76,62 |

| | | | |
|------------------------------|-----------|----------|-------|
| T2 (KNO ₃ 0,2%) | 40,50 Bc | 98,25 Aa | 69,37 |
| T3 (GA ₃ 50 ppm) | 91,75 Aa | 88,50 Aa | 90,12 |
| T4 (GA ₃ 100 ppm) | 57,00 Bbc | 95,00 Aa | 76,00 |
| T5 (GA ₃ 250 ppm) | 84,00 Aab | 90,50 Aa | 87,25 |
| T6 (GA + CK 100 ppm) | 85,00 Aab | 91,75 Aa | 88,37 |
| T7 (CK 20 ppm) | 90,75 Aa | 93,50 Aa | 92,12 |
| T8 (água - test.) | 86,50 Aab | 88,75 Aa | 87,62 |
| Médias | 74,25 B | 92,62 A | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

letras minúsculas = tratamentos

letras maiúsculas = épocas

Tabela 3 - Tempo médio total de germinação de sementes (t em dias), de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), em duas épocas.

| Tratamentos | Épocas | | Médias |
|------------------------------|-----------|------------|--------|
| | agosto/92 | março/93 | |
| T1 (KNO ₃ 0,1%) | 20,13 Aab | 17,52 Bbc | 18,83 |
| T2 (KNO ₃ 0,2%) | 19,76 Aab | 16,39 Bc | 18,08 |
| T3 (GA ₃ 50 ppm) | 18,32 Ab | 18,54 Aab | 18,43 |
| T4 (GA ₃ 100 ppm) | 19,59 Aab | 18,94 Aab | 19,27 |
| T5 (GA ₃ 250 ppm) | 18,62 Bb | 19,88 Aa | 19,25 |
| T6 (GA + CK 100 ppm) | 20,61 Aa | 18,48 Bab | 19,55 |
| T7 (CK 20 ppm) | 19,67 Aab | 18,17 Aabc | 18,92 |
| T8 (água - test.) | 20,66 Aa | 18,25 Babc | 19,46 |
| Médias | 19,67 A | 18,27 B | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

letras minúsculas = tratamentos

letras maiúsculas = épocas

Tabela 4 - Velocidade média total de germinação de sementes (v em sementes/dia), de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), em duas épocas.

| Tratamentos | Épocas | | Médias |
|-------------|-----------|----------|--------|
| | agosto/92 | março/93 | |

| | | | |
|------------------------------|----------|-----------|-------|
| T1 (KNO ₃ 0,1%) | 0,050 Ba | 0,054 Abc | 0,052 |
| T2 (KNO ₃ 0,2%) | 0,050 Ba | 0,054 Abc | 0,052 |
| T3 (GA ₃ 50 ppm) | 0,052 Aa | 0,053 Abc | 0,053 |
| T4 (GA ₃ 100 ppm) | 0,050 Ba | 0,050 Ac | 0,050 |
| T5 (GA ₃ 250 ppm) | 0,050 Ba | 0,057 Aab | 0,054 |
| T6 (GA + CK 100 ppm) | 0,050 Ba | 0,061 Aa | 0,055 |
| T7 (CK 20 ppm) | 0,052 Aa | 0,055 Abc | 0,054 |
| T8 (água - test.) | 0,050 Ba | 0,055 Abc | 0,053 |
| Médias | 0,051 B | 0,055 A | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

letras minúsculas = tratamentos

letras maiúsculas = épocas

Tabela 5 - Análise de variância (teste F), para porcentagem, tempo e velocidade média total de germinação de sementes de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), em duas épocas.

| Causa variação | G.L. | % Germinação | | Tempo | | Velocidade | |
|-----------------|------|--------------|--------|--------|--------|------------|--------|
| | | F | CV (%) | F | CV (%) | F | CV (%) |
| Tratamentos | 15 | 5,92* | 14,90 | 7,21* | 2,45 | 6,46* | 2,34 |
| Resíduo | 48 | | | | | | |
| Total | 63 | | | | | | |
| Tratamentos (T) | 7 | 1,82 | | 2,89* | | 2,96* | |
| Épocas (E) | 1 | 34,57* | | 41,78* | | 48,27* | |
| Interação T x E | 7 | 5,92* | | 6,59* | | 4,00* | |
| Total | 15 | | | | | | |

* significância ao nível de 5% de probabilidade.

A época de aplicação dos fitorreguladores é um fator decisivo que, somado à determinação da concentração, define a eficácia na utilização comercial dos reguladores vegetais.

Através da realização do experimento em duas épocas de instalação diferentes, foi possível inferir que a concentração mais baixa do fitorregulador avaliada (citocinina 20 ppm - T7), foi a mais eficaz no processo germinativo, apresentando a maior porcentagem média de germinação

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

(92,12%), embora não tenha diferido estatisticamente da testemunha (T8). Esses resultados concordam com o observado anteriormente por ESHUYS (1975), o qual concluiu que o GA 10 ppm/12 horas proporcionou os melhores resultados na porcentagem de germinação, para três porta-enxertos diferentes.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- a instalação realizada no mês de março/1993, resultou estatisticamente, na maior porcentagem de sementes germinadas (92,62%), num menor tempo médio (18,27 dias) e com uma maior velocidade média (0,055 sementes/dia);
- a análise conjunta dos tratamentos nos dois meses de realização do experimento (agosto/1992 e março/1993), mostrou haver interação significativa nas respostas aos tratamentos e épocas estudadas. Desta maneira, o tratamento com 20 ppm de fenilmetilaminopurina teve a maior porcentagem média de germinação de sementes (92,12%), enquanto o tratamento com nitrato de potássio 0,2% apresentou o menor tempo médio de germinação (18,08 dias), com velocidade média de 0,052 sementes germinadas/dia;
- o tratamento das sementes com GA₃ 250 ppm/24 horas, não exerceu efeito benéfico na germinação;
- o estágio de maturação dos frutos exerceu influência sobre a germinação das sementes, porém, considerou-se que as sementes, provenientes dos frutos nos dois estádios de maturação (agosto/1992 e março/1993), estavam aptas para o processo germinativo.

LEONEL, S., RODRIGUES, J.D. Action of plant regulators and potassium nitrate on 'Rangpur' lime seeds germination. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

SUMMARY: The effects of plant regulators and potassium nitrate were studied on 'Rangpur' lime seeds germination, which was evaluated in according to the fruit ripe (march and august). The seeds were extracted from fruits, washed, dried and stored for 8 days at 4 - 5°C. They were treated for 24 hours as follows: water (control); 0,1 and 0,2%

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

of KNO₃; 50, 100 and 250 ppm of GA₃; 100 ppm of phenylmethylaminepurine and 20 ppm of phenylmethylaminepurine. The parameters of maturation and quality were evaluated and percentage, time and germination rate. The results showed that march month has the highest germination percentage (92,62%), in about 18,27 days with 0,055 seeds germinated a day. The seeds from the fruits in both fruits ripe could germinate.

Key words: gibberellin, cytokinin, *Citrus limonia*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, S.A. de. *Efeitos da aplicação pré-colheita de fitorreguladores, no desenvolvimento final e maturação do fruto da tangerineira 'Ponkan' (Citrus reticulata Blanco)*. Botucatu, 1992. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 326p.

CHILEMBWE, E.H.C., CASTLE, W.S., CANTLIFFE, D.J. Grading, hydrating and osmotically priming seed of fiur citrus rootstocks to increase germination rate and seedling uniformity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Calcutta, v.117, n.3, p.368-72, 1992.

COELHO, Y.S., CUNHA, G.A. Critérios de avaliação da maturação e qualidade de frutos, com ênfase para citros e abacaxi. *Circ. Tec. Centro Nac. Pesq. Mandioca Fruticultura*, Cruz das Almas, v.1, p.1-20, 1982.

COOMBE, B.G., TOLLEY, J.S. Investigation of germination and benduing in sweet orange seed. *Intl. Plant Propagators Soc. Proc.*, Glen Osmond, v.33, p.145-52, 1983.

DAHER, F.M. *Produção de mudas cítricas*. Brasília: Ministério da Agricultura/Coordenadoria de Sementes e Mudas, 1980. 19p. (Mimeogr.).

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

- ESHUYS, W.A. The effect of GA on the germination of citrus seed. *Information Bulletin, Citrus and Sub-tropical Fruit Research Institute, Nelspruit*, n.32, p.3-4, 1975.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. *J. Exp. Bot.*, Oxford, v.27, p.480-9, 1976.
- KAHLON, P.S., CHANDLER, D. A study on the seed germination and subsequent seedling growth in peach (*Prunus persica* Batsch) cv Sharbati. *Research and Development Reporter, Amritsar*, v.4, n.1, p.81-4, 1987.
- KOLLER, O.L., et al. *Instruções para a produção de mudas cítricas em Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1985. 59p. (Boletim Técnico, 34).
- LABOURIAU, L.G. *A germinação de sementes*. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- MOBAYEN, R.G. Germination and emergent of citrus and tomato seed in relation to temperature. *J. Hort. Sci.*, London, v.55, p.291-7, 1980.
- MONSELISE, S.P., HALEVY, A.H. Effects of gibberellin and AMO-1618 on growth, dry-matter accumulation, chlorophyll content and peroxidase activity of citrus seedlings. *Amer. J. Bot.*, Rehovot, v.49, p.405-12, 1962.
- OGATA, T., SOUZA, M., SANTOS, M.G.F.M. Poliembrionia, efeitos do nitrato de potássio e da permanência de sementes no germinador, na separação e germinação dos embriões de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. *Anais ... Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura*, 1981. p.693-701.
- PALACIOS, J. *Citricultura moderna*. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1978. 409p.
- Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.21-33, 1995.

- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PLATT, R.G., OPTIZ, K.M. Propagation of citrus. In: REUTHER, W., BATCHELOR, L.D., WEBBER, H.J. *The citrus industry*. Berkeley: University Calif. Agr. Press, 1974. v.3, p.1-47.
- SUZUKI, T., KONAKAHARA, M. Improvement of growing methods for citrus nursery stock. I. Promotion of seed germination and growth of trifoliolate orange rootstocks. *Bull. of the Shizuoka Prefectural Citrus Experiment Station*, Shizuoka-ken, n.24, p.9-18, 1986.
- TEÓFILO-SOBRINHO, J. Propagação de citros. In: RODRIGUES, O., et al. *Citricultura brasileira*. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, cap.12, p.281-301.
- USBERTI, R., FELIPPE, G.M. Viabilidade de sementes de *Citrus limonia* Osb. com baixo teor de umidade, armazenada em diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.4, p.393-7, 1980.
- WEAVER, R.J. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. 2.ed. Barcelona: Trillas, 1982. 540p.

EFEITOS DE ÁCIDO INDOL-BUTÍRICO, ÁCIDO GÁLICO E DA OMISSÃO DE BORO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L. CV CARIOCA)

RODRIGUES, Selma Dzimidas¹
ONO, Elizabeth Orika²
RODRIGUES, João Domingos¹
MACHADO, Eliete Stringueta³

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do IBA, ácido gálico e da omissão de boro sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv Carioca). O experimento foi montado em cultivo hidropônico utilizando-se solução nutritiva nº 2 de Hoagland & Arnon (1950), sendo empregado os seguintes tratamentos: T1 - tratamento completo; T2 - omissão em boro; T3 - pulverização com IBA 100 ppm + solução nutritiva completa; T4 - pulverização com ácido gálico 0,01M + solução nutritiva completa. As plantas de feijão foram plantadas em vasos de polietileno, mantidos em casa de vegetação. As avaliações dos parâmetros estudados foram realizadas em 4 coletas a intervalos de 14 dias, sendo realizadas as seguintes observações: 1. altura da planta (cm); 2. área foliar (cm²); 3. matéria seca total (g); 4. matéria seca de raiz (g); 5. matéria seca de caule (g); 6. matéria seca de folhas (g) e, 7. número de folhas. Os resultados obtidos levaram a concluir que a omissão de boro na solução nutritiva, restringiu o crescimento das plantas de feijão, e a aplicação de ácido gálico atuou parcialmente, enquanto a de IBA não alterou o padrão de desenvolvimento das plantas.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*; IBA; ácido gálico; crescimento.

INTRODUÇÃO

Segundo MAGALHÃES & MONNERAT (1978), a quantidade de boro disponível no solo, pode ser diminuída sob diversas condições como: pH baixo, facilitando as perdas por lixiviação; altos teores de óxidos de alumínio e ferro, causando adsorção; períodos secos, que aumentam a força

¹Prof.(a)Dr.(a.) - Departamento de Botânica - Instituto de Biociências - Campus de Botucatu - Universidade Estadual Paulista - CEP 18618-000 - Botucatu (SP).

²Profa.Adjunta - Departamento de Biologia - Universidade de Taubaté - Taubaté (SP).

³Curso de Ciências Biológicas - Instituto de Biociências - Campus de Botucatu - Universidade Estadual Paulista.

de retenção e o efeito da calagem, podendo causar a insolubilização. No Brasil, essas condições são bastante frequentes, uma vez que os solos do cerrado, que ocupam cerca de 25% do território nacional, são pródigos em apresentar as características citadas.

De acordo com PRICE et al. (1972) os sintomas de carência de boro em plantas, seriam decorrentes de níveis supraótimos de auxinas, enquanto que LEE & ARONOFF (1966), advogam que aumentos de fenólicos é que causariam os distúrbios observados, sendo corroborados por MALVESKAYA et al. (1976).

PILBEAM & KIRKBY (1983) referem que, embora há muito se conheça a necessidade de boro para o crescimento, ele atuaria no metabolismo de ácidos nucléicos, os quais diminuem em ausência do mineral, sendo resultado da atividade de nucleases e diminuição da síntese em si mesma; na biossíntese de carboidratos como a celulose, amido, enfim, carboidratos dependentes de uracil; nos níveis hormonais, pois em carência de boro ocorreria diminuição de citocininas e aumento de auxinas, por diminuição da oxidação do IAA, além do aumento dos ácidos fenólicos, como ácido caféico, clorogênico, gálico, ferúlico, etc. Segundo COLL et al. (1980), os ácidos fenólicos são compostos por dois grupos: os ortodihidroxifenóis e trihidroxifenóis que diminuem a atividade IAA-oxidase, aumentando assim, a concentração do IAA endógeno, e o grupo dos monohidroxifenóis, que aumentam a atividade IAA-oxidase, diminuindo a concentração de auxina.

A observação da sintomatologia de carências minerais são usualmente encontradas na literatura. MILTHORPE & MOORBY (1974), reportam que a insuficiência ou omissão de um elemento nutricional interfere na produção final, porém não se conhece qual dos parâmetros intermediários fica comprometido, alterando a produção.

No Brasil, a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tem inegável importância sócio-econômica, constituindo-se na principal fonte de proteínas para grande parte da população (TEIXEIRA & ROCHA, 1988).

Assim, o presente trabalho pretendeu acompanhar o ciclo do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv Carioca), submetido às condições de carência de boro e níveis supraótimos de ácido indol-butírico e ácido

gálico (ácido fenólico), de modo a contribuir para a melhora do conhecimento do metabolismo do micronutriente em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, do Campus de Botucatu - UNESP.

O experimento foi instalado em vasos de polietileno com capacidade para 9 litros, sob cultivo hidropônico, empregando-se como substrato quartzo moído, que sofreu pré-tratamento de acordo com o preconizado por SARRUGE & HAAG (1974).

As plantas foram obtidas de sementes de feijão cv Carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), as quais foram colocadas para germinar apenas com água desmineralizada. Após 4 dias da sementeira, 2 plântulas foram transferidas à cada vaso, sendo mantidas por 16 dias com água desmineralizada. Posteriormente, foi adicionada aos vasos solução nutritiva nº 2 de HOAGLAND & ARNON (1950), que foi trocada a intervalos de 15 dias, sendo a solução modificada pela omissão do boro, portanto os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 - solução nutritiva completa; T2 - solução nutritiva omissa em boro; T3 - solução nutritiva completa + aplicação de ácido indol-butírico a 100 ppm e T4 - solução nutritiva completa + aplicação de ácido gálico (ortodihidroxifenol) a 0,01 M.

Para a avaliação do efeito dos fitorreguladores e da omissão de boro, foram realizadas as seguintes observações: altura da planta (em cm); peso da matéria seca total (em g); peso da matéria seca de folhas (em g); peso da matéria seca de caule (em g); peso da matéria seca de raízes (em g); área foliar (em cm²); número de folhas por planta; número de flores por planta e número de vagens por planta. Foram realizadas 4 coletas à intervalos de 14 dias, sendo a primeira coleta realizada aos 30 dias após o plantio, ficando da seguinte forma: Coleta I - 30 dias após o plantio; Coleta II - 44 dias após o plantio; Coleta III - 58 dias após o plantio e Coleta IV - 72 dias após o plantio.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 coletas, cada tratamento contendo 3 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Altura da Planta

Os resultados médios obtidos para a altura das plantas de feijão, encontram-se na Tabela 1 e Figura 1, pela qual pode-se verificar que a omissão de boro na solução nutritiva (T2) em plantas de feijão, levou à nítida inibição do crescimento das plantas no período analisado. Segundo HOWELER et al. (1978), sintoma típico da carência de boro seria o crescimento limitado das plantas, fato concordante com o observado por LEE & ARONOFF (1966), os quais verificaram que na ausência do boro e, portanto, do complexo borato-6-fosfogluconato, formado na via pentose-fosfato, a enzima 6-fosfogluconato desidrogenase operaria em toda a sua capacidade, provendo eritrose-4-fosfato adicional, aumentando assim, a síntese de ácidos fenólicos.

Na aplicação de ácido gálico (T4), o crescimento seguiu o padrão do tratamento testemunha, com ligeira redução da altura do feijoeiro que, no entanto, não foi suficiente para configurar analogia com o tratamento de omissão em boro, talvez em função da dosagem aplicada, que não teria sido suficiente para mimetizar o aumento endógeno de ortodihidroxifenóis na carência do micronutriente. De acordo com VÁLIO (1986), os efeitos inibidores de fenólicos, no crescimento, são comumente atribuídos à ativação do sistema IAA-oxidase, embora essa ação seja específica para monofenóis, já que ortodifenóis inibem-no.

Embora COKE & WHITTINGTON (1968) tivessem obtido excesso de auxina, em raízes de plantas com deficiência de boro, a aplicação de ácido indol-butírico (T3) não mostrou padrão de crescimento semelhante

Tabela 1. Comparação das médias pelo teste Tukey, para altura da planta.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 7,58 | 10,55 | 38,42 | 62,08 | 29,66 A |
| Omisso em B | 6,83 | 6,27 | 10,25 | 8,67 | 8,00 B |
| Aplicação de IBA | 7,83 | 17,35 | 35,17 | 54,33 | 28,67 A |
| Aplicação de ác. gálico | 6,92 | 9,90 | 24,75 | 42,00 | 20,89 AB |
| Médias | 7,29 b | 11,02 b | 27,15 a | 41,77 a | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

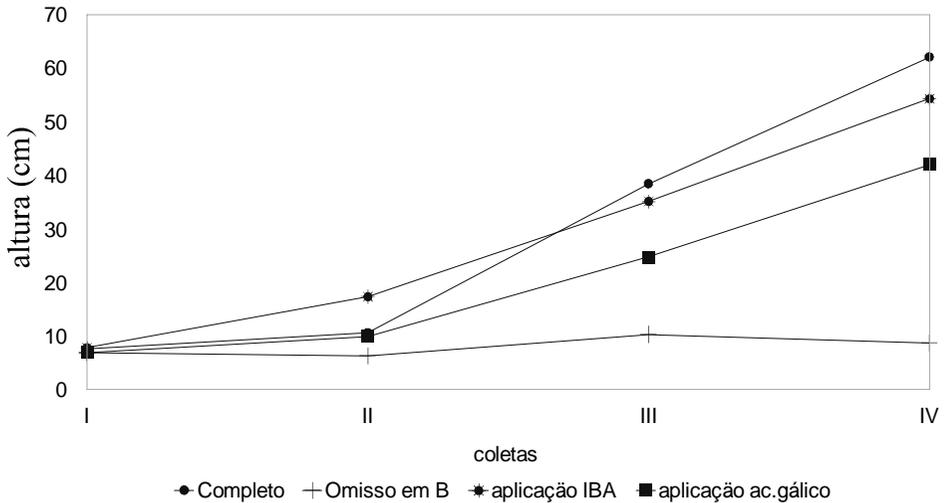


Figura 1. Resultados médios obtidos para altura das plantas de feijão (cm), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

ao tratamento omisso no elemento citado apresentando ao contrário, comportamento semelhante à testemunha (T1).

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.35-52, 1995.

2. Área Foliar

Na Tabela 2 e Figura 2 encontram-se os resultados médios obtidos para área foliar, pela qual pode-se observar que na coleta I, não foi verificado diferença entre os diferentes tratamentos. Já nas coletas II, III e IV pode-se observar que o tratamento omissivo em boro (T2), foi aquele que apresentou os menores resultados de área foliar. A aplicação de IBA (T3) levou a um incremento da área foliar até a 2ª coleta, tornando-se constante após esse período.

As plantas omissas em boro apresentaram desenvolvimento reduzido, sendo que na coleta IV estas estavam quase mortas, coincidindo com os resultados obtidos por RODRIGUES (1982) e MALAVOLTA et al. (1980) em soja. O comportamento das curvas dos tratamentos testemunha (T1) e aplicação de ácido gálico (T4) para área foliar foram semelhantes, sendo que os valores de T4 foram menores ao longo do período analisado.

Tabela 2. Comparação das médias pelo teste Tukey, para área foliar.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|-----------|-------------|------------|------------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 130,11 Ab | 227,27 ABb | 271,66 Ab | 465,55 Aa | 273,65 |
| Omissivo em B | 108,72 Aa | 105,77 Ba | 82,94 Ba | 13,51 Ca | 77,73 |
| Aplicação de IBA | 138,11 Aa | 288,67 Aa | 263,36 Aa | 266,22 Ba | 239,09 |
| Aplicação de ác. gálico | 144,20 Ab | 234,25 ABab | 259,44 Aab | 361,91 ABa | 249,95 |
| Médias | 130,28 | 213,99 | 219,35 | 276,80 | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

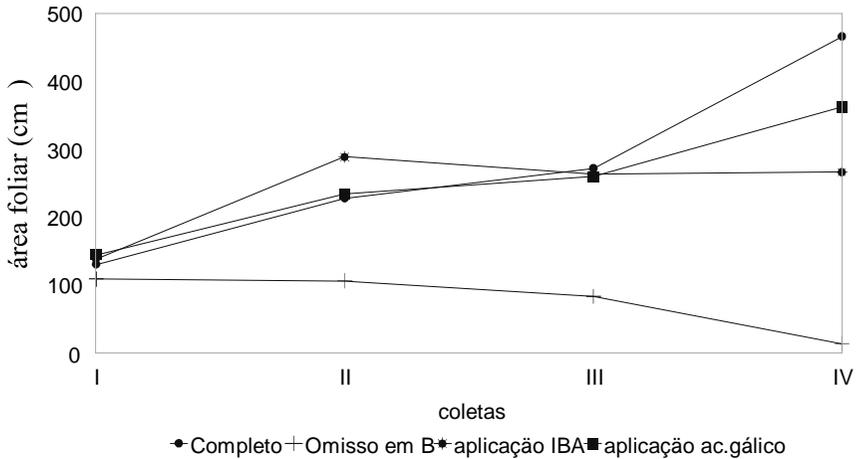


Figura 2. Resultados médios obtidos para área foliar de plantas de feijão (cm²), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

3. Matéria seca total

Para matéria seca total, os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3 e Figura 3, pela qual pode-se verificar que, com exceção do tratamento omissso em boro (T2), os demais tratamentos apresentaram resultados crescentes até a 4^a coleta e comportamento semelhante. No entanto, os resultados médios obtidos para a testemunha (T1) foram maiores quando comparados com os tratamentos com IBA (T3) e ácido

gálico (T4), sendo que esses últimos apresentaram resultados semelhantes, na coleta IV.

Tabela 3. Comparação das médias pelo teste Tukey, para matéria seca total.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|----------|---------|----------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 1,82 Ac | 3,41 Abc | 5,80 Ab | 15,51 Aa | 6,63 |
| Omisso em B | 1,44 Aa | 1,84 Aa | 1,60 Ba | 1,07 Ca | 1,49 |
| Aplicação de IBA | 1,96 Ac | 4,39 Abc | 5,46 Ab | 10,30 Ba | 5,53 |
| Aplicação de ác. gálico | 1,99 Ac | 3,40 Abc | 4,66 Ab | 11,78 Ba | 5,45 |
| Médias | 1,80 | 3,26 | 4,38 | 9,66 | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

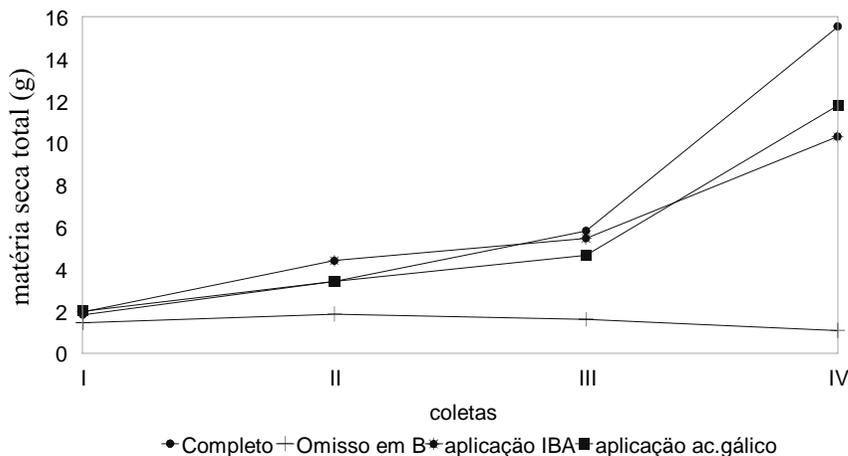


Figura 3. Resultados médios obtidos para matéria seca total das plantas de feijão (g), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

Para plantas de feijão cultivadas em solução nutritiva omissa em B (T2), houve pequeno acréscimo na matéria seca total até a coleta II, mas a seguir, ocorreu decréscimo, concordando com os resultados de HAAG & SARRUGE (1972), OKHI (1974), REINHARDT et al. (1978), que referem que plantas omissas em boro apresentam restrições no acúmulo de matéria seca.

4. Matéria seca de raízes

A Tabela 4 e a Figura 4 contém os resultados médios obtidos para matéria seca de raízes, pela qual pode-se observar que o tratamento omissa em boro (T2) apresentou os menores resultados em relação aos demais.

Tabela 4. Comparação das médias pelo teste Tukey, matéria seca de raízes.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|--------|--------|-------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 0,60 | 1,24 | 1,65 | 2,67 | 1,54A |
| Omissa em B | 0,32 | 0,41 | 0,38 | 0,47 | 0,40B |
| Aplicação de IBA | 0,62 | 1,28 | 1,77 | 1,97 | 1,41A |
| Aplicação de ác. gálico | 0,59 | 0,98 | 1,45 | 1,93 | 1,24A |
| Médias | 0,53c | 0,98bc | 1,31ab | 1,76a | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

MALVESKAYA et al. (1976) notaram que, em carência de boro, a não conjugação de compostos fenólicos, que continuavam ativos, levam a uma depressão no crescimento radicular; por sua vez, POLLARD et al. (1977), relatam que na carência de boro ocorreria elevação dos níveis endógenos de auxinas em raízes, restringindo assim seu crescimento.

Apesar do relato da literatura, os resultados obtidos para os tratamentos com IBA (T3) e ácido gálico (T4), não foi igual àqueles do

tratamento omissivo em B. Assim, não se pode inferir que as aplicações de IBA ou ácido gálico mimetizaram a sintomatologia da omissão de B.

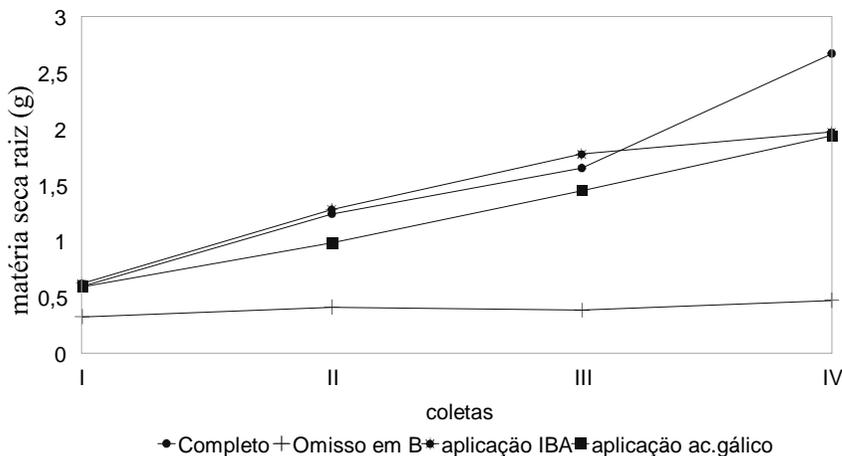


Figura 4. Resultados médios obtidos para matéria seca de raízes das plantas de feijão (g), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

Para o tratamento omissivo em B (T2), verificou-se praticamente um platô para matéria seca de raízes, indicando que na omissão de boro, o sistema radicular é o mais afetado, conforme o verificado por RODRIGUES (1982, 1987). A literatura refere que o decréscimo nesta medida, decorreria de alterações nos padrões de translocação de carboidratos para as raízes e estas então, não disporiam de assimilados para crescer (ANDREWS, 1962; SARIN & SADGOPAL, 1965; HULL &

LERMANN, 1972; AUGSTEIN & EICHLORN, 1976; VENTER & CURRIER, 1977).

5. Matéria seca de caule

Os dados médios obtidos para matéria seca de caule estão apresentados na Tabela 5 e Figura 5, onde pode-se verificar que dentro da 1^a e 2^a coletas não ocorreram notáveis diferenças entre os diferentes tratamentos. Já na 3^a e 4^a coletas, o tratamento omissivo em boro (T2) não apresentou incremento da matéria seca de caule, sendo constante durante todo o período estudado. Para os tratamentos com aplicação de ácido gálico (T4), IBA (T3) e testemunha (T1), pode-se observar acúmulo de matéria seca de caule até a coleta IV.

Ao se comparar os resultados obtidos no tratamento testemunha (T1) com o tratamento com aplicação de ácido gálico (T4), pode-se verificar aumento semelhante, embora de menor intensidade, enquanto que o tratamento com aplicação de IBA (T3), à partir da 3^a coleta, mostrou tendência à estabilização. Por sua vez, o tratamento omissivo em B (T2) manteve o platô até agora observado, ou seja, as plantas mantiveram-se em estabilização de crescimento.

Segundo SARIN & SADGOPAL (1951), a carência de boro interfere no acúmulo de matéria seca de caule, que pode ser de maneira indireta ao interferir no conteúdo de carboidrato e nitrogênio. REINHARDT et al. (1978), relatam que feijoeiro, em deficiência do mineral, não completam o ciclo vital, mesma conclusão de RODRIGUES (1982).

6. Matéria seca de folhas

Na Tabela 6 e na Figura 6 encontram-se os valores médios obtidos para matéria seca de folhas, pela qual pode-se observar que até a coleta II a matéria seca de folhas aumentou para todos os tratamentos, sendo que para tratamentos com IBA (T3), este incremento foi maior que para a

testemunha (T1). À partir da 2ª coleta, essa medida biométrica continuou aumentando nos tratamentos testemunha (T1) e com aplicação de ácido

Tabela 5. Comparação das médias pelo teste Tukey, para matéria seca de caule.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|----------|-----------|---------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 0,34 Ac | 0,52 Abc | 1,06 ABb | 2,16 Aa | 1,02 |
| Omisso em B | 0,31 Aa | 0,38 Aa | 0,38 Ba | 0,44 Ca | 0,38 |
| Aplicação de IBA | 0,37 Ac | 0,48 Abc | 1,12 Aab | 1,27 Ba | 0,81 |
| Aplicação de ác. gálico | 0,37 Ab | 0,40 Ab | 0,90 ABab | 1,31 Ba | 0,75 |
| Médias | 0,35 | 0,44 | 0,87 | 1,30 | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

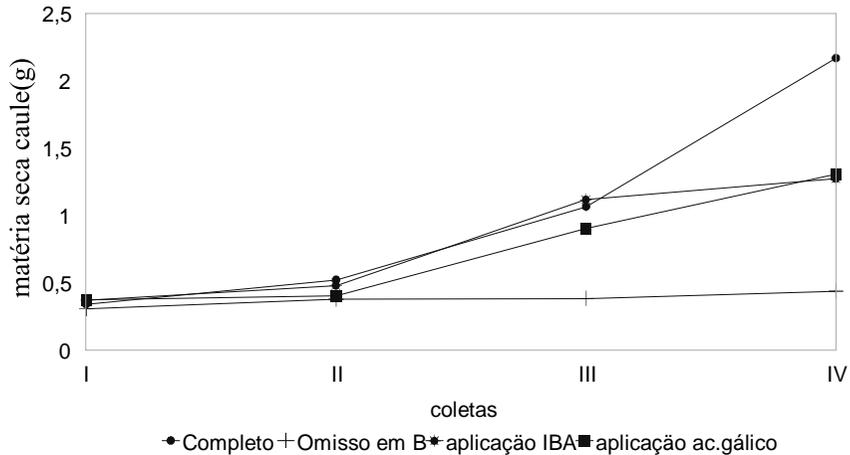


Figura 5. Resultados médios obtidos para matéria seca de caule das plantas de feijão (g), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.
Tabela 6. Comparação das médias pelo teste Tukey, matéria seca de folhas.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|-----------|-----------|----------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 0,89 Ac | 1,64 Abbc | 2,40 Ab | 4,65 Aa | 2,39 |
| Omisso em B | 0,81 Aa | 1,06 Ba | 0,84 Ba | 0,17 Ca | 0,72 |
| Aplicação de IBA | 0,97 Ab | 2,62 Aa | 2,16 ABab | 1,76 Bab | 1,88 |
| Aplicação de ác. gálico | 1,02 Ab | 1,99 ABab | 2,39 Aab | 2,52 Ba | 1,98 |
| Médias | 0,92 | 1,83 | 1,95 | 2,27 | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

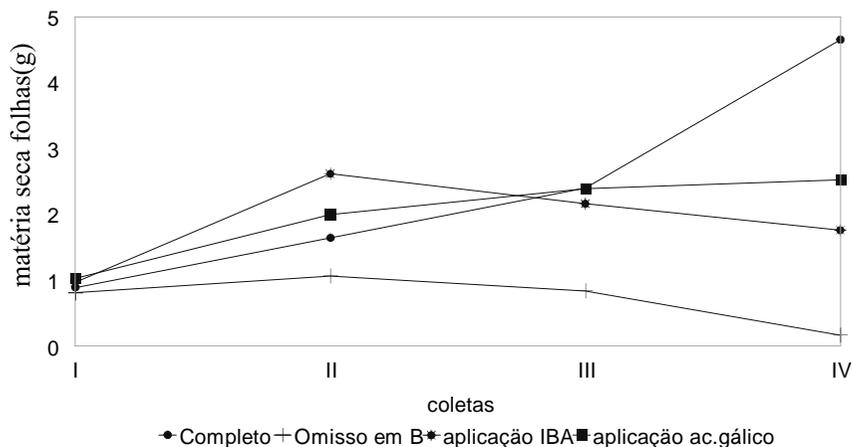


Figura 6. Resultados médios obtidos para matéria seca de folhas das plantas de feijão (g), submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

gálico (T4), enquanto que nos tratamentos com aplicação de IBA (T3) e omissos em B (T2) houve pequeno decréscimo. O fato de não ocorrer incrementos na matéria seca de folhas, na carência de boro, não está em concordância com a literatura, pois esta refere existir aumentos na parte aérea, devido ao acúmulo de carboidratos nesta, face à restrição da translocação de assimilados por falta de boro conjugante (ANDREW, 1962; SARIN & SADGOPAL, 1965; HULL & LERMANN, 1972; ROSOLEM, 1970 e MALAVOLTA et al., 1981).

7. Número de folhas

Quando analisa-se a Tabela 7 e a Figura 7, tem-se os resultados para número de folhas pela qual pode-se observar aumento gradativo do número de folhas nas plantas testemunha (T1), o mesmo ocorrendo para plantas tratadas com ácido gálico (T4), embora com menor intensidade. Para o tratamento com IBA (T3), essa medida continua crescente até a 4ª coleta, sendo que à partir da 2ª coleta o incremento é muito pequeno.

Tabela 7. Comparação das médias pelo teste Tukey, para número de folhas.

| Tratamentos | Coletas | | | | Médias |
|-------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|
| | I | II | III | IV | |
| Testemunha | 2,7 Ac | 6,3 Ab | 8,8 Ab | 11,8 Aa | 7,4 |
| Omisso em B | 2,3 Aab | 2,8 Ba | 2,3 Bab | 0,2 Cb | 1,9 |
| Aplicação de IBA | 2,5 Ab | 7,2 Aa | 8,2 Aa | 8,5 Ba | 6,6 |
| Aplicação de ác. gálico | 2,7 Ac | 5,8 ABb | 6,3 Ab | 10,2 ABa | 6,3 |
| Médias | 2,5 | 5,5 | 6,4 | 7,7 | - |

Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si.

Letras maiúsculas = entre tratamentos

Letras minúsculas = entre coletas

Com relação ao tratamento omissivo em B (T2), houve pequeno aumento do número de folhas até a 2ª coleta; à partir de então, começou-se a verificar queda neste número. Este resultado está de acordo com o referido por ANDREW (1962), SARIN & SADGOPAL (1965), KOUCHI & KUMAZAWA (1975), ou seja, que a carência de boro leva à redução do número de folhas. WHITTINGTON (1959) e KOUCHI & KUMAZAWA (1975) também relatam alterações na divisão celular, com conseqüente diminuição tanto do crescimento de raízes, quanto da parte aérea, onde se incluem as folhas.

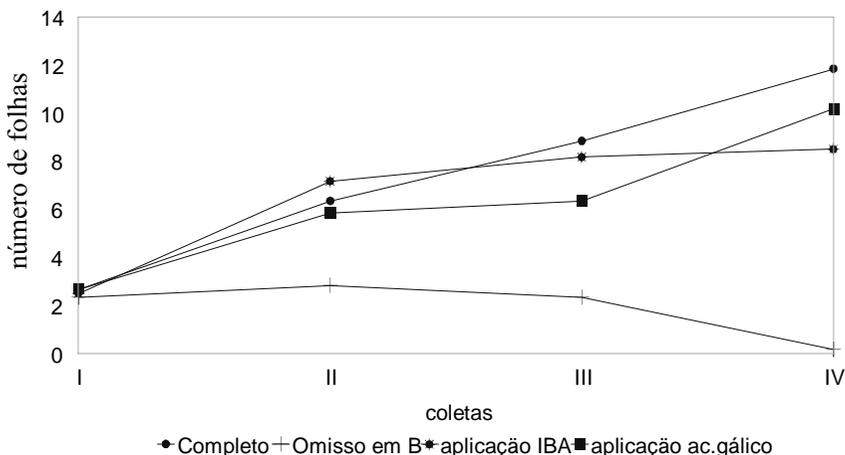


Figura 7. Resultados médios obtidos para número de folhas das plantas de feijão, submetidas aos diferentes tratamentos, em 4 coletas.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nas condições deste experimento, pode-se concluir que:

- a omissão de boro na solução nutritiva restringiu acentuadamente o crescimento das plantas de feijão;
- a aplicação de ácido gálico afetou o desenvolvimento das plantas, restringindo seu crescimento.

RODRIGUES, S.D., ONO, E.O., RODRIGUES, J.D., MACHADO, E.S. Effect of indol butiric acid, galic acid and boron omission on bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) growth. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.35-52, 1995.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.35-52, 1995.

SUMMARY: The objective of the present work was to study the effects of IBA, galic acid and boron lacking on the development of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv Carioca). The experiment was carried on in hidroponic culture using HOAGLAND & ARNON nutrition solution number 2, employing the following treatments: T1 complete; T2 lacking boron; T3 IBA 100 ppm spray + complete nutrition solution and T4 galic acid 0,01 M + complete nutrition solution. The bean plants were potted and maintained in greenhouse. The data were collected each 14 days and it was made 4 samples, evaluating: 1. plant height (cm); 2. leaf area (cm²); 3. total dry weight (g); 4. root dry weight (g); 5. stem dry weight (g); 6. leaf dry weight (g) and 7. leaf number. Through the results it could be concluded that boron lacking decreased the bean plant growth; galic acid spray interfered a little and IBA spray didn't alter the development of the plants.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, IBA, galic acid, , growth.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREW, C.S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: HUNLAY, B. A review of nitrogen in the tropics with particular references to pastures. *Comm. Bur. Past. Fed. Crop Bull.*, v.46, p.130-46, 1962.

AUGSTEIN, H., EICHLORN, M. Biochemistry and physiology of boron in plants. *Biol. Rundsch*, v.14, p.268-85, 1976.

COKE, L., WHITTINGTON, W.J. The role of boron in plant growth. IV. Interrelationships between boron and indol-3yl-acetic acid in the metabolism of bean radicles. *J. Exp. Bot.*, v.19, p.259-308, 1968.

HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. The water method for growing plants without soil. *Circ. Coll. Agric. Univ. Calif.*, n.343, p.1-32, 1950.

HOWELER, R.H., FLOR, C.A., GONZALEZ, C.A. Diagnosis and correction of boron deficiency in beans and mungbeans in a Molissol from Cauca Valley of Colombia. *Agron. J.*, v.70, p.493-7, 1978.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.35-52, 1995.

- HULL, R.J., LERMANN, S.L. Photosynthesis distribution in boron deficient bean leaves. *Plant Physiol.*, v.49, p.22, 1972.
- KOUCHI, H., KUMAZAWA, K. Anatomical responses of root tips to boron deficiency. I. Effects of boron deficiency on elongation of root tips and their morphological characteristics. *Soil Sci. Pl. Nutr.*, v.21, p.21-8, 1975.
- LEE, S.G., ARONOFF, S. Investigation on the role of boron in plants. III. Anatomical observations. *Pl. Physiol.*, v.41, p.1570-7, 1966.
- MAGALHÃES, J.R., MONNERAT, P.H. Aplicação foliar de boro na prevenção da deficiência e na composição mineral do tomateiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.13, p.81-9, 1978.
- MALAVOLTA, E. et al. Efeitos das deficiências de macronutrientes em duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), Santa Rosa e UFV-1, cultivadas em solução nutritiva. *Anais Esc. Sup. Agruic. "Luiz de Queiroz"*, v.37, p.473-85, 1980.
- MALVESKAYA, A.N., TROITSKAYA, E.A., YAKOLEVA, N.S. Effect of boron starvation on activity of β -glucosidase in plants of the families Leguminosae and Graminae. *Sov. Pl. Physiol.*, v.23, p.1073-6, 1976.
- MILTHORPE, F.L., MOORBY, J. *An introduction to crops physiology*. Cambridge: Cambridge University, 1974. 201p.
- OKHI, K. Influence of manganese and boron nutrition on young cotton. *Georgia Agric. Res. Bull.*, v.16, p.16-9, 1974.
- PILBEAN, D.S., KIRKBY, E.A. The physiological role of boron in plants. *J. Pl. Nutr.*, v.6, p.363-82, 1983.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.35-52, 1995.

- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- POLLARD, A.S., PARR, A.S., BRIAN, B.C. Boron in relation to membrane function in higher plants. *Exp. Bot.*, v.23, p.831-41, 1977.
- PRICE, C.A., CLARK, H.E., FUNKHOUSER, G.A. Functions of micronutrients in plants. In: MERTVEDT, J.J., GIORDANO, P.M., LINDSAY, W.L. *Micronutrient in agriculture*. Madison: Soil Science Society America, 1972. 660p.
- REINHARDT, R.H., et al. Diagnosis and correction of boron deficiency in beans and mungbeans in a Mollisol from Carraca Valley of Colombia. *Agron. J.*, v.70, p.493-7, 1978.
- TEIXEIRA, S.M., ROCHA, L.S.A. Análise sócio-econômica da produção. In: CULTURA do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1988. p.37-56.

EFEITOS DA JUVENILIDADE E DO USO DO ÁCIDO INDOL-BUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L.).¹

BOLIANI, Aparecida Conceição²
SAMPAIO, Vladimir Rodrigues³

RESUMO: O presente trabalho foi conduzido no Câmpus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”/USP, em Piracicaba-SP, sob condições de ripado, tendo como objetivo verificar os efeitos da juvenilidade e do uso de ácido indol-butírico (AIB), na capacidade de enraizamento de estacas herbáceas de pitangueira. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 8 tratamentos (material juvenil e adulto e quatro concentrações de AIB (0, 1000, 2000 e 4000 ppm) e 4 repetições, utilizando-se 10 estacas por parcela. As avaliações realizadas permitiram concluir que: a) a pitangueira mostrou possibilidade de propagação através de estacas herbáceas; b) o material juvenil apresentou maior porcentagem de estacas enraizadas (65,46%) que o material adulto (14,69%); c) para o material adulto, houve aumento na porcentagem de enraizamento das estacas, com o aumento na concentração do AIB e d) enraizamento das estacas de material juvenil não foi afetado pelo emprego do AIB, nas diferentes concentrações.

Termos para indexação: pitangueira, *Eugenia uniflora*, estacas herbáceas, juvenilidade, AIB.

INTRODUÇÃO

A dificuldade de obtenção de mudas de boa qualidade, constitui sério problema para o desenvolvimento da fruticultura brasileira. Trabalhos sobre propagação vegetativa de plantas frutíferas, especialmente de espécies pouco estudadas, são importantes e podem constituir-se em real contribuição para o desenvolvimento da fruticultura.

¹Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia - Área de concentração em Fitotecnia - ESALQ/USP - Piracicaba-SP.

²Professora Assistente Doutora - Departamento de Horticultura e Tecnologia de Alimentos/FE/UNESP - Ilha Solteira-SP - Caixa Postal 31 - 15385-000.

³Professor Titular Aposentado - Departamento de Horticultura/E.S.A. “Luiz de Queiróz”/USP - Piracicaba-SP - Caixa Postal 09 - 13400-000.

Na fruticultura a propagação por estacas é muito utilizada. Neste processo, parte dos ramos, das raízes ou das folhas são separadas da planta matriz e colocadas em condições ambientais favoráveis para a regeneração de raízes e da parte aérea, produzindo assim uma nova planta, que, na maioria dos casos, será idêntica à planta da qual o material foi obtido (HARTMANN et al., 1990).

Os principais fatores que afetam o enraizamento das estacas, segundo KRAMMER & KOZLOWSKI (1979), HARTMANN et al. (1990) são condições ambientais durante o enraizamento das estacas; condições fisiológicas das estacas; época do ano em que são retiradas as estacas; uso de reguladores vegetais; juvenilidade e estiolamento.

Os objetivos de se tratar as estacas com regulador vegetal têm sido: aumentar a porcentagem de estacas que formem raízes, acelerar a formação das mesmas, aumentar o número e melhorar a qualidade das raízes formadas em cada estaca e aumentar a uniformidade do enraizamento (HANSEN & HARTMANN, 1966 e WAREING, 1982 e HARTMANN et al., 1990).

Outras técnicas têm sido utilizadas com o objetivo de obtenção de melhoria no processo de enraizamento. Entre elas, o uso da juvenilidade.

Embora a vida dos tecidos pareça ser contínua, o ciclo de muitas espécies consiste em duas fases, nas quais, as características morfológicas e fisiológicas, são diferentes. Após a germinação da semente, a planta inicia uma fase de crescimento vegetativo muito vagarosa, durante o qual, a iniciação floral e a floração não podem ser induzidas, mesmo quando as condições externas são favoráveis. Esse período denomina-se período juvenil (SALISBURY & ROSS, 1992 e HARTMANN et al. (1990).

SALISBURY & ROSS (1992), citam algumas das vantagens da fase juvenil. Em plantas que se propagam facilmente por estacas, a idade da planta matriz tem pouca influência, porém, em plantas difíceis de enraizar, este pode ser um fato de muita importância.

Em uma planta podem ser encontrados vários estádios entre a juvenilidade e a maturidade. Nas plantas, geralmente a região basal é mais juvenil do que a região terminal. Diferenças estas, que segundo HARTMANN et al. (1990), se devem ao fato de que os meristemas mais

próximos da base formam-se em épocas mais próximas à germinação que os das regiões terminais. Na propagação vegetativa, utilizam-se em geral, estacas retiradas de ramos juvenis, capazes de formar raízes rapidamente.

Vários trabalhos foram realizados por alguns autores, em diferentes espécies, comparando-se a capacidade de enraizamento de estacas obtidas a partir de materiais juvenil e adulto, obtiveram melhores resultados quando utilizaram estacas obtidas a partir de material juvenil, entre eles: BEAKBANE (1961), trabalhando com várias espécies; ALI & WESTWOOD (1968), com várias espécies de *Pyrus*, BHANDARY & MUKHERJEE (1969) com goiabeira; STEPANOV & KUZIK (1973) com macieira; TARASENKO et al. (1973) com ameixeira e cerejeira; KADMAN (1977) com abacateiro; CARVALHO et al. (1990), CORRÊA et al. (1991) e SOUZA et al. (1992) com cajueiro, HARTMANN et al. (1990) trabalhando com maçã, pera, eucalipto e outras espécies.

A juvenilidade, em relação ao enraizamento possivelmente pode ser explicado pelo aumento da produção de inibidores de enraizamento em plantas mais velhas. Estacas oriundas de seedlings novos de muitas espécies de eucalipto enraizam facilmente, porém o enraizamento decresce drasticamente quando são oriundas de plantas adultas (Platon et al. 1970, citados por HARTMANN et al., 1990). Estudos realizados na Austrália mostraram que foi direta e quantitativa a associação entre diminuição de enraizamento e produção de inibidores de enraizamento nos tecidos da base das estacas (HARTMANN et al., 1990).

Baseado nestas observações, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da juvenilidade e do uso de ácido indol-butírico na capacidade de enraizamento das estacas de pitangueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido no Câmpus da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, em Piracicaba-SP.

As estacas de material adulto foram obtidas a partir da parte apical de pés-franco com cerca de 45 anos de idade e de material juvenil, a partir

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

de plantas jovens de 2 anos de idade. Em ambos os casos, as plantas foram submetidas a podas drásticas, para favorecer a emissão de novas brotações, sendo as mesmas retiradas oitenta dias após a realização da poda. As estacas foram preparadas, mantendo-se 6 a 8 folhas/estaca, sendo a base das mesmas cortadas em bisel.

Após o preparo, as estacas foram enfeixadas e suas bases imersas (3,0cm) em soluções de ácido indol-butírico (AIB), nas concentrações de 1000, 2000 e 4000ppm, por um período de 5 segundos. As estacas do tratamento testemunha (0ppm) foram imersas em água destilada por 5 segundos.

Em seguida, foram estaqueadas a uma profundidade de 3,0cm, em caixas previamente cheias com vermiculita.

As estacas foram submetidas ao sistema de nebulização intermitente, em casa de vegetação.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 4 repetições, utilizando-se 10 estacas por parcela.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes: 1) material juvenil - água destilada; 2) material juvenil - 1000ppm de AIB; 3) material juvenil - 2000ppm de AIB; 4) material juvenil - 4000ppm de AIB; 5) material adulto - água destilada; 6) material adulto - 1000ppm de AIB; 7) material adulto - 2000ppm de AIB e 8) material adulto - 4000ppm de AIB.

Para a avaliação do enraizamento as estacas foram retiradas do substrato sessenta e cinco dias após a instalação das mesmas. Esta operação foi realizada com o auxílio de um chuçó, com cuidado para evitar injúrias nas raízes, as quais foram posteriormente lavadas e examinadas.

Os dados coletados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$, para a execução da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da Tabela 1, verificou-se que ocorreram diferenças significativas para material e concentração, não havendo interação entre eles. O teste das médias revelou que o material juvenil foi o que apresentou melhores resultados, com enraizamento de 65,64%. O material adulto

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

apresentou somente 14,69%. Conforme pode ser observado através da Tabela 2, ocorreram diferenças por influência de materiais dentro dos tratamentos controle e das três concentrações utilizadas.

Tabela 1 - Análise da variância do enraizamento das estacas de ramos herbáceos de pitangueira, materiais juvenil e adulto com diferentes concentrações de AIB. Piracicaba-SP.

| CAUSAS DA VARIAÇÃO | G.L. | Q.M. |
|--------------------|--------|---------------------------|
| Blocos | 3 | 0,0798842 |
| Material | 1 | 12,5966092** |
| Concentração | 3 | 0,6280905* |
| Mat. x Conc. | 3 | 0,1734933 ^{n.s.} |
| Resíduo | 21 | 0,1350907 |
| TOTAL | 31 | |
| C.V. (%) | 18,102 | |

* significativo ao nível de 1% de probabilidade

** significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{n.s.} não significativo

Tabela 2 - Médias de enraizamento de estacas de ramos herbáceos de pitangueira, de materiais juvenil e adulto, com diferentes concentrações de AIB. Piracicaba-SP.

| CONCENTRAÇÃO DE AIB (ppm) | MATERIAL | MÉDIAS ORIGINAIS | MÉDIAS TRANSFORMADAS |
|---------------------------|----------|------------------|----------------------|
| Controle (água destilada) | Juvenil | 6,889836 a | 2,718425 |
| | Adulto | 0,613076 b | 1,055024 |
| 1000 | Juvenil | 6,635040 a | 2,671149 |
| | Adulto | 1,484091 b | 1,408578 |
| 2000 | Juvenil | 4,923143 a | 2,328764 |
| | Adulto | 1,000000 b | 1,224745 |
| 4000 | Juvenil | 7,985236 a | 2,912943 |
| | Adulto | 3,200438 a | 1,923652 |

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Estes resultados evidenciaram uma redução na capacidade de enraizamento das estacas com o aumento da idade das plantas,

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

concordando com a afirmativa de KRAMMER & KOZLOWSKI (1979) de que o decréscimo no enraizamento de estacas de algumas espécies deve-se, possivelmente, ao aumento do nível de inibidores endógenos, concomitantemente com o envelhecimento das plantas.

Estas observações estão de acordo com as afirmações de SAX (1962), DOOREMBOS (1965), ZIMMERMANN (1972), BIDWELL (1974), HARTMANN et al. (1990) e SALISBURY & ROSS (1992), de que, de maneira geral, tanto as estacas de ramos, como as de raízes tomadas de “plantas jovens” (em sua fase juvenil de crescimento), enraizam com maior facilidade que aquelas tomadas de plantas mais velhas em fase de crescimento adulto.

Vários autores, entre eles SMITH et al. (1974), trabalhando com estacas de macieira, HALLIWELL & LARKBEY (1974) com estacas de cipreste, NASR & ABDEL-HAMID (1972) com estacas de citros e KADMAN (1977) com estacas de abacateiro, WIEBEL et al. (1990) com estacas de mangueira e SOUZA et al. (1992), com estacas de cajueiro anão, sempre obtiveram melhores porcentagens de enraizamento, quando trabalharam com material juvenil.

De acordo com Girouard (1969) citado por HARTMANN et al. (1990), a redução na capacidade de enraizamento com aumento da idade da planta, possivelmente pode ser resultante da redução no nível de compostos fenólicos. Fenóis são postulados como cofatores da auxina ou sinérgicos para o início do enraizamento. Em certas plantas uma menor quantidade de fenólicos foi encontrada em plantas adultas do que em plantas juvenis.

O desdobramento da análise mostrou que houve relação linear entre o número de estacas enraizadas e concentrações de AIB, somente para o material adulto.

Observa-se na Figura 1, que houve aumento do número de estacas de material adulto enraizadas, com o aumento das concentrações de AIB.

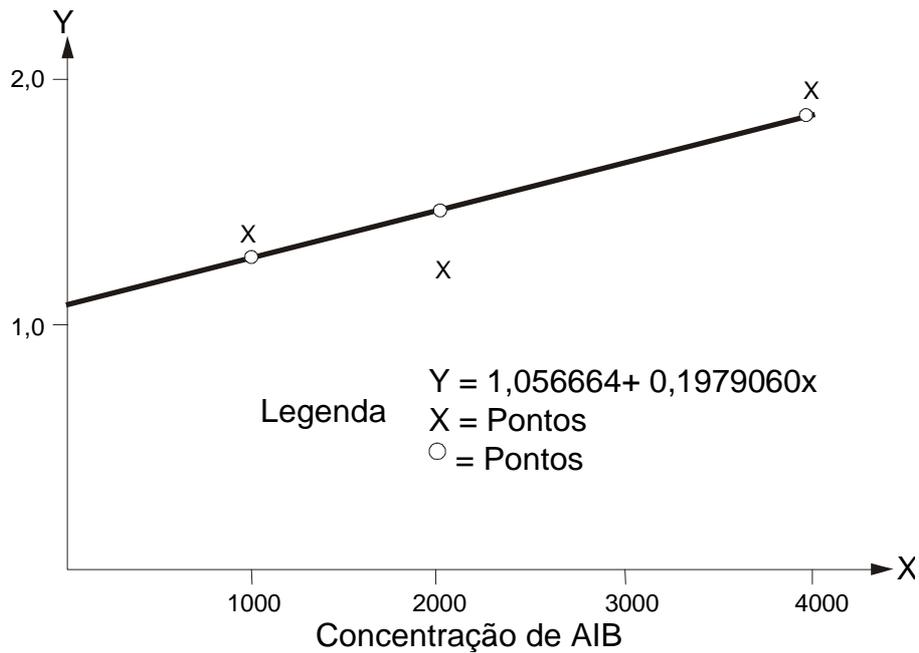


Figura 1. Efeito de ácido indol-butírico no número de estacas enraizadas de pitangueira de material adulto. Piracicaba-SP.

A equação de regressão que melhor se ajustou para essa relação foi: $y = 1,056664 + 0,1979060x$, cuja apresentação gráfica se encontra na Figura 1.

Verificou-se que o enraizamento das estacas de material juvenil não foi afetado pelo emprego das diferentes concentrações de AIB, embora as estacas de material juvenil tenham apresentado melhores resultados, como pode ser visto pela Tabela 2.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por PORLINGS & THERIOS (1976), que trabalhando com estacas de oliveira, materiais juvenil e adulto, observaram que as estacas obtidas de material juvenil, apesar de mostrarem maior porcentagem de enraizamento, este parâmetro não foi influenciado pela aplicação de AIB, aumentando somente o número de raízes por estacas. Porém, em estacas adultas, o AIB respondeu com aumento na porcentagem de enraizamento e no número de raízes por estacas.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidas o experimento, os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- a) verificou-se que a pitangueira mostrou possibilidade de propagação através de estacas herbáceas
- b) o material juvenil apresentou maior porcentagem de estacas enraizadas (65,64%) que o material adulto (14,69%)
- c) para o material adulto, houve aumento na porcentagem de enraizamento das estacas, com o aumento na concentração de AIB
- d) para o material juvenil não houve influência da concentração do AIB na porcentagem de enraizamento das estacas

BOLIANI, A.C., SAMPAIO, V.R. Effects of juvenility and rates of indolebutyric acid on softwood rooting of Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.). **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

SUMMARY: This research was carried out in Piracicaba, ESALQ, University of São Paulo, in greenhouse condition. The objectives were the investigation of the effects of juvenility and rates of indolebutyric acid (IBA) on softwood rooting of herbaceous cuttings of Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.). The experiment was established as randomized blocks design. It included 8 treatments (juvenile and adult material combined with application of IBA at 0, 1000, 2000 and 4000 ppm) replicated 4 times. Each plot was constituted by 10 stem cuttings. It was observed that Surinam cherry can be propagated by stem cuttings. Juvenile material exhibited greater percentage of rooting (65,64%) than adult one (14,69%). The higher was the rates of IBA the greater was the take root percentage of adult material's stakes the increments of IBA concentration did not affect the rooting of juvenile material.

Key words: Surinam cherry, *Eugenia uniflora*, stem cutting, juvenility, IBA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, W., WESTWOOD, M.N. Juvenility as related to chemical content and rooting of stem cuttings of *Pyrus* species. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science*, St. Joseph, v.93, n.1, p.77-82, 1968.

BEAKBANE, A.B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, London, v.192, n.9, p.954-5, 1961.

BHANDARY, K.R., MUKHERJEE, S.K. Relation between invigoration and rooting of guava (*Psidium guajava* L.) stem cuttings. *Current Science*, Bangalore, v.38, n.8, p.197-8, 1969.

BIDWELL, R.C.S. *Plant physiology*. New York: MacMillan, 1974. 473p.

CARVALHO, P.R., ALMEIDA, F.F.G., ALMEIDA, F.C.G. Estaquia de rebrotos de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 10, 1990, Fortaleza. *Resumos...* Fortaleza: UFC/CNPq, 1990. p.147.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

- CORRÊA, M.P., BUENO, D.M., ROSSETI, A.G. *Enraizamento de estacas de cajueiro sob condições de irrigação por nebulização intermitente*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPq, 1991. 3p. (Pesquisa em andamento, 1).
- DOOREMBOS, J. Juvenile and adult phases in woody plants. *Encyclopedia of Plant Physiology*, Lancaster, v.15, n.1, p.1222-35, 1965.
- HALLIWELL, B., LARKBEY, F. Propagation of golden forms of *Cupressus macrocarpa*. *Plant Propagators*, Kew, U.K., v.20, n.1, p.12-13, 1974. Apud: *Horticultural Abstract*, v.44, n.12, p.882, 1974.
- HANSEN, G.I., HARTMANN, H.T. *Propagation of temperature zone fruits plant*. Califórnia, 1966. 50p.
- HARTMANN, H.T., FLOCKER, W.J., KOFRAWEK, A.M. *Plant science growth, development and utilization of cultivate plants*. New Jersey: Prentice-Hall, 1981. 676p.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR., F.T. *Plant propagation*. 5.ed. New York: Prentice-Hall, 1990. 647p.
- KADMAN, A. Effect of the age of juvenile stage avocado seedlings on the rooting capacity of their cuttings. *California Avocado Society Yearbook*, California, v.58, p.58-60. Apud: *Horticultural Abstract*, v.47, n.9, p.737, 1977.
- KRAMMER, P.J., KOZLOWSKI, T.T. Reproductive growth. In: *PHYSIOLOGY of wood plants*. Orlando: Academic Press, 1979. cap. 4, p.113-62
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

- NASR, T.A., ABDEL-HAMID, A. Regeneration of juvenile and mature stem cuttings of sour orange and cleopata mandarin. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, Alexandria, v.19, n.2, p.331-41. Apud: *Horticultural Abstract*, v.44, n.1, p.60, 1972.
- PORLINGS, I.C., THERIOS, J. Rooting response of juvenile and adult leafy olive cuttings to various factors. *Journal of Horticultural Science*, London, v.51, n.1, p.31-9, 1976.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. *Plant physiology*. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.
- SAX, K. The control of vegetative growth and the induction of early fruiting in apple tree. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Michigan, v.62, n.4, p.684-7, 1962.
- SMITH, I.E., WOLSTENHOLME, B.N., ALLAN, P. Rooting and stablish of Pecan (*Carya illinoensis* (Wang) Kock) stem cuttings. *Agroplanta*, Pretoria, v.6, n.2, p.21-8, 1974.
- SOUZA, S. Enraizamento de estacas de caule juvenil do cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.). *Revista Brasileira de Frutic.*, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.59-65, 1992.
- STEPANOV, S., KUZIK, E.N. The rooting capacity of apple layers in relation to their ontogenic state Del'shozyan. *Trenaya Biologiya*, Michivinsk, v.8, n.6, p.928-30, 1973. Apud: *Horticultural Abstract*, v.44, n.8, p.471, 1974.
- TARASENKO, M.T., AGAFANOVA, M.A. VSEVICH, T.E. The effect of juvenility on regeneration processes during vegetative of sour cherry and plum. *Tmiryazevs - Kaya sel'shohoryzarstennoi Akademi*. URSS, v.6, p.111-23. Apud: *Horticultural Abstract*. v.44, n.10, p.118, 1974.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.53-64, 1995.

WAREING, P.F. *Plant growth substances*. New York: Academic Press, 1982. 683p.

WIEBEL, J., KUEPPER, W., LUEDDERS, P. Influence of the nutritional status of the stock plant on rooting of mango cuttings (*Mangifera indica* L.). *Gartenbauwissenschaft*, v.55, n.5, p.213-6, 1990.

ZIMMERMANN, R.H. Juvenility and flowering in woody plants. *Hort. Science*, St. Joseph, v.7, n.5, p.447-55, 1972.

NÍVEIS CRÍTICOS DE FÓSFORO EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO SOB CERRADO PARA A SOJA¹

ARAÚJO, Nelson de²
FERNANDES, Francisco Maximino³
BUZETTI, Salatiér³
VALÉRIO FILHO, Walter Veriano⁴

RESUMO: Realizou-se em condições de campo um experimento num latossolo vermelho-escuro, álico, com soja (cultivar UFV1) utilizando 5 doses de fósforo (0, 145, 290, 435 e 580 kg P₂O₅/ha) aplicadas à lanço. As doses de fósforo tiveram efeito significativo na produção de grãos de soja e nos teores de P extraído do solo. Os níveis críticos de fósforo no solo para os extratores Mehlich, Bray - 1 e Olsen foram 15; 29 e 6 mg. dm⁻³ respectivamente. A dose de 290 Kg/ha de P₂O₅, aplicada no primeiro cultivo da soja, foi suficiente para aumentar o rendimento de grãos e os teores de fósforo extraídos do solo do segundo cultivo.

Termos para Indexação: Latossolo vermelho-escuro, adubação fosfatada, extratores, fósforo, níveis críticos.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos nutrientes que mais tem limitado a produção de soja, em solos da região dos cerrados, visto que a disponibilidade deste elemento em condições naturais é muito baixa (SOUZA, 1993). Portanto é im-prescindível a prática da adubação fosfatada para obtenção de produções satisfatórias da cultura da soja, conforme relatado por NOGUEIRA & MO-ZETO (1990), quando trabalharam com solos sob vegetação de cerrado.

¹Parte da tese de livre-docência do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

²Departamento de Física e Química - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - 15385-000 - Ilha Solteira-SP.

³Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

⁴Departamento de Matemática - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

O princípio do uso de extratores químicos para recuperar o fósforo disponível do solo, está baseado no fato de que o solo em contato com as soluções extratoras cede a esta uma parte (P-lábil) da reserva total de nutriente, esperando que elas tenham o mesmo poder de extração que as raízes (CABALA ROSAND & SANTANA, 1972). A esse respeito KAMPRATH & WATSON (1980), afirmaram que no final do século foram feitas tentativas de imitar a absorção de fósforo pela planta, idealizando uma solução extratora com pH similar à seiva radicular. A partir de então um grande número de extratores foram criados.

De acordo com ARAUJO (1984), o teor de fósforo é determinado por vários métodos, porém a extração através de solução de caráter ácido ou alcalino tem sido a metodologia preferencial da maioria dos pesquisadores. Por outro lado, CATANI & GARGANTINI (1954), WILLIAMS & SAUNDERS (1956), STELLY & RICAUD (1960), BALERDI et al. (1968), CATANI & NAKAMURA (1971), FERREIRA et al. (1977) e outros, preconizam que numa extração química, a quantidade de fósforo extraída varia, entre outros fatores, com o tipo de solução extratora, concentração da solução, relação solo: solução extratora e tempo de contato entre ambos, os quais indicarão a viabilidade de cada extrator empregado. Conforme revisão de RAIJ (1978), os extratores Mehlich Olsen e Bray são amplamente usados, sendo que o de Mehlich que tem o mesmo comportamento que o do IAC (FERREIRA et al., 1977) é o mais utilizado na região dos cerrados e em solos ácidos (SOUZA et al., 1993). SFREDO et al. (1979), verificaram que o fósforo disponível pelo Mehlich, aumentava proporcionalmente com as doses de fosfato aplicadas, ocasionando também aumentos sucessivos na produção da soja, proporcionando boas correlações. Da mesma forma, trabalhando com solos de cerrado e a soja como planta teste, ARAUJO (1989) obteve resultados semelhantes extraindo o fósforo com o IAC. CAJUSTE & KUSSOW (1974) observaram em solos ácidos do Rio Grande do Sul a grande performance dos extratores Mehlich, Bray e Olsen, usando painço como planta-teste. BRAGA & DEFELIPO (1972) trabalhando com solos sob vegetação de cerrado de Minas Gerais, e o painço como planta-teste obtiveram resultados semelhantes. Da mesma forma, estes extratores

também proporcionaram boas respostas em trabalhos desenvolvidos por THOMSON & PRATT (1954), FONSECA (1968), PEREIRA & FARIA (1977) e REZENDE (1977),.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os níveis críticos de fósforo num solo sob vegetação de cerrado, para a cultura da soja, pelos extratores Mehlich, Bray - 1 e Olsen.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido num latossolo vermelho-escuro, álico, textura média argilosa anteriormente sob vegetação de cerrado. No início, a análise do solo (0-20cm de profundidade) indicou: pH em água = 5,0; M.O. = 20g.dm⁻³; Al = 10mmol_c.dm⁻³; P(extrator IAC) = 1 mg.dm⁻³; K = 0,7mmol_c.dm⁻³; Ca+Mg = 8mmol_c.dm⁻³; argila = 470g.Kg⁻¹; areia fina = 310g.Kg⁻¹ e areia grossa = 170g.Kg⁻¹. O procedimento analítico foi desenvolvido conforme RAIJ & ZULLO (1977) e VETTORI (1969).

Foram realizados dois cultivos com a cultura da soja, sendo que o primeiro foi seriamente prejudicado por falta de chuvas, comprometendo os resultados. Portanto só foram considerados os resultados obtidos no segundo cultivo.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados constando de cinco doses de fósforo: 0, 145, 290, 435 e 580kg P₂O₅/ha (superfosfato triplo) e 4 repetições. A área total de cada parcela foi de 10 x 20m (200m²) e a área útil de 8 x 18m (144m²).

Com base na análise de alumínio, foi feita calagem com o objetivo de neutralizar esse elemento, aplicando-se 2 toneladas/ha de calcário dolomítico, com 26,57% de CaO e 16,88% de MgO (PRNT = 61,3%), sendo metade distribuída antes da aração e a outra metade após, incorporada através de grade.

Com relação à adubação complementar foram conjuntamente aplicados 290kg/ha de cloreto de potássio; 472kg/ha de gesso; 10kg/ha de bórax; 46,8kg/ha de sulfato de zinco; 6,6kg/ha de sulfato de cobre e 1,2kg/ha de molibdato de sódio. A quantidade de potássio aplicada foi calculada com base na análise de solo, para elevar o teor de K trocável a nível

alto (RAIJ, 1975), tomando-se como nível alto o extremo inferior da referida classe. Os demais elementos (S, B, Zn, Cu e Mo) foram aplicados com o objetivo de atender as necessidades da cultura da soja. No segundo cultivo foram aplicados 40kg K₂O/ha na forma de cloreto de potássio (MAS-CARENHAS et al., 1977) e micronutrientes FTE Br-8, na quantidade de 50 kg/ha, conforme recomendação técnica para a cultura da soja. O fósforo na forma de superfosfato triplo, juntamente com a adubação complementar, foram aplicadas a lanço em área total, 55 dias após a aplicação do calcário.

A semeadura da soja no primeiro cultivo foi realizada 27 dias após a adubação fosfatada e a do segundo cultivo 391 dias. Utilizou-se a cv. UFV-1, cuja semente foi previamente inoculada com *Badyrhizobium japonicum*.

Assim que a soja atingiu a maturação foi feita a colheita correspondente à área útil. Os grãos, quando necessário, sofreram secagem ao sol e posteriormente foram pesados.

Aos 30 dias após a semeadura, procedeu-se à amostragem de solo de todas as parcelas, sendo cada amostra composta formada pela mistura de 15 sub-amostras ao acaso, coletadas na profundidade de 0-20cm. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e depois passadas em peneira de malha 2 mm. Para a determinação do P usaram-se: solução de Mehlich (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N) (VETTORI, 1969); solução de Bray - 1 (NH₄F 0,03N + HCl 0,025N) (JACKSON, 1976), ambas na relação solo: solução de 1 : 10 com cinco minutos de agitação e solução de Olsen (NaHCO₃ 0,5M a pH 8,5) (JACKSON, 1976) na relação solo: solução de 1 : 20 com vinte minutos de agitação. A determinação de P nos extratos obtidos pelos três métodos foi feita no espectrofotômetro UV-200 Shimadzu, a 72 nm, conforme método desenvolvido por ARAUJO (1984), usando como reagente o molibdato de o-dianisidina que foi devidamente sintetizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística mostrou que as doses de fósforo aplicadas tive-ram efeito significativo sobre os parâmetros medidos, ou seja, teores de fósforo no solo pelos extratores Mehlich, Bray - 1 e Olsen e rendimento de grãos (Quadro 1).

Quadro 1. Rendimentos médios de grãos de soja (cultivar UFV-1) e teores médios de fósforo extraídos do solo por três extratores, num latossolo vermelho-escuro, álico, sob cerrado, em função de doses de fósforo aplicadas.

| P Aplicado (Kg P ₂ O ₅ /ha) | Rendimento Médio de Grãos | Teor Médio de P no Solo | | |
|--|------------------------------|-------------------------|---------------------|-------|
| | | Mehlich | Bray -1 | Olsen |
| | Kg/ha | ----- | mg.dm ⁻³ | ----- |
| 0 | 716 B ¹ | 3 E | 3 E | 2 D |
| 145 | 1237 B | 10 D | 21 D | 4 D |
| 290 | 1825 A | 17 C | 32 C | 7 C |
| 435 | 1919 A | 20 B | 39 B | 10 B |
| 580 | 2131 A | 35 A | 74 A | 17 A |
| Média | 1566 | 17 | 34 | 8 |
| CV (%) | 16,64 | | 9,82 | |
| DMS | 587,38 | | 2,63 | |

¹⁾ Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação ao rendimento de grãos, os tratamentos que receberam fósforo diferiram significativamente da testemunha, mas não entre si, exceto a menor dose. A média dos tratamentos que não diferiram foi de 1958 kg/ha de grãos ou seja, 1242 kg/ha e 721 kg/ha a mais do que a testemunha e a menor dose respectivamente. Portanto a segunda dose (290 kg/ha), aplicada no primeiro cultivo da soja, foi suficiente para obtenção de bom rendimento. Este aspecto evidencia a resposta positiva à fosfatagem, dentro de certos níveis, ou seja, o aumento das doses de fósforo ocasiona aumentos sucessivos na produção de soja, concordando com trabalhos desenvolvidos por BRAGA & DEFELIPO (1972), BAHIA FILHO (1974). e SFREDO et al. (1979).

Quanto aos teores de fósforo extraídos do solo, observa-se que a medida que a dose de fósforo aumentou, eles também aumentaram (Quadro 1). Foram obtidas altas correlações (r) entre os extratores e respectivas capacidades de extrair P, a saber: 0,987** entre Mehlich e Bray - 1; 0,989** entre Mehlich e Olsen e 0,988** entre Bray - 1 e Olsen. Tais extratores também explicaram adequadamente a produção de soja, apresentando alto grau de significância, quando comparado com esta variável (Mehlich $r = 0,805^{**}$; Bray - 1 $r = 0,779^{**}$ e Olsen $r = 0,787^{**}$). Isso indica que os extratores usados são adequados para avaliar a disponibilidade de fósforo para soja neste tipo de solo. A média de extração pelo Bray - 1 foi duas vezes e quatro vezes maior que pelo Mehlich e Olsen respectivamente. A maior capacidade extratora do Bray-1 pode ser creditada à sua composição química, à base de ácido forte diluído e íon fluoreto, que atua na complexação de Al e Fe, além de reagir com Ca, formando compostos insolúveis, liberando, nas duas situações, maior quantidade de fósforo para a solução. Além disso, o meio ácido dissolve as formas mais ativas do P ligado ao cálcio, contribuindo para aumentar o poder de extração do Bray - 1. Resultados semelhantes foram encontrados por BRAGA et al. (1976) e MUNIZ et al. (1987), atestando a grande capacidade do Bray -1 de extrair P. Por outro lado, a escolha definitiva de qualquer um deles só será possível após estudos de calibração numa faixa ampla de solos sob vegetação de cerrado.

Os níveis críticos determinados pelos critérios de CATE JR & NELSON (1965) e do rendimento relativo conforme MIRANDA (1982), foram semelhantes apresentando teores de 15; 29 e 6 mg.dm^{-3} de P, respectivamente para Mehlich, Bray - 1 e Olsen. (Figuras 1, 2 e 3).

Através dos critérios utilizados, verifica-se que acima do nível crítico é baixa a probabilidade de respostas da cultura à adubação fosfatada, correspondendo a 80% do rendimento máximo. Portanto, os níveis críticos obtidos, conduzem a uma produção de 1705 kg/ha de soja, estando diretamente relacionado à necessidade da aplicação da segunda dose de fósforo (290 kg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$), sendo suficiente para corrigir a deficiência desse elemento e proporcionar bom rendimento de grãos de soja.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

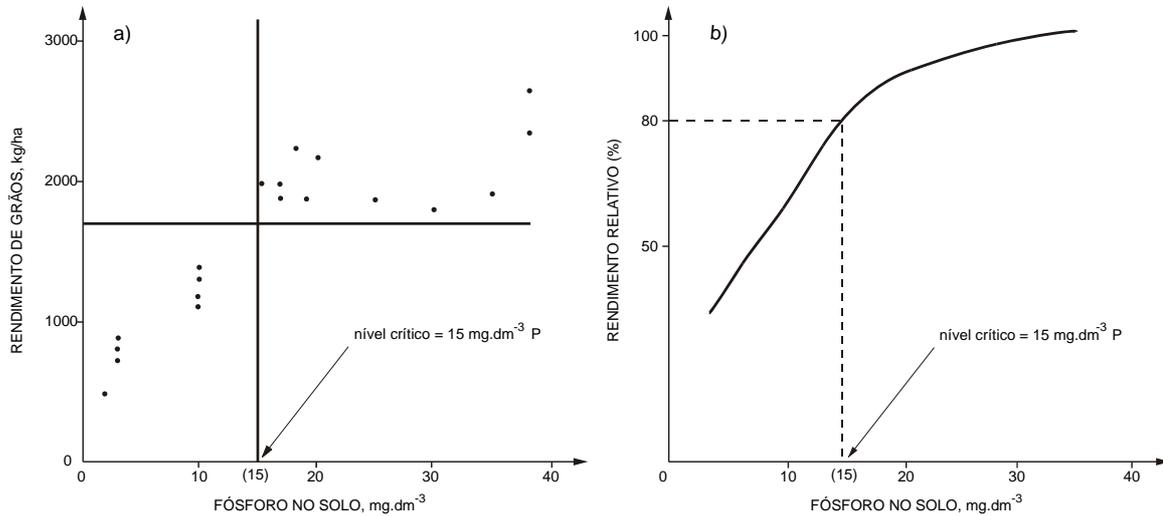


Figura 1. Relação entre rendimento (a) e rendimento relativo (b) de grãos de soja (cv.UFV-1) e fósforo extraído pelo extrator Mehlich.

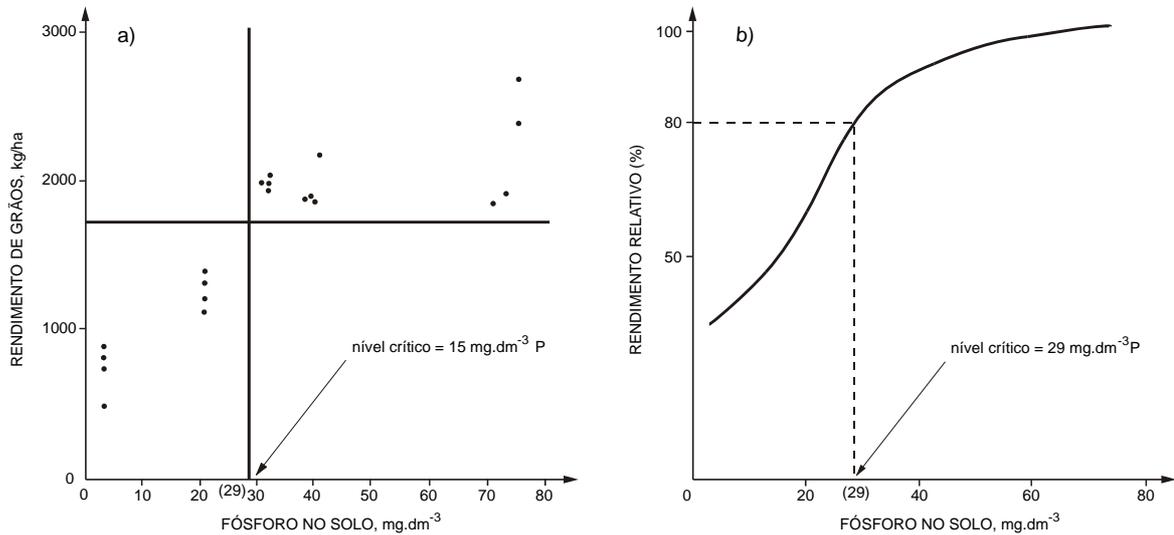


Figura 2. Relação entre rendimento (a) e rendimento relativo (b) de grãos de soja (cv.UFV-1) e fósforo extraído pelo extrator Bray-1.

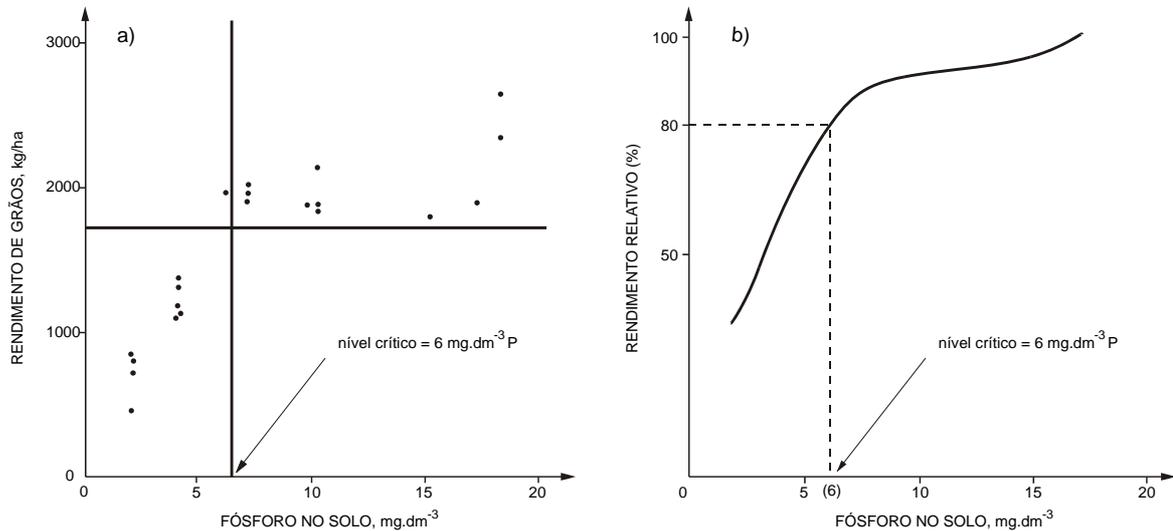


Figura 3. Relação entre rendimento (a) e rendimento relativo (b) de grãos de soja (cv.UFV-1) e fósforo extraído pelo extrator Olsen.

CONCLUSÕES

- 1 - A dose de 290 kg P₂O₅, aplicada no primeiro cultivo da soja, foi suficiente para aumentar o rendimento de grãos e os teores de fósforo extraídos do solo do segundo cultivo.
- 2 - Os níveis críticos de fósforo do solo, em amostragens realizadas aos 30 dias após a semeadura da soja foram: 15; 29 e 6 mg.dm⁻³ quando avaliados respectivamente, através de extração com Mehlich, Bray - 1 e Olsen

ARAÚJO, N. de ; FERNANDES, F.M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V. Critical levels of phosphorus in dark-red latosol under cerrado for soybean. **Cultura Agronômica**, São Paulo, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

SUMMARY: An experiment under field conditions was carried out on a dark-red, alic, latosol with soybean (UFV1 variety) using 5 dosis of phosphorus (0, 145, 290, 435 and 580 Kg P₂O₅/ha) on broadcasting applicattion. The dosis of phosphorus had significant effect on the productivity of soybean grains and on the amount of P extracted from the soil. The critical levels of phosphorus in the soil for Mehlich, Bray-1 and Olsen extractors were 15; 29 and 6 mg.dm⁻³, respectively. The dose of 290 Kg/ha of P₂O₅ applied on the first soybean crop was significant to increase grain productivity and the amount phosphorus extracted after the second crop.

Key-Words: Dark-red latosol; phosphatic fertilization; extractant solutions; phosphorus; critical levels.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, N. *Evolução de formas de fósforo em solo sob vegetação de cerrado e emprego do reagente molibdato de o-dianisidina na sua determinação espectrofotométrica*. Rio de Janeiro, 1984. 147p. Tese (Doutorado em Química) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

- ARAÚJO, N. Emprego do reagente molibdato de o-dianisidina na determinação do fósforo solúvel no extrator H_2SO_4 0,05N (P-disponível um solo sob vegetação de cerrado). *Eclética Química*, São Paulo, v.14, p.94-100, 1989.
- BAHIA FILHO, A.F.C. *Índices de disponibilidade em latossolos do planalto central com diferentes características texturais e mineralógicas*. Viçosa, 1982. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- BALERDI, F., MULLER, L., FASSBENDER, H.W. Estudio del fósforo em suelos da América Central. III, comparación de cinco métodos químicos de análises de fósforo disponible. *Turrialba*, San Jose, v.18, p.348-60, 1968.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Relações entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material vegetal em solos sob a vegetação de cerrado. I. Trabalhos de laboratório. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.19, n.102, p.124-36, 1972.
- BRAGA, J.M., et al. Calibração de análises químicas do solo e caracterização da curva de resposta da soja para calcário e fósforo. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6, 1976, Brasília. *Anais...* Brasília: 1976. 16p.
- CABALA, R.P., SANTANA, M.B.M. Comparação de extratores químicos de fósforo em solos do sul da Bahia. *Turrialba*, San Jose, v.22, p.19-26, 1972.
- CAJUSTE, L.J., KUSSOW, W.R. Use and limitations of the north Carolina method to predict available phosphorus in some oxisols. *Trop. Agric. Surrey*, v.51, n.2, p.246-52, 1976.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

- CATANI, R.A., GARGANTINI, H. Extração do fósforo do solo pelo método Neubauer e por métodos químicos. *Bragantia*, Campinas, v.13, p.55-61, 1954.
- CATANI, R. A., NAKAMURA, P.N. Extração do fósforo nativo e do adicionado do solo com várias soluções. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"*, Piracicaba, v.28, p.297-312, 1971.
- CATE JR, R.B., NELSON, L.A. *A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data*. North Carolina Agric. Exp. Sta., 1965. 13p. (International Soil Testing Series, Tech Bull., 1)
- FERREIRA, M.E., MELLO, F.A.F., BRASIL SOBR., M.O.C. Comparação entre três técnicas de extração de P solúvel do solo. *Científica*, Jaboticabal, v.5, n.3, p.244-9, 1977.
- FONSECA, R. et al. Correlações dos teores de fósforo nos solos com resposta de micro-parcelas de milho, na zona cacauzeira da Bahia. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.3, p.235-42, 1968.
- JACKSON, M. L. *Analisis químico de suelos*. 3ed. Trad. J.B. Martinez. Barcelona: Omega, 1976. 662p.
- KAMPRATH, E. J., WATSON, M. E. Conventional soils and time tests for assessing the phosphorus status of soils. In: KHASAWNEH, F. E., et al. (eds.) *The role of phosphorus in agriculture*. Madison, 1980. p.433-69.
- MASCARENHAS, H.A.A., et al. Calagem e adubação da soja. In: A SOJA no Brasil Central. Campinas: Fundação Cargill, 1977. p.84-138.
- MIRANDA, L. N. *Métodos de avaliação da fertilidade do solo*. Planaltina: EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos cerrados, 1982. 13p. (Circular Técnica, nº10).
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

- MUNIZ, A.S. et al. Disponibilidade de fósforo e recomendação de adubação avaliadas por meio de extratores químicos e de crescimento da soja em amostras de solo com diferentes valores do fator capacidade. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.34, p.125-51, 1987.
- NOGUEIRA, A.R.A., MOZETO, A.A. Interações químicas do sulfato e carbonato de cálcio em seis solos paulistas sob vegetação de cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.14, p.1-6, 1990.
- PEREIRA, J.R., FARIA, C.M.B. Avaliação da disponibilidade de fósforo em vertissol do médio São Francisco por diversos métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 16, 1977, São Luiz. *Anais...* São Luiz: SBCS, 1977. p.15.
- RAIJ, B. van. *Interpretação da análise de terra*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 8p. (mimeografado).
- RAIJ, B. van. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.2, n.1, p.1-3, 1978.
- RAIJ, B. van, ZULLO, M.A.T. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1977. 161p. (Circular, 63)
- REZENDE, T.R.C. Estudo do fósforo em alguns solos do Estado da Bahia (fracionamento e teor total de P, relação C/N e comparação de métodos químicos para P assimilável). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 16, 1977, São Luiz. *Anais...* São Luiz: SBCS, 1977. p.11.
- SFREDO, G.J. et al. Comparação de cinco extratores de fósforo do solo, considerando-se o tempo de incorporação de três adubos fosfatados. *R. Bra. Ci. Solo*, Campinas, v.3, n.2, p.111-5, 1979.
- Cultura Agrônoma**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.65-78, 1995.

- SOUZA, P.M.G., LOBATO, E., MIRANDA, L.N. Correção do solo e adubação da cultura da soja. In: ARANTES, N.E. & SOUZA, P.I.M. (eds). CULTURA da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.137-58.
- STELLY, M., RICAUD, R. Chemical extractants as a diagnostic aid in determining levels of “available” soil phosphorus. In: CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 7, 1960, Madison. p.60-71.
- THOMPSON, L.F., PRATT, P.F. Solubility of phosphorus in chemical extractants as indexes to available phosphorus in ohio soil. *Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, v.18, p.467-70, 1954.
- VETTORI, L. *Métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico,7).
- WILLIAMS, E.G., SAUNDERS, M.S. Significance of particle-size, fractions in readily soluble phosphorus extractions by acetic, troug and lactate methods. *J. Soil Sci.*, Oxford, v.7, p.189-292, 1956.

ESTUDO DA PROJEÇÃO DE AUTO-SUFICIÊNCIA EM UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE CANA

SOUZA, Luiz Gonzaga¹

DINIZ JÚNIOR, Luiz Gonzaga²

FACCENDA, Odival³

RESUMO: O presente trabalho de pesquisa tem por objetivo estudar alguns aspectos do sistema de cogeração em uma usina de açúcar localizada no Vale do Paranapanema, Estado de São Paulo, o que permitiu um diagnóstico da situação energética da indústria, através da análise de alguns parâmetros observados. Para tanto, dados de cana moída, açúcar e álcool produzidos, horas de moagem, bagaço % cana, energia elétrica adquirida da concessionária e energia elétrica da geração própria, de quatro safras (1990/91, 1991/92, 1992/93 e 1993/94) foram coletados para análise, permitindo calcular os valores do consumo específico e energia elétrica produzida por tonelada de cana. Os resultados obtidos permitiram concluir que provavelmente no presente ano (1996) a indústria atingirá a auto-suficiência em energia elétrica. Observa-se que a energia elétrica produzida por tonelada de cana, assim como o consumo específico apresentam um aumento no período, de forma quadrática com taxas anuais crescentes. Verifica-se também que há uma tendência de queda na produção de álcool e aumento na produção de açúcar, provavelmente devido a um aumento nos preços internacionais do açúcar.

Termos para indexação: cogeração, usina de açúcar, auto-suficiência.

INTRODUÇÃO

Estudos recentes revelam que se o Brasil retomar o desenvolvimento econômico poderá faltar energia elétrica no país nos próximos anos com a necessidade de adoção de programas de

¹ Eng. Agr., Prof. Titular, Dep. de Tecnol. dos Produtos Agropecuários, FCA - UNESP, Cx.P. 237, CEP 18603-970. Botucatu, SP.

² Aluno do Curso de Pós-Graduação "Energia na Agricultura" - FCA - UNESP, Botucatu, SP.

³ Aluno do Curso de Pós-Graduação "Energia na Agricultura" - FCA - UNESP, Botucatu, SP.

acionamento, pois a rede hídrica apresenta projeção de exaustão no que diz respeito à geração de energia elétrica, segundo CONCEIÇÃO (1994), e o governo brasileiro não apresenta condições de atender sozinho a demanda por investimentos no setor.

Em face do problema, outras fontes alternativas de energia foram pesquisadas, destacando-se neste processo as indústrias de processamento de cana de açúcar que evoluíram de simples compradoras de energia elétrica à geradoras de sua própria energia em sistemas de cogeração.

É digno de nota o fato das usinas de açúcar e destilarias de álcool serem capazes de gerar energia elétrica, usando o bagaço como combustível, justamente no período de estiagem, quando as hidroelétricas diminuem sua capacidade de geração.

BALBO (1990) afirma que o investimento para produção de um kWh gerado a partir do bagaço de cana (US\$ 1.000), é de custo inferior ao da energia elétrica gerado pelas hidroelétricas (US\$ 2.000) e o da nuclear (US\$ 6.000), além de não necessitar investir em linhas de transmissão, pois a cana de açúcar está distribuída ao longo do consumo.

Segundo KINOSHITA (1992) a média mundial de conversão de cana em eletricidade gira ao redor de 20 kWh por tonelada de cana. No entanto, as usinas do Havaí geram atualmente, em média, ao redor de 60 kWh por tonelada de cana e, algumas usinas 100 kWh ou mais.

Enquanto o bagaço é largamente utilizado nas usinas de açúcar de todo o mundo para a cogeração de vapor e eletricidade, poucas usinas, segundo LARSON e WILLIAMS (1990) geram excesso de eletricidade para fornecer às concessionárias. Um sistema de cogeração típico produz cerca de 20 kWh por tonelada de cana moída (kWh/tc), suficientes para atender as necessidades da usina.

Segundo CAMPOS (1987) a modernização das usinas, com a instalação de caldeiras de alta pressão e melhorias no processo industrial, acabaria por abrir caminho para que a médio prazo a cogeração possa se expandir. Segundo o autor a cogeração permite obter, em usinas do Havaí uma geração de 78,6 kWh por tonelada de cana moída, considerando como potencial de geração de energia elétrica em sistemas de cogeração 70 kWh por tonelada de cana moída.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

Atualmente a média de geração de energia elétrica nas usinas de açúcar e álcool no Estado de São Paulo deve se situar entre 7 e 12 kWh por tonelada de cana moída, muito abaixo dos 70 kWh considerados como potencial.

PADOVANI NETO e MACEDO (1982) afirmam que o consumo específico de energia elétrica nas usinas e destilarias tem sido avaliado com a utilização de valores médios tradicionalmente aceitos, adotando-se freqüentemente 15 kWh/tc para usinas (ou usinas com destilarias anexas) e 12 kWh/tc para destilarias autônomas; todavia em muitos casos os consumos reais diferem bastante desses valores.

Em estudos realizados em diversas usinas do Estado de São Paulo, os autores constataram que o valor do consumo específico médio, na safra 1980/81, variou de 9,51 à 12,5 kWh/tc.

Segundo ZARPELON (1993) a produção de energia elétrica em usinas de açúcar para venda às concessionárias, não é algo recente. As usinas havaianas há mais de quatro décadas são produtoras de energia elétrica para as comunidades, e especialmente a partir dos anos 70, modificaram suas fábricas e passaram a fornecer grandes contingentes de energia o ano inteiro, mesmo no período de entressafra. Em 1986 as doze usinas havaianas forneceram 453 mil MWh (50% do total gerado nas usinas) para as concessionárias locais, correspondendo a 10% do total consumido no Estado do Havaí. Em 1986, as quinze usinas de açúcar da Ilha Mauritius supriram 115 mil MWh à rede pública, correspondendo a 26% da energia utilizada.

O objetivo do presente trabalho de pesquisa foi estudar alguns aspectos do sistema de cogeração de uma usina de açúcar localizada no Estado de São Paulo, durante quatro safras, o que permitiu um diagnóstico da situação energética atual da indústria, através da análise de alguns parâmetros observados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho de pesquisa foram utilizados dados de uma indústria de processamento de cana localizada no Vale do Paranapanema, Estado de São Paulo, tendo a pesquisa sido desenvolvida no Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agrônômicas do Campus da UNESP de Botucatu.

O material utilizado na presente pesquisa consta de dados coletados mensalmente na indústria e referem-se às safras 1990/91, 1991/92, 1992/93 e 1993/94.

Os parâmetros de desempenho envolvidos são: cana moída, açúcar e álcool produzidos, horas de moagem, bagaço % cana, energia elétrica adquirida da concessionária, energia elétrica da geração própria, consumo específico e energia elétrica produzida por tonelada de cana.

Para obtenção das equações de ajustamento foram utilizados dados totais de encerramento de safra para cana moída, açúcar e álcool produzidos, horas de moagem, energia elétrica adquirida e da geração própria. Os valores de bagaço % cana, consumo específico e energia elétrica produzida por tonelada de cana referem-se à médias de safra.

A usina em estudo possui sistema de cogeração, sendo a energia elétrica da geração própria produzida por um conjunto de cinco turbogeneradores perfazendo uma potência instalada de 12.400 kW.

Os dados anuais de cana moída, açúcar e álcool produzidos e energia elétrica adquirida bem como as médias de safra de consumo específico e energia elétrica produzida por tonelada de cana foram utilizados para a obtenção de equações de regressão linear e quadrática que permitiram explicar o comportamento desses parâmetros no quadriênio 90/93.

Os dados anuais de energia elétrica da geração própria permitiram através da análise de regressão a obtenção de equações de ajustamento com a finalidade de explicar o comportamento da cogeração nas safras e estabelecer uma projeção de auto-suficiência.

Os métodos estatísticos utilizados foram baseados em DRAPER e SMITH (1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

Os parâmetros de desempenho utilizados para a obtenção das equações de ajustamento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de desempenho observados na usina em estudo, no quadriênio 1990 - 93.

| Ano | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Cana Moída (t) | 2.078.516 | 2.348.673 | 2.479.673 | 2.630.334 |
| Prod. de Açúcar (t) | 51.000 | 85.500 | 85.250 | 121.595,2 |
| Prod. de Álcool (m ³) | 132.200 | 148.550 | 144.500 | 127.400 |
| Horas de Moagem | 3.526 | 4.137 | 4.103 | 4410 |
| Bagaço % Cana | 27,24 | 27,59 | 26,38 | 24,34 |
| Energia Elét. Adquirida (MWh) | 1.246,834 | 1.439,403 | 3.304,555 | 3.480,077 |
| Energia Elét. Produzida (MWh) | 18.754,4 | 22.108,2 | 25.740,32 | 33.158,18 |
| Consumo Específico (kWh/tc) | 9,663 | 9,865 | 11,857 | 13,569 |
| Energia Elét. Produzida (kWh/tc) | 9,268 | 9,455 | 10,645 | 12,869 |

As equações de ajustamento e respectivas estimativas para os parâmetros relacionados na Tabela 1 são apresentados nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

Tabela 2 - Equações de ajustamento e seus respectivos coeficientes de determinação, para os parâmetros apresentados na Tabela 1.

| Nº | Equação de Ajustamento | R ² |
|----|--|----------------|
| 1 | Cana Moída (t/ano) = 1788320+328015N-29874N ² | 0,9923 |
| 2 | Prod. de Açúcar (t/ano) = 32952,4+21153,55N | 0,8976 |
| 3 | Prod. de Álcool (m ³ /ano) = 100962+39967,5N-8362,5N ² | 0,9909 |
| 4 | Energia Elét. Adquirida (MWh/ano) = 226,497+856,488N | 0,8665 |
| 5 | Energia Elét. Prod. (MWh/ano) = 18309,5-395,717N+1016,01N ² | 0,9946 |
| 6 | Energia Elét. Prod. (MWh/ano) = 13229,4+4684,35N | 0,9585 |
| 7 | Consumo Específico (kWh/tc) = 9,6985-0,5165N+0,3775N ² | 0,9780 |
| 8 | Energia Elét. Produzida (kWh/tc) = 10,1073-1,34696N+0,50925N ² | 0,9999 |

Obs. N=1, corresponde ao ano de 1990;
 N=2, corresponde ao ano de 1991;
 N=3, corresponde ao ano de 1992;
 N=4, corresponde ao ano de 1993.

Tabela 3 - Energia elétrica produzida, geração máxima possível⁴ estimativa quadrática e linear da energia elétrica produzida em MWh/ano, na usina em estudo, no período indicado na Tabela.

| Ano | Energia elétrica produzida em mwh/ano | Geração máxima possível de energ. elétrica em mwh/ano | Estimativa quadrática da prod. de energ. elé. mwh/ano. Eq.(5) | Estimativa linear da prod. de ener. elé. mwh/ano. Eq.(6) |
|------|---------------------------------------|---|---|--|
| 1990 | 18.754,40 | 63.686,4 | 18.929,793 | 17.913,75 |
| 1991 | 22.108,20 | 63.686,4 | 21.582,106 | 22.598,10 |
| 1992 | 25.740,32 | 63.686,4 | 26.266,439 | 27.282,45 |
| 1993 | 33.158,18 | 63.686,4 | 32.982,792 | 31.966,80 |
| 1994 | | 63.686,4 | 41.731,165 | 36.651,15 |
| 1995 | | 63.686,4 | 52.511,558 | 41.335,50 |
| 1996 | | 63.686,4 | 65.323,971 | 46.019,85 |
| 1997 | | 63.686,4 | | 50.704,20 |
| 1998 | | 63.686,4 | | 55.388,55 |
| 1999 | | 63.686,4 | | 60.072,90 |
| 2000 | | 63.686,4 | | 64.757,25 |

Tabela 4 - Cana moída em tonelada, energia elétrica produzida em kWh, energia elétrica produzida em quilowatt hora por tonelada de cana processada e suas respectivas estimativas de ajustamento, no quadriênio 1990 – 93.

| Ano | Nº | Cana moída (t) | Estimativa cana moída (t) | Energia produzida (kwh) | Estimativa ener. elétr. prod. (kwh) | Energ. elétrica prod./tc | Estimativa energ. el. prod./tc |
|------|----|------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1990 | 1 | 2.078.516 | 2.086.461 | 18.754.400 | 18.965.793 | 9,268 | 9,26959 |
| 1991 | 2 | 2.348.673 | 2.324.854 | 22.108.200 | 21.654.106 | 9,455 | 9,45038 |
| 1992 | 3 | 2.479.673 | 2.503.499 | 25.740.320 | 26.374.439 | 10,645 | 10,64967 |
| 1993 | 4 | 2.630.334 | 2.622.396 | 33.158.180 | 33.126.792 | 12,869 | 12,86746 |

⁴Calculada com base no período de colheita da cana.

Tabela 5 - Consumo específico anual em kWh/tc e sua respectiva estimativa anual de ajustamento, no quadriênio 1990 – 93.

| Ano | Consumo específico (kwh/tc) | Estimativa do consumo específico (kwh/tc). Eq.(7) |
|------|-----------------------------|---|
| 1990 | 9,663 | 9,5595 |
| 1991 | 9,865 | 10,1755 |
| 1992 | 11,857 | 11,5465 |
| 1993 | 13,569 | 13,6725 |

Tabela 6 - Produção de açúcar e álcool e suas respectivas estimativas através das equações ajustadas, no quadriênio 1990 – 93.

| Ano | Nº | Produção de açúcar (t) | Estimativa da prod. de açúcar (t). Eq.(2) | Produção de álcool (m³) | Estimativa da produção de álcool (m³). Eq.(3) |
|------|----|------------------------|---|-------------------------|---|
| 1990 | 1 | 51.000,0 | 54.105,95 | 132.200 | 132.567 |
| 1991 | 2 | 85.500,0 | 75.259,50 | 148.550 | 147.447 |
| 1992 | 3 | 85.250,0 | 96.413,05 | 144.500 | 145.602 |
| 1993 | 4 | 121.595,2 | 117.566,60 | 127.400 | 127.032 |

Os parâmetros de desempenho analisados no quadriênio 1990-93 e cujos dados estão relacionados na Tabela 1, permitiram a obtenção das equações de ajustamento, apresentadas na Tabela 2, com a finalidade de explicar o comportamento desses parâmetros no decorrer das safras e estabelecer uma projeção de auto-suficiência em energia elétrica para a indústria.

Constata-se pela Figura 1, que o melhor ajuste na quantidade de energia elétrica produzida pela geração própria, no quadriênio 1990 – 93, é o ajustamento quadrático, entretanto, para previsões futuras parece mais difícil persistir um aumento quadrático, acreditando-se que o ajustamento linear seja mais adequado, pois a taxa de crescimento depende da melhora da eficiência do sistema de cogeração como um todo e não simplesmente em função do aumento da potência instalada (capacidade de geração).

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

Sendo assim, esta tendência quadrática deverá passar por um ponto de inflexão e inverter a tendência de crescimento à taxas maiores, para um crescimento à taxas menores, até atingir uma estabilização.

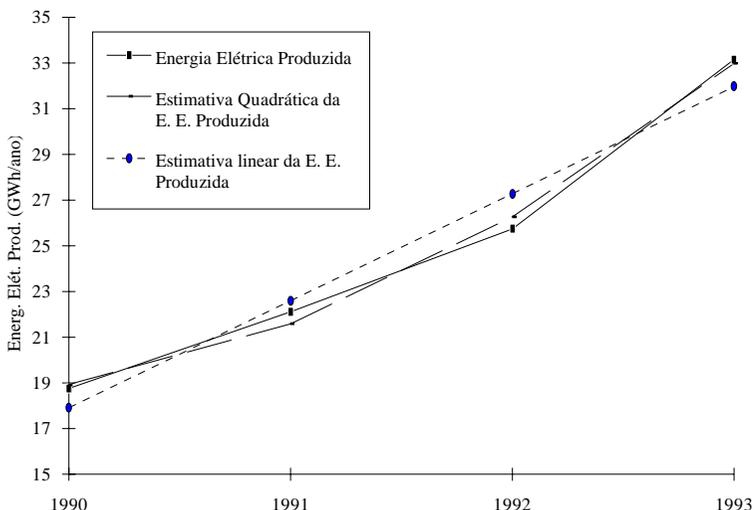


Figura 1 - Dados reais, ajustamento quadrático e linear da energia elétrica produzida em GWh/ano, na usina em estudo, no quadriênio 1990 – 93.

Pela Figura 2, constata-se que ao se confirmar a tendência quadrática, que melhor ajusta os dados, provavelmente em 1996 a usina em estudo terá sua capacidade instalada de geração de energia elétrica esgotada, ou seja, daqui a três anos, ou na pior das hipóteses, se confirmada a tendência linear daqui a seis anos.

Por outro lado, se observarmos as equações 4 e 6 (Tabela 2), constatamos que a energia elétrica produzida cresce a uma taxa anual de 4.789,27 MWh, enquanto a energia elétrica adquirida também cresce,

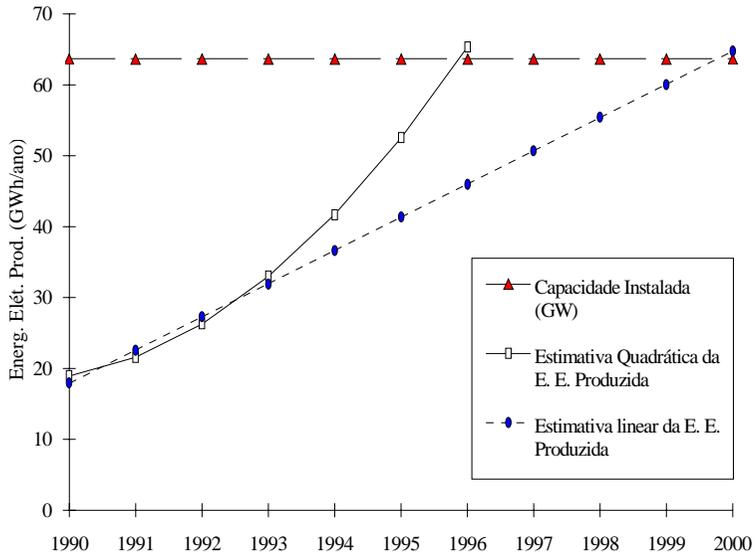


Figura 2 - Capacidade instalada, estimativa linear e quadrática, para a produção de energia elétrica em GWh/ano, na usina em estudo.

porém, a uma taxa menor, 792,35 MWh/ano. Subtraindo estes valores obtém-se 3.996,92 MWh/ano, quantidade superior a energia elétrica adquirida no ano de 1993, que foi de 3.480,077 MWh/ano o que, ao se confirmar esta taxa de crescimento, aponta para uma auto suficiência no prazo máximo de um ano, sobrando uma capacidade instalada ociosa de 36.704 MWh/ano, equivalente a 57,63% de sua capacidade instalada total. Questiona-se se haverá demanda em condições favoráveis para a comercialização deste potencial excedente. Caso não se confirmem estas condições, deverá ocorrer um impacto financeiro provocado na usina por este investimento subutilizado, compreendido aqui pelo custo de capital, de

manutenção, de mão-de-obra e de combustível, em comparação com a receita auferida com o excedente de energia elétrica produzido.

Verifica-se pela Figura 3, que no período estudado, a tonelagem de cana moída cresceu de forma quadrática, porém, à taxas decrescentes. A energia elétrica produzida pela geração própria também cresceu de forma quadrática, porém, à taxas crescentes. Como resultado, a usina apresentou um ganho de produtividade que também cresceu de forma quadrática, à taxas crescentes representada pela energia elétrica produzida por tonelada de cana, expressa em kWh/tc.

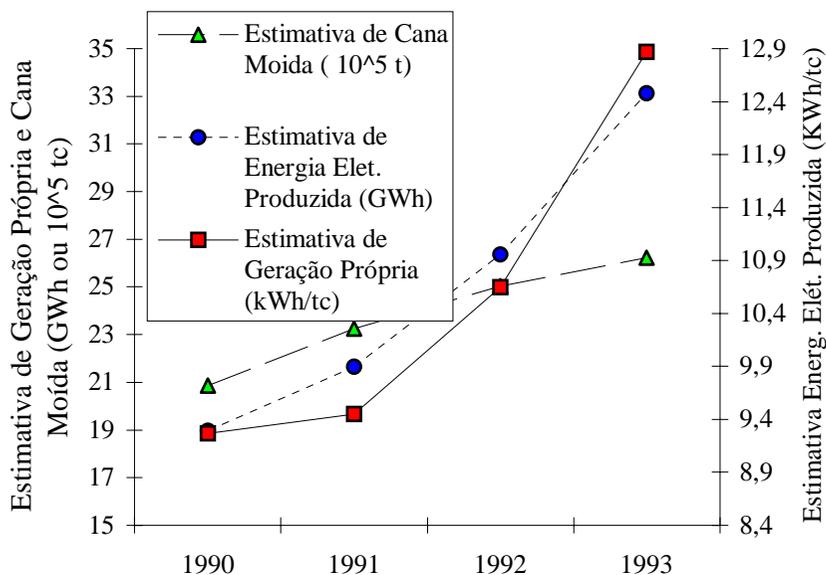


Figura 3 - Estimativa anual de cana moída, energia elétrica da geração própria e energia elétrica produzida por tonelada de cana, na usina em estudo, no quadriênio 1990-93.

Constata-se que no quadriênio estudado, a energia elétrica produzida por tonelada de cana sofreu um aumento significativo passando

de 9,268 kWh/tc na safra 1990/91 para 12,869 kWh/tc na safra 1993/94 com uma variação percentual de 38,85%. Esse incremento de energia elétrica produzida por tonelada de cana revela uma melhora no sistema de cogeração da usina pois esse índice representa a medida da eficiência do sistema.

A energia elétrica produzida por tonelada de cana tem sido objeto de atenção especial uma vez que é desse parâmetro que vai depender a auto-suficiência da usina e a possibilidade da mesma em produzir excedentes de energia elétrica passando de compradora a fornecedora de eletricidade.

Os dados da energia elétrica produzida por tonelada de cana observados confirmam os valores fornecidos por KINOSHITA (1992), LARSON e WILLIAMS (1990) e CAMPOS (1987) e distam portanto do potencial de geração em sistemas de cogeração de 70 kWh preconizado por CAMPOS (1987).

O consumo específico expressa a energia elétrica consumida no período de safra por tonelada de cana processada.

Os valores médios observados nas quatro safras: 9,663, 9,865, 11,857 e 13,569, revelam acréscimos na ordem de 2,09% da safra 1990/91 para a safra 1991/92; 20,19% da safra 1991/92 para a safra 1992/93; 14,43% da safra 1992/93 para a safra 1993/94.

A evolução do consumo específico ocorrida no quadriênio pode ser verificada na Figura 4 onde se constata que o melhor desempenho da usina ocorreu no ano de 1990 (safra 1990/91) e o pior desempenho no ano de 1993 (safra 1993/94). A figura confirma a tendência de crescimento dos valores do parâmetro no decorrer do quadriênio levando a um pior desempenho da usina no mesmo sentido.

Como os demais parâmetros anteriormente analisados, o consumo específico também apresentou um aumento no período, de forma quadrática, com taxas anuais crescentes o que por si representa um fator negativo, a não ser que estes valores estejam associados com a substituição de equipamentos mecânicos que utilizam vapor, por equipamentos movidos a energia elétrica.

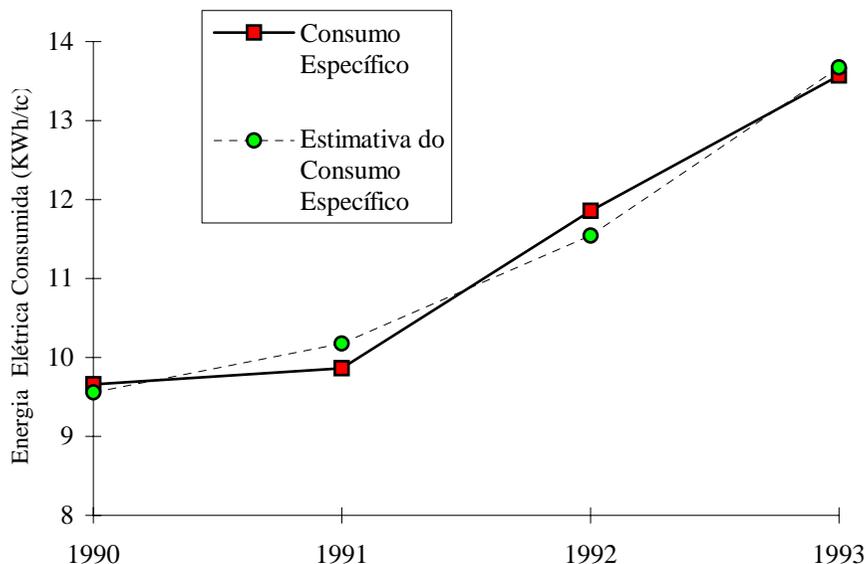


Figura 4 - Tendência do consumo específico no quadriênio 1990 –93.

Os valores do consumo específico observados no período confirmam as observações de PADOVANI NETO e MACEDO (1982) que constataram, em diversas usinas do Estado de São Paulo, valores de consumo específico médio variando de 9,51 à 12,50 kWh/tc.

A Figura 5 revela a tendência da produção de açúcar e álcool no quadriênio estudado.

Pode-se constatar na Figura 5, que há uma tendência de queda na produção de álcool e aumento na produção de açúcar, isto talvez se justifique devido a um aumento nos preços internacionais do açúcar e a uma queda na demanda de álcool provocada pela diminuição da frota automobilística movida com esse combustível. De qualquer forma, isto está acenando claramente para um recuo do Proálcool, um programa que, devido a manutenção do preço do barril do petróleo em níveis

relativamente baixos, não vem demonstrando fôlego para resistir ao longo dos anos.

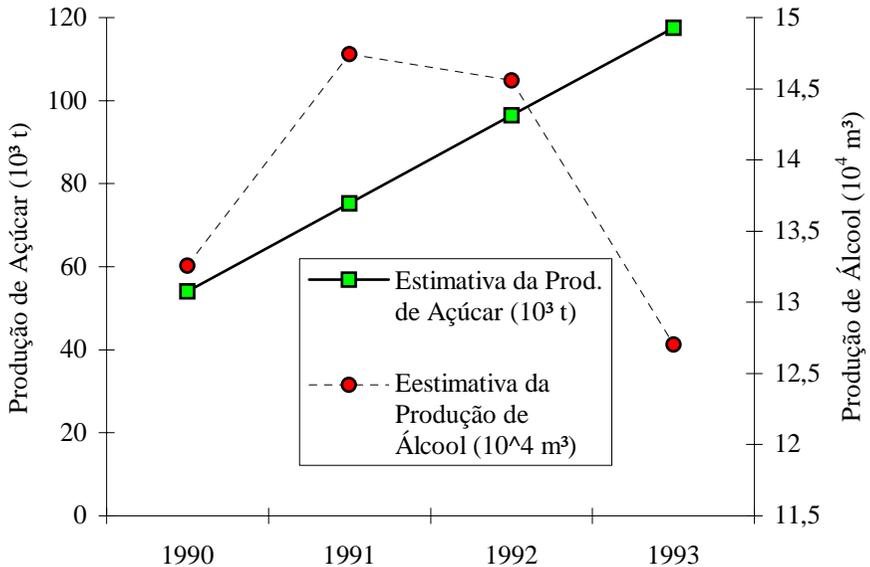


Figura 5 - Tendência de produção na usina estudada, no quadriênio 1990 – 93.

Verifica-se pela Tabela 2 equação 2, que a produção de açúcar obedece à um ajustamento linear com taxas crescentes. A análise do mesmo quadro, equação 3 revela, para os dados de álcool produzido um ajuste quadrático onde atingiu uma produção máxima no ano de 1991. A partir deste ano houve uma estimativa de decréscimo a taxas crescentes, isto é, 1,27% de 1991 para 92 e 14,62% de 1992 para 1993.

CONCLUSÕES

A energia elétrica produzida pela geração própria, no quadriênio estudado, obedece a um ajustamento quadrático e ao se confirmar esta tendência provavelmente em 1996 a indústria atingirá a auto-suficiência. Se confirmada a tendência linear de ajuste dos dados, essa auto-suficiência será atingida daqui a seis anos.

Observa-se que a energia elétrica produzida por tonelada de cana assim como o consumo específico apresentam um aumento no período, de forma quadrática com taxas anuais crescentes.

Pode-se constatar também que há uma tendência de queda na produção de álcool e aumento na produção de açúcar, provavelmente devido a um aumento nos preços internacionais do açúcar e a uma queda na demanda de álcool provocada pela diminuição da frota automobilística movida com esse combustível.

SOUZA, L.G., DINIZ JÚNIOR, L.G., FACCENDA, O. Study of projection to self-sufficiency industry of sugar cane. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

SUMMARY: This work was carried out in order to study some electric parameters related with cogeneration in a sugar cane factory, located in Vale do Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil, for four crops. Therefore, processed sugar cane, sugar, alcohol, milling hours and bagasse % cane monthly data were collected in the industry. Electric energy supplied by the concessionary and generated by turbogenerators data were also collected. These data permitted to calculate the values of specific consumption and electric energy produced per ton of cane. The results showed that probably in 1996 the industry establish a self-sufficiency. It was observed that, in analyzed period, the electric energy produced per ton of cane and the specific consumption showed a quadratic increase with annual crescent rate. It was observed too a fall in alcohol production and a increase in sugar production, probably due to increase in international prices of sugar.

Key words: cogeneration, sugar factory, self-sufficiency.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

- BALBO, J. M. Geração de energia elétrica a partir da utilização do bagaço de cana de açúcar. In:———. *Relatório FRA/BALBO*. Sertãozinho: Atilio Balbo, 1990.
- CAMPOS, M. M. Alguns aspectos da cogeração de energia. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v. 105, n.2-3, p. 36-40, 1987.
- CONCEIÇÃO, E. P. *Administração de recursos energéticos*: análise dos sistemas de cogeração em indústrias de processamento de cana. Presidente Prudente, 1994. 150p. Tese (Livre-docência) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista.
- DRAPER, N. R., SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: John Wiley, 1966. 407p.
- KINOSHITA, C. M. Potential for cane energy. In: THE INTERNATIONAL PERSPECTIVE, 1992, Honolulu. *Annual Report HNEI ...* Honolulu: Natural Energy Institute, 1992. p.41-65.
- LARSON, E.D., WILLIAMS, R.H. Biomass-gasifier steam-injected gas turbine cogeneration for the cane sugar industry. In: ENERGY FROM BIOMASS AND WASTES, 14, 1990, Florida. *Annual Report ...* Florida, 1990. p.245-62.
- PADOVANI NETO, A., MACEDO, I.C. Características de geração, compra e utilização da energia elétrica nas usinas de açúcar e álcool. *Boletim Técnico Copersucar*, São Paulo, v.19, p.13-8, 1982.
- ZARPELON, F. Panorama de cogeração em alguns países produtores de cana de açúcar. *Stab*, Piracicaba, v.11, n.3, p.10-3, 1993.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.79-93, 1995.

INFLUÊNCIA DE COBERTURAS DO SOLO NA PRODUÇÃO DO MORANGUEIRO (*Fragaria x ananassa* Duch.)¹

CORTEZ, Glauco Eduardo Pereira²
ARAÚJO, Jairo Augusto Campos de³
CASTELLANE, Paulo Donato^{4†}
BANZATTO, David Ariovaldo⁵
SILVA, Mirian de Lourdes Oliveira²

RESUMO: Estudou-se em Jaboticabal (SP), o desempenho do morangueiro 'Campinas' (IAC-2712) em diferentes coberturas de solo, utilizando a irrigação localizada por gotejamento. Os tratamentos constituíram-se das coberturas de solo com polietileno preto e polipropileno cinza/preto (carpete) e do solo sem "mulching", dispostos em blocos casualizados com seis repetições. A produção de frutos comerciais e o peso médio dos frutos, não foram influenciados pela utilização do "mulching", enquanto que a quantidade de frutos não comerciais apresentou uma redução média de 26% e 30%, em relação ao solo nú, para o polietileno preto e para o carpete, respectivamente. O solo sem "mulching" apresentou os maiores valores de temperatura máxima do solo e os menores de temperatura mínima, conseqüentemente a maior amplitude térmica do solo, enquanto que o carpete mostrou um maior equilíbrio térmico. A análise de regressão múltipla mostrou que as temperaturas do solo máxima e mínima, quando analisadas conjuntamente, influenciaram a produção do morangueiro, sendo que quanto menor a amplitude térmica, maior foi a produção obtida.

Termos de indexação: morango, mulching, temperatura do solo

INTRODUÇÃO

No Brasil, a expansão da cultura do morangueiro para regiões de clima mais quente não têm sido acompanhada por estudos para determinar o seu comportamento nessas condições, nas quais a temperatura é considerada

¹ Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à FCAV/UNESP, para obtenção do título de meste em Agronomia.

² Engenheiro(a) Agrônomo(a)

³ Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP - Jaboticabal/SP - Rod. Carlos Tonnan km 5 - CEP.14870-000.

⁴ Departamento de Horticultura - FCAV/UNESP - Jaboticabal/SP

⁵ Departamento de Ciências Exatas FCAV/UNESP - Jaboticabal/SP

o principal fator limitante à expansão da cultura, principalmente na região sudeste (FILGUEIRA, 1982).

A temperatura é um dos principais fatores controladores do crescimento e do desenvolvimento das plantas (TESSARIOLI NETO, 1993), afetando processos vitais como crescimento das raízes e da parte aérea, produção de metabólicos, armazenamento de carboidratos, crescimento dos frutos e ocorrência de pragas e doenças, os quais refletem-se diretamente na produção. No entanto, o papel da temperatura do solo na regulação do crescimento das plantas, tem sido relatado por vários autores, mas o conhecimento sobre os mecanismos de controle ainda é pequeno.

Quando uma cobertura plástica é aplicada ao solo, são alterados vários parâmetros relacionados ao microclima, dentre estes a temperatura e a umidade do solo, que interferem diretamente no ciclo produtivo da cultura (TANNER, 1974). Pesquisas nesta área (BHELLA, 1988; WIEN & MINOTTI, 1988; TESSARIOLI NETO, 1993) têm mostrado que a produção e a qualidade de certas culturas podem ser incrementadas por alterações relacionadas à temperatura e umidade do solo decorrentes do uso de "mulching" plástico, o que altera profundamente o ambiente de crescimento das plantas, sendo que o efeito direto mais facilmente visível é na produção de frutos.

Trabalhos conduzidos na Califórnia (RENQUIST et al., 1982), verificaram uma elevação do crescimento vegetativo das plantas de morangueiro da ordem de 30% com a associação entre o "mulching" de polietileno preto e a irrigação por gotejamento, possivelmente em função da elevação da temperatura do solo e maior eficiência no aproveitamento da água.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da cobertura do solo com filme de polietileno preto e com carpete de polipropileno dupla face (cinza e preto), na cultura do morangueiro 'Campinas', na região de Jaboticabal (SP), utilizando o sistema de irrigação localizada por gotejamento, avaliado pela produção total, peso médio dos frutos, qualidade de frutos envolvendo teor de sólidos solúveis, teor de vitamina C e acidez e temperatura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, no município de Jaboticabal - SP, que apresenta temperatura média anual de 20 C. O solo desta área foi classificado por ALOISI & DEMATTÊ (1974), como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, atualmente textura média. Os resultados da análise química deste solo estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1- Resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20cm. Jaboticabal (SP), 1992.

| pH (CaCl ₂) | M.O. % | P(resina) µg/cm ³ | K ----- | Ca | Mg meq/100 | (H+Al) cm ³ ----- | SB | V % |
|----------------------------|-----------|---------------------------------|------------|-----|---------------|---------------------------------|------|--------|
| 5,6 | 3,2 | 144 | 0,42 | 5,8 | 0,7 | 2,9 | 6,92 | 70 |

A irrigação foi realizada pelo sistema de gotejamento, com os gotejadores dispostos sob o "mulching", em duas linhas localizadas nas entre-linhas laterais do canteiro, espaçados em 0,50m, sendo que o sistema foi acionado duas vezes por dia, pela manhã e a tarde, de modo a repor a demanda hídrica calculada pelos dados de evaporação de um tanque Classe A.

Para este experimento foi utilizada a cultivar Campinas (IAC 2712), pois esta é responsável por cerca de 90% da produção paulista e adaptável às diferentes condições climáticas, podendo seus frutos serem utilizados para o consumo *in natura* ou industrialização. É uma planta produtiva e precoce, com frutos de tamanho grande, adocicados e pouco ácidos, porém é suscetível à mancha das folhas.

As mudas foram transplantadas no local definitivo em 14/04/92, sendo que antes desta operação foi realizada uma adubação orgânica com 5 kg/m² de esterco de curral curtido e, posteriormente, uma adubação química com 4400 kg/ha de superfosfato simples e 500 kg/ha de cloreto de potássio. Mensalmente, após o transplante, foram realizadas adubações em cobertura com 176 kg/ha de uréia e 50 kg/ha de cloreto de potássio.

Os tratamentos, dispostos em blocos ao acaso com 6 repetições, constituíram-se de um filme de polietileno preto de baixa densidade e um filme de polipropileno (carpete) de coloração cinza na parte superior e preta na inferior. Para comparação da produção e da qualidade dos frutos e temperatura do solo, foi utilizado um tratamento sem cobertura (solo nú).

Com o objetivo de relacionar a produção de frutos e a temperatura do solo, foram realizadas análises de regressão múltiplas (SNEDECOR & COCHRAN, 1977).

A temperatura do solo foi determinada por geotermômetros instalados à 5 cm de profundidade, sendo as leituras realizadas diariamente às 8 e às 14 horas, respectivamente temperatura mínima e temperatura máxima.

O teor de sólidos solúveis, expresso em graus Brix, foi determinado por refratometria (TRESSLER & JOSLYN, 1961). Na determinação da acidez titulável (KANESIRO et al., 1982), expressa em gramas de ácido cítrico por 100g de polpa, foram coletadas 10 g de polpa triturada e homogeneizada, diluídas em 50 ml de água destilada e titulada com hidróxido de sódio 0,1N padronizado, tendo como indicador azul de bromotimol a 1%. Para a determinação do teor de vitamina C, foi utilizada a metodologia descrita por RANGANNA (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de frutos comerciais não foi alterada significativamente pelo uso do "mulching" (Quadro 2), resultados contrários aos obtidos por outros autores (CAMARGO & IGUE, 1973; TESSARIOLI NETO, 1993), possivelmente relacionado às condições climáticas, principalmente a elevada temperatura do ar no período produtivo. No entanto, o papel do "mulching" na cultura do morangueiro deve ser, além de elevar a produtividade, proporcionar um melhor desenvolvimento vegetativo das plantas e frutos de melhor qualidade, por impedir o seu contato direto com o solo.

A permeabilidade do carpete em comparação ao polietileno preto, facilitou as trocas gasosas do solo com a atmosfera e manteve por maior tempo a umidade do solo, além de elevar a qualidade dos frutos produzidos. Ainda pode ser considerado o fato do carpete ter promovido uma redução da

temperatura máxima do solo, o que, de acordo com TESSARIOLI NETO (1993), é importante para a cultura do morangueiro.

Quadro 2 - Produção de frutos comerciais, peso médio dos frutos e produção de frutos não comerciais de morangueiro, nas coberturas do solo.

| Cobertura | Produção frutos comerciais | | Peso médio dos frutos | | Produção frutos não comerciais | |
|------------|----------------------------|--------|-----------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | (kg/ha) | (%) | (g) | (%) | (kg/ha) | (%) |
| pol. preto | 10.650,08 | 87,90 | 7,255 | 90,86 | 930,77ab | 74,24 |
| solo nú | 12.116,54 | 100,00 | 7,985 | 100,00 | 1.253,74a | 100,00 |
| carpete | 11.589,71 | 95,65 | 7,287 | 91,26 | 869,19b | 69,33 |
| Teste F | 1,23 ^{NS} | - | 3,86 ^{NS} | - | 5,02* | - |
| C.V. (%) | 13,57 | - | 6,85 | - | 22,19 | - |
| DMS | 2.455,40 | - | 0,815 | - | 357,83 | - |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade.

ns - não significativo

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

O peso médio dos frutos (Quadro 2) não sofreu uma alteração significativa com a utilização do "mulching", concordando com o experimento realizado por MARTINS & WESTPHALEN (1983). Contudo, TESSARIOLI NETO (1993) encontrou valores estatisticamente diferentes para as coberturas de solo. Este fato pode estar relacionado com as condições climáticas dos experimentos, sendo que diferenças significativas na produção, podem estar relacionadas com alterações do peso médio dos frutos.

A quantidade de frutos não comerciais (Quadro 2) foi o parâmetro mais influenciado pelo uso do "mulching", sendo que o solo sem cobertura apresentou sempre a maior quantidade destes frutos, devido ao contato direto com o solo, o que promoveu uma maior incidência de frutos com sintomas de podridão e atacados por pragas. O carpete e o polietileno foram estatisticamente semelhantes. Estes dados comprovam a necessidade de utilização do "mulching" na cultura do morangueiro para melhorar a qualidade, aspecto visual e limpeza dos frutos produzidos, conforme mencionado por CAMARGO et al. (1974), MARTINS & WESTPHALEN (1983) e TESSARIOLI NETO (1993).

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.95-105, 1995.

Os valores dos teores de sólidos solúveis, vitamina C e acidez dos frutos de morangueiro (Quadro 3), não indicaram diferenças estatísticas decorrentes do uso de "mulching" em relação ao solo nú. Quanto ao teor de sólidos solúveis, outros trabalhos (VOTH & BRINGHURST, 1961 e WIEN & MINOTTI, 1988) verificaram que o solo sem cobertura foi ligeiramente superior quando comparado às coberturas. CHERCUITTE et al. (1991) mencionam problemas associados ao estresse da temperatura alta promovendo uma redução de peso e tamanho nos frutos e uma redução em sua qualidade, verificada através da redução do brix. A ausência de resposta significativa para os teores de vitamina C concorda com os resultados encontrados por TESSARIOLI NETO (1993), ocorrendo o mesmo para a acidez. Para este último, a temperatura parece influenciá-lo, com o fruto tornando-se ácido e sem aroma quando os valores diurnos da temperatura são elevados.

Quadro 3 - Valores médios dos parâmetros tecnológicos sólidos solúveis (°Brix), vitamina C (mg ácido ascórbico/100g) e acidez (mg de ácido cítrico/100g) dos frutos de morangueiro.

| Cobertura | Sólidos solúveis (°Brix) | Vitamina C (mg aa/100g) | Acidez (mg ac/100g) |
|------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
| pol. preto | 7,175 | 63,525 | 0,513 |
| solo nú | 6,900 | 63,875 | 0,535 |
| carpete | 7,125 | 61,725 | 0,517 |
| Teste F | 0,09 ^{ns} | 0,19 ^{ns} | 0,79 ^{ns} |
| C.V. (%) | 13,52 | 8,47 | 5,21 |
| DMS | 2,073 | 11,591 | 0,059 |

ns - não significativo à 5% de probabilidade.

Para os valores médios da temperatura do solo mínima e máxima medidos durante o experimento, observou-se que a cobertura do solo com carpete foi responsável pelos maiores valores da temperatura mínima (18,0°C) próximo aos valores medidos no polietileno preto (17,7°C),

enquanto que o solo nú apresentou os menores valores (16,4°C). Os maiores valores observados sob o carpete podem estar relacionados com a natureza do material, o que permitiu sua atuação como isolante térmico.

Com relação à média da temperatura máxima do solo, o solo nú apresentou os maiores valores (25,1°C), seguido pelo polietileno preto (24,3°C) e pelo carpete (21,3°C) sempre com os menores valores. A menor elevação de temperatura do solo observada no carpete, provavelmente está relacionada com sua coloração mais clara na superfície superior, que promoveu uma menor absorção e transmissão de calor ao solo.

A análise de regressão múltipla da produção comercial em função da temperatura máxima e mínima do solo (Figura 1) mostrou que a produção de frutos está diretamente relacionada com a amplitude térmica do solo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que o "mulching" de polietileno preto ou de polipropileno cinza/preto, apesar de não promover aumento da produção, deve ser utilizado para reduzir as perdas de frutos devido ao contato direto com o solo, melhorar seu aspecto visual e sua qualidade. A temperatura do solo foi alterada pelo uso do "mulching", sendo que o carpete apresentou sempre a menor diferença entre as temperaturas máximas e mínimas, conseqüentemente a menor amplitude térmica.

A análise de regressão múltipla indicou que a produção comercial está relacionada diretamente com a amplitude térmica.

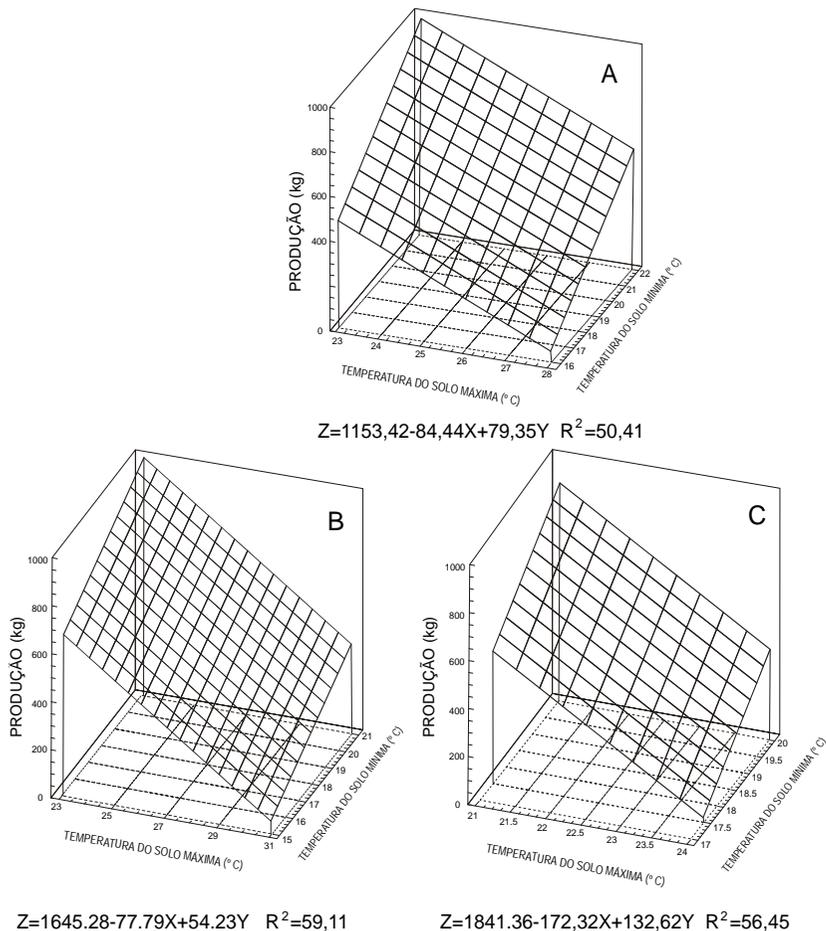


FIGURA 1- Relação entre as temperaturas do solo máxima e mínima e a produção de frutos comerciais, no polietileno preto (A), no solo nú (B) e no carpete (C).

CORTEZ, G.E.P., ARAÚJO, J.A.C., CASTELLANE, P.D., BANZATTO, D.A. Soil coverage effect on the production strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.95-105, 1995.

SUMMARY: This experiment was carried out in the Jaboticabal-SP county, aiming to evaluate the behavior of the strawberry 'Campinas' (IAC-2712) under different mulches and used the localized irrigation system for the dripping. The treatments were compounded of the mulches (black polyethylene, and polipropilene gray/black), and bare soil, disposed into casualized blocks with six replications. The obtained results showed that the production of the marketable fruits, and the fruits mean weight, were not influenced by the utilization of mulching, while that the amount of nonmarketable fruit showed a mean reduction of 26% and 30%, in relation to bare soil, for the black polyethylene and for the carpet, respectively. The bare soil was responsible by the highest values for maximum temperature and lower values for minimum temperature, while that the carpet showed one greater thermic equilibrium. Verified was that the minimum and maximum temperatures of the soil, when taken together, did influence the production of 'Campinas' strawberry, because the lower the thermic amplitude, the greater was the production obtained.

Key words: strawberry, mulching, soil temperature

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOISI, R.R., DEMATTÊ, J.L.I. Levantamento dos solos da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. *Científica*, v.2, p.123-36, 1974.

BHELLA, H.S. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.113, p.543-6, 1988.

CAMARGO, L.S., IGUE, T. Experiência sobre o efeito da cobertura do solo na produção do morangueiro. *Bragantia*, v.32, p.148-69, 1973.

CAMARGO, L.S., SCARANARI, H.J., IGUE, T. Ensaio de cultivares e híbridos de morangueiro, Jundiáí, 1971. *Bragantia*, v.33, p.33-42, 1974.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.95-105, 1995.

- CHERCUITTE, L., et al. Yield potential and vegetative growth of summer-planted strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.116, p.930-6, 1991.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de olericultura*. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1982. v.2.
- KANESIRO, M.A.B., et al. Efeito de níveis de N e P sobre algumas características químicas de frutos do tomateiro colhidos em diferentes estágios de maturação. *Científica*, v.10, p.233-9, 1982.
- MARTINS, N.L.F., WESTPHALEN, S.L. Efeito de coberturas plásticas sobre o rendimento de frutos de duas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) e sobre a temperatura do solo. *Agron. Sulriog.*, v.19, p.67-88, 1983.
- RANGANNA, S. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi: McGraw-Hill, 1977. 634 p.
- RENQUIST, A.R., BREEN, P J., MARTIN, L.W. Vegetative growth response of 'Olympus' strawberries to polyethylene mulch and drip irrigation regimes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.107, p.369-72, 1982.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. *Metodos estadisticos*. México: Continental, 1977. 703 p.
- TANNER, C.B. Microclimatic modification: basic concepts. *HortScience*, v.9, p.555-60, 1974.
- TESSARIOLI NETO, J. *Influência de cobertura permeável e impermeável sobre o solo e planta na produção do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)*. Piracicaba, 1993. 112p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

- TRESSLER, D.K., JOSLYN, M.A. *Fruits and vegetable juice - processing technology*. Westport: AVI, 1961. 1028 p.
- VOTH, V., BRINGHURST, R.S. Pruning and polyethylene mulching of summer planted strawberries in Southern California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.78, p.275-80, 1961.
- WIEN, H.C., MINOTTI, P.L. Increasing yield of tomatoes with plastic mulch and apex removal. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.113, p.342-7, 1988.

PARÂMETROS DE PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE OITO HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.), EM CONDIÇÕES DE SAFRINHA

MÔRO, Fabíola Vitti¹
DAMIÃO FILHO, Carlos Ferreira¹
ANDRADE, Vera Maria de M.¹
MÔRO, José Roberto¹

RESUMO: Foram avaliados, em condições de safrinha, oito híbridos comerciais de milho contrastantes para ciclo e produtividade, com o objetivo de se estudar os efeitos das variáveis anatômicas e morfológicas sobre os componentes da produção. Ocorreram diferenças significativas entre os híbridos, para as características da espiga, agronômicas, de produção, morfológicas e anatômicas. O estudo das correlações entre as diversas variáveis mostrou que os híbridos mais produtivos apresentam maior espessura do bordo da folha, ciclo mais curto, maior área foliar e feixes vasculares com maior altura na nervura principal da primeira folha acima da inserção da espiga.

Termos para indexação: morfologia, milho, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de milho (*Zea mays* L.) tem sido realizados quase que exclusivamente com o objetivo de aumentar a produtividade dessa espécie e também no sentido de aumentar a resistência a pragas e doenças e ao acamamento e quebramento. Pouca ou nenhuma importância é dada à parte anatômica e fisiológica das plantas submetidas a esses processos de seleção.

Alguns trabalhos foram feitos em cereais, para avaliar possíveis alterações nas características anatômicas ligadas à seleção visando o acamamento, quebramento e resistência do colmo à compressão (CHANG et al., 1976; ZUBER et al., 1980; JEZOWSKI & EL-BASSAM, 1985; BERZONSKY et al., 1986; DUNN & BRIGGS, 1989).

¹Dep.de Biologia Aplicada à Agropecuária - FCAV -UNESP- Jaboticabal
Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

Outro aspecto estudado tem sido a distribuição de nervuras nas folhas de gramíneas e sua correlação com a produtividade (COLBERT & EVERT, 1982; RUSSEL & EVERT, 1985; WU et al., 1986; DANNENHOFFER et al., 1990).

É de se supor que o processo contínuo de seleção em um programa de melhoramento resulte em alterações nas estruturas anatômicas da planta, e, conseqüentemente, em sua atividade fisiológica. Isto é reforçado pela existência de variações para essas características, entre diferentes genótipos de milho e outras espécies de gramíneas (HEIMSCH et al., 1950; HOUSLEY & PETERSON, 1982; PUSHKARENKO, 1984; NÁTROVÁ, 1985; KOZDÓJ, 1987; PAZOUREK et al.(1987); NÁTR & PAZOUREK, 1988; WILLESENSE & DENOUTER, 1988; MÔRO et al., (1990).

O objetivo desse trabalho foi avaliar diferenças quanto a caracteres morfológicos, anatômicos e agrônômicos de híbridos de milho contrastantes para ciclo e produtividade e as possíveis correlações existentes entre eles, bem como verificar a possibilidade e o potencial da utilização dessas características nos programas de melhoramento da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal utilizado nesse trabalho consistiu de oito genótipos de milho diferentes em ciclo e nível de produtividade (Quadro 1). O ensaio foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP- Jaboticabal, em condições de campo, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,90 m entre linhas e 0,20 entre plantas dentro da linha. As avaliações foram feitas utilizando-se as duas linhas centrais de cada parcela (área útil de 10,8 m²). O plantio foi efetuado em 10 de janeiro de 1991, em condições de “safrinha”.

Quadro 1 - Características agronômicas dos híbridos comerciais utilizados
(Fonte : Ensaio Nacional 1988/1989).

| Híbrido | Prod. rel. (%) | Floresc. (dias) | AP (cm) | AE (cm) | PG (kg/ha) |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------|------------|---------------|
| Pioneer 3210 (HT) | 118,0 | 62,3 | 246,0 | 137,7 | 7238,1 |
| Cargill 141 (HD) | 113,9 | 63,6 | 243,8 | 141,4 | 6984,8 |
| XB 7018 (HD) | 96,0 | 65,9 | 247,3 | 95,3 | 5889,1 |
| Agromen 1022 (HD) | 83,7 | 65,8 | 251,9 | 150,0 | 5134,4 |
| AG 303 (HD) | 120,1 | 61,5 | 267,3 | 142,2 | 7173,2 |
| Contimax 322 (HT) | 120,3 | 63,0 | 289,7 | 165,6 | 7185,2 |
| XL 560 (HD) | 100,0 | 60,7 | 233,6 | 129,4 | 5972,3 |
| Cargill 606 (HD) | 96,2 | 57,5 | 219,0 | 114,3 | 5744,6 |

Prod. rel.(%) = produção em relação à testemunha IAC 8212 (100%);

Floresc. (dias) = número de dias para o florescimento masculino;

AP = altura da planta (cm); AE = altura da espiga (cm); PG = peso de grãos (kg/ha); HT = híbrido triplo; HD = híbrido duplo.

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Características da espiga: avaliadas através da média de oito espigas típicas da parcela.

- diâmetro da porção mediana (mm);
- comprimento (cm);
- número de fileiras de grãos e de grãos por fileira;
- porcentagem de grãos na espiga (peso de grãos de oito espigas típicas da parcela, dividido pelo peso de oito espigas típicas da parcela).

b) Características de produção:

- peso total de grãos (kg);
- peso de grãos por planta (g);
- peso médio de um grão (g) (obtido através do coeficiente entre o peso total de grãos e o número de fileiras de grãos x o número de grãos por fileira x o número de espigas da parcela).

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

c) Características agronômicas:

- altura da planta (cm) (média de 10 plantas por parcela);
- altura da espiga (cm) (média de 10 plantas por parcela);
- posição relativa da espiga na planta (altura da espiga/altura da planta);
- porcentagem de acamamento;
- porcentagem de quebramento;
- dias para florescimento masculino e feminino - para estas determinações, foram feitas avaliações diárias do florescimento, considerando-se a parcela florescida quando 50% das plantas apresentavam estigmas aparentes (no caso do florescimento feminino) ou pendões com anteras abertas (no caso do florescimento masculino);
- número de folhas acima e abaixo da espiga (média de 10 plantas por parcela);
- número total de folhas (média de 10 plantas por parcela).

d) Características morfológicas: estas características foram medidas utilizando-se a primeira folha acima da inserção da espiga, obtendo-se os valores da média de 32 plantas por híbrido (8 plantas por parcela);

- área foliar (cm²);
- espessura da folha nas regiões: do bordo, mediana e próximo à nervura principal (mm);
- índice estomático.

e) Características anatômicas: os valores das médias foram obtidos de maneira similar às características morfológicas.

- área de tecido vascular no pedúnculo da espiga (μm^2);
- área de floema no pedúnculo da espiga (μm^2);
- altura e largura médias de feixes vasculares na nervura principal e bainha da primeira folha acima da inserção da espiga (μm).

Para as medidas anatômicas, foram feitos cortes transversais à mão com lâmina de barbear, em amostras previamente fixadas em FAA (formaldeído 30-40% + ácido acético glacial + álcool etílico 95% + água destilada), confeccionando-se lâminas histológicas que foram fotografadas

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

[MAAP1] Comentário:

em fotomicroscópio da marca Docuval. Foram montados diafilmes, através dos quais se efetuou as avaliações anatômicas.

As áreas de tecido vascular e floema foram medidas da seguinte maneira: os diafilmes foram projetados a uma distância fixa da tela, sendo as imagens copiadas em papel vegetal de área quadrada preestabelecida. Essa área foi escolhida com base na escala de 1000 μm , que foi fotografada nos mesmos aumentos em que foram obtidos os diafilmes.

Nas representações esquemáticas das áreas projetadas, foram calculadas as áreas médias de tecido vascular e de floema, com o emprego de um planímetro.

A altura e largura dos feixes vasculares na bainha e na nervura principal foram medidas com o auxílio de régua graduada.

Como havia variação na curvatura dos contornos dos cortes histológicos das bainhas e nervuras, utilizou-se um fio de cobre flexível, de comprimento constante e proporcional à escala, que foi moldado acompanhando a forma da porção convexa do corte, para delimitar a distância de tecido onde seriam medidas a altura e largura dos feixes vasculares. Dessa maneira, fixou-se um comprimento único para todas as imagens projetadas de tecido de todos os diafilmes.

As análises de variância e as correlações entre as variáveis foram feitas com auxílio do programa estatístico MSTAT (Michigan State University - EUA, versão 4.00/EM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças significativas para as seguintes variáveis: 1) A 1% de probabilidade: diâmetro da porção mediana da espiga; comprimento da espiga; número de fileiras de grãos; número de grãos por fileira; peso total de grãos; porcentagem de grãos na espiga; peso de grãos por planta; peso médio de um grão; altura da planta; altura da espiga; porcentagem de acamamento; dias para florescimento feminino e masculino; espessura da folha na região próxima à nervura principal; número de folhas acima e abaixo da espiga e área foliar (Tabelas 1, 2, 3 e 4); 2) a 5% de probabilidade: posição relativa da espiga na planta; porcentagem de

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

quebramento; índice estomático nas faces adaxial e abaxial e espessura do bordo da folha (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 1 - Quadrado médio para tratamentos, valores de F, CV% e médias de tratamentos para as variáveis peso total de grãos (PTG), peso de grãos por planta (PGP) e peso médio de um grão (PMG). Jaboticabal, 1992.

| Tratamentos | PTG (t/ha) | PGP (g) | PMG (g) |
|--------------|---------------------|----------|---------|
| Contimax 322 | 2,51BC ¹ | 49,96B | 0,14AB |
| Cargill 606 | 3,36A | 67,14A | 0,16A |
| Agromen 1022 | 2,38BCD | 46,44BC | 0,13BC |
| XB 7018 | 1,63DE | 32,77CD | 0,08E |
| AG 303 | 1,93CD | 38,80BCD | 0,11CD |
| Cargill 141 | 2,74A | 54,51A | 0,13BC |
| Pioneer 3210 | 1,33E | 26,54D | 0,09DE |
| XL 560 | 0,50F | 9,88E | 0,04F |
| QM trat. | 3,20 | 1280,026 | 0,006 |
| F | 13,14** | 13,14** | 18,02** |
| CV% | 24,19 | 24,19 | 16,65 |

¹Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey; ** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Tabela 2 - Quadrado médio para tratamentos, valor de F, CV% e médias de tratamentos para as variáveis diâmetro do meio da espiga (DME), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por fileira (NGF) e porcentagem de grãos na espiga (%GE). Jaboticabal, 1992.

| Tratamentos | DME (mm) | CE (cm) | NF | NGF | %GE |
|--------------|----------------------|----------|--------|----------|----------|
| Contimax 322 | 38,75AB ¹ | 15,05BCD | 13,45B | 32,38ABC | 78,69ABC |
| Cargill 606 | 37,33ABC | 16,40A | 11,60C | 36,65A | 79,86AB |
| Agromen 1022 | 38,42ABC | 14,55CDE | 13,35B | 31,33BC | 80,65A |
| XB 7018 | 36,30C | 16,33AB | 13,40B | 35,72AB | 67,54E |
| AG 303 | 37,38ABC | 14,60CDE | 13,35B | 32,33ABC | 76,41C |
| Cargill 141 | 39,33A | 15,70ABC | 13,60B | 36,63A | 78,02BC |
| Pioneer 3210 | 36,83BC | 13,95DE | 11,90C | 30,63C | 73,52D |
| XL 560 | 32,47B | 13,30E | 14,65A | 30,53C | 56,47F |
| QM trat. | 18,092 | 4,892 | 3,799 | 27,837 | 269,537 |

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

| | | | | | |
|-----|--------|--------|---------|--------|----------|
| F | 8,37** | 6,95** | 30,98** | 3,65** | 108,95** |
| CV% | 3,96 | 5,60 | 2,66 | 8,29 | 2,13 |

¹Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey; ** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Tabela 3 - Quadrado médio para tratamentos, valores de F, CV% e médias de tratamentos para as variáveis: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), posição relativa da espiga na planta (PREP), porcentagem de acamamento (%A), porcentagem de quebramento (%Q), número de dias para o florescimento masculino (F.masc.) e número de dias para o florescimento feminino (F.fem.). Jaboticabal, 1992.

| Tratamentos | AP (cm) | AE (cm) | PREP | %A | %Q | F.masc. | F.fem. |
|--------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Contimax 322 | 202,1A* | 116,8A | 0,60AB | 34,97A | 6,96BC | 63AB | 66A |
| Cargill 606 | 167,9BC | 70,6D | 0,42C | 4,94C | 0,50C | 57D | 58D |
| Agromen 1022 | 190,0AB | 106,1AB | 0,56ABC | 5,43C | 7,53BC | 60C | 63BC |
| XB 7018 | 190,9AB | 104,5AB | 0,55ABC | 33,83AB | 5,14BC | 65A | 66A |
| AG 303 | 169,4BC | 89,6BC | 0,53ABC | 17,48BC | 18,79A | 65A | 65AB |
| Cargill 141 | 168,0BC | 67,5D | 0,48BC | 35,51A | 0,00C | 59CD | 61C |
| Pioneer 3210 | 174,1BC | 101,7ABC | 0,59AB | 12,19C | 6,06BC | 61BC | 63BC |
| XL 560 | 155,4C | 84,2CD | 0,63A | 19,27ABC | 10,53B | 64 A | 64AB |
| QM trat. | 965,267 | 1250,023 | 0,019 | 696,172 | 141,285 | 34,246 | 26,067 |
| F | 4,00*** | 8,92*** | 2,47** | 5,95*** | 5,59** | 15,84*** | 8,99*** |
| CV% | 8,76 | 12,78 | 15,97 | 52,23 | 72,47 | 2,38 | 2,70 |

* Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

** significativo ao nível de 5% pelo teste F.

*** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Tabela 4 - Quadrado médio para tratamentos, valores de F, CV% e médias de tratamentos para as variáveis: espessura da folha na região mediana (EMF), espessura da folha na região

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

próxima à nervura central (ENF), espessura da folha na região do bordo (EBF), área foliar (AF), número de folhas acima da inserção da espiga (NFAE), número de folhas abaixo da inserção da espiga (NFABE) e número total de folhas. Jaboticabal, 1992.

| Tratamentos | EMF (mm) | ENF (mm) | EBF (mm) | AF (mm ²) | NFAE | NFABE | NTF |
|--------------|----------|----------|----------|-----------------------|---------|---------|-------|
| Contimax 322 | 0,75 | 0,97E* | 0,66ABC | 505,52DE | 5B | 9A | 14 |
| Cargill 606 | 0,82 | 1,17ABC | 0,69A | 678,77AB | 6A | 6C | 12 |
| Agromen 1022 | 0,75 | 1,10CD | 0,62CD | 636,02BC | 5B | 9A | 14 |
| XB 7018 | 0,81 | 1,05CD | 0,62CD | 762,91A | 6A | 8AB | 14 |
| AG 303 | 0,77 | 0,90E | 0,58D | 543,41CDE | 6A | 7BC | 13 |
| Cargill 141 | 0,82 | 1,30A | 0,68AB | 616,14BCD | 6A | 7BC | 13 |
| Pioneer 3210 | 0,73 | 1,16BC | 0,63BCD | 446,34E | 5B | 8AB | 13 |
| XL 560 | 0,81 | 1,25AB | 0,63BCD | 459,43E | 6A | 7BC | 13 |
| QM trat. | 0,006 | 0,074 | 0,004 | 49678,470 | 1,067 | 3,839 | 1,888 |
| F | 2,12 | 9,61*** | 3,27** | 8,92*** | 5,74*** | 6,03*** | 2,28 |
| CV% | 6,71 | 7,89 | 5,71 | 12,84 | 7,71 | 10,73 | 6,99 |

* Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

** significativo ao nível de 5% pelo teste F.

*** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Tabela 5 - Quadrado médio para tratamentos, valores de F, CV% e médias de tratamentos para as variáveis: índice estomático da face abaxial (IE ab), índice estomático da face adaxial (IE ad), área de tecido vascular no pedúnculo (TVP), área de floema no pedúnculo (FP), altura média dos feixes vasculares na bainha (AFB), largura média dos feixes

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

vasculares na bainha (LFB), altura média dos feixes vasculares na nervura principal (AFN) e largura média dos feixes vasculares na nervura principal (LFN). Jaboticabal, 1992.

| Tratamentos | IE ab | IE ad | TVP (μm^2) | FP (μm^2) | AFB (μm) | LFB (μm) | AFN (μm) | LFN (μm) |
|--------------|---------|---------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Contimax 322 | 39,75A | 34,45AB | 336569,8 | 22165,8 | 284,12 | 252,89 | 249,51 | 249,31 |
| Cargill 606 | 37,67AB | 32,85AB | 292238,3 | 30821,7 | 305,48 | 259,15 | 268,04 | 263,87 |
| Agromen 1022 | 33,53AB | 29,10B | 306529,4 | 24332,4 | 243,60 | 221,32 | 175,54 | 198,90 |
| XB 7018 | 36,73AB | 31,38B | 383057,6 | 28571,8 | 369,79 | 299,60 | 239,02 | 235,38 |
| AG 303 | 40,78A | 38,25A | 292873,7 | 24196,9 | 261,99 | 230,99 | 219,21 | 232,24 |
| Cargill 141 | 30,38B | 28,55B | 312727,1 | 19759,6 | 250,48 | 239,45 | 248,71 | 260,72 |
| Pioneer 3210 | 30,70B | 29,50B | 371943,5 | 32071,6 | 275,12 | 257,39 | 194,61 | 217,84 |
| XL 560 | 32,35B | 30,25B | 292821,6 | 28183,2 | 250,59 | 240,64 | 192,08 | 215,19 |
| QM trat. | 65,534 | 43,116 | 5328634906 | 74637950 | 6755,339 | 2031,599 | 5151,581 | 2606,856 |
| F | 3,26* | 2,74* | 1,17 | 1,78 | 1,27 | 0,58 | 1,09 | 0,79 |
| CV% | 12,73 | 12,48 | 20,87 | 24,63 | 24,12 | 22,00 | 28,00 | 22,52 |

* significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

Não se detectou diferenças significativas para espessura da região mediana da folha, número total de folhas, área de tecido vascular e de floe-ma no pedúnculo da espiga, altura e largura médias de feixes vasculares na bainha e na nervura principal (Tabelas 4 e 5).

O estudo das correlações mostrou que as variáveis: peso médio de um grão ($r=0,91^{**}$), porcentagem de grãos na espiga ($r=0,82^{**}$), diâmetro da porção mediana da espiga ($r=0,68^{**}$), comprimento da espiga ($r=0,67^{**}$), número de dias para florescimento masculino ($r=-0,65^{**}$), número de dias para florescimento feminino ($r=-0,64^{**}$), número de grãos por fileira ($r=0,62^{**}$), posição relativa da espiga na planta ($r=0,48^{**}$), altura da planta ($r=0,40^{*}$), número de fileiras de grãos ($r=-0,36^{*}$), espessura do bor-do da folha ($r=0,53^{**}$), área foliar ($r=0,50^{**}$) e a altura média dos feixes vasculares na nervura principal ($r=0,38^{*}$) foram as mais correlacionadas com a produção de grãos em toneladas por hectare (Tabelas 6 e 7).

Considerando-se preferencialmente os caracteres morfológicos e anatômicos, os resultados mostram uma tendência de que os híbridos mais produtivos apresentam maior espessura do bordo da folha, ciclo mais curto, maior área foliar e maior altura média dos feixes vasculares na nervura principal (Tabela 8). Correlações positivas entre características vasculares e produção de grãos também foram obtidas em trigo (NÁTROVA, 1985, 1987 e 1988) e cevada (PAZOUREK et al., 1987). Dessa forma, o uso de características morfológicas, sobretudo aquelas relacionadas com o sistema vascular, podem ser importantes para a seleção de genótipos mais produtivos nos programas de melhoramento genético.

CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos dentro da metodologia e condições de realização do presente estudo, pode-se concluir que as variáveis morfológicas e anatômicas que apresentaram correlação positiva e significativa com a produção de grãos foram: a espessura do bordo da folha, a área foliar e a altura média dos feixes vasculares na região da nervura principal da folha.

Tabela 6 - Valores das correlações entre variáveis agrônômicas e de produção.

| Variável | DME | CE | NF | NGF | PTG | % GE | PGP | PMG | AP | AE | PREP | % A | % Q | F masc. | F fem. |
|----------|-----|-------|-------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|-------|---------|---------|
| DME | - | 0,36* | -0,23 | 0,33 | 0,68** | 0,81** | 0,68** | 0,70** | 0,47** | 0,19 | -0,39* | 0,06 | -0,21 | -0,37* | -0,21 |
| CE | - | - | -0,26 | 0,86** | 0,67** | 0,39* | 0,67** | 0,49** | 0,42* | 0,05 | -0,41* | 0,18 | -0,27 | -0,35* | -0,37* |
| NF | - | - | - | -0,09 | -0,36* | -0,51** | -0,36* | -0,47** | 0,08 | 0,14 | 0,24 | 0,38* | 0,32 | 0,45** | 0,36* |
| NGF | - | - | - | - | 0,62** | 0,27 | 0,62** | 0,33 | 0,41* | -0,01 | -0,45 | 0,03 | -0,18 | -0,42* | -0,53** |
| PTG | - | - | - | - | - | 0,82** | 1,00** | 0,91** | 0,40* | 0,00 | -0,48** | -0,00 | -0,30 | -0,65** | -0,64** |
| % GE | - | - | - | - | - | - | 0,82** | 0,88** | 0,32 | 0,09 | -0,31 | -0,13 | -0,20 | -0,51** | -0,36* |
| PGP | - | - | - | - | - | - | - | 0,91** | 0,40* | 0,00 | -0,48 | -0,00 | -0,30 | -0,65** | -0,64** |
| PMG | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,33 | 0,00 | -0,42** | -0,05 | -0,31 | -0,62** | -0,54** |
| AP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,79** | -0,15 | 0,09 | 0,09 | -0,12 | -0,01 |
| AE | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,34 | 0,08 | 0,29 | 0,20 | 0,33 |
| PREP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,12 | 0,42* | 0,40* | 0,50** |
| % A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -0,13 | 0,30 | 0,34* |
| % Q | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,51** | 0,31 |
| F masc. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,87** |
| F fem. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DME = diâmetro do meio da espiga; CE = comprimento da espiga; NF = número de fileiras de grãos; NGF = número de grãos por fileira; PTG = peso total de grãos; % CE = porcentagem de grãos na espiga; PGP = peso de grãos por planta; PMG = peso médio de um grão; AP = altura da planta; AE = altura da espiga; PREP = posição relativa da espiga na planta; % A = porcentagem de acamamento; % Q = porcentagem de quebramento; F masc. = número de dias para o florescimento masculino; F fem. = número de dias para o florescimento feminino.

Tabela 7 - Valores das correlações entre variáveis morfológicas e anatômicas.

| Variável | IE ab | IE ad | EMF | ENF | EBF | NFAE | NFAbE | NTF | AF | TVP | FP | AFB | AFN | LFB | LFN |
|----------|-------|--------|-------|---------|--------|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| IE ab | - | 0,90** | -0,08 | -0,45** | -0,09 | 0,10 | 0,15 | 0,23 | 0,04 | -0,07 | -0,01 | -0,11 | -0,24 | 0,01 | -0,05 |
| IE ad | - | - | -0,05 | -0,44** | -0,13 | 0,14 | 0,06 | 0,15 | -0,10 | -0,06 | -0,10 | -0,26 | -0,34 | -0,08 | -0,12 |
| EMF | - | - | - | 0,33 | 0,39* | 0,25 | -0,22 | -0,08 | 0,47** | -0,24 | -0,19 | 0,21 | 0,16 | 0,30 | 0,28 |
| ENF | - | - | - | - | 0,47** | 0,26 | -0,35* | -0,21 | 0,11 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,08 | 0,25 | 0,30 |
| EBF | - | - | - | - | - | 0,02 | -0,16 | -0,16 | 0,26 | -0,00 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,16 |
| NFAE | - | - | - | - | - | - | -0,39* | 0,20 | 0,29 | 0,02 | 0,06 | 0,25 | 0,14 | 0,18 | 0,19 |
| NFAbE | - | - | - | - | - | - | - | 0,83** | -0,05 | 0,13 | -0,25 | -0,03 | -0,07 | -0,21 | -0,22 |
| NTF | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,12 | 0,15 | -0,23 | -0,12 | 0,01 | -0,11 | -0,12 |
| AF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,14 | -0,11 | 0,41* | 0,24 | 0,34* | 0,27 |
| TVP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,46* | 0,36* | 0,38* | 0,05 | 0,02 |
| FP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,16 | 0,21 | -0,09 | -0,08 |
| AFB | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,94** | 0,62** | 0,55** |
| AFN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,58** | 0,52** |
| LFB | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,98** |
| LFN | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

IE ab = índice estomático na face abaxial da folha; IE ad = índice estomático na face adaxial da folha; EMF = espessura da folha na região mediana; ENF = espessura da folha na região próxima à nervura principal; EBF = espessura da folha na região do bordo; NFAE = número de folhas acima da espiga; NFAbE = número de folhas abaixo da espiga; NTF = número total de folhas; AF = área foliar; TVP = área de tecido vascular no pedúnculo; FP = área de floema no pedúnculo; AFB = altura média dos feixes vasculares na bainha; AFN = altura média dos feixes vasculares na nervura; LFB = largura média dos feixes vasculares na bainha; LFN = largura dos feixes vasculares na nervura.

Tabela 8 - Valores das correlações entre variáveis morfológicas e anatômicas com as variáveis agronômicas e de produção

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

| Variável | DME | CE | NF | NGF | PTG | % GE | PGP | PMG | AP | AE | PREP | % A | % Q | F masc. | F fem. |
|----------|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|
| IE ab | -0,05 | 0,21 | -0,03 | 0,04 | 0,18 | 0,14 | 0,18 | 0,17 | 0,05 | 0,10 | 0,04 | 0,11 | 0,25 | 0,25 | 0,18 |
| IE ad | -0,07 | 0,07 | 0,01 | -0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | -0,03 | 0,03 | -0,03 | 0,11 | 0,26 | 0,25 | 0,16 |
| EMF | -0,10 | 0,43** | 0,21 | 0,51** | 0,23 | -0,17 | 0,23 | 0,06 | -0,02 | -0,20 | -0,36* | 0,14 | -0,25 | -0,14 | -0,35* |
| ENF | -0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,26 | 0,00 | -0,20 | 0,00 | -0,11 | -0,22 | -0,33 | -0,08 | -0,08 | -0,44** | -0,48** | -0,49** |
| EBF | 0,22 | 0,43** | -0,13 | 0,62** | 0,53** | 0,18 | 0,53** | 0,37* | 0,33 | -0,03 | -0,37* | -0,03 | -0,34* | -0,58** | -0,64** |
| NFAE | -0,08 | 0,26 | -0,04 | 0,29 | -0,01 | -0,20 | -0,01 | -0,13 | -0,40* | -0,45** | -0,17 | 0,07 | 0,01 | 0,04 | -0,20 |
| NFAbE | 0,18 | -0,07 | 0,34 | -0,16 | -0,08 | 0,10 | -0,08 | -0,11 | 0,42* | 0,68** | 0,34* | 0,19 | 0,18 | 0,34* | 0,48** |
| NTF | 0,14 | 0,08 | 0,33 | 0,00 | -0,09 | -0,02 | -0,09 | -0,19 | 0,21 | 0,44** | 0,26 | 0,24 | 0,20 | 0,39* | 0,39* |
| AF | 0,31 | 0,78** | -0,09 | 0,68** | 0,50** | 0,25 | 0,50** | 0,37* | 0,41* | 0,10 | -0,33 | 0,09 | -0,20 | -0,26 | -0,24 |
| TVP | 0,14 | 0,21 | -0,12 | 0,21 | -0,04 | -0,01 | -0,04 | -0,16 | 0,28 | 0,40* | 0,34* | 0,18 | 0,05 | 0,06 | 0,23 |
| FP | -0,26 | -0,10 | -0,43** | -0,10 | -0,21 | -0,19 | -0,21 | -0,26 | -0,24 | -0,05 | 0,18 | -0,20 | 0,04 | 0,09 | 0,06 |
| AFB | 0,18 | 0,34 | -0,16 | 0,33 | 0,13 | 0,04 | 0,13 | 0,01 | 0,18 | 0,22 | 0,09 | 0,04 | -0,07 | 0,08 | 0,06 |
| LFB | 0,17 | 0,18 | -0,11 | 0,21 | 0,06 | 0,00 | 0,06 | -0,03 | 0,10 | 0,19 | 0,18 | 0,04 | -0,01 | 0,06 | 0,07 |
| AFN | 0,29 | 0,32 | -0,16 | 0,39* | 0,38* | 0,26 | 0,38* | 0,28 | 0,10 | -0,00 | -0,14 | 0,11 | -0,32 | -0,16 | -0,20 |
| LFN | 0,24 | 0,24 | -0,16 | 0,32 | 0,32 | 0,24 | 0,32 | 0,25 | 0,02 | -0,04 | -0,08 | 0,11 | -0,32 | -0,17 | -0,21 |

IE ab = índice estomático na face abaxial; IE ad = índice estomático na face adaxial; EMF = espessura média da folha na região mediana; ENF = espessura média da folha na região próxima à nervura principal; EBF = espessura média da folha na região do bordo; NFAE = número de folhas acima da espiga; NFAbE = número de folhas abaixo da espiga; NTF = número total de folhas; AF = área foliar; TVP = área de tecido vascular no pedúnculo; FP = área de floema no pedúnculo; AFB = altura média dos feixes vasculares na bainha; LFB = largura média dos feixes vasculares na bainha; AFN = altura média dos feixes vasculares na nervura principal; LFN = largura média dos feixes vasculares na nervura principal; DME = diâmetro do meio da espiga; CE = comprimento da espiga; NF = número de fileiras de grãos; NGF = número de grãos por fileira; PTG = peso total de grãos; % GE = porcentagem de grãos na espiga; PGP = peso de grãos por planta; PMP = peso médio de um grão; AP = altura da planta; AE = altura da espiga; PREP = posição relativa da espiga na planta; % A = porcentagem de acamamento; % Q = porcentagem de quebramento; F masc. = número de dias para o florescimento masculino; F fem. = número de dias para o florescimento feminino.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

MÔRO, F. V., DAMIÃO FILHO, C. F., ANDRADE, V. M. M., MÔRO, J. R. Parameters of yield and morphological characteristics of eight hybrids corn (*Zea mays* L.) sowed at late season. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

SUMMARY: This work has been carried out aiming to study the effects of anatomical and morphological variables on the productivity components of corn hybrids (*Zea mays* L.) in order to evaluate the possibility and the potential of use such characters in the maize breeding program of the Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária - UNESP, campus de Jaboticabal. Eight commercial corn hybrids, different in cycle and productivity were evaluated in a randomized blocks design experiment, with four replications and plots with four rows measuring 5 m long, spacing 0,90 m between lines and 0,20 m between plants within the line. The sowing was conducted at January 10, 1992 at late season. There were significative differences for the following variables: 1. At 1% of probability: the medium diameter and length of the ear; the number of rows; the number of grains per row; the total grain weight; the grain percentage; the total number of grains per plant; the average weight of one grain; the plant's height; days for silking; days for anthesis; the leaf's width near the midrib, the number of leaves above and under the ear and the leaf's area. 2. At 5% of probability: ear's relative position (EH/PH); stalk lodging percentage; stomatal index for the adaxial and abaxial faces and leaf's edge width. There were no significative differences for: the median leaf's width; the total number of leaves; ear's stalk vascular tissue area; ear's stalk phloem area; mean length and width of vascular bundles from the midrib and the sheath. The correlation study has shown that the most important variables correlated to the grain productivity were: the average weight of one grain ($r = 0,91^{**}$); the ear's mean diameter ($r = 0,68^{**}$); the ear's length ($r = 0,67^{**}$); the number of days for anthesis ($r = -0,65$); the number of days for feminine flowering ($r = -0,64^{**}$); the number of grains per row ($r = 0,62^{**}$); ear placement ($r = 0,48^{**}$); plant height ($r = 0,40^{**}$); the number of rows ($r = -0,36^{*}$); the leaf's edge width ($r = 0,53^{**}$); the leaf's area ($r = 0,50^{**}$) and the mean length of the vascular bundles of the midrib ($r = 0,38^{*}$). Considering with preference the morphological and anatomical characters, the results have shown a trend in which the most productive hybrids have a increased leaf's edge width, shorter cycles, higher leaf's area and higher mean length of midrib vascular bundles.

Key words: morphology; maize; *Zea mays* L.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERZONSKY, W.A., HAWK, J.A., PIZZOLATO, T.D. Anatomical characteristics of three inbred lines and two maize synthetics recurrently selected for high and low stalk crushing strenght. **Crop Science**, v.26, p.482-8, 1986.
- CHANG, H.S., LOESCH, P.J., ZUBER, M.S. Effects of recurrent selection for crushing strenght on morphological and anatomical stalk traits in corn. **Crop Science**, v.16, p.621-5, 1976.
- COLBERT, J.T., EVERT, R.F. Leaf vasculature in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Planta**, v.156, n.2, p.136-51, 1982.
- DANNENHOFFER, J.M., EBERT JR., W., EVERT, R.F. Leaf vasculature in barley, *Hordeum vulgare* (Poaceae). **Amer. J. Bot.**, v.77, n.5, p.636-52, 1990.
- DUNN, G.J., BRIGGS, K.G. Variation in culm anatomy among barley cultivars differing in lodging resistance. **Can. J. Bot.**, v.67, p.1838-43, 1989.
- HEIMSCH, C., RABIDEAU, G.S., WHALEY, W.G. Vascular development and differentiation in two maize inbreds and their hybrid. **American J. of Botany**, v.37, p.84-93, 1950.
- HOUSLEY, T.L., PETERSON, D.M. Oat stem vascular size in relation to kernel number and weight. I. Controlled environment. **Crop Science**, v.22, p.259-63, 1982.
- Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

- JEZOWSKI, S., EL-BASSAM, N. A study of relationship between the lodging and some morphological characters with regard to early selection for lodging resistance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). II. An analysis of relationship between the lodging grade and some morphological stem and spike characters at beginning of heading. **Genetica Polonica**, v.26, n.4, p.471-8, 1985.
- KOSDÓJ, J. Uppermost internode of spring wheat: some aspects of its morphological and anatomical structure. Bulletin of the Polish Academy of Science. **Biological Sciences**, v.35, n.7-9, p.245-53, 1987.
- MÔRO, F.V., et al. Alterações anatômicas decorrentes da seleção para modificação da arquitetura foliar da planta de milho. **Anais da Primeira Jornada sobre Temas de Genética e Melhoramento Vegetal**, Unesp, Jaboticabal, 1990. p.127.
- NÁTROVÁ, Z. Wheat stem vascular size in relation to kernel number and weight. **Acta Universitatis Agriculturae Brno, A (Facultas Agronomica)**, v.33, n.3, p.643-6, 1985.
- NÁTROVÁ, Z. The capacity of conducting system in the last internode of the stem in winterwheat varieties of different ear productivity. **Rostl. Vyr.**, v.35, n.10, p.1085-91, 1987.
- NÁTROVÁ, Z. The number and size of vascular bundles in the stem of winter wheat cultivars differing in ear yield. **Acta Universitatis Carolinae, Biologica**, v.31, p.69-76, 1988.
- NÁTR., L., PAZOUREK, J. Quantitative anatomy of barley leaves in different insertion. **Acta Universitatis Carolinae, Biologica**, v.31, p.63-7, 1988.v
- PAZOUREK, J., NÁTR., L., MARKOVÁ, L. Genotype differences in the proportion of different tissues in the leaves of spring barley. **Biologia Plantarum**, v.29, n.1, p.54-62, 1987.
- Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.107-123, 1995.

- PUSHKARENKO, A. YA. [Structural features of the vascular system of the ear-bearing internode in different winter wheat varieties.]. In **Fiziol. aspekty produktiv i ustoichivosti ozim. pshenitsy k stressov. vozdeistviyam**. Odessa, Ukrainian SSR, p.45-50, 1984.
- RUSSEL, S.H., EVERT, R.F. Leaf vasculature in *Zea mays* L. **Planta**, n.164, p.448-58, 1985.
- ZUBER, M. S., COLBERT, T. R., DARRAH, L. L. Effect of recurrent selection for crushing strength on several stalk components in maize. **Crop Science**, v.20, p.711-7, 1980.
- WILLENSE, M. T. M., DENOUTER, R. W. Stem anatomy and cell wall autofluorescence during growth of three maize (*Zea mays* L.) cultivars. **Acta Bot. Neerl.**, v.37, n.1, p.39-47, 1988.
- WU, S.T., et al. Systems approach to the physiological genetics of assimilate production and partitioning processes during grain filling period of paddy rice. II. Diallel analysis of leaf vein frequency. **Journal of the Agriculture Association of China, New Series**, n.133, p.9-15, 1986.

PERDA DE CARGA EM TUBOS E CONEXÕES DE PVC UTILIZADOS EM SISTEMAS PORTÁTEIS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

CAIXETA, Anicésio Vieira¹
BOTREL, Tarlei Arriel²
FRIZZONE, José Antonio²
PAZ, Vital Pedro da Silva³

RESUMO: O presente trabalho tem o objetivo de apresentar fórmulas para o cálculo da perda de carga em tubos e conexões de PVC mais utilizados em linhas principais e laterais de sistemas de irrigação por aspersão. A hipótese é de que, tanto a perda de carga contínua, quanto a localizada é função de uma potência "n" e da vazão "Q". Foram obtidas equações resultantes de análises de regressão de ensaios para cada tubo e conexão. Valores dos coeficientes de atrito de Darcy-Weisbach e Números de Reynolds foram calculados para o caso de tubos ensaiados, sendo possível a utilização da equação universal de perda de carga. As equações ajustadas apresentaram elevados coeficientes de determinação, comprovando que a hipótese assumida mostrou-se verdadeira, ou seja, o processo de perda de carga contínua e localizada em tubos e conexões de PVC, pode ser representado por tais equações.

Termos para indexação: perda de carga, irrigação por aspersão, PVC.

INTRODUÇÃO

Sistemas portáteis de irrigação por aspersão têm sido preferidos por grande parte dos agricultores, pois, se adaptam a áreas de diferentes tamanho e condições topográficas e são próprios para a agricultura intensiva e de alto valor econômico. Estes apresentam um menor custo inicial em relação aos sistemas fixos. Para tanto, a indústria tem

¹ Eng. Civil - Mestre em Agronomia - SABESP- Projeto Tietê. 01411-001 - São Paulo-SP.

² Prof. Doutor do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP, Caixa Postal 9. 13418-900 - Piracicaba-SP.

³ Eng. Agrícola - Doutor em Irrigação e Drenagem - UFPB/UFSCar - CEMA, Caixa Postal 676. 13565-905 - São Carlos-SP.

desenvolvido novos tipos de materiais, engates e conexões para sistemas de irrigação.

Existem no mercado tubos e conexões de PVC, leves e de fácil montagem devido aos engates rápidos, facilitando a transposição do sistema na área irrigadas. Estes materiais são também inertes à maioria dos produtos químicos, possibilitando a prática de fertirrigação, e têm longa vida útil quanto manuseados adequadamente.

Para o dimensionamento de um sistema de irrigação por aspersão (linhas laterais, linha principal e conjunto motobomba) é necessário que se conheça as características hidráulicas das tubulações, conexões e aspersores. O conhecimento da relação perda de carga *versus* vazão das tubulações e conexões, e também da relação pressão *versus* vazão dos aspersores, possibilita um dimensionamento correto das instalações hidráulicas, com o sistema operando com eficiência e de acordo com as especificações do fabricante.

No processo de escoamento dos fluídos, o termo perda de carga é utilizado como sendo a parte da energia potencial, de pressão e de velocidade que é transformada em outros tipos de energia, tal como calor. A energia perdida para o exterior como calor explica a irreversibilidade do processo.

Da equação do balanço de energia (Bernoulli), a perda de carga (h_f) é expressa matematicamente da forma (STREETER & WYLE, 1982): em que os índices 1 e 2 referem-se a duas seções transversais da tubulação distantes de um comprimento L, e v_1 e v_2 - velocidades médias nas seções 1 e 2; h_1 e h_2 - altura ou carga piezométrica nas seções 1 e 2.

$$h_f = \left[h_1 + (v_1^2 / 2g) \right] - \left[h_2 + (v_2^2 / 2g) \right] \quad (1)$$

O significado físico da perda de carga " h_f " (eq. 1) é o seguinte: o segundo membro significa o trabalho necessário para o transporte de 1 kgf do fluído entre as duas seções da tubulação, enquanto que h_f significa o trabalho resistente por unidade de peso de fluído.

A fórmula para estimar a perda de carga contínua ou distribuída, de fundamento teórico através de análise dimensional ou teorema de **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

Buckingham e, portanto universal, é a seguinte (GILES, 1971; NEVES, 1968; SILVESTRE, 1985):

$$h_f = f_r [(L/Rh) (v^2/2g)] \quad (2)$$

em que,

Rh - raio hidráulico;

L - comprimento da tubulação;

v - velocidade média do fluído;

f_r - coeficiente de atrito, coeficiente de resistência ou de perda de carga.

Para o caso particular de tubos (seção circular) de diâmetro D ($Rh = D/4$), a fórmula universal toma a forma:

$$h_f = f [(L/D) (v^2/2g)] \quad (3)$$

que é a fórmula de Darcy-Weisbach.

O problema se resume em determinar o fator "f", coeficiente de atrito de Darcy-Weisbach ou coeficiente de perda de carga.

A experiência mostra que a resistência ao escoamento do fluído depende da forma geométrica do conduto (raio hidráulico), das propriedades do fluído (massa específica e viscosidade dinâmica), da aspereza da parede interna do tubo (rugosidade equivalente) e da velocidade média do escoamento.

Demonstra-se, portanto, que:

$$f = f [R_e, (k/D)] \quad (4)$$

em que,

R_e - número de Reynolds;

k - rugosidade relativa;

D - diâmetro.

Para regime laminar, onde a aspereza da parede está totalmente coberta pela camada laminar ou camada limite, e portanto não dependendo da rugosidade,

$$f = (64/R_e) \quad (5)$$

Para regime turbulento e condutos hidraulicamente lisos o coeficiente de perda de carga "f" é função somente do número de Reynolds e pode ser determinado pela fórmula de Prandtl-von Karman:

$$\left(1/\sqrt{f}\right) = 2 \log\left(R_e \sqrt{f}\right) - 0,8 \quad (6)$$

ou pela fórmula de Blasius:

$$f = 0,316 R_e^{-1/4} \quad (7)$$

Para condutos rugosos, a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1977), sugere que se utilize a fórmula de Colebrook-White, ou seja,

$$\left(1/\sqrt{f}\right) = -2 \log\left[k/(3,7D) + (2,51)/(R_e \sqrt{f})\right] \quad (8)$$

cuja solução dá-se através de métodos iterativos. Em ASSY (1977) encontram-se formas de recorrência, as quais convergem rapidamente para a solução. Vários autores apresentam equações explícitas para o valor de "f" como solução da equação de Colebrook-White (WILSEY, 1954; SWAMEE & JAIN, 1976; CHURCHILL, 1977; SOUZA, 1986; PEREIRA & ALMEIDA, 1986).

Equações empíricas como Hazen-Williams, Sobey e Manning, são de grande valia para a estimativa da perda de carga. ASSY (1977) e KAMAND (1988) alertam para o cuidado que se deve tomar ao utilizar tais equações, uma vez que sua validade é restrita a certos limites ou a certos casos, em especial.

Segundo STREETER & WYLER (1982), as perdas de carga são proporcionais a potência de 1,7 a 2,0 da velocidade média para escoamento turbulento.

Equações relacionando a perda de carga a uma potência da vazão ou da velocidade são comumente encontradas na literatura e têm sua validade confirmada. TESTEZLAF (1982) apresenta equações desta forma para estimar a perda de carga em tubos de aço zincado com engates rápidos utilizados em irrigação e, ainda tubos de PVC. BOTREL (1984) ajustou equações do tipo $h_f = k.v^n$ para linhas laterais de polietileno de sistemas de

irrigação localizada. OLIVEIRA (1978) e FARIA (1981) também apresentam equações desse tipo para linhas laterais com gotejadores.

O processo de perda de carga localizada em conexões é bastante complexo, envolvendo inúmeras variáveis como: característica do escoamento, geometria da conexão, presença de correntes secundárias, entre outras. Dessa maneira não é possível obter equações ou expressões analíticas para perda de carga localizada devido a singularidades ou peças especiais em trechos da tubulação. Na literatura encontra-se fórmulas para casos mais simples, como por exemplo, expansão e contração abrupta de seção, expansão gradual de seção e curvas (MILLER, 1984, AZEVEDO NETO & ALVARES, 1985 e NEVES, 1986.).

É possível generalizar a perda de carga localizada em conexões ou em qualquer singularidade da tubulação, como uma fração da energia de velocidade ou taucarga (SMITH, 1988), ou seja:

$$\Delta h_f = k' (v^2 / 2g) \quad (9)$$

em que,

Dh_f - perda de carga localizada;

k' - coeficiente característico de cada peça ou conexão.

Uma vez que na maioria das conexões acontecem aceleração, desaceleração, mudança de direção do escoamento do fluido, há que se recorrer a métodos experimentais de medição e ajuste de resultados para a perda de carga localizada. OLIVEIRA (1978), FARIA (1981) e BOTREL (1984), recorrem a soluções experimentais para determinar o coeficiente de perda de carga de conexões em tubulações de sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes experimentais para determinação da perda de carga contínua e localizada em tubos e conexões de PVC, de acordo com a hipótese de que esta é função de uma potência "n" da vazão, foram realizados no laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

O laboratório dispõe de um reservatório inferior e um outro

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

superior de nível constante, com uma rede de tubulação e canais, de tal maneira que a água percorre um circuito fechado. Isto tornou fácil a elaboração de um esquema experimental para medição da perda de carga contínua e devido a conexões instaladas.

A perda de carga foi determinada com o auxílio de um manômetro diferencial em "U". Para medição da vazão, utilizou-se um medidor magnético indutivo e um tubo Venturi, cujas medidas feitas à montante do trecho em estudo e o controle através de registro de gaveta à jusante do trecho em teste.

Uma linha de quatro tubos foi instalada para definição do trecho de tubulação e obtenção da pressão e da vazão, estabelecendo-se a equação do tipo $h_f = k Q^n$, para a perda de carga contínua. Para a perda de carga localizada devido às conexões, obviamente conectadas no trecho da tubulação em estudo, foram realizados testes para obtenção dos dados e equação do tipo $Dh_f = k Q^n$.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados obtidos nos ensaios com tubos à diferentes vazões, estabeleceu-se equações do tipo $h_f = k Q^n$, para a perda de carga contínua, ajustando-as através de regressão para cada tubo e condição particular de funcionamento.

Para o caso das conexões, conectadas nas tubulações por engates próprios, estabeleceu-se, igualmente, equações do tipo $Dh_f = k Q^n$, ajustando-as por regressão. Obtidas as equações $h_f(Q)$ e $Dh_f(Q)$, a perda de carga devida somente a conexão foi obtida por diferença, resultando numa equação da forma $hf(loc) = h_f - Dh_f$.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores das constantes "k" e "n" da equação do tipo $J = k Q^n$, correspondente a perda de carga unitária nas tubulações testadas, em que $J = h_f/L$, onde Q é expresso em m^3/s e h_f e L , em metros.

Tabela 1. Valores das constantes "k" e "n" da equação $J = k Q^n$, para perda de carga unitária nos tubos testados.

| Tubos | k | n | observações | coeficiente de determinação |
|---|---------|--------|-------------|-----------------------------|
| - Tubo de irrigação engate PMPF 2" TUPY | 2841,64 | 1,8306 | 22 | 0,9999 |
| - Tubo de irrigação engate PMPF 3" TUPY | 369,85 | 1,8258 | 19 | 0,9998 |
| - Tubo irriga EP 2" TIGRE | 2502,15 | 1,8158 | 20 | 0,9997 |
| - Tubo irriga EP 3" TIGRE | 299,00 | 1,7913 | 18 | 0,9999 |
| - Tubo irriga EMS 2" TIGRE | 2253,70 | 1,7991 | 23 | 0,9998 |
| - Tubo irriga EMS 3" TIGRE | 315,34 | 1,8082 | 19 | 0,9999 |
| - Tubo irriga EMS 4" TIGRE | 81,22 | 1,7996 | 19 | 0,9995 |
| - Tubo irriga EMS 2" TIGRE c/saída de aspersor 2"x1½" | 2687,79 | 1,8175 | 20 | 0,9999 |
| - Tubo irriga EMS 3" TIGRE c/saída de aspersor 3"x1½" | 305,06 | 1,7956 | 20 | 0,9999 |
| - Tubo irriga EMS 4" TIGRE c/saída de aspersor 4"x1½" | 78,11 | 1,7948 | 16 | 0,9999 |

Observando-se os valores do coeficiente de determinação (r^2), pode-se inferir que o modelo potencial se aplica ao processo de perda de carga nas tubulações de PVC para sistemas de irrigação por aspersão.

A Tabela 2 mostra um exemplo de cálculo da perda de carga unitária utilizando a equação de Hazen-Williams e as equações do tipo potencial obtidas neste trabalho. Foram consideradas as vazões correspondentes a velocidades médias de 1,5; 2,0 e 3,0 m/s. Verifica-se que praticamente não há diferença entre os valores de perda de carga calculados pelas respectivas fórmulas.

Para uma mesma velocidade, a relação entre a perda de carga calculada para tubos de 2" e 3" é de, aproximadamente, 1,7. Essa mesma relação, para tubos de 3" e 4" é de 1,3.

Tabela 2. Perda de carga unitária, J (m/m), calculadas pelas equações propostas e pela equação de Hazen-Willians, correspondentes a velocidades de 1,5; 2,0 e 3,0 m/s.

| Tubos | Vel. (m/s) | Diâm. (mm) | Vazão (m ³ /s) | Eq. proposta | | | Hazen-Willians | |
|--------------|---------------|---------------|------------------------------|--------------|------|-------|----------------|-------|
| | | | | k | n | J | C | J |
| 2" - TUPY | 1,5 | 46,2 | 0,0025 | 2841 | 1,83 | 0,050 | 150 | 0,050 |
| 3" - TUPY | 1,5 | 70,4 | 0,0058 | 370 | 1,83 | 0,030 | 150 | 0,030 |
| 2" EP TIGRE | 1,5 | 46,8 | 0,0026 | 2502 | 1,82 | 0,049 | 150 | 0,049 |
| 3" EP TIGRE | 1,5 | 40,4 | 0,0058 | 299 | 1,79 | 0,030 | 150 | 0,030 |
| 2" EMS TIGRE | 1,5 | 46,7 | 0,0026 | 2254 | 1,80 | 0,049 | 150 | 0,049 |
| 3" EMS TIGRE | 1,5 | 70,5 | 0,0059 | 315 | 1,81 | 0,029 | 150 | 0,030 |
| 4" EMS TIGRE | 1,5 | 94,2 | 0,0105 | 81 | 1,80 | 0,022 | 150 | 0,022 |
| 2" EMS + ASP | 1,5 | 46,7 | 0,0026 | 2688 | 1,82 | 0,052 | 150 | 0,049 |
| 3" EMS + ASP | 1,5 | 70,4 | 0,0058 | 305 | 1,80 | 0,029 | 150 | 0,030 |
| 4" EMS + ASP | 1,5 | 94,3 | 0,0105 | 78 | 1,79 | 0,022 | 150 | 0,022 |
| 2" - TUPY | 2,0 | 46,2 | 0,0034 | 2841 | 1,83 | 0,084 | 150 | 0,084 |
| 3" - TUPY | 2,0 | 70,4 | 0,0078 | 370 | 1,83 | 0,051 | 150 | 0,052 |
| 2" EP TIGRE | 2,0 | 46,8 | 0,0034 | 2502 | 1,82 | 0,082 | 150 | 0,083 |
| 3" EP TIGRE | 2,0 | 40,4 | 0,0078 | 299 | 1,79 | 0,050 | 150 | 0,052 |
| 2" EMS TIGRE | 2,0 | 46,7 | 0,0034 | 2254 | 1,81 | 0,082 | 150 | 0,083 |
| 3" EMS TIGRE | 2,0 | 70,5 | 0,0078 | 315 | 1,80 | 0,048 | 150 | 0,051 |
| 4" EMS TIGRE | 2,0 | 94,2 | 0,0139 | 81 | 1,82 | 0,037 | 150 | 0,037 |
| 2" EMS + ASP | 2,0 | 46,7 | 0,0034 | 2688 | 1,82 | 0,088 | 150 | 0,083 |
| 3" EMS + ASP | 2,0 | 70,4 | 0,0078 | 305 | 1,80 | 0,049 | 150 | 0,052 |
| 4" EMS + ASP | 2,0 | 94,3 | 0,0140 | 78 | 1,79 | 0,037 | 150 | 0,037 |
| 2" - TUPY | 2,5 | 46,2 | 0,0042 | 2841 | 1,83 | 0,127 | 150 | 0,128 |
| 3" - TUPY | 2,5 | 70,4 | 0,0097 | 370 | 1,83 | 0,077 | 150 | 0,078 |
| 2" EP TIGRE | 2,5 | 46,8 | 0,0043 | 2502 | 1,82 | 0,123 | 150 | 0,126 |
| 3" EP TIGRE | 2,5 | 40,4 | 0,0097 | 299 | 1,79 | 0,075 | 150 | 0,078 |
| 2" EMS TIGRE | 2,5 | 46,7 | 0,0043 | 2254 | 1,80 | 0,123 | 150 | 0,126 |
| 3" EMS TIGRE | 2,5 | 70,5 | 0,0098 | 315 | 1,81 | 0,072 | 150 | 0,078 |
| 4" EMS TIGRE | 2,5 | 94,2 | 0,0174 | 81 | 1,80 | 0,055 | 150 | 0,055 |
| 2" EMS + ASP | 2,5 | 46,7 | 0,0043 | 2688 | 1,82 | 0,132 | 150 | 0,126 |
| 3" EMS + ASP | 2,5 | 70,4 | 0,0097 | 305 | 1,80 | 0,073 | 150 | 0,078 |
| 4" EMS + ASP | 2,5 | 94,3 | 0,0175 | 78 | 1,79 | 0,056 | 150 | 0,055 |

Para o ajuste de uma equação do tipo $Dh_f = k Q^n$, para cálculo da perda de carga devida as diversas conexões instaladas na tubulação, tem-se na Tabela 3 os valores dos parâmetros "k" e "n". Analogamente, verifica-se que o modelo polinomial proposto descreve a perda de carga das conexões testadas.

Tabela 3. Valores das constantes "k" e "n" da equação $Dh_f = k Q^n$, para

cálculo da perda de carga devida as diversas conexões
instaladas na tubulação.

| Conexões | k | n | observações | coeficiente de determinação |
|---|-------|------|-------------|-----------------------------|
| 1) Saída de aspersor 2"x1½" TUPY | 20540 | 2,25 | 21 | 0,9998 |
| 2) Derivação c/ saída fêmea 2" (passagem direta) TUPY | 8853 | 2,13 | 21 | 0,9998 |
| 3) Derivação c/ saída fêmea 2" (passagem lateral) TUPY | 89495 | 2,13 | 21 | 1,0000 |
| 4) Curva 90 ⁰ 2" TUPY | 5994 | 1,94 | 21 | 1,0000 |
| 5) Saída de aspersor 3"x1½" TUPY | 626 | 2,00 | 21 | 1,0000 |
| 6) Derivação c/ saída fêmea 3" (passagem direta) TUPY | 136 | 1,62 | 21 | 1,0000 |
| 7) Derivação c/ saída fêmea 3" (passagem lateral) TUPY | 10069 | 2,07 | 21 | 1,0000 |
| 8) Curva 90 ⁰ 3" TUPY | 1358 | 1,99 | 21 | 1,0000 |
| 9) Saída de aspersor EP 2"x1½" TIGRE | 6356 | 2,08 | 21 | 1,0000 |
| 10) Derivação c/ saída fêmea EP 2" (passagem direta) TIGRE | 1071 | 1,76 | 21 | 1,0000 |
| 11) Derivação c/ saída fêmea EP 2" (passagem lateral) TIGRE | 44300 | 2,02 | 21 | 1,0000 |
| 12) Curva 90 ⁰ 2" EP TIGRE | 2206 | 1,79 | 21 | 1,0000 |
| 13) Curva de nivelamento EP 2" TIGRE | 5352 | 1,93 | 21 | 1,0000 |
| 14) Saída de aspersor EP 3"x1½" TIGRE | 527 | 2,05 | 21 | 0,9999 |
| 15) Derivação c/ saída fêmea EP 3" (passagem direta) TIGRE | 1016 | 2,15 | 21 | 0,9996 |
| 16) Derivação c/ saída fêmea EP 3" (passagem lateral) TIGRE | 4612 | 2,00 | 21 | 1,0000 |
| 17) Derivação fêmea EP 3"x2" (passagem direta) TIGRE | 1229 | 2,25 | 21 | 0,9989 |
| 18) Derivação fêmea EP 3"x2" (passagem lateral) TIGRE | 9669 | 1,83 | 53 | 0,9933 |
| 19) Válvula de linha EP c/haste de latão 3"x3" (fechada) | 913 | 2,13 | 21 | 0,9997 |
| 20) Válvula de linha EP c/ haste de latão 3"x3" + curva de derivação EP 3" + curva de nivelamento EP 3" - TIGRE | 9804 | 1,96 | 21 | 1,0000 |
| 21) Curva EP 90 ⁰ 3" TIGRE | 1087 | 2,00 | 21 | 1,0000 |
| 22) Curva de nivelamento EP 3" TIGRE | 977 | 1,93 | 21 | 1,0000 |
| 23) Saída de aspersor EMS 2"x1½' TIGRE | 26116 | 2,29 | 21 | 0,9995 |
| 24) Derivação c/saída fêmea EMS 2" (passagem direta) TIGRE | 8136 | 2,09 | 21 | 0,9999 |
| 25) Derivação c/ saída fêmea EMS 2"(passagem lateral) TIGRE | 48206 | 2,04 | 21 | 1,0000 |

| | | | | |
|---|-------|------|----|--------|
| 26) Curva EMS 90° 2" TIGRE | 2047 | 1,77 | 21 | 1,0000 |
| 27) Curva de nivelamento EMS 2" TIGRE | 3223 | 1,81 | 21 | 1,0000 |
| 28) Saída de aspersor EMS 3"x1½" TIGRE | 216 | 1,80 | 21 | 1,0000 |
| 29) Derivação c/saída fêmea EMS 3"(passagem direta) TIGRE | 121 | 1,66 | 21 | 1,0000 |
| 30) Derivação c/saída fêmea EMS 3"(passagem lateral) TIGRE | 3510 | 1,93 | 21 | 1,0000 |
| 31) Derivação fêmea EMS 3"x2"(passagem direta) TIGRE | 383 | 1,94 | 21 | 1,0000 |
| 32) Derivação fêmea EMS 3"x2"(passagem lateral) TIGRE | 17636 | 1,97 | 52 | 0,9975 |
| 33) Válvula de linha EMS c/haste de latão 3"x3" (fechada) | 215 | 1,78 | 21 | 1,0000 |
| 34) Válvula de linha EMS c/haste de latão 3"x3" + curva de derivação EMS 3" + curva de nivelamento EMS 3" TIGRE | 9053 | 1,95 | 21 | 1,0000 |
| 35) Curva EMS 90° TIGRE | 267 | 1,69 | 21 | 1,0000 |
| 36) Curva de nivelamento EMS 3" TIGRE | 582 | 1,81 | 21 | 1,0000 |
| 37) Saída de aspersor EMS 4"x1½" TIGRE | | | | |
| 38) Derivação c/saída fêmea EMS 4"(passagem direta) TIGRE | 125 | 2,04 | 19 | 1,0000 |
| 39) Derivação c/saída fêmea EMS 4"(passagem lateral) TIGRE | 106 | 1,91 | 20 | 1,0000 |
| 40) Derivação fêmea EMS 4"x2"(passagem direta) TIGRE | 1377 | 1,98 | 20 | 1,0000 |
| 41) Derivação fêmea EMS 4"x3"(passagem direta) TIGRE | 280 | 2,22 | 18 | 0,9998 |
| 42) Derivação fêmea EMS 4"x2"(passagem lateral) TIGRE | 976 | 2,56 | 16 | 0,9991 |
| 43) Derivação fêmea EMS 4"x3"(passagem lateral) TIGRE | 66958 | 2,36 | 24 | 0,9810 |
| 44) Válvula de linha EMS c/haste de latão 4"x3" (fechada) | 9251 | 2,24 | 52 | 0,9966 |
| 45) Curva EMS 90° TIGRE | 619 | 2,44 | 17 | 0,9994 |
| | 273 | 1,96 | 21 | 0,9999 |

Para a perda de carga localizada (conexões inseridas na tubulação), os valores de "n" variaram entre 1,7 e 2,6, intervalo este bem maior que o encontrado para a perda de carga contínua (Tabela 3).

Nas conexões onde ocorreu uma redução brusca de diâmetro ou direção do escoamento, ou os dois efeitos combinados, verificou-se os

maiores valores de "k" e "n", o que era de se esperar. A geometria da conexão influencia o grau de turbulência, e esta, por sua vez, influencia a perda de carga (MILLER, 1984). Nesses casos, os coeficientes de determinação foram ligeiramente inferiores, indicando uma maior dispersão dos dados experimentais de acordo com o modelo proposto.

O parâmetro de ajuste "n" está relacionado com o grau de turbulência que ocorre no escoamento. Para o caso do ajuste da perda de carga contínua, ou unitária, o parâmetro permaneceu praticamente constante, enquanto que para a perda de carga devida as conexões observou-se maior variação, evidenciando, portanto, o efeito das diferentes geometrias e formas do escoamento.

No entanto, observando os coeficientes de determinação, verifica-se que o modelo potencial proposto se aplica ao processo de perda de carga localizada em tubulações de irrigação.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos e com base nas análises realizadas e apresentadas neste trabalho, pode-se concluir que:

1) Os fenômenos de perda de carga contínua e localizada podem ser descritos em função da vazão, em tubos e conexões de PVC utilizados para irrigação;

2) O modelo potencial proposto, uma vez ajustado, é de fácil e direta utilização, quando comparado à outras fórmulas conhecidas na literatura, por exemplo a equação de Hazen-Willians.

CAIXETA, A.V., BOTREL, T.A., FRIZZONE, J.A., PAZ, V.P. da S. Head losses in pvc pipes and couplings used in sprinkler irrigation system **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

SUMMARY: The main purpose of this work is to provide the irrigation engineers with equations to estimate the energy losses in PVC pipes and couplings used in lateral and main lines of sprinkler irrigation systems. The hypothesis is that the head losses a power function of the flow rate, and suited for using in irrigation designs. The equations was determined of regress analysis to each pipe and coupling. Values of the friction

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

factor of the Darcy-Weisback equation and the Reynolds number were obtained and related to the flow rate. The power functions showed high determination coefficients. In other words, the process of energy dissipation in pipelines and its couplings may be represented by such equations.

Key works: head losses, sprinkler irrigation, PVC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Elaboração de projetos de sistemas de adução de água para abastecimento público: procedimento*: NB-519. Rio de Janeiro, 1977. 118p.

ASSY, T.M. *O emprego da fórmula universal de perda de carga e as limitações das fórmulas empíricas*. São Paulo: CETESP, 1977. 22p.

AZEVEDO NETO, J.M., ALVAREZ, G.A. *Manual de hidráulica*. 7.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1985. 724p.

BOTREL, T.A. *Hidráulica de microaspersores e de linhas laterais para irrigação localizada*. Piracicaba, 1984. 78p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CHURCHILL, S.W. Friction factor equation spans all fluid-flow regimes. *Chemical Engineering*, New York, v.84, n.24, p.91-2, 1977.

FARIA, M. *Características hidráulica do micro-gotejador Irtec e de linha lateral de irrigação*. Viçosa, 1981. 78p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

GILES, R.V. *Mecânica dos fluídos e hidráulica*. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1971. 401p.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

- KAMAND, F.Z. Hydraulic friction factors for pipe flow. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.114, n.2, p.311-23. 1988.
- MILLER, D.S. *Internal flow systems*. s. l.: BHRA Fluid Engineering, 1984. 290p. (BHRA Fluid Engineering Series, 5).
- NEVES, E.T. *Curso de hidráulica*. 2.ed. Porto Alegre: Globo, 1968. 577p.
- OLIVEIRA, C. *Hidráulica de gotejadores de linhas laterais para irrigação por gotejamento*. Viçosa, 1978. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- PEREIRA, A.J.S., ALMEIDA, A.B. Formulação explícita e universal da resistência em tubos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HIDRÁULICA, 12, 1986, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Associação Internacional de Pesquisas Hidráulicas, 1986. v.1, p.56-66
- SILVESTRE, P. *Hidráulica geral*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. 316p.
- SMITH, R. J. Energy loss in branching flow and its application to irrigation pipeline design. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Silsoe, v.41, n.3, p.181-9, 1988.
- SOUZA, P. A. de. Nova formulação explícita para o cálculo do fator (f) de escoamento forçado. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HIDRÁULICA, 12, 1986, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Associação Internacional de Pesquisas Hidráulicas, 1986. v.1, p.75-85.
- STREETER, V.L., WYLIE, E.B. *Mecânica dos fluídos*. São Paulo: McGraw-Hill, 1982. 585p.
- SWAMEE, P.K, JAIN, A.K. Explicit equations for pipes flow problems. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

Journal of the Hydraulics Division, New York, v.102, n.5, p.657-67, 1976.

WILSEY, E.F. Friction factors for turbulent flow in pipes. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.119, p.331-7, 1954.

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.125-138, 1995.

INFLUÊNCIA DO RAIOS DE CURVATURA NA PERDA DE CARGA EM TUBOS DE POLIETILENO

VIEIRA, Andréa Campmany¹
BOTREL, Tarlei Arriel²
PAZ, Vital Pedro da Silva³
FRIZZONE, José Antonio²

RESUMO: Foi estudada a influência do raio de curvatura na perda de carga em tubos de polietileno. Utilizando-se tubos de diâmetro nominal de 0,0127 m (½"), 0,01905 m (¾") e 0,0254 m (1") foram realizados ensaios com a linha de teste retilínea e posteriormente com linha disposta de forma circular, proporcionando raios de curvatura de 3,80 m, 1,60 m, 0,80 m, 0,32 m e 0,23 m. Com os valores obtidos de vazão e perda de carga (calculada pelo diferencial de pressão), estabeleceu-se por regressão linear, equações de perda de carga em função da vazão para cada raio de curvatura e diâmetro da tubulação estudada. Para uma mesma velocidade de escoamento verificou-se um aumento da perda de carga com a redução do raio de curvatura. Para tubos de 0,0127 m (½") e 0,01905 m (¾") ocorreu um acréscimo de 23,2% e 23,6%, respectivamente, na perda de carga para um raio de curvatura de 0,23 m, quando comparado com a tubulação retilínea. Para o tubo de 0,0254 m (1"), o acréscimo foi de 25,8% para um raio de curvatura de 0,32 m. Deve-se, portanto, determinar a perda de carga para tubulações dispostas de forma não retilínea, evitando o dimensionamento hidráulico inadequado dos sistemas de condução e distribuição de água.

Termos para indexação: tubulação, retilínea, circular, PVC, perda de carga

INTRODUÇÃO

Determinadas situações práticas requerem a estimativa da perda de carga em tubulações dispostas de forma não retilínea, ou seja, em tubulações curvilíneas, como no caso de sistemas de irrigação com

¹ Engenheira Agrônoma, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Caixa Postal 9. 13418-900 - Piracicaba-SP, Brasil.

² Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Caixa Postal 9. 13418-900 - Piracicaba-SP, Brasil.

³ Engenheiro Agrícola, Doutor em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq-ESALQ/DER, Caixa Postal 9. 13418-900 - Piracicaba-SP, Brasil.

mangueiras, carretel enrolador e gotejamento utilizando "looping" em torno da planta. As equações normalmente utilizadas para estimativa da perda de carga consideram apenas duas situações, ou seja, tubulações retilíneas e perdas localizadas em acessórios, não sendo encontrada na literatura nenhuma equação para estimar a perda de carga em tubulações curvilíneas.

Para um adequado dimensionamento de sistemas de condução e distribuição de água é necessário que se conheçam as características hidráulicas das tubulações, conexões e acessórios, definindo a relação entre a perda de carga e a vazão do sistema. Nas canalizações, qualquer causa perturbadora, elemento ou dispositivo que provoque turbulência, mudança de direção ou alteração da velocidade do escoamento, proporciona uma perda de energia. Em consequência da inércia e de turbilhonamentos, parte da energia mecânica disponível converte-se em calor e dissipa-se sob essa forma, resultando numa perda de carga (NETTO & ALVAREZ, 1982).

Assim, a perda de carga é devida ao atrito do fluído com as paredes internas dos tubos e às variações de velocidade e de direção do escoamento (KING et al., 1945). Na prática, as canalizações não são constituídas exclusivamente por tubos retilíneos e de mesmo diâmetro. As peças especiais e conexões, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocam atritos, dando origem às perdas de carga localizada (NETTO & ALVAREZ, 1982).

Diversas fórmulas para estimar a perda de carga em tubulações estão apresentadas na literatura e são de uso freqüente para análise dos escoamentos em redes hidráulicas, entre elas, Fórmula Universal (Darcy Weisbach), Flamant, Manning e Hazen-Williams, baseadas na seguinte relação:

$$hf = K \frac{L V^n}{D^m} \quad (1)$$

em que:

hf - perda de carga;

L - comprimento da tubulação;

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

V - velocidade de escoamento do fluido;
 D - diâmetro da tubulação;
 K - coeficiente de atrito, ou coeficiente de perda de carga;
 n, m - coeficientes de ajustes.

Tais fórmulas foram desenvolvidas para tubulações retilíneas. Para o caso de peças especiais e conexões, a perda de carga é, em geral, estimada em função da velocidade, isto é, uma fração da energia de velocidade ou taquicarga (SMITH, 1988):

$$\Delta H_f = K \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

O processo de perda de carga localizada em conexões é bastante complexo, envolvendo inúmeras variáveis como: características do escoamento, geometria da conexão, presença de correntes secundárias, entre outras. Equações empíricas são aplicadas em situações de domínio restrito de diâmetros com coeficientes que dependem da rugosidade e da geometria do conduto. Estas constantes devem caracterizar o material utilizado e o tipo de escoamento para o qual foram estabelecidas (ASSY, 1977).

Segundo CAIXETA (1991), uma vez que os parâmetros ou coeficientes das equações dependem das características do material, da geometria do sistema e do regime de escoamento, devem ser estudados e determinados através de ensaios de laboratório, para posterior uso em condições de campo.

OLIVEIRA (1978), BOTREL (1984) e CAIXETA (1991), apresentam equações do tipo $h_f = k Q^n$ para estimar a perda de carga em tubos de diferentes materiais e, segundo STREETER & WYLIE (1982), as perdas de carga são proporcionais à potência 1,7 a 2, 0 da velocidade média ou vazão, o que é demonstrado pela Fórmula Universal de Perda de Carga, Flamant e Hazen-Williams, ou seja:

Fórmula Universal

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{Q^2}{A^2 \cdot 2 \cdot g} \quad (3)$$

Fórmula de Flamant

Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

$$h_f = \frac{6,107 \cdot b \cdot Q^{1,75}}{D^{4,76}} \quad (4)$$

Fórmula de Hazen-Williams

$$hf = 10,641 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \quad (5)$$

ASSY (1977) e KAMAND (1988) alertam para o cuidado que se deve tomar ao utilizar tais equações, uma vez que sua validade é restrita a certos limites ou a certos casos especiais.

Diversos trabalhos determinaram os coeficientes próprios para cada conexão ou tubulação, a serem utilizados na equação universal ou em equações empíricas. Porém, nenhum deles considera a perda de carga em tubulações dispostas de forma não retilíneas, no caso, na forma de círculo com um raio de curvatura R ao longo de um comprimento L.

O presente trabalho tem como objetivo estudar a influência do raio de curvatura na perda de carga em tubos de polietileno.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. Foram utilizados tubos de polietileno de diâmetros nominais de ½", ¾" e 1". Os ensaios foram realizados com a linha de testes retilínea e disposta de forma circular com diferentes raios de curvatura (Tabela 1).

A água foi fornecida por um reservatório de nível constante situado à 15m de altura. Pressões de até 12 m.c.a. foram obtidas a partir do próprio reservatório e, pressões superiores foram obtidas por bombeamento direto. A vazão foi determinada por um medidor magnético indutivo com precisão de 0,5% e regulada por um registro de gaveta localizado à jusante da linha de testes de 20 m de comprimento. A diferença de pressão entre os extremos da linha foi medida em um manômetro diferencial tipo "U", utilizando mercúrio como líquido indicador. Na Figura 1 está representado o esquema de montagem da linha de testes.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

Tabela 1 - Tubulação e disposição da linha de testes

| Diâmetros | 0,0127 m (1/2") | 0,01905 m (3/4") | 0,0254 m (1") |
|--------------------|-----------------|------------------|---------------|
| | reto | reto | reto |
| Raios de curvatura | 3,20 | 3,20 | 3,20 |
| | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| | 0,23 | 0,23 | 0,23 |

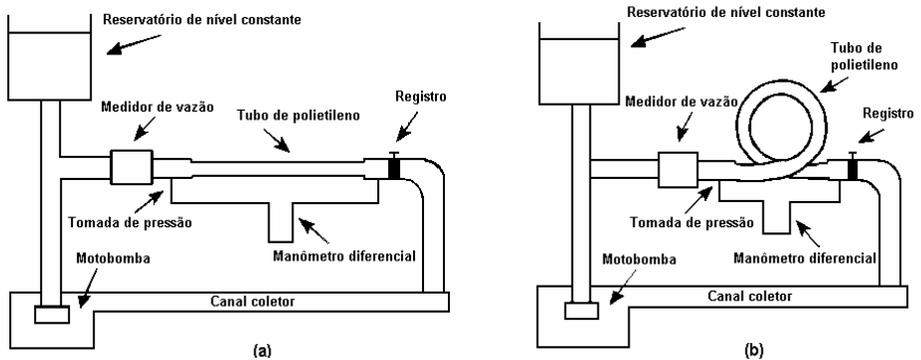


Figura 1. Esquema de montagem da linha de testes (a) retilínea e (b) de forma circular.

De acordo com o Teorema de Bernoulli, estando em nível a tubulação e sendo esta de diâmetro constante, a perda de carga ao longo da linha torna-se igual a diferença de pressão, considerando que a energia de velocidade pouco varia entre os pontos, ou seja:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + hf_{1-2} \quad (6)$$

em que:

P_i - pressão na seção i (1,2);

V_i - velocidade do escoamento na seção i (1,2);

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

Z_i - cota ou altura da seção i (1,2);
 g - aceleração da gravidade;
 $hf_{1,2}$ - perda de carga entre as seções.

Como $Z_1 = Z_2$ e, considerando $(V_1^2/2g) = (V_2^2/2g)$, tem-se:

$$hf = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \quad (7)$$

Assim, foram obtidos pares de valores de perda de carga e vazão que permitiram, por regressão linear, ajustar a equação que descreve a perda de carga ao longo da linha, em função da vazão, para um determinado diâmetro de tubo e raio de curvatura, segundo o modelo:

$$hf = K Q^n \quad (8)$$

em que:

hf - perda de carga, m/m;

Q - vazão, m³/s;

K, n - constantes de ajuste;

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão apresentadas as equações de perda de carga, obtidos com a tubulação disposta em linha reta e de forma circular, para diferentes diâmetros. Os dados referem-se à vazões, cujos intervalos de velocidade correspondem a: de 0 a 4,2 m/s para 0,0127 m (1/2"), de 0 a 2,8 m/s para 0,01905 m (3/4") e de 0 a 3,2 m/s para 0,0254 m (1").

Os expoentes da vazão, compreendidos entre 1,75 e 1,90, são próximos dos valores encontrados nas equações normalmente utilizadas para estimativa da perda de carga, e de acordo com o intervalo apresentado por STREETER & WYLIE (1982), que é de 1,7 a 2,0.

Tabela 2. Perda de carga na tubulação de 0,0127 m (1/2")

| Curvatura (m) | hf (m/m) | R^2 |
|---------------|------------|-------|
|---------------|------------|-------|

| | | |
|------|------------------------------|--------|
| reto | $hf = 265760,5 Q^{1,759899}$ | 0,9995 |
| 3,20 | $hf = 233078,7 Q^{1,739588}$ | 0,9995 |
| 1,60 | $hf = 335321,0 Q^{1,774764}$ | 0,9993 |
| 0,80 | $hf = 555404,7 Q^{1,826323}$ | 0,9995 |
| 0,23 | $hf = 463538,0 Q^{1,803063}$ | 0,9991 |

Tabela 3. Perda de carga na tubulação de 0,01905 m (3/4")

| Curvatura (m) | hf (m/m) | R ² |
|---------------|------------------------------|----------------|
| reto | $hf = 146982,5 Q^{1,780185}$ | 0,9999 |
| 3,20 | $hf = 357010,7 Q^{1,895644}$ | 0,9996 |
| 0,80 | $hf = 244176,0 Q^{1,838495}$ | 0,9999 |
| 0,23 | $hf = 188300,6 Q^{1,785172}$ | 0,9981 |

Tabela 4. Perda de carga na tubulação de 0,0254 m (1")

| Curvatura (m) | hf (m/m) | R ² |
|---------------|-----------------------------|----------------|
| reto | $hf = 40190,1 Q^{1,768955}$ | 0,9999 |
| 3,20 | $hf = 46895,0 Q^{1,785455}$ | 0,9999 |
| 1,60 | $hf = 72017,2 Q^{1,841785}$ | 0,9997 |
| 0,80 | $hf = 73587,7 Q^{1,838327}$ | 0,9999 |
| 0,23 | $hf = 66753,3 Q^{1,810565}$ | 0,9999 |

Na Tabela 5 observa-se a diferença de perda de carga nas tubulações dispostas de forma circular, comparadas à tubulação retilínea, para uma velocidade de escoamento de 2,5 m/s.

Tabela 5. Diferença absoluta e percentual da perda de carga estimada para as tubulações dispostas de forma circular, comparada à tubulação retilínea.

| Diâm. (pol) | Raio de curvatura (m) | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 3,20 | | 1,60 | | 0,80 | | 0,32 | | 0,23 | |
| | abs | % | abs | % | abs | % | abs | % | abs | % |
| ½" | 0,12 | 3,3 | 0,44 | 11,9 | 0,50 | 13,6 | - | - | 0,86 | 23,2 |
| ¾" | 0,38 | 5,2 | - | - | 0,75 | 10,2 | - | - | 1,73 | 23,6 |
| 1" | 0,27 | 4,5 | 0,62 | 10,2 | 0,92 | 15,3 | 1,56 | 25,8 | - | - |

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão representadas as equações de perda de carga para os tubos de diferentes diâmetros, dispostos linearmente e de

forma circular. Para todos os diâmetros, mantida a velocidade de escoamento, ocorre um acréscimo da perda de carga a medida que se reduz o raio de curvatura. Quanto maior a velocidade, maior é a perda de carga, representada pela diferença observada entre as curvas.

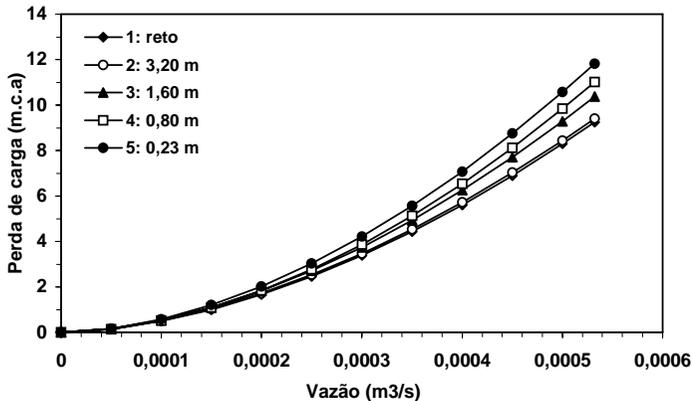


Figura 2. Perda de carga, em 20m de tubulação, em função da vazão para os raios de curvatura testados com a linha de 0,0127 m ($\frac{1}{2}$ ").

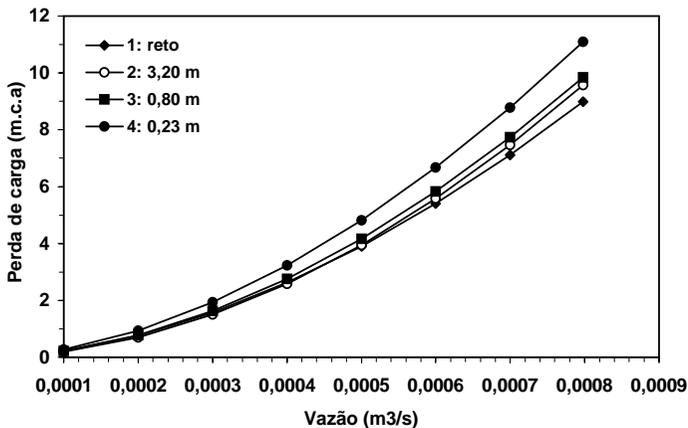


Figura 3. Perda de carga, em 20 m de tubulação, em função da vazão para os raios de curvatura testados com a linha de 0,01905 m ($\frac{3}{4}$ ").

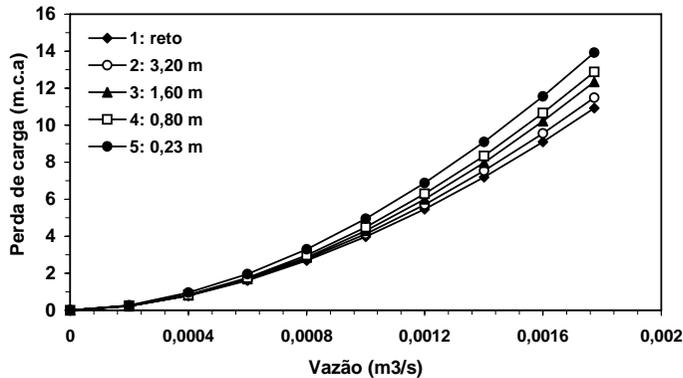


Figura 4. Perda de carga, em 20 m de tubulação, em função da vazão para os raios de curvatura testados com a linha de 0,0254 m (1”).

As equações ajustadas apresentaram elevado coeficiente de correlação, indicando, portanto, que o modelo proposto (equação 5) pode ser utilizado para descrever a perda de carga nas tubulações estudadas sob diferentes situações de funcionamento, sejam dispostas linearmente e em círculo.

CONCLUSÕES

A análise dos dados possibilitou as seguintes conclusões:

- 1) para uma mesma velocidade de escoamento, há um acréscimo na perda de carga à medida que se reduz o raio de curvatura;
- 2) a diferença entre a perda de carga de um tubo com raio de curvatura R e o tubo reto de mesmo diâmetro, aumenta com a elevação da velocidade de escoamento;
- 3) a não consideração do efeito do raio de curvatura conduz a um erro na análise hidráulica, atingindo, no caso, uma diferença extrema de 25,8%;
- 4) uma equação apropriada deve ser utilizada para estimativa da perda de carga em tubulação dispostas de forma não linear, evitando o dimensionamento inadequado de sistemas hidráulicos.

VIEIRA, A.C., BOTREL, T.A., PAZ, V.P.S., FRIZZONE, J.A. Influence of ray of curvature in head loss in PVC pipe.. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

SUMMARY: Was studied the influence of ray of curvature in head loss in PVC pipe. Utilized pipe of nominal diameter of 0,0127 m ($\frac{1}{2}$ "), 0,01905 m ($\frac{3}{4}$ ") and 0,0254 m (1") and was executed test with the line of test rectilinear and afterwards with line of form circulate affording ray of curvature of 3,80 m, 1,60 m, 0,80 m, 0,32 m and 0,23 m. With the value obtain of outlet and loss of head (calculated for differential of pressure), established for linear regression, equacion of loss of head at function that flow at each ray of curvature and diameter of pipe studied. For equal velocity of flow verify an increase of loss of head with the decrease of ray of curvature. At pipe of 0,0127 m ($\frac{1}{2}$ ") and 0,01905 m ($\frac{3}{4}$ ") occur an increase of 23,2% e 23,6%, respectively, on loss of head at a ray of curvature of 0,23 m, when compareted with the pipe rectilinear. For the pipe of 0,0254 m (1") the increase was of 25,8% for a ray of curvature of 0,32m. Should, therefore, determine the loss of head for pipe disposed by form not rectilinear, avoid the design hydraulic inadequate of system by conveyance and distribution of water .

Key words: pipe, rectilinear, circulate, PVC, head loss.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSY, T.M. *O emprego de fórmula universal de perda de carga e as limitações das fórmulas empíricas*. São Paulo: CETESB, 1977. 22p.

BOTREL, T.A. *Hidráulica de microaspersores e de linhas laterais para irrigação localizada*. Piracicaba, 1984. 78p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CAIXETA, A.V. *Perda de carga em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação por aspersão*. Piracicaba, 1991. 115p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.139-149, 1995.

- KAMAND, F.Z. Hydraulic friction factors for pipe flow. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.114, n.2, p.311-23, 1988.
- KING, H.W., WISLER, C.O., WOODBURN, J.O. *Hidráulica*. Rio de Janeiro: Pan-Americana, 1945. 352p.
- NETTO, A., ALVAREZ, G.A. *Manual de hidráulica*. 7.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1982. v.2.
- OLIVEIRA, C. *Hidráulica de gotejadores e de linhas laterais para irrigação por gotejamento*. Viçosa, 1978. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- SMITH, R.J. Energy loss in branching flow and its application to irrigation pipeline design. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Silsoe, v.41, n.3, p.181-9, 1988.
- STREETER, U.L., WYLIE, E.B. *Mecânica dos fluídos*. 7.ed. São Paulo: McGraw Hill, 1982. 585p.