

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO
DE CEBOLA NO VERÃO**

Jhony van der Vinne
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Dezembro de 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO
DE CEBOLA NO VERÃO**

Jhony van der Vinne

Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevizan Braz

Co-Orientador: Prof. Dr. Itamar Andrioli

Co-Orientadora: Profa. Dra. Terezinha de Jesus Deléo Rodrigues

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Dezembro de 2006

van der Vinne, Jhony
V242s Sistemas de cultivo e métodos de implantação de cebola no
 verão / Jhony van der Vinne. - - Jaboticabal, 2006
 iv, 60 f., 28 cm

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

 Orientadora: Leila Trevizan Braz

 Banca Examinadora: Arthur B. Cecílio Filho, Marcos David
 Ferreira

 Bibliografia

 1. *Allium cepa* L., 2. Plantio direto. 3. Cultivo mínimo I.
 Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
 Veterinárias.

 CDU 635.25: 631.543

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação -
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



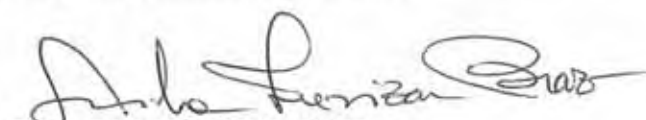
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE
CEBOLA NO VERÃO

AUTOR: JHONY VAN DER VINNE

ORIENTADORA: Dra. LEILA TREVIZAN BRAZ

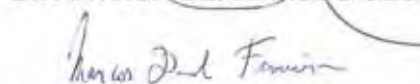
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:



Dra. LEILA TREVIZAN BRAZ



Dr. ARTHUR BERNARDES CECÍLIO FILHO



Dr. MARCOS DAVID FERREIRA

Data da realização: 18 de dezembro de 2006.



Presidente da Comissão Examinadora
Dra. LEILA TREVIZAN BRAZ

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jhony van der Vinne – Filho de Ubel Jan van der Vinne e Maria Helena Nisgoski van der Vinne, nascido na cidade de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, em 5 de julho de 1980. Em março de 1999, ingressou na Universidade Estadual de Ponta Grossa e concluiu, em dezembro de 2003, o curso de Engenharia Agrônômica. Durante o curso, foi bolsista de Iniciação Científica pelo programa PIBIC/CNPq/UEPG, no período de 2000 a 2003. Em agosto de 2004, iniciou o curso de mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP, como bolsista da FAPESP, com conclusão em dezembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por tudo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado.

À Professora Dra. Leila Trevizan Braz, pela orientação.

Aos Professores Dr. Itamar Andrioli e Dra. Teresinha de Jesus D. Rodrigues, pela grande contribuição dada à dissertação.

À Fundação de Pesquisa e Difusão de Tecnologia Agrícola Luciano Ribeiro da Silva, pela cessão da área experimental e auxílio na condução do experimento.

À COOXUPÉ, pelo aporte dos insumos empregados nos experimentos.

Ao Engenheiro Agrônomo José Maria Breda Junior, pelas sugestões e críticas na condução do experimento.

Aos Doutores Walter Oliveira e Nivaldo C. Costa, pelo fornecimento de sementes das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco.

Aos produtores de São José do Rio Pardo, pela cessão de implementos empregados no experimento.

Aos funcionários dos Departamentos de Produção Vegetal, Biologia Aplicada e de Solos e Adubos pelo auxílio prestado.

Aos amigos e colegas das disciplinas.

À Bibliotecária Tieko Takamiya Sugahara, pela correção das referências.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | ix |
| SUMMARY..... | x |
| CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 01 |
| I Introdução..... | 01 |
| II Revisão de Literatura..... | 02 |
| Métodos de implantação de cebola..... | 02 |
| Sistemas de cultivo..... | 04 |
| CAPÍTULO 2 - SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE CEBOLA NO VERÃO: EFEITO NAS PROPRIEDADES DO SOLO E NO SISTEMA RADICULAR..... | 09 |
| Resumo..... | 09 |
| I Introdução..... | 09 |
| II Material e Métodos..... | 11 |
| Local..... | 11 |
| Tratamentos..... | 12 |
| Delineamento experimental..... | 13 |
| Implantação, tratos culturais e fitossanitários..... | 13 |
| Características avaliadas..... | 15 |
| Análise estatística..... | 16 |
| III Resultados e Discussão..... | 17 |
| Experimento I: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha..... | 17 |
| Experimento II: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em diferentes sistemas de cultivo e métodos de implantação..... | 23 |
| IV Conclusões..... | 28 |
| CAPÍTULO 3 - SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE CEBOLA NO VERÃO: EFEITO NA PLANTA..... | 29 |
| Resumo..... | 29 |

| | |
|--|----|
| I Introdução..... | 29 |
| II Material e Métodos..... | 30 |
| Local..... | 30 |
| Tratamentos..... | 31 |
| Delineamento experimental..... | 31 |
| Implantação, tratos culturais e fitossanitários..... | 31 |
| Características avaliadas..... | 31 |
| Análise estatística..... | 32 |
| III Resultados e Discussão..... | 32 |
| Experimento III: semeadura em dezembro..... | 32 |
| Experimento IV: semeadura em fevereiro..... | 40 |
| IV Conclusões..... | 60 |
| Referências..... | 61 |

SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE CEBOLA NO VERÃO

RESUMO - O trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos de sistemas de cultivo e métodos de implantação no sistema radicular da cebola e nas propriedades físicas do solo (Experimentos I e II), bem como na produtividade de cultivares no verão, visando à colheita de bulbos na entressafra (Experimentos III e IV). Os experimentos foram conduzidos em um Latossolo Vermelho, em São José do Rio Pardo-SP, entre dezembro de 2004 e setembro de 2005. No Experimento I, instalado em dezembro, foram avaliados os sistemas de cultivo na palha e convencional (aração/gradagem) e pontos de coleta de amostras do solo: linha e entrelinha. No Experimento II, instalado em fevereiro, foram avaliados os sistemas de cultivo na palha e convencional, implantados por semeadura direta, transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas. No Experimento III, instalado em dezembro, foi avaliada a produtividade de Alfa Tropical, Alfa São Francisco e Mercedes, implantadas por transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas, no cultivo na palha e convencional. No Experimento IV, instalado em fevereiro, foram avaliados os mesmos tratamentos do Experimento III e foi adicionado o método da semeadura direta. O sistema radicular concentrou-se entre 0 e 20 cm de profundidade. A densidade de raízes foi maior no sistema de cultivo na palha do que no convencional, entre 0 e 10 cm. Os atributos físicos do solo não alteraram o desenvolvimento radicular. A semeadura direta propiciou maior densidade de raízes que mudas de bandejas e de raízes nuas. Altas produtividades foram obtidas com Alfa Tropical e Alfa São Francisco em dezembro, e em fevereiro com Mercedes. O transplântio de mudas de bandejas e a semeadura direta proporcionaram produtividades de até 50 t ha⁻¹, quase o dobro da constatada no método de mudas de raízes nuas. Maiores produtividades ou precocidade de colheita foram obtidas no cultivo na palha em relação ao sistema convencional.

Palavras-Chave: *Allium cepa* L., plantio direto, cultivo mínimo.

TILLAGE SYSTEMS AND CROP IMPLEMENTATION FOR ONIONS IN SUMMER

SUMMARY – The aim of the study was to determine the effects of tillage system and method of crop implementation on the root system of onions and on the physical properties of the soil (Experiment I and II), as well as on the productivity of the cultivars in the summer, for the purpose of collecting bulbs in the period of low onion yield (Experiments III and IV). The experiments were conducted in red latosol soil, in São José do Rio Pardo-SP, between December, 2004 and September, 2005. Experiment I, started in December, compared tillage systems, conventional (plowing/harrowing) versus no-tillage, and collection areas of soil samples, row versus interrow. Experiment II, started in February, examined the two tillage systems, where crops were implemented by direct seeding (DS) and transplanting seedlings produced in trays (TST) or in raised beds (TSR). Experiment III, started in December, studied the productivity of Alfa Tropical, Alfa São Francisco and Mercedes, implemented by TST and TSR, cultivated with no tillage and with conventional soil preparation. Experiment IV, started in February, examined the same treatments as in December but also the DS method. The root system was concentrated at a depth of 0 to 20 cm. The density of the roots was greater between 0 and 10 cm with no tillage compared to conventional soil preparation. The physical attributes of the soil had no influence on root development. DS favored a greater root density compared to TST and TSR. High productivity was obtained with Alfa Tropical and Alfa São Francisco in December, and in February with Mercedes. TST and DS resulted in productivities of up to 50 t ha⁻¹, almost double that with TSR. Greater yield was obtained with no tillage versus the conventional system.

Keywords: *Allium cepa* L., no-tillage, strip-tillage.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

I INTRODUÇÃO

A cebola constitui uma das principais hortaliças em importância econômica, suplantada apenas pelo tomate e pela batata. Atualmente, cerca de 56 mil hectares são cultivados no Brasil, com produção de 1,12 milhão de toneladas de bulbos (AGRIANUAL, 2006). As principais regiões produtoras são o Sul, o Sudeste e o Nordeste, com destaque aos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Paraná.

As regiões produtoras, apesar das diferentes condições edafoclimáticas, concentram a colheita no segundo semestre do ano. No primeiro trimestre do ano, a oferta é garantida pelo armazenamento da cebola produzida na região Sul, no final do ano. O abastecimento na entressafra, entre maio e julho, foi por muitos anos obtido pela técnica do bulbinho, na região de Piedade e Divinolândia, no Estado de São Paulo.

No entanto, a abertura econômica e o tratado do Mercosul modificaram as estruturas de produção e comercialização da cebola no Brasil. A área de cultivo pela técnica do bulbinho, principal ofertante de bulbos na entressafra, reduziu-se significativamente, pela menor competitividade com a cebola Argentina (OSAKI, 2003). Além da baixa qualidade da cebola produzida em relação à importada, o alto custo da técnica que envolve duas safras de produção (bulbinhos e bulbos) tornou o sistema pouco atrativo.

No final da década de 90, o cultivo no verão começou a ser implantado em substituição à técnica do bulbinho. No entanto, a expansão e a consolidação efetiva deste sistema de cultivo possuem restrições inerentes às condições climáticas do verão na região Sudeste: fotoperíodo longo, temperaturas elevadas e excesso de precipitação.

A maioria das cultivares disponíveis não é adaptada a essas condições e apresenta bulbificação precoce na fase de produção de mudas, baixa taxa de sobrevivência na colheita e produtividade (RESENDE et al., 1996).

No verão, as altas temperaturas também desfavorecem a emergência, e o elevado índice pluviométrico pode levar ao selamento e ao encrostamento do solo, dificultando a emergência e a obtenção de um estande adequado. Neste sentido, a implantação da cultura por meio da semeadura direta possui alto risco de frustrações no verão. VINCENZO (2001) verificou que a produção de mudas em bandejas para o cultivo do verão em ambiente protegido pode ser uma ferramenta promissora na minimização desses fatores inerentes ao período do verão. Tal técnica ainda poderia otimizar o manejo integrado de doenças, como o mal-das-sete-voltas, incitado pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f sp. *cepae*, considerando a importância das mudas na disseminação da doença.

O excesso de precipitação também limita as operações de preparo de solo, pois são poucas as oportunidades em que o solo é friável e pode ser manejado de forma correta. Na cebola, o cultivo na palha é realizado desde a década de 90 no Brasil por produtores da região Sul, na safra de inverno, com benefícios diretos na sustentabilidade da capacidade produtiva.

No entanto, o efeito do cultivo na palha sobre a produtividade das culturas depende do local, das condições de clima e solo, do tempo de implantação e da adequação de sua implantação (CRUZ, 1999). Assim, é recomendável que o sistema de cultivo na palha seja adaptado regionalmente, e que, além de tecnicamente factível, seja economicamente viável.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de cultivo e métodos de implantação da cultura na produção de cultivares de cebola no verão, visando à colheita de bulbos na entressafra; e avaliar as alterações promovidas por sistemas de cultivo e métodos de implantação no sistema radicular e nas propriedades físicas do solo.

II REVISÃO DE LITERATURA

Métodos de Implantação de cebola

O interesse na produção no período da entressafra remonta à década de 60. A partir da década de 80, a região de Piedade (SP) consolidou a técnica do bulbinho

e tornou-se uma das principais ofertantes do produto no período de maio a julho. Entretanto, após a consolidação do Mercosul, a área de cultivo pela técnica reduziu-se significativamente, pela menor competitividade e qualidade quando comparada à cebola Argentina (OSAKI, 2003).

No final da década de 90, o cultivo no verão começou a ser implantado em substituição a técnica do bulbinho, e está em fase de expansão. Segundo BREGAGNOLI et al. (2003), o principal fator limitante para a expansão do cultivo no verão é a falta de cultivares adaptadas no Centro-Sul do Brasil.

No verão, o fotoperíodo longo e as altas temperaturas induzem a bulbificação precoce na fase de pré e pós-transplântio na maioria das cultivares disponíveis, podendo causar grandes perdas, pois os bulbos nessas condições são inaptos para a comercialização (BREGAGNOLI et al., 2003).

AZEVEDO JUNIOR (1990), selecionando cultivares visando à bulbificação no período de março/abril em Viçosa-MG, observou que as melhores produtividades (total e comercial) foram obtidas pela cultivar Roxa IPA-3 (4,7 t ha⁻¹ e 3,6 t ha⁻¹), seguida pelas cultivares Pêra IPA-4 (2,42 t ha⁻¹ e 1,4 t ha⁻¹) e Pêra Norte IPA-7 (2,3 t ha⁻¹ e 1,4 t ha⁻¹), tendo a cultivar Baía Periforme apresentado o pior desempenho (0,34 t ha⁻¹ e 0,19 t ha⁻¹).

OLIVEIRA & LUZ (1990) obtiveram resultados semelhantes a esses avaliando o comportamento de cultivares de cebola no período chuvoso de Boa Vista-RR. A produção esteve diretamente relacionada com a porcentagem de plantas improdutivas, sendo inferior a 5% na cultivar Alfa Tropical e acima de 37% nas demais cultivares.

Os sistemas de produção de cebola no verão e na maioria das regiões tropicais são alicerçados na semeadura em sementeiras e, posteriormente, o transplântio destas mudas para o local definitivo (SERRA & CURRAH, 2002). Nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, a semeadura direta no local definitivo é bastante difundida (FONTES & SILVA, 2002).

GUIMARÃES et al. (1997) afirmam que a semeadura direta é uma técnica viável pelo menor custo e redução no ciclo. Entretanto, os autores ressaltam que essa técnica exige maiores cuidados em relação à escolha do solo e sua umidade.

O estabelecimento do estande de culturas com sementes pequenas, como é o caso da cebola, é um dos maiores problemas na produção vegetal, com efeitos acentuados quanto à profundidade, época de semeadura, umidade e temperatura do solo, preparo do solo e presença de plantas daninhas (JONES & MANN, 1963; BREWSTER, 1994).

Em trabalho conduzido por KHOKHAR et al. (1990), no Paquistão, foram verificadas maiores produtividades e massa da matéria fresca de bulbo em sistema de transplântio de mudas quando comparado à semeadura direta.

Na Itália, DELLACECCA & LOVATO (2000) avaliaram a produtividade de três cultivares de cebola implantadas por meio da semeadura direta, do transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas, em diferentes épocas e densidades de cultivo. Neste trabalho, a interação entre cultivares, sistemas e épocas foi significativa na produtividade. Em cultivares suscetíveis ao florescimento precoce, foram verificadas maiores produtividades na semeadura direta, em comparação com as mudas transplantadas. No entanto, em uma cultivar resistente ao florescimento precoce, a maior produtividade foi obtida com a implantação de mudas de bandejas.

Na região Sul do Brasil, trabalhos comparando a semeadura direta e o transplântio convencional de mudas de raízes nuas têm demonstrado que a semeadura direta promove rendimentos superiores, precocidade de colheita de até trinta dias e redução de custos de produção (ROTA et al., 1972; GUIMARÃES et al., 1997).

OLINIK & REGHIN (2006) avaliou a produtividade de cebola através da implantação em sistemas de bandejas (200 e 288 células) e mudas de raízes nuas. As mudas provenientes da bandeja de 200 células promoveram maior produtividade e maior rentabilidade, com 89,58% de bulbos nas classes 3C + 4. Embora com maior custo de produção, a produtividade alta resultante do emprego desse tipo de muda superou essa desvantagem. Dessa forma, a maior rentabilidade econômica foi obtida através da muda proveniente da bandeja de 200 células.

Sistemas de Cultivo

Diversos estudos comparando sistemas de preparo do solo têm demonstrado que o sistema de cultivo na palha é eficiente no controle da degradação dos solos

(SÁ, 1993). Nesse sistema, os restos culturais são mantidos na superfície do solo, levando a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como conseqüências alterações físicas, químicas e biológicas no solo, que irão repercutir em sua fertilidade e na produtividade das culturas (MUNDY et al., 1999).

Em hortaliças, os primeiros trabalhos demonstrando a potencialidade do cultivo de hortaliças na palha remontam o final da década de 70, nos Estados Unidos (KNAVEL et al., 1977). Entretanto, apenas na década de 90, as resistências à adoção do sistema foram vencidas, quando equipamentos mais apropriados, problemas no controle de plantas daninhas, estabelecimento de estandes adequados, entre outros fatores, foram aprimorados (MORSE, 1999).

No Brasil, os primeiros trabalhos de cultivo de hortaliças na palha foram realizados pela Epagri (SC), há quinze, anos na cultura da cebola (BOEING, 2002). Para viabilizar o cultivo da cebola na palhada, adaptações foram realizadas na enxada rotativa acoplada ao trator, através da retirada de três jogos de facas, permanecendo apenas dois, com distância regulável de acordo com o espaçamento entre as linhas de plantio. Dessa forma, são produzidos sulcos com 8-10 cm de largura por 10 cm de profundidade, que permitem o transplântio de mudas (AMADO & SILVA, 1992).

No sistema de cultivo na palha, os resíduos das diversas espécies integrantes do sistema de rotação evitam o impacto direto das chuvas, prevenindo a desagregação e o selamento superficial do solo e aumentando a taxa de infiltração de água no solo (DABNEY, 1998).

Em trabalho realizado por SIDIRAS et al. (1984), a desagregação superficial em cultivo na palha causado pelo impacto de chuva foi de apenas 2 % em relação ao preparo convencional (100 %). Na cultura do feijão-vagem, BELLINDER et al. (1987) observaram que o encrostamento do solo em cultivo na palha desfavorece a emergência e reduz o estande. Nessa condição, a diferença no estande refletiu num aumento de 42 % da produção com o cultivo na palha e precocidade de colheita entre 2 e 4 dias.

O aumento na taxa de infiltração da água contribui para a atenuação das taxas de perda de água, prolongando a disponibilidade de água às culturas. SIDIRAS & PAVAN (1986) observaram que o maior armazenamento de água em

cultivo na palha pode apresentar de 36 a 45 % mais água disponível para as culturas, em relação ao preparo convencional.

Em períodos de seca, MORSE (1999) verificou maior produtividade de repolho em cultivo na palha que em plantio convencional, atribuindo o efeito a maior disponibilidade de água durante a fase de formação das cabeças. Na cebola, a cobertura do solo manteve a umidade do solo acima da considerada crítica durante toda a condução de experimentos realizados por AMADO et al. (1990). No cultivo convencional, foram observados, durante vários períodos, valores de umidade inferiores ao exigido pela cultura.

Em sistema de cultivo na palha, a cobertura morta na superfície do solo também vem sendo amplamente utilizada como alternativa para diminuir as variações da temperatura do solo (BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK, 1990). Em Londrina-PR, DERPSCH et al. (1985) verificaram, em solos descobertos, temperaturas superiores a 50 °C, a 3 cm de profundidade, e relataram reduções em torno de 15 °C pela cobertura do solo com resíduos de aveia. Na cultura da cebola, AMADO et al. (1990) obtiveram temperaturas menores e mais próximas à faixa considerada favorável à cultura em sistema de cultivo na palha, diferindo em relação ao preparo convencional do solo.

Nos primeiros anos da instalação do cultivo na palha, o aumento da densidade do solo da camada superficial sob sistema de cultivo na palha pode ocorrer devido à estruturação natural do solo pela sua não-movimentação, sobretudo em solos argilosos.

A densidade do solo é afetada por sistemas de cultivo que alteram a estrutura e, por conseqüência, o arranjo e o volume de poros. Essas alterações exercem influência nos suprimentos de água e ar às culturas, na disponibilidade de nutrientes, e na penetração e desenvolvimento de raízes (TORMENA et al., 1998).

O aumento na densidade do solo e a redução na porosidade total e macroporosidade foram observados em trabalhos na fase inicial de implantação do sistema de cultivo na palha em grandes culturas, em relação ao preparo com arado e grade (DERPSCH et al., 1991).

STONE & OLIVEIRA (1999), avaliando diferentes sistemas de preparo do solo em um Latossolo Vermelho, verificaram durante os seis anos em que o experimento

foi conduzido, uma compactação do solo na camada superficial, evidenciada pelo aumento da densidade do solo e pela redução da porosidade total e da macroporosidade.

DECARLI (2002) constatou aumento na densidade do solo em sistema de cultivo na palha, em relação aos sistemas de preparo com arado de aiveca, arado de disco e grade aradora, após três anos de implantação dos sistemas em um Latossolo Vermelho.

No cultivo de olerícolas na palha, também foram observadas variações nos atributos do solo entre os sistemas de cultivo na palha e o convencional em períodos de curta duração. Em um solo argiloso, MUNDY et al. (1999) verificaram aumentos na densidade de um solo argiloso até 25 cm de profundidade em sistemas de cultivo mínimo e na palha, em relação ao preparo convencional, na produção de batata.

Na produção de abóbora, NESMITH et al. (1994) constataram a redução da densidade do solo na produção de abóbora, em sistema de cultivo na palha, sem entretanto atingir valores de densidade do solo limitantes à cultura

Os sistemas de cultivo, ao alterar as propriedades físicas do solo, acarretam um desenvolvimento diferenciado das raízes, influenciando no desenvolvimento das plantas e em sua produção (ROLÓN, 1996). Em solos compactados, o menor crescimento radicular ocorre devido à menor taxa de alongação celular em razão da diminuição na taxa de divisão celular no meristema (BENGHOUGH & MULLINS, 1990). A restrição no crescimento pode levar a modificações morfológicas nas raízes, como o aumento do diâmetro e a diminuição do comprimento, tornando-as tortuosas.

A restrição do desenvolvimento do sistema radicular resulta em menor volume de solo explorado pelas raízes e menor absorção de água e nutrientes, influenciando na produtividade (HAKANSONN et al., 1998).

RITHER et al. (1990) observaram maior produção de raízes em culturas anuais em plantio direto que no preparo convencional. No entanto, no plantio direto, a maior quantidade de raízes ficou concentrada nos primeiros 15 cm do solo. ROSOLEM et al. (1992) verificaram que o preparo do solo com grade pesada, em primeiro lugar, e o plantio direto proporcionaram a pior distribuição de raízes do trigo, assim como sua concentração na camada superficial do solo. O preparo do solo com

arado proporcionou distribuição mais uniforme do sistema radicular. Resultado semelhante a este foi obtido por STONE & OLIVEIRA (1999) na cultura do feijoeiro.

Em um Latossolo Roxo, MORAES (1988) verificou que o crescimento radicular da soja foi restringido quando a densidade global atingiu $1,23 \text{ Mg m}^{-3}$. A densidade na camada compactada do solo de $1,72 \text{ Mg m}^{-3}$ inibiu o crescimento radicular da soja em um Latossolo Vermelho-Escuro, em trabalho conduzido por ROSOLEM et al. (1994).

A cebola possui um dos sistemas radiculares mais diferenciados entre as culturas exploradas (JONES & MANN, 1963). O número de raízes pode variar de 20 a 200, com um diâmetro variando entre 0,5 e 2 mm. O sistema radicular é bastante superficial, concentrado em sua maioria até 25-30 cm, não ultrapassando 60 cm de profundidade (BREWSTER, 1994). Lateralmente, a extensão é limitada em sua maior parte no diâmetro do bulbo, e raramente excede a 30 cm de extensão a partir da linha de plantio (URIBE, 1992).

O desenvolvimento radicular da cebola é estreitamente relacionado com o desenvolvimento foliar, numa relação linear entre o número de folhas e raízes adventícias emitidas até o início da bulbificação (SERRA, 1999). Assim, a determinação do efeito de sistemas de cultivo no desenvolvimento radicular da cebola é de extrema importância.

CAPÍTULO 2 – SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE CEBOLA NO VERÃO: EFEITO NAS PROPRIEDADES DO SOLO E NO SISTEMA RADICULAR.

RESUMO - O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de sistemas de cultivo e métodos de implantação no sistema radicular da cebola e nas propriedades físicas do solo, no verão. Os experimentos foram conduzidos em um Latossolo Vermelho-Amarelo, em São José do Rio Pardo-SP, entre dezembro de 2004 e setembro de 2005. No primeiro experimento, instalado em dezembro, foram avaliados dois sistemas de cultivo: sistema de cultivo na palha e convencional (aração/gradagem), e dois pontos de coletas de amostras do solo e raízes: linha e entrelinha. No segundo experimento instalado em fevereiro, foram avaliados os sistemas de cultivo na palha e convencional, implantados por meio da semeadura direta, transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas. O sistema radicular da cebola concentrou-se entre 0 e 20 cm de profundidade e, lateralmente, próximo ao diâmetro do bulbo. O sistema de cultivo de cebola na palha propiciou redução na temperatura do solo e na amplitude ao longo do dia, em relação ao convencional. A densidade do comprimento radicular da cebola foi maior no sistema de cultivo na palha do que no convencional, entre 0 e 10 cm. No cultivo na palha, ocorreu aumento na densidade do solo e diminuição na porosidade total e macroporosidade, entre 0 e 30 cm de profundidade, em relação ao convencional, sem restringir o desenvolvimento radicular. A semeadura direta propiciou maior densidade de raízes que o transplântio de mudas, e a exploração mais profunda do perfil do solo.

Palavras-Chave: *Allium cepa* L., plantio direto, raiz.

I INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do sistema radicular das culturas é afetado pelo ambiente, que influencia na parte aérea, bem como por fatores inter-relacionados físicos, químicos e biológicos, como o impedimento mecânico, a disponibilidade de nutrientes, a presença de substâncias e elementos tóxicos, temperatura, umidade e ataque de pragas e doenças (TAYLOR & ARKIN, 1994).

As propriedades físicas do solo são importantes por influenciarem na disponibilidade de ar e água as raízes e o suprimento de nutrientes. A densidade do solo é afetada por cultivos que alteram a estrutura e, por conseqüência, o arranjo e o volume de poros. Essas alterações influem nas propriedades físico-hídricas, tais como a porosidade de aeração (macroporosidade), a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo à penetração (TORMENA et al., 1998).

O cultivo do solo promove modificações em seus atributos em decorrência do maior ou menor revolvimento do solo, do teor de argila e matéria orgânica e das condições de umidade do solo durante as operações de preparo do solo (DA ROS & AITA, 1996). No verão, são poucas as oportunidades em que o solo pode ser manejado corretamente e conjugado com a época adequada para o transplante e/ou sementeira da cebola.

O preparo do solo antecipado, normalmente empregado no cultivo de verão da cebola, promove acentuadas perdas de solo e de nutrientes, reduzindo a capacidade produtiva do solo. A desagregação da camada superficial, em solo intensivamente preparado, também pode afetar negativamente a germinação e a emergência da cebola, comprometendo o estabelecimento de um estande adequado, especialmente quando a cultura é implantada por meio da sementeira direta. Nesse sentido, o emprego de cultivo de hortaliças na palha é crescente. Nesse sistema de cultivo, os restos culturais são mantidos na superfície do solo, levando a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como conseqüências alterações físicas, químicas e biológicas no solo, que irão repercutir em sua fertilidade e na produtividade das culturas (HOYT, 1999). A curto prazo, ocorrem benefícios diretos na redução da perda de solo e de nutrientes, no encrostamento e selamento do solo, na temperatura e aumento na disponibilidade de água às culturas (HOYT, 1999). No entanto, o não-revolvimento do solo e o tráfego de implementos podem promover o adensamento do solo na camada superficial, em relação ao cultivo convencional, manifestado pelo aumento na densidade do solo e diminuição na macroporosidade e porosidade de aeração. Com o passar dos anos, em grandes culturas, a densidade do solo pode vir a diminuir, devido, em maior parte, ao aumento da matéria orgânica na camada superficial,

favorecendo a formação de agregados e a melhoria da estrutura do solo (OADES, 1984).

Os sistemas de cultivo, ao alterar as propriedades físicas do solo, acarretam um desenvolvimento diferenciado das raízes, influenciando no desenvolvimento das plantas e em sua produção (ROLÓN, 1996).

A cebola possui um dos sistemas radiculares mais diferenciados entre as olerícolas (JONES & MANN, 1963). O desenvolvimento radicular da cebola é estreitamente relacionado com o desenvolvimento foliar, numa relação linear entre o número de folhas e raízes adventícias emitidas até o início da bulbificação (SERRA, 1999). Assim, a determinação do efeito de sistemas de plantio no desenvolvimento radicular da cebola é de extrema importância. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de cultivo e métodos de implantação de cebola no sistema radicular da cebola e nas propriedades físicas do solo.

II MATERIAL E MÉTODOS

Local

Foram conduzidos dois experimentos na Fundação de Pesquisa e Difusão de Tecnologia Agrícola 'Luciano Ribeiro da Silva', em São José do Rio Pardo, no Estado de São Paulo. A área é localizada na latitude sul 21°37'16" e na longitude oeste 46°53'15", e altitude de aproximadamente 900 m.

O clima da região é do tipo tropical com inverno seco, classificado como Aw, segundo Köppen. A precipitação e as temperaturas prevalentes durante o período em que os experimentos foram conduzidos, estão apresentadas na Figura 1.

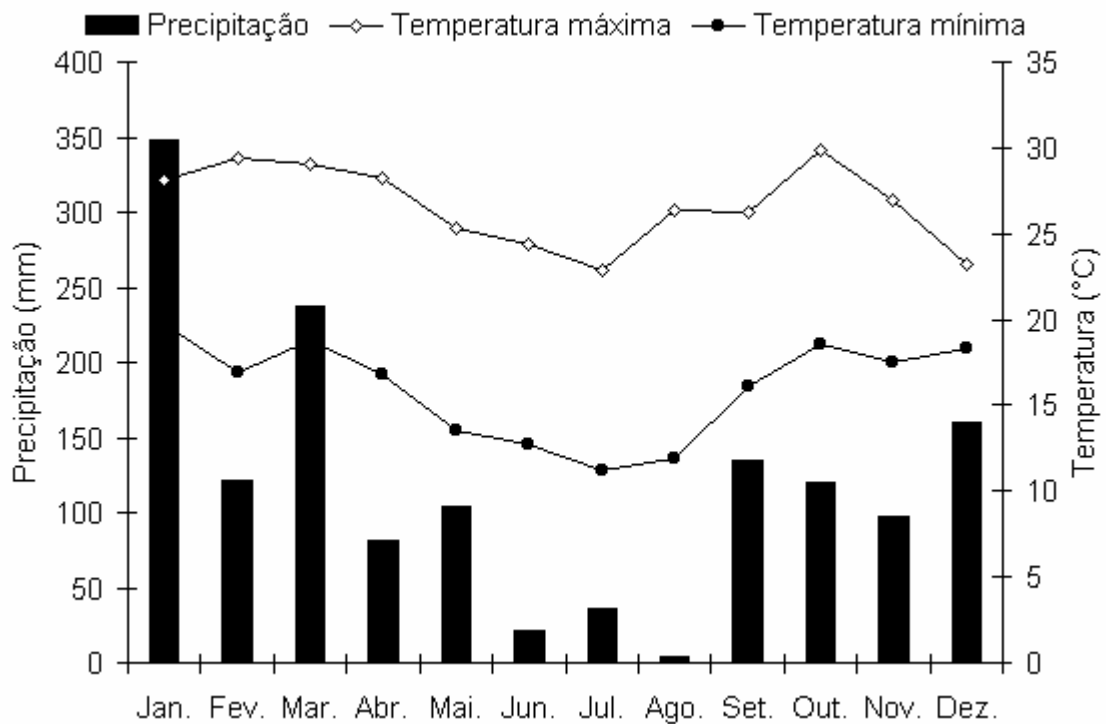


Figura 01. Precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima mensais durante o ano de 2005. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2006.

O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). No inverno de 2003, procedeu-se à correção da acidez do solo com 1,5 t de calcário dolomítico (PRNT = 85). Nessa ocasião, o preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens. Na safra 2003-2004, o milho foi semeado no local e, a partir daí, a área encontrava-se com vegetação perenizada de *Brachiaria decumbens*. Na Tabela 1, é apresentada a composição granulométrica e a análise química do solo da área coletada no início do experimento.

Tabela 1. Composição granulométrica¹ e análise química² do solo da área experimental.

| Cam. | Argila | Silte | Areia | pH | M.O. | P ³ | K | Ca | Mg | H+Al | SB | T | V |
|-------|-------------------------------|-------|-------|-------------------|--------------------|---------------------|---|----|----|------|----|----|----|
| | -----g kg ⁻¹ ----- | | | CaCl ₂ | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | -----mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | % |
| 0-20 | 315 | 180 | 505 | 5,3 | 2,5 | 24 | 1,4 | 31 | 10 | 10 | 42 | 70 | 60 |
| 20-40 | 310 | 150 | 540 | 5,2 | 2,0 | 25 | 1,6 | 35 | 8 | 10 | 44 | 68 | 62 |

¹ - Método da pipeta (DAY, 1965); ² - Raij et al. (1987); ³ - extrator resina.

Tratamentos

Experimento I: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha.

No primeiro experimento instalado, em dezembro, foram avaliados dois sistemas de cultivo de cebola: sistema de cultivo convencional (SCC) e na palha (SCP); e dois pontos de coleta de amostras do solo e das raízes: linha (L) e entrelinha de plantio (E).

Experimento II: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em função de métodos de implantação da cultura e sistemas de cultivo.

No segundo experimento, implantado em fevereiro, foram avaliados os métodos de implantação por meio da semeadura direta (SD), transplântio de mudas de bandejas (TB) e de mudas de raízes nuas (TR), em sistemas de cultivo na palha e convencional.

Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e seis repetições, distribuídos nas parcelas os sistemas de cultivo (SCC e SCP). As subparcelas foram compostas por pontos de amostragem (L e E) no experimento I, e os métodos de implantação (SD, TR e TB) no experimento II.

Cada unidade experimental foi composta por sete linhas de seis metros, sendo a área útil as cinco linhas centrais, desprezando um metro em cada extremidade.

Implantação, tratos culturais e fitossanitários

No sistema de cultivo na palha, a *B. decumbens* foi dessecada cerca de 14 dias antes da implantação da cultura, com glifosato (3 L p.c. ha⁻¹). No sistema de preparo convencional, o solo foi preparado com uma aração e duas gradagens, com uma a duas semanas de antecedência.

Para a implantação por meio do transplântio no sistema de cultivo na palha, os sulcos foram marcados com o rotocar, equipamento construído a partir de uma enxada rotativa, através da retirada de três de cada cinco jogos de facas. Dessa

forma, menos de um quinto da área é mobilizada, permitindo o transplântio de mudas em sulcos de aproximadamente 8-10 cm de largura por 8 cm de profundidade.

No Experimento I, a sementeira foi realizada em 16-12-04, no sistema de produção de mudas de raízes nuas, empregando 2,0 g m⁻² de sementes, sendo o canteiro coberto com uma camada de 2 cm de serragem. O transplântio foi realizado quando as mudas atingiram de 3 a 4 folhas no espaçamento de 0,4 m entre linhas e de 0,07 m entre plantas, em 04-02-2005.

No Experimento II, a sementeira foi realizada em 18-02-2005, e o transplântio, em 29-03-05 e em 03-04-05, para as mudas de raízes nuas e de bandejas, respectivamente.

Para o método de implantação por meio da sementeira direta, foi empregado a sementeira marca Jumil modelo Extra Air 2680 PD, com sete linhas espaçadas em 0,4 m. A sementeira foi regulada para uma distribuo de 52 sementes por metro. Após a emergência, oito dias após a emergência, procedeu-se o desbaste para 22 plantas por metro.

No método de implantação por meio de transplântio de mudas de raízes nuas, essas foram produzidas em campo aberto, em canteiros de 1,1 m, levantados com uma semana de antecedência com uma rotoencantadora. Foram distribuídos 2,0 g de sementes por metro quadrado e, após a sementeira, os canteiros foram cobertos com uma camada de dois centímetros de serragem de *Pinus* sp.

No métodos de implantação da cultura por meio de transplântio de mudas de bandejas, as mudas foram produzidas empregando substrato comercial à base de fibra da casca de coco, vermiculita e matéria orgânica, com uma semente por célula (288 células), em ambiente protegido (estufa do tipo arco).

A adubação (no momento do transplântio ou da sementeira direta) constou de 850 kg da formulação 5-18-10 e 30 kg de ácido bórico. Em cobertura, foram aplicados 90 kg de nitrogênio e 95 kg de potássio. Nos métodos de implantação da cultura por meio da sementeira direta, a aplicação em cobertura foi realizada parcelada, aos 15; 28; 43 e 62 dias após a sementeira. Nos sistemas de transplântio, a adubação em cobertura foi dividida em duas aplicações, aos 25 e 45 dias após o transplântio.

O manejo de doenças foi realizado preventivamente, intercalando pulverizações com mancozeb (240 g i.a. 100L⁻¹ de água), oxicloreto de cobre (250 g i.a. 100 L⁻¹ de água) captan (240 g i.a. 100 L⁻¹ de água) e tiofanato metílico (70 g i.a. 100 L⁻¹ de água), procimidone (75 g i.a. 100 L⁻¹ água) ou azoxystrobin (8 g i.a. 100 L⁻¹ água), em intervalos de 14 a 16 dias, em intervalos regulares de aproximadamente cinco a dez dias.

O manejo de pragas (*Thrips tabaci*) foi realizado preventivamente, intercalando os inseticidas paration metil (60 lambdacialotrina (5 mL i.a. 100 L⁻¹ de água), clorfenapyr (24 mL 100 L⁻¹ de água), em intervalos regulares de 10 a 15 dias. Para as pulverizações, foram utilizados um volume de calda de 350 L ha⁻¹ (pH 5,5) e o espalhante adesivo polioxietileno alquilfenol éter.

O manejo das plantas daninhas na fase inicial foi realizado com a aplicação de oxadiazon (170 mL p.c. 100 L⁻¹ de água), aos 13 e 20 dias após o transplântio, e com ioxynil-octanoato (160 mL p.c. 100 L⁻¹ de água) e bentazon (160 mL p.c. 100 L⁻¹ de água), aos 25 e 35 dias após o transplântio.

Nos sistemas de semeadura direta, o manejo foi realizado aos 23 dias após a semeadura com oxadiazon (170 mL p.c. 100 L⁻¹ de água), com ioxynil-octanoato (160 mL p.c. 100 L⁻¹ de água) e bentazon (160 mL p.c. 100 L⁻¹ de água), aos 30 e 40 dias após a semeadura. Houve predomínio das espécies *Bidens pilosa*, *Amaranthus* sp., *Commelina benghalensis*, *Brachiaria decumbens*, *Galinsoga* sp., *Ipomea* sp., *Digitaria* sp..

Características avaliadas

No Experimento I, a temperatura do solo foi monitorada numa profundidade de 5 cm, aos 7; 32; 94 e 115 dias após o transplântio. A coleta dos dados foi realizada de hora em hora, entre as 6 h e as 18 h, em dias límpidos. Os geotermômetros foram instalados na linha e na entrelinha de plantio, nos sistemas de cultivo, na palha e convencional, sendo um geotermômetro por sistema, com precisão de 0,2°C.

No início da maturação do bulbo, caracterizado pelo início da flacidez do pseudocaule, antes do estalo, correspondendo ao estágio C da escala fenológica de

REIS et al. (1973), foram coletadas amostras do sistema radicular da cebola nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm.

As amostras de raízes de duas plantas por repetição foram obtidas com um trado de seis centímetros de diâmetro e 10 cm de altura. A separação das raízes foi feita por meio de dissolução e fracionamento do solo em água abundante e pela suspensão e peneiramento das raízes com abertura de 0,5 mm. As raízes foram armazenadas em geladeira, em recipientes contendo solução de álcool etílico (20 %).

A determinação da densidade do comprimento radicular baseou-se na metodologia de BOHM (1979), com alteração no diâmetro original que classifica as raízes em finas e grossas. Neste trabalho, o diâmetro que limita as classes foi reduzido de 2 mm para 1 mm.

Cada amostra foi disposta separadamente em uma bandeja com água em um scanner. Após a leitura da imagem, a determinação do comprimento das raízes foi analisada pelo sistema de análise de imagens Delta-T Devices e mensurada pelo método de HARRIS & CAMPBELL (1989). A densidade do comprimento radicular foi obtida pela divisão entre o comprimento total e o volume de solo coletado.

Para a caracterização das condições físicas do solo, foram abertas trincheiras no centro das parcelas e foram retiradas amostras indeformadas, no centro das camadas de 0-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm de profundidade. Para a coleta, foram empregados cilindros (anéis volumétricos) de 6 cm de altura por 5 cm de diâmetro. As amostras indeformadas foram coletadas no mesmo período em que o sistema radicular foi amostrado.

A densidade do solo foi obtida empregando-se a relação do solo seco e volume total da amostra. A microporosidade e a macroporosidade foram determinadas tendo como referência a tensão, de 0,6 m de coluna de água, pelo método da mesa de tensão conforme método descrito em EMBRAPA (1997). A porosidade total foi avaliada em função da diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco.

Análise estatística

Os dados obtidos em cada experimento foram submetidos à análise de variância e, em casos de significância, ao teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

III RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha.

Na Tabela 1, é apresentado o resumo da análise de variação dos atributos do solo, nas camadas avaliadas. Foram observados os efeitos isolados dos fatores avaliados e a interação entre sistemas de cultivo e pontos de amostragem na densidade do solo, na macroporosidade e na porosidade total, nas camadas de 0 - 10 cm; 10 - 20 cm e 20 - 30 cm. Não foram verificadas diferenças na microporosidade, assim como nos demais atributos na camada mais profunda (30 - 40 cm).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (teste F e coeficiente de variação) das características avaliadas para os sistemas de cultivo (S) e pontos de amostragem (P). São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Características | S | P | S x P | C.V. | Características | S | P | S x P | C.V. |
|-------------------|----|----|-------|------|-------------------|----|----|-------|------|
| 0 - 10 cm | | | | | 10 - 20 cm | | | | |
| Densid. do solo | ** | ** | ** | 10,2 | Densid. do solo | ** | ** | ** | 12,2 |
| Macroporosidade | ** | ** | ** | 12,4 | Macroporosidade | ** | ** | ** | 10,6 |
| Microporosidade | ns | ns | ns | 10,5 | Microporosidade | ns | ns | ns | 12,9 |
| Porosidade total | ** | ** | ** | 18,2 | Porosidade total | ** | ** | ** | 13,2 |
| Densid. de raízes | ** | ** | ** | 14,2 | Densid. de raízes | ** | ** | ** | 18,7 |
| 20 - 30 cm | | | | | 30 - 40 cm | | | | |
| Densid. do solo | ** | * | * | 15,6 | Densid. do solo | ns | ns | ns | 11,2 |
| Macroporosidade | ** | ** | ** | 17,8 | Macroporosidade | ns | ns | ns | 17,8 |
| Microporosidade | ns | ns | ns | 18,2 | Microporosidade | ns | ns | ns | 18,5 |
| Porosidade total | ** | ** | ** | 19,5 | Porosidade total | ns | ns | ns | 19,4 |
| Densid. de raízes | ** | ** | * | 20,8 | Densid. de raízes | ns | ns | ns | 30,5 |

* Significativo pelo teste F, a 5 % de probabilidade; ** significativo pelo teste F, a 1 %; ns - diferenças não-significativas. ¹ C.V. - coeficiente de variação, em porcentagem. ***Experimento instalado em dezembro.

O desdobramento da interação entre os fatores nas propriedades do solo é apresentado na Tabela 2. No sistema de cultivo convencional, não foram

observadas diferenças na densidade do solo e no sistema poroso entre a linha e a entrelinha de plantio, nas diferentes camadas avaliadas. No entanto, para o sistema de cultivo na palha, as variações entre os pontos, nas camadas superficiais do solo, foram significativas, com diminuição na porosidade total ou aumento na densidade do solo na linha de plantio em relação à entrelinha.

Tabela 2. Densidade do solo e sistema poroso, na linha (L) e entrelinha (E), em sistemas de cultivo de cebola convencional (SCC) e na palha (SCP), em um Latossolo Vermelho-Amarelo. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005.

| Pontos | Densidade do solo (Mg m ⁻³) | | Macroporosidade (m ³ m ⁻³) | | Microporosidade (m ³ m ⁻³) | | Porosidade total (m ³ m ⁻³) | |
|-------------------|--|----------|--|---------|--|------|---|----------|
| | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP |
| 0 - 10 cm | | | | | | | | |
| L | 1,18 A a | 1,23 A b | 0,30 A a | 0,25 Ba | 0,28 ^{ns} | 0,30 | 0,58 A a | 0,55 A a |
| E | 1,20 B a | 1,27 A a | 0,28 A a | 0,22 Ba | 0,29 | 0,31 | 0,57 A a | 0,51 B b |
| 10 - 20 cm | | | | | | | | |
| L | 1,26 B a | 1,34 A a | 0,28 A a | 0,23 Ba | 0,31 ^{ns} | 0,32 | 0,60 A a | 0,55 B a |
| E | 1,25 B a | 1,30 A b | 0,26 A a | 0,22 Ba | 0,32 | 0,34 | 0,59 A a | 0,56 B a |
| 20 - 30 cm | | | | | | | | |
| L | 1,28 B a | 1,36 A a | 0,29 A a | 0,25 Ba | 0,29 ^{ns} | 0,30 | 0,58 A a | 0,55 B a |
| E | 1,29 B a | 1,34 A a | 0,29 A a | 0,25 Ba | 0,29 | 0,29 | 0,58 A a | 0,54 B a |
| 30 - 40 cm | | | | | | | | |
| L | 1,35 ^{ns} | 1,32 | 0,26 ^{ns} | 0,24 | 0,30 ^{ns} | 0,34 | 0,56 ^{ns} | 0,58 |
| E | 1,33 | 1,34 | 0,27 | 0,26 | 0,30 | 0,33 | 0,58 | 0,59 |

* Médias de cada atributo do solo em cada camada avaliada, seguida da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. ^{ns} - diferenças não significativas pelo teste F (5%). ** Experimento instalado em dezembro.

CORRECHEL et al. (1999) também verificaram que a densidade do solo nas camadas superficiais é influenciada pela posição relativa à entrelinha de cultivo. No entanto, os autores verificaram que a densidade do solo varia de forma sistemática, independentemente do sistema de cultivo. Porém, os autores não isolaram o efeito do tráfego de máquinas às entrelinhas específicas, o que poderia explicar a variação entre os trabalhos.

As variações entre os pontos avaliados, linha e entrelinha, em sistemas de cultivo na palha, podem ser ocasionadas pela abertura do sulco de transplante com o rotoçar. A fração do solo com menor densidade ou porosidade total corresponde àquelas mobilizadas pelo equipamento.

Entre os sistemas de cultivo de cebola, no cultivo na palha, constatou-se aumento na densidade do solo e redução na porosidade total e na macroporosidade, em relação ao sistema de cultivo convencional, nas camadas de 0-10; 10-20; 20-30 cm de profundidade. As variações só não ocorreram entre os sistemas na camada superficial, na linha de plantio, como já mencionado, e na camada mais profunda do solo.

O aumento na densidade do solo e a redução na porosidade total e macroporosidade foram observados em outros trabalhos na fase inicial de implantação do sistema de cultivo na palha, em grandes culturas (DERPSCH et al., 1991). STONE & OLIVEIRA (1999), avaliando diferentes sistemas de preparo do solo em um Latossolo Vermelho, verificaram, durante os seis anos em que o experimento foi conduzido, compactação do solo na camada superficial, evidenciada pelo aumento da densidade do solo e pela redução da porosidade total e macroporosidade. DECARLI (2002) constatou aumento na densidade do solo em sistema de cultivo na palha, em relação aos sistemas de preparo com arado de aiveca, arado de disco e grade aradora, após três anos de implantação dos sistemas em um Latossolo Vermelho.

Por outro lado, o sistema de cultivo na palha de grandes culturas, durante quatro anos, em um Latossolo Vermelho-Escuro (VIEIRA & MUZILLI, 1984), sete anos em um Latossolo Vermelho-Escuro (ALBUQUERQUE et al., 1995) e nove anos (DA ROS & AITA, 1996) não alterou a porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo, em relação ao sistema de cultivo convencional, independentemente da camada amostrada.

As variações na densidade e no sistema poroso podem alterar o crescimento e o desenvolvimento radicular. Na Tabela 3, é apresentado o desdobramento das interações entre os fatores na densidade do comprimento radicular, nos pontos avaliados, em sistema de cultivo convencional e na palha.

A densidade de raízes obtida neste trabalho variou de 8,09 a 9,79 cm cm^{-3} , somados às camadas de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 3), e são condizentes com os obtidos por SERRA (1999), com valores médios entre 8,1 e 9,1 cm cm^{-3} , nos primeiros 20 cm de profundidade.

A distribuição de raízes foi concentrada, em ambos os sistemas, até 20 cm de profundidade, sendo maior na linha de plantio, em relação à entrelinha. A concentração superficial de raízes próximo ao bulbo foi observada por URIBE (1992), e pode estar relacionada com a produção contínua e em intervalos regulares de raízes a partir do caule (DEMASON, 1990). GREENWOOD et al. (1992) constataram que mais de 90 % do sistema radicular da cebola está situado até 15 cm de profundidade.

Tabela 3. Densidade do comprimento radicular da cultivar de cebola Alfa Tropical em sistemas de cultivo convencional (SCC) e na palha (SCP), de amostras coletadas na linha (L) e entrelinha de plantio (E), em um Latossolo Vermelho-Amarelo. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005.

| Pontos de coleta | Densidade do comprimento radicular (cm cm ⁻³) | | | | | | | |
|------------------|---|---------|------------|---------|------------|---------|--------------------|------|
| | 0 – 10 cm | | 10 – 20 cm | | 20 - 30 cm | | 30 - 40 cm | |
| | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP |
| L | 5,23 Ba | 7,19 Aa | 3,27 Aa | 2,60 Ba | 1,25 Aa | 1,31 Aa | 0,65 ^{ns} | 0,74 |
| E | 2,45 Bb | 3,26 Ab | 1,92 Ab | 1,34 Ab | 0,44 Bb | 0,56 Ab | 0,23 | 0,14 |

* Médias de cada camada avaliada seguida da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%. ^{ns} - diferenças não significativas pelo teste F (5 %). ** Experimento instalado em dezembro.

A influência dos tratamentos foi mais acentuada nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm de profundidade. Na linha e entrelinha de plantio, a densidade do comprimento radicular foi maior em sistema de cultivo na palha, na camada superficial (0 - 10 cm), em relação ao sistema convencional. Na camada de 10 - 20 cm, o comportamento foi o oposto ao observado na camada superficial na linha.

ROSOLEM et al. (1992) verificaram que o preparo do solo com grade pesada, em primeiro lugar, e o plantio direto proporcionaram a pior distribuição de raízes do trigo, assim como sua concentração na camada superficial do solo. O preparo do solo com arado e grade proporcionou distribuição mais uniforme do sistema radicular. No feijoeiro, a maior concentração de raízes também foi verificada por STONE & OLIVEIRA (1999) em sistema de semeadura direta na palha.

No entanto, neste trabalho, a distribuição das raízes não foi relacionada com a densidade do solo ou com seu sistema poroso. As variações da densidade do solo, macro e microporosidade, e a porosidade total, apesar de serem distintas entre os sistemas, ainda são consideradas favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular, em todos os pontos e sistemas avaliados.

A macroporosidade constatada neste trabalho variou entre 0,22 e 0,30 m³ m⁻³ (Tabela 1). Os valores são distantes do valor crítico de 0,10 m³ m⁻³ ao desenvolvimento de plantas preconizado por ERIKISON (1982) e de 0,06 m³ m⁻³, considerado restritivo ao crescimento radicular por HILLEL (1970). Apesar de estes valores poderem variar para cada cultura, também não foram constatadas diferenças na microporosidade entre os pontos amostrados e entre os sistemas de cultivo.

Neste trabalho, os dados obtidos indicam que o sistema poroso deste solo, independentemente do sistema de cultivo, permitiu adequada aeração do solo, infiltração e retenção da água. Essa característica é obtida em solos cujo sistema poroso é próximo a 0,5 m³ m⁻³, e a macroporosidade e a microporosidade são semelhantes (HENIN, 1976).

O crescimento das raízes também pode ser influenciado por outros fatores inter-relacionados: físicos, químicos e biológicos. A continuidade dos macroporos, a fertilidade, a presença de agentes fitopatogênicos ou simbióticos nos macroporos, a oxigenação do solo e a quantidade de água disponível são outros fatores citados por PASSIOURA (1991) que podem alterar o crescimento radicular e a distribuição das raízes.

Neste experimento, provavelmente, o efeito da disponibilidade de água na emissão de raízes foi menor, na comparação entre os sistemas de cultivo, já que a precipitação no período foi alta, sendo de 349; 172; 240; 98 e 115 mm, nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, respectivamente (Figura 1). Assim, a disponibilidade de água, provavelmente, foi alta durante todo o ciclo da cultura, em ambos os sistemas. Por outro lado, o sistema poroso do solo, em ambos os sistemas de cultivo, teria condições de garantir a adequada oxigenação do solo.

Neste trabalho, a temperatura do solo foi avaliada a 5 cm de profundidade, na linha de plantio e na entrelinha, em sistemas de cultivo na palha e convencional (Figura 2). Em todas as avaliações realizadas, em dias límpidos, a temperatura do solo no sistema de cultivo convencional foi maior que no sistema de cultivo na palha. Além de temperaturas máximas mais elevadas, a amplitude da temperatura ao longo do dia foi maior no sistema convencional.

Aos 7 dias do transplante (Figura 2, A), a temperatura máxima do solo em sistema de cultivo na palha foi de 27,4 e 29,1 °C na linha e entrelinha de plantio,

respectivamente. Em sistema convencional, a temperatura na linha e entrelinha de plantio foi de 32,4 e 33,0°C, respectivamente. A diferença obtida aos 32 dias do transplântio foi ainda mais pronunciada, sendo até 7,2°C maior no sistema convencional que no sistema de cultivo na palha, na linha de plantio. Com o desenvolvimento da cultura, as diferenças entre os sistemas foram menores, provavelmente em função da decomposição da palha em sistema de cultivo na palha. Em Londrina-PR, DERPSCH et al. (1985) verificaram, em solos descobertos, temperaturas superiores a 50 °C, a 3 cm de profundidade, e relataram reduções em torno de 15 °C pela cobertura do solo com resíduos de aveia.

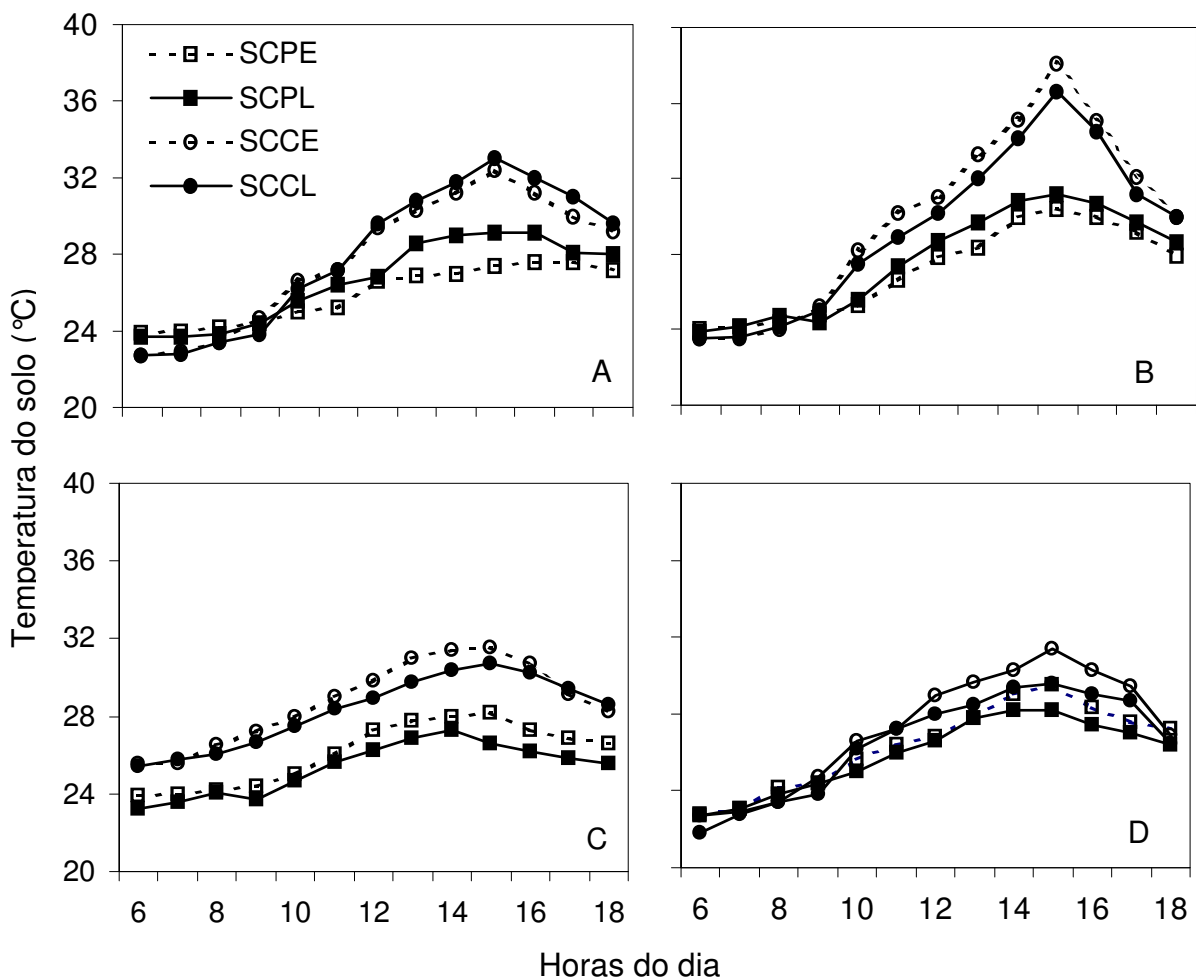


Figura 2. Temperatura do solo a 5 cm de profundidade em sistema de cultivo na palha (SCP) e convencional (SCC), na linha (SCPL e SCCL) e entrelinha de plantio (SCPE e SCCE), aos 7 (A), 32 (B), 94 (C) e 115 (D) dias do transplântio. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005. ** Experimento instalado em dezembro.

A redução da temperatura do solo no sistema de cultivo na palha pode ter influenciado na distribuição de raízes da cebola, com maior concentração de raízes na camada superficial em relação ao convencional. Segundo MCMICHAEL & QUISENBERRY (1993), variações na temperatura do solo podem alterar o comprimento das raízes, a matéria seca e a ramificação, que podem reduzir, significativamente, o crescimento da parte aérea das culturas. Em solanáceas, temperaturas do solo acima de 36°C afetam negativamente o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade (GOSSELIN & TRUDEL, 1985, 1986). A faixa de temperatura do solo adequada ao crescimento e desenvolvimento das raízes é próxima à considerada adequada aos bulbos (BREWSTER, 1994), e mais próxima à obtida em sistema de cultivo na palha. Assim, a maior densidade do comprimento radicular da cebola no cultivo na palha pode estar relacionada com um ambiente mais favorável à cultura, já que o desenvolvimento radicular da cebola é estreitamente relacionado com o desenvolvimento foliar, numa relação linear entre o número de folhas e raízes emitidas até o início da bulbificação (SERRA, 1999). A produção contínua de raízes, característica da cebola (BREWSTER, 1994), poderia ter sido mais intensa e/ou prolongada em sistema de cultivo na palha, concentrando-as na camada superficial, em relação ao convencional

Experimento II: Atributos do solo e sistema radicular de cebola em diferentes sistemas de cultivo e métodos de implantação.

Não foram constatadas interações significativas entre os sistemas de cultivo e os métodos de implantação, na densidade e no sistema poroso do solo. No entanto, o efeito dos sistemas de cultivo foi significativo na densidade do solo, na macroporosidade e na porosidade total, nas camadas de 10 - 20 e de 20 - 30 cm de profundidade (Tabela 4). Na camada de 0 - 10 cm de profundidade, houve efeito dos sistemas na macroporosidade e na porosidade total.

Entre os sistemas de cultivo, não ocorreram variações na camada mais profunda (30-40 cm). Em sistema convencional, a formação de camadas compactadas, abaixo da fração mobilizada pelos implementos em sistema de cultivo convencional, foi constatada por CASTRO (1987) e ALBUQUERQUE et al. (1995).

Nos anos anteriores à produção de milho, a área foi coberta com capim-elefante, o que pode ter contribuído para a estruturação do solo, inclusive na camada mais profunda. Nesse caso, o período em que o sistema é manejado, é reduzido para a formação de áreas compactadas abaixo da fração mobilizada no sistema de cultivo convencional, em condições de umidade adequada, no momento do preparo do solo.

Tabela 4. Resumo da análise de variância (teste F e coeficiente de variação) das características avaliadas para os sistemas de cultivo (S) e pontos de amostragem (P). São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Características | S | P | S x P | C.V. | Características | S | P | S x P | C.V. |
|-------------------|----|----|-------|------|-------------------|----|----|-------|------|
| 0 - 10 cm | | | | | 10 - 20 cm | | | | |
| Densid. do solo | ** | ** | ns | 12,2 | Densid. do solo | ** | ** | ns | 8,9 |
| Macroporosidade | ** | ** | ns | 9,5 | Macroporosidade | ** | ** | ns | 12,4 |
| Microporosidade | ns | ns | ns | 8,2 | Microporosidade | ns | ns | ns | 8,6 |
| Porosidade total | ** | ** | ns | 10,5 | Porosidade total | ** | ** | ns | 9,7 |
| Densid. de raízes | ** | ** | ns | 12,5 | Densid. de raízes | ** | ** | ns | 16,8 |
| 20 - 30 cm | | | | | 30 - 40 cm | | | | |
| Densid. do solo | ** | * | ns | 6,2 | Densid. do solo | ns | ns | ns | 11,4 |
| Macroporosidade | ** | ** | ns | 12,8 | Macroporosidade | ns | ns | ns | 16,2 |
| Microporosidade | ns | ns | ns | 12,5 | Microporosidade | ns | ns | ns | 18,4 |
| Porosidade total | ** | ** | ns | 15,4 | Porosidade total | ns | ns | ns | 19,5 |
| Densid. de raízes | ** | ** | ns | 19,7 | Densid. de raízes | ns | ns | ns | 28,4 |

* Significativo pelo teste F, a 5 % de probabilidade; ** significativo pelo teste F, a 1 %; ns - diferenças não-significativas. ¹ C.V. - coeficiente de variação, em porcentagem. ***Experimento instalado em fevereiro.

Em todas as camadas, a microporosidade foi semelhante entre os sistemas de cultivo. Segundo ELTZ et al. (1989) e COSTA (2005), a microporosidade é um dos atributos do solo menos alterado pelos sistemas de cultivo.

No entanto, assim como observado no primeiro experimento, a densidade do solo foi maior, e a macroporosidade e a porosidade total do solo foram menores no sistema de cultivo na palha, em relação ao convencional, nas camadas de 0-10; 10-20 e 10-30 cm. A diferença só não foi verificada para a densidade do solo entre os sistemas de cultivo na camada mais superficial.

Assim como observado no primeiro experimento, o aumento da densidade do solo e a redução da macroporosidade e da porosidade total, de sistema de cultivo na palha, foram constatados por DERPSCH et al. (1991), STONE & OLIVEIRA (1999)

e DECARLI (2002), em experimentos de curta duração, com grandes culturas, em solos do tipo Latossolo Vermelho.

No cultivo de olerícolas na palha, também foram observadas variações nos atributos do solo entre os sistemas de cultivo na palha e convencional, em períodos de curta duração. Em um solo argiloso, MUNDY et al. (1999) verificaram aumento na densidade de um solo argiloso até 25 cm de profundidade, na produção de batata, em sistemas de cultivo mínimo e na palha, em relação ao sistema convencional. Na produção de abóbora, NESMITH et al. (1994) constataram a redução da densidade do solo na produção de abóbora, em sistema de cultivo na palha, sem entretanto atingir valores de densidade do solo limitantes ao desenvolvimento radicular.

Tabela 5. Densidade do solo e sistema poroso do solo, em sistemas de cultivo convencional (SCC) e na palha (SCP) em um Latossolo Vermelho-Amarelo. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005.

| Prof. (cm) | Densidade do solo (Mg m^{-3}) | | Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | |
|---------------|--|--------|--|--------------------|--|------|---|--------------------|
| | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP |
| 0-10 | 1,23 ^{ns} | 1,26 | 0,31 A | 0,25 B | 0,28 ^{ns} | 0,29 | 0,59 A | 0,53 B |
| 10-20 | 1,26 B | 1,33 A | 0,30 A | 0,24 B | 0,28 ^{ns} | 0,30 | 0,60 A | 0,52 B |
| 20-30 | 1,28 B | 1,34 A | 0,29 A | 0,25 B | 0,29 ^{ns} | 0,31 | 0,60 A | 0,54 B |
| 30-40 | 1,33 ^{ns} | 1,35 | 0,25 | 0,24 ^{ns} | 0,28 ^{ns} | 0,27 | 0,53 | 0,52 ^{ns} |

* Médias de cada atributo do solo em cada camada avaliada, seguida da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5%. ^{ns} - diferenças não-significativas pelo teste F (5 %). ** Experimento instalado em fevereiro.

Em grandes culturas, o adensamento do solo na fase de implantação e consolidação está relacionado com o arranjo natural do solo quando é mobilizado, e com a pressão provocada pelo tráfego de máquinas (URCHEI, 1996). No entanto, a interação entre fatores climáticos e acúmulo de resíduos culturais em sistemas de rotação de grandes culturas resulta em melhoria ambiental para a biomassa microbiana, aumentando a sua atividade, interferindo na estruturação do solo com o passar dos anos (OADES, 1984).

As variações observadas neste trabalho não representam um adensamento do solo característico em sistemas de semeadura direta na palha de grandes culturas, já que o período em que o experimento foi conduzido, é curto para aferir esse comportamento no cultivo de cebola na palha.

Os sistemas de cultivo e métodos de implantação alteraram a densidade de raízes no perfil do solo, como pode ser observado na Tabela 6. A interação entre sistemas e métodos de implantação na densidade de raízes foi significativa nas camadas entre 0 e 10; 10 e 20; 20 e 30 cm de profundidade. Na camada de 30 – 40 cm de profundidade, efeito dos tratamentos não foi significativo.

A densidade do comprimento radicular no experimento é semelhante às obtidas por SERRA (1999) e foi distribuída principalmente entre 0 e 20 cm, corroborando os resultados obtidos no primeiro experimento e os obtidos por DEMASON (1990) e GREENWOOD et al. (1992).

Tabela 6. Densidade do comprimento radicular da cultivar Mercedes em sistemas de cultivo convencional (SCC) e na palha (SCP), implantado pelos métodos de semeadura direta (SD), transplântio de mudas de bandejas (TB) e transplântio de mudas de raízes nuas (TR), em diferentes profundidades, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005.

| Métodos | Densidade do comprimento radicular (cm cm ⁻³) | | | | | | | |
|---------|---|---------|------------|---------|------------|---------|--------------------|------|
| | 0 – 10 cm | | 10 - 20 cm | | 20 - 30 cm | | 30 - 40 cm | |
| | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP | SCC | SCP |
| SD | 5,82 Ba | 7,08 Aa | 3,48 Aa | 3,94 Aa | 1,79 Ba | 2,25 Aa | 1,06 ^{ns} | 1,36 |
| TB | 5,65 Ba | 6,94 Aa | 3,18 Aab | 2,64 Bb | 1,21 Ab | 1,38 Ab | 0,80 | 0,92 |
| TR | 5,20 Bb | 5,89 Ab | 2,60 Ab | 2,11 Bb | 1,10 Ab | 1,19 Ab | 0,56 | 0,78 |

* Médias de cada camada avaliada, seguida da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, a 5%. ^{ns} - diferenças não significativas pelo teste F (5 %). ** Experimento instalado em fevereiro.

A densidade do comprimento de raízes no sistema de cultivo na palha, independentemente do método de implantação, foi maior do que no sistema de cultivo convencional, na camada de 0 a 10 cm de profundidade do solo. Na camada de 10 a 20 cm, o sistema de cultivo convencional propiciou maiores densidades em relação ao sistema de cultivo na palha, nos métodos de implantação por meio de transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas. Nesta fração do solo, não foram constatadas variações entre os sistemas de cultivo, na semeadura direta.

Na camada de 20 a 30 cm de profundidade, o efeito do sistema de cultivo só foi verificado na semeadura direta, com maior densidade de raízes no sistema de cultivo na palha em relação ao sistema de cultivo convencional.

A maior concentração de raízes na camada superficial em sistema de cultivo na palha, neste experimento, também não foi relacionada com as alterações nos atributos físicos do solo, em relação ao sistema de cultivo convencional. Considerando que não houve variações na microporosidade, e as mudanças entre os sistemas na macroporosidade e porosidade total são distantes de serem consideradas restritivas ao desenvolvimento radicular.

Entre os métodos de implantação, a semeadura direta e o transplântio de mudas de bandejas propiciaram maior densidade de raízes em relação ao transplântio de mudas de raízes nuas, na camada de 0 a 10 cm de profundidade do solo. Na Argentina, LESKOVAR et al. (2004) também verificaram que o número de raízes emitidas e a massa seca de raízes de mudas de bandejas foram maiores que a observada nas mudas de raízes nuas durante a maior parte do ciclo da cultura da cebola.

Neste trabalho, com o aumento da profundidade do solo, as diferenças na densidade do comprimento de raízes entre os métodos de implantação por meio de transplântio foram reduzidas, não sendo mais perceptíveis nas camadas mais profundas.

A densidade do comprimento radicular, no método de implantação da cultura na semeadura direta na palha, foi maior que os métodos de transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas, nas camadas de 10 a 20 e 20 a 30 cm de profundidade do solo, em ambos os sistemas de cultivo. A exceção foi observada apenas para o sistema de cultivo convencional, na camada de 10 a 20 cm de profundidade do solo. Nesta fração de solo, a densidade no método de implantação por meio de semeadura direta foi semelhante ao transplântio de mudas de bandejas, no sistema de cultivo convencional.

Segundo OLIVEIRA & PORTAS (1990), quando se faz o transplântio, ocorre uma diferenciação abundante de raízes adventícias e basais, nas espécies que têm essa capacidade; com um aumento no diâmetro das raízes estruturais, uma maior concentração de raízes nas camadas superficiais do solo ou um atraso no crescimento do sistema radicular devido à demora na formação de raízes laterais.

LLORET et al. (1988) verificaram que a poda das raízes adventícias de cebola promove a redução da alongação das raízes adventícias e o incremento no número

de raízes laterais. Além do mais, o aumento na densidade do comprimento de raízes no estabelecimento da cultura, por meio da semeadura direta, pode estar relacionado também com desenvolvimento foliar, considerando a relação linear entre o número de folhas e raízes adventícias emitidas até o início da bulbificação por SERRA (1999).

IV CONCLUSÕES

O sistema radicular da cebola é concentrado entre 0 e 20 cm de profundidade do solo e lateralmente próximo ao diâmetro do bulbo.

O método de implantação da cultura por meio da semeadura direta propicia maior densidade de raízes e a exploração mais profunda do perfil do solo, que o transplântio de mudas.

Na fase inicial de implantação do sistema de cultivo na palha, ocorre aumento na densidade do solo e diminuição na porosidade total e macroporosidade, em relação ao convencional, sem restringir o desenvolvimento radicular.

A densidade do comprimento radicular da cebola é maior no sistema de cultivo na palha que no convencional, entre 0 e 10 cm.

A presença da cobertura morta em sistema de cultivo na palha é uma ferramenta eficaz na redução de altas temperaturas do solo no verão.

CAPÍTULO 3 – SISTEMAS DE CULTIVO E MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO DE CEBOLA NO VERÃO: EFEITO NA PLANTA

RESUMO - O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de cultivo e métodos de implantação na produtividade de cultivares no verão, visando à colheita de bulbos na entressafra. Foram conduzidos dois experimentos entre dezembro de 2004 e setembro de 2005, em São José do Rio Pardo-SP. No primeiro experimento, instalado em dezembro, foram avaliados os desempenhos produtivos das cultivares Alfa Tropical, Alfa São Francisco e Mercedes, implantadas por meio do transplântio de mudas de bandejas e de mudas de raízes nuas, em sistema de cultivo na palha e convencional. No segundo experimento, instalado em fevereiro, foram avaliados os mesmos tratamentos de dezembro e foi adicionado o método de implantação através da semeadura direta. Altas produtividades foram obtidas com Alfa Tropical e Alfa São Francisco, em dezembro e em fevereiro, com a cultivar Mercedes. Em dezembro, Mercedes apresentou bulbificação precoce, baixa sobrevivência e alta suscetibilidade ao mal-das-sete-voltas. Alfa Tropical e Alfa São Francisco foram suscetíveis ao florescimento precoce, não devendo ser implantadas em fevereiro. Em dezembro, o método de implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas proporcionou produtividades de até 50 t ha⁻¹, quase o dobro da constatada nas mudas de raízes nuas. Em fevereiro, o método de implantação da cultura por semeadura direta e o transplântio de mudas de bandejas propiciaram maiores produtividades e precocidade de colheita que o transplântio de mudas de raízes nuas. Produtividades maiores ou semelhantes foram obtidas com a redução das operações de preparo do solo em sistema de cultivo na palha, quando comparado com o sistema convencional.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., plantio direto, cobertura morta.

I INTRODUÇÃO

A produtividade da cebola é determinada pelas condições climáticas prevaletentes e por fatores agrônômicos. A bulbificação só ocorre se a exigência mínima em fotoperíodo da cultivar é atendida (BREWSTER, 1994). Em fotoperíodos acima do exigido pela cultivar, a taxa de bulbificação é intensificada por

temperaturas altas (STEER, 1980). A intensidade luminosa e o espectro de radiação também exercem influência no tamanho e no ciclo da cultura (AUSTIN, 1972; SOBEIH & WRIGHT, 1987).

No verão, o fotoperíodo é acima do exigido para a maioria das cultivares brasileiras disponíveis e, em interação com as altas temperaturas prevalecentes acelera precocemente a bulbificação. O lançamento de cultivares mais adaptadas ao período, na década de 90, possibilitou produtividades entre 28 e 33 t ha⁻¹ (ARAÚJO, 1996), superiores à média nacional (AGRIANUAL, 2006). Entretanto, o desenvolvimento de trabalhos no período é escasso.

CALVETE et al. (2001) verificaram que a produtividade da cultivar Alfa Tropical é maior quando implantada entre dezembro e janeiro, no método de transplântio de mudas de raízes nuas. Por outro lado, FONTES & SILVA (2002) ressalta que as cultivares normalmente empregadas na safra de outono-inverno propiciam maiores produtividades quando implantadas entre março e maio. No entanto, os autores não diferenciaram, em sua recomendação ou na pesquisa, as particularidades de cada método de implantação, assim como a interação entre os métodos de implantação, as cultivares e a época de cultivo podem alterar a resposta produtiva da cebola. METTANANDA & FHORDHAN (1999) verificaram que, em condições de altas temperaturas e intensidade luminosa, mudas com menor área foliar propiciam maior produtividade e menor ciclo que mudas com área foliar mais desenvolvida. Por outro lado, em condições de clima ameno e menor intensidade luminosa, mudas com maior área foliar são mais recomendadas.

A incorporação do sistema de cultivo na palha pode contribuir para o aumento na disponibilidade de água e redução de altas temperaturas (HOYT, 1999), modificando a resposta de cultivares aos métodos de implantação.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas e métodos de implantação, no verão, sobre a produtividade da cebola.

II MATERIAL E MÉTODOS

Local

Foram conduzidos dois experimentos na Fundação de Pesquisa e Difusão de Tecnologia Agrícola “Luciano Ribeiro da Silva”, em São José do Rio Pardo, no

Estado de São Paulo. As condições em que os experimentos foram conduzidos são, iguais às descritas no Material e Métodos do Capítulo 1.

Tratamentos

Foram avaliados os sistemas de cultivo na palha (SCP) e cultivo convencional (SCC), três métodos de implantação (semeadura direta, transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas) e três cultivares (Alfa Tropical, Alfa São Francisco e Mercedes). O experimento foi instalado em dezembro (Experimento III) e em fevereiro (IV). No experimento III, as condições climáticas adversas impediram a obtenção de um estande adequado no método de implantação de semeadura direta, e o experimento foi instalado em uma área adjacente com os sistemas de cultivo (SCP e SCC), os métodos de implantação da cultura por meio transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas, e as três cultivares.

Delineamento Experimental

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados (quatro repetições), com parcelas subdivididas, distribuídos nas parcelas os sistemas de cultivo (SCC e SCP), nas subparcelas os métodos de implantação e nas sub-subparcelas as cultivares. Cada subsubparcela foi composta por sete linhas de seis metros, sendo a área útil as cinco linhas centrais, desprezando um metro em cada extremidade.

Implantação, Tratos Culturais e Fitossanitários

A implantação e a condução da cultura foram semelhantes ao descrito no Capítulo 2.

Características avaliadas

No Experimento III (dezembro), a mortalidade de plantas foi avaliada aos 15 dias do transplântio (DAT) na área útil da parcela, obtendo-se em seguida a porcentagem de sobrevivência de plantas, com base no número total de plantas transplantadas. Em fevereiro, aos 50; 80 e 110 dias após o transplântio (DAT),

foram avaliados o diâmetro do pseudocaule, a altura e o número de folhas de dez plantas por subsubparcela.

Durante o crescimento e desenvolvimento vegetativo, foi avaliada a incidência de plantas com mal-das-sete-voltas na área útil da unidade experimental e em intervalos regulares de 7 a 10 dias. Com os valores obtidos, foi calculada a área abaixo do progresso da doença (AACPD), empregando a fórmula da equação $AACPD = [(y_2 - y_1) * (t_2 - t_1) / 2]$, onde y corresponde à incidência, e t , ao tempo.

Na colheita, quando as plantas da parcela atingem 60 % de estalo, foram avaliados o estande final e o número de plantas improdutivas na área útil. As plantas de uma área equivalente a 1 m² foram colhidas e submetidas à cura por três dias no sol e por uma semana no galpão. Os bulbos curados foram classificados conforme o diâmetro em classes comerciais (CEAGESP, 2001) e pesados, obtendo-se as produtividades de classes comercial e total.

Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com parcelas subsubparcelas (sistemas de cultivo, métodos de implantação e cultivares), e ao teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

III RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO III: Semeadura em Dezembro

Na Tabela 7, é apresentado o resumo da análise de variância das características avaliadas, durante a condução da cultura. O efeito isolado dos fatores foi significativo para a maioria das características avaliadas. As interações entre sistemas de cultivo e cultivares, e entre métodos de implantação foram constatadas na produtividade total e comercial, e na matéria fresca dos bulbos. Não foram verificadas interações entre sistemas de cultivo e métodos de implantação, assim como entre os sistemas de cultivo, os métodos de implantação e as cultivares.

Tabela 7. Resumo da análise de variância (teste F) das características avaliadas para os sistemas de cultivo (S), métodos de implantação da cultura (M) e cultivares (C). São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Característica | S | M | C | S x M | S x C | M x C | S x M x C | C.V. (%) |
|-------------------------|----|----|----|-------|-------|-------|-----------|----------|
| Sobrevivência final | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 15,2 |
| AACPD | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 17,5 |
| Sobrevivência final | ns | ** | ** | ns | ns | * | ns | 16,2 |
| Produtividade total | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 10,5 |
| Produtividade comercial | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 13,5 |
| M. Mat. fresca de bulbo | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 14,7 |

* Significativo pelo teste F, a 5%; ** significativo pelo teste F, a 1%; ns - diferenças não-significativas. *** experimento instalado em dezembro.

Na Tabela 8, são apresentados os desdobramentos das interações entre sistemas de cultivo e cultivares, e da interação entre métodos de implantação e cultivares, na sobrevivência de mudas de cebola, quinze dias após o transplântio.

Não foram verificadas diferenças entre as cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco, independentemente dos sistemas de cultivo ou dos métodos de implantação da cultura.

A taxa de sobrevivência de mudas das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco foi acima de 94 %, diferindo significativamente de Mercedes. Nesta cultivar, a mortalidade de plantas após o transplântio foi alta, sendo próxima a um terço das mudas transplantadas nos sistemas de cultivo na palha, e superior a 40 % das mudas transplantadas em sistema de cultivo convencional.

Em Mercedes, foram verificadas plantas estaladas ou sem folhas novas no momento do transplântio, caracterizando claramente a bulbificação precoce na cultivar. Apesar da seleção de plantas com pseudocaule apresentando aproximadamente 0,5 mm de diâmetro para o transplântio e presença de folhas novas, em todas as cultivares, a medida não foi efetiva na melhoria da sobrevivência de plantas de Mercedes. Nessa cultivar, a implantação da cultura por meio de mudas de bandejas propiciou maior taxa de sobrevivência que o transplântio de mudas de raízes nuas.

Tabela 8. Sobrevivência (%) de mudas de raízes nuas e de bandejas de cultivares de cebola após o transplântio (15 DAT), em sistemas de cultivo na palha e convencional. São José do Rio Pardo, UNESP-FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 97,8 A a* | 99,4 A a | 66,5 B a |
| Cultivo convencional | 96,5 A a | 98,3 A a | 57,4 B b |
| Métodos de implantação | | | |
| Mudas de bandejas | 99,8 A a* | 99,8 A a | 71,5 B a |
| Mudas de raízes nuas | 94,5 A a | 97,9 A a | 52,4 B b |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. ** Experimento instalado em dezembro.

Na Figura 3, são apresentadas as médias de cada fator no progresso da incidência do mal-das-sete-voltas. A incidência da doença foi alta no experimento instalado em dezembro, já que a doença é favorecida por altas temperaturas e umidade. A doença também promove grandes perdas no período chuvoso ou em áreas irrigadas, em regiões Semi-Áridas do Submédio São Francisco (MARANHÃO et al., 1991; TAVARES, 1995).

Não foram constatadas diferenças entre os sistemas de cultivo no progresso da doença. Ressalta-se que o patógeno é incapaz de infectar plantas da cobertura de *B. decumbens*. Por outro lado, a semelhança entre os sistemas corrobora os resultados obtidos no Capítulo 1. A produção em áreas bem drenadas é uma medida importante no manejo da doença (MAFFIA et al., 2002), indicando que o sistema de cultivo na palha, se bem manejado, não aumenta a incidência da principal doença do período.

A incidência da doença foi maior na cultivar Mercedes, diferindo das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Entre essas cultivares, o progresso da doença foi semelhante.

Entre os métodos de implantação da cultura, a AACPD foi menor nas plantas estabelecidas por meio de mudas produzidas em bandejas que nas de raízes nuas. O manejo da doença foi realizado preventivamente durante a etapa de produção de mudas em cultivo protegido e no campo. Durante a fase de produção de mudas, não foram observados sintomas da doença ou sinais do patógeno das mudas produzidas em canteiros pelo método de implantação da cultura por meio de transplântio de

mudas de raízes nuas. No entanto, não se pode descartar a possibilidade da infecção latente da doença.

A menor incidência da doença nas mudas de bandejas pode estar relacionada com a barreira formada pelo plástico das estufas à disseminação do patógeno, à maior eficiência dos fungicidas em cultivo protegido e ao contato com o patógeno quando as mudas já apresentavam a cerosidade desenvolvida nas folhas.

O emprego de mudas de bandejas pode ser uma ferramenta interessante no manejo integrado da doença, considerando a baixa opção de fungicidas para o manejo da doença ou às restrições no emprego de fungicidas protetores no período chuvoso.

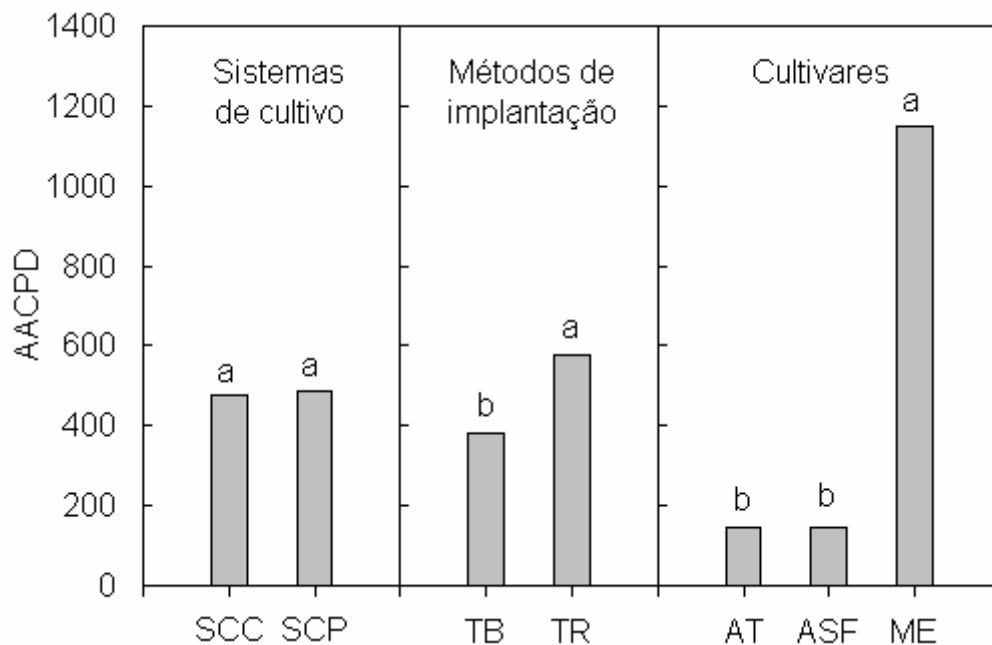


Figura 3. Médias da área abaixo do progresso do mal-das-sete-voltas (AACPD) de cebola em função dos sistemas de cultivo convencional (SCC) e na palha (SCP), dos métodos de implantação por meio de transplântio de mudas de bandejas (TB) e de raízes nuas (TR); e das cultivares Alfa Tropical (AT), Alfa São Francisco (ASF) e Mercedes (ME). São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005. * Médias seguidas da mesma letra, entre os fatores, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.** Experimento instalado em dezembro.

Na Tabela 9 é apresentado o desdobramento da interação entre cultivares e métodos de implantação da cultura na sobrevivência final de plantas de cebola. Essa característica é de grande importância, sobretudo em períodos críticos de produção,

pois determina o potencial de produtividade em função do grau de adaptação (RESENDE et al., 1996).

Entre as cultivares, as maiores porcentagens de sobrevivência foram obtidas com 'Alfa Tropical' e 'Alfa São Francisco', independentemente dos métodos de implantação da cultura. Nessas cultivares, as taxas de sobrevivências foram superiores a 92 % das plantas transplantadas.

As taxas de sobrevivência final obtida em Alfa Tropical e Alfa São Francisco são superiores às médias obtidas em cultivares de cebola cultivadas (70 %), em Viçosa, por AZEVEDO JUNIOR (1991), porém semelhantes às médias verificadas por RESENDE et al. (1996) no período chuvoso do Nordeste, em cultivares perfeitamente adaptadas às condições adversas prevalecentes.

A porcentagem de sobrevivência de Mercedes foi inferior às demais cultivares, nos métodos de implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas e no de raízes nuas. Nessa cultivar, as taxas de sobrevivência foram inferiores a 38 % das plantas e foram relacionadas com a baixa sobrevivência após o transplântio (Tabela 1), com a bulbificação precoce e com a alta incidência do mal-das-sete-voltas (Figura 2).

Tabela 9. Sobrevivência final (%) de plantas de cultivares de cebola em função de métodos de implantação da cultura. São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Métodos de implantação | Cultivares | | |
|------------------------|---------------|--------------------|----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Mudas de bandejas | 94,7 A a | 95,2 A a | 38,1 B a |
| Mudas de raízes nuas | 92,4 A a | 92,2 A a | 16,5 B b |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** Experimento instalado em dezembro.

Em Mercedes, as diferenças na sobrevivência final de plantas foram significativas entre os métodos de implantação da cultura. A taxa de sobrevivência foi maior com o emprego do método de implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas, em relação às mudas de raízes nuas. Entretanto, o baixo estande obtido resulta na inaptidão do cultivo de Mercedes no mês de dezembro, independentemente do método de implantação da cultura.

Os desdobramentos da interação entre sistemas de cultivo e cultivares, e da interação entre métodos de implantação e cultivares, na produtividade total, são apresentados na Tabela 10.

A menor produtividade foi obtida com a cultivar Mercedes, diferindo significativamente de 'Alfa Tropical e 'Alfa São Francisco', em sistemas de cultivo convencional e na palha.

A produtividade obtida neste trabalho, das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco, em sistema de cultivo convencional e no método de implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de raízes nuas, variou entre 25 e 33 t ha⁻¹. Os resultados são superiores à média de produtividade brasileira, de 20 t ha⁻¹, e semelhantes à prevalecente no Estado de São Paulo, com 27 t ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2006). Em outros trabalhos de pesquisa, foram obtidas produções semelhantes a esta, com produtividades de 25 e 33 t ha⁻¹ (ARAÚJO, 1996) e de 26 t ha⁻¹ (CALVETE et al., 2001). No entanto, a incorporação de novos sistemas de produção ao cultivo de verão possibilitou aumentos na produtividade superiores aos citados anteriormente.

Nas cultivares, Alfa Tropical e Alfa São Francisco, a produtividade total foi superior em sistema de cultivo na palha, em relação ao convencional. O aumento na produtividade foi de até 33 % (10,5 t ha⁻¹) com a redução do preparo do solo. Resultados semelhantes a esse foram obtidos por AMADO et al. (1993), em Santa Catarina, com o emprego da cultivar Crioula. Por outro lado, REGHIN et al. (2003) não encontraram diferenças na produtividade entre os sistemas de cultivo na palha e convencional, nas cultivares Crioula e Bola Precoce.

Em Mercedes, não foram verificadas diferenças entre os sistemas de cultivo, para essa característica, neste trabalho. Entretanto, a produtividade dessa cultivar foi inferior a 12 t ha⁻¹, tornando-a inapta para a produção em dezembro. A baixa produtividade se deve à bulbificação precoce, à baixa sobrevivência após o transplântio e à alta suscetibilidade ao mal-das-sete-voltas.

A implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas foi altamente vantajosa na produtividade total. Esse sistema, propiciou produtividades superiores às mudas de raízes nuas em todas as cultivares avaliadas. Em 'Alfa Tropical' e 'Alfa São Francisco', a produtividade foi superior a 47 t ha⁻¹, quase o

dobro da obtida com a implantação da cultura por meio de mudas de raízes nuas. OLINIK & REGHIN (2006) também verificaram que a produtividade de cebola através da implantação pelo método de bandejas (200 e 288 células) promove maior produtividade, em relação às mudas de raízes nuas.

Tabela 10. Produtividade total ($t\ ha^{-1}$) de cultivares de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha, e nos métodos de implantação de mudas de raízes nuas e de bandejas. São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 41,49 A a | 42,87 A a | 6,87 B a |
| Cultivo convencional | 33,79 A b* | 32,40 A b | 5,74 B a |
| Métodos de implantação | | | |
| Mudas de bandejas | 49,81 A a | 47,85 A a | 11,44 B a |
| Mudas de raízes nuas | 25,46 A b* | 27,04 A b | 1,17 B b |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.** Experimento instalado em dezembro.

A incorporação de novas tecnologias ao cultivo do verão também foi altamente benéfica na produtividade comercial. Os desdobramentos das interações, entre os sistemas de cultivo e cultivares, e entre os métodos de implantação da cultura e as cultivares avaliados, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Produtividade comercial de bulbos ($t\ ha^{-1}$) de cultivares de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha, e nos métodos de implantação de mudas de raízes nuas e de bandejas. São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 37,25 A a* | 35,31 A a | 2,78 B a |
| Cultivo convencional | 30,81 A b | 29,88 A b | 0,98 B a |
| Métodos de implantação | | | |
| Mudas de bandejas | 44,31 A a* | 44,36 A a | 2,81 B a |
| Mudas de raízes nuas | 23,75 A b | 20,83 A b | 0,95 B a |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.** Experimento instalado em dezembro.

A produtividade comercial em sistema de cultivo na palha foi superior a convencional, nas cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Para Mercedes, as

variações entre os sistemas de cultivo não foram significativas. As condições altamente indutivas para a bulbificação precoce nessa cultivar podem explicar a redução do efeito dos sistemas de cultivo na produtividade.

A implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas também propiciou altas produtividades comerciais, significativamente superiores no método de mudas de bandejas em relação às de raízes nuas.

Na Tabela 12, é apresentado o desdobramento da interação entre cultivares e sistemas de cultivo, tal qual entre métodos de implantação da cultura e cultivares para a matéria fresca de bulbo.

A cultivar Mercedes teve menor matéria fresca que as cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Essas cultivares foram semelhantes entre si, independentemente do sistema de cultivo e do método de implantação.

Entre os sistemas de cultivo, a matéria fresca do bulbo de Alfa Tropical e Alfa São Francisco foram maiores no cultivo na palha, em relação ao convencional.

A implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas, das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco, propiciou maior matéria fresca do bulbo em relação ao transplântio de mudas de bandejas.

Tabela 12. Matéria fresca (g) de bulbo de cultivares de cebola produzidas em sistemas de cultivo convencional e na palha, e nos métodos de implantação de mudas de raízes nuas e de bandejas. São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 108,1 A a* | 102,6 A a | 18,3 B a |
| Cultivo convencional | 90,8 A b | 88,7 A b | 16,0 B a |
| Métodos de implantação | | | |
| Mudas de bandejas | 133,0 A a* | 131,6 A a | 23,3 B a |
| Mudas de raízes nuas | 63,8 A b | 64,5 A b | 16,6 B a |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ,a 5%.** Experimento instalado em dezembro.

A massa da matéria fresca obtida com a implantação da cultura por meio do transplântio de mudas de bandejas propiciou bulbos com massa da matéria fresca mais próxima à preferida pelo mercado consumidor que, segundo a CEAGESP (2001), é de 150 g. Os resultados obtidos são concordantes com o constatado por OLINIK & REGHIN (2006), em que a produção de plantas de cebola por meio da

implantação de mudas de bandeja propicia bulbos com características mais atrativas ao mercado.

Em sistema de cultivo na palha, a colheita ocorreu aos 119 dias no método de implantação por meio de transplântio para as mudas de bandejas, de Alfa Tropical e Alfa São Francisco. No cultivo com mudas de bandejas, a colheita só ocorreu aos 129 e 131 dias do transplântio, para Alfa Tropical e Alfa São Francisco, respectivamente. No sistema convencional, a colheita do método de implantação por meio de mudas de raízes nuas ocorreu aos 136 e 138 dias após o transplântio.

Assim, o sistema de cultivo na palha com a implantação de mudas de bandejas das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco são as opções mais recomendadas para dezembro, com colheita de bulbos na entressafra.

EXPERIMENTO IV: Semeadura em Fevereiro

Na Tabela 13, é apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas. O efeito de métodos de implantação e de cultivares foi significativo para a maioria das características avaliadas. As interações entre sistemas de cultivo e cultivares, e entre métodos de implantação só foram significativas para a produtividade e massa da matéria fresca do bulbo.

Na Tabela 14, são apresentadas as médias de número de folhas, altura e diâmetro do pseudocaule dos fatores avaliados para os sistemas de cultivo avaliados.

No método de implantação por meio da semeadura direta, a emissão de folhas e o diâmetro das plantas foram menores que os métodos de implantação por meio de transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas, aos 50 e 80 dias após a semeadura. Entretanto, aos 110 dias, a semeadura direta na palha teve maior número de folhas, altura e diâmetro do pseudocaule que as plantas implantadas por meio de mudas de bandejas.

Em todas as avaliações, constata-se que 'Mercedes' teve o desenvolvimento da parte área maior que as cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Entre essas cultivares, não foram verificadas diferenças significativas nas características avaliadas.

Tabela 13. Resumo da análise de variância (teste F) das características avaliadas para os sistemas de cultivo (S), métodos de implantação da cultura (M) e cultivares (C). São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Característica | S | M | C | S x M | S x C | M x C | S x M x C | C.V. (%) |
|---------------------------|----|----|----|-------|-------|-------|-----------|----------|
| N° de folhas (50 DAS) | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 5,6 |
| Altura | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 4,8 |
| D. do pseudocaule | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 8,4 |
| N° de folhas (80 DAS) | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 7,9 |
| Altura | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 7,4 |
| D. do pseudocaule | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 8,1 |
| N° de folhas (110 DAS) | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 9,4 |
| Altura | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 9,8 |
| D. do pseudocaule | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 12,4 |
| AACPD | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 13,2 |
| Florescimento precoce | ns | ** | ** | ns | ns | ns | ns | 14,7 |
| Porc. de sobrevivência | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | 18,6 |
| Produtividade total | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 15,4 |
| Produtividade comercial | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 16,7 |
| Matéria fresca dos bulbos | ** | ** | ** | ns | ** | ** | ns | 12,9 |

* Significativo pelo teste F, a 5 % de probabilidade; ** significativo pelo teste F, a 1 %; ns - diferenças não-significativas. *** experimento instalado em dezembro.

Tabela 14. Número de folhas, altura (cm) e diâmetro do pseudocaule de plantas de cebola implantadas por meio da semeadura direta e transplântio de mudas de bandejas e de raízes nuas. São José do Rio Pardo, UNESP – FCAV, 2005.

| Características | Métodos de Implantação | | | Cultivares | | |
|-------------------|------------------------|--------|---------|---------------|-------------------|----------|
| | SD | TB | TR | Alfa Tropical | Alfa S. Francisco | Mercedes |
| 50 DAS | | | | | | |
| N° de folhas | 3,3 B* | 3,7 A | 3,2 A | 3,1 B* | 3,2 B | 4,2 A |
| Altura | 18,2 B | 21,4 A | 20,5 A | 21,4 B | 20,4 B | 24,4 A |
| D. do pseudocaule | 7,1 B | 8,4 A | 7,6 A | 7,2 B | 7,2 B | 8,6 A |
| 80 DAS | | | | | | |
| N° de folhas | 5,5 B* | 6,4 A | 5,8 AB | 5,4 B* | 5,7 B | 6,9 A |
| Altura | 24,2 B | 29,4 A | 27,0 A | 27,0 B | 27,4 B | 35,3 A |
| D. do pseudocaule | 1,1 B | 1,4 A | 1,2 A | 1,3 B | 1,2 B | 1,5 A |
| 110 DAS | | | | | | |
| N° de folhas | 8,4 A* | 7,2 B | 6,9 B | 7,4 B* | 7,3 B | 8,2 A |
| Altura | 60,2 A | 55,8 B | 58,2 AB | 55,4 B | 54,7 B | 61,3 A |
| D. do pseudocaule | 1,8 A | 1,8 A | 1,6 B | 1,6 B | 1,5 B | 1,7 A |

* Médias de cada característica seguidas da mesma letra, nos métodos de implantação ou nas cultivares, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ** Experimento instalado em fevereiro.

Na Figura 4, é exposta as médias da AACPD das plantas em função dos sistemas de cultivo, métodos de implantação e cultivares. Assim como observado no primeiro experimento, a incidência do mal-das-sete-voltas foi maior em Mercedes, quando comparada com as cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. No entanto, os valores foram muito inferiores aos observados no primeiro experimento. A variação deve-se à redução da temperatura ocorrida no experimento de fevereiro, em relação a dezembro (Figura 1).

Entre os métodos de implantação da cultura, foi verificada a maior AACPD no método de transplântio de mudas de raízes nuas, em comparação com a sementeira direta e o transplântio de mudas de bandejas. Os resultados confirmam a inferioridade sanitária da cultura quando implantada por meio de mudas de raízes nuas.

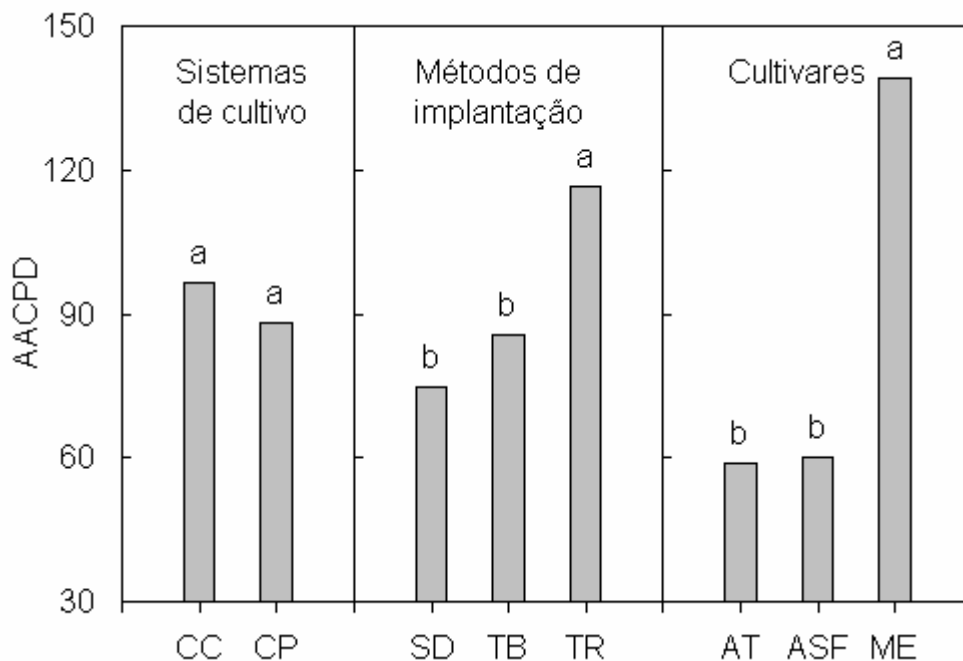


Figura 4. Médias da área abaixo do progresso do mal-das-sete-voltas (AACPD) em função dos sistemas de cultivo convencional (CC) e na palha (CP), dos métodos de implantação por meio de sementeira direta (SD), transplântio de mudas de bandejas (TB) e de raízes nuas (TR); e das cultivares Alfa Tropical (AT), Alfa São Francisco (ASF) e Mercedes (ME). São José do Rio Pardo, UNESP - FCAV, 2005. ** Experimento instalado em fevereiro.

No experimento de fevereiro, foi verificada a ocorrência de plantas com florescimento precoce, nas cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Em Mercedes, não foram encontradas plantas com hastes florais (Figura 5).

O florescimento na cebola é influenciado pelas condições ambientais, principalmente pelo fotoperíodo e temperatura, com o genótipo e com a idade da planta (THOMAS, 1994). Embora a faixa ótima para a iniciação do florescimento se situa entre 8 e 12 °C (BREWSTER, 1994), existe grande variação entre cultivares, com citações de temperaturas entre 15 e 21 °C com períodos de 20 a 40 dias, para cultivares tropicais (SINNADURAI, 1970). A seleção das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco foi realizada em condições de temperaturas altas e, nestas condições, o melhoramento pode ter resultado na seleção de plantas com baixa exigência em temperatura para a indução do florescimento.

A partir de fevereiro, as temperaturas mínimas situaram-se abaixo de 19,8 °C (Figura 1) e reduziram-se durante o desenvolvimento da cultura. A faixa ótima e a duração da vernalização das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco podem ser semelhantes às citadas por SINNADURAI (1970), e podem ter sido alteradas pela alta luminosidade e fotoperíodo ainda longo. Segundo BREWSTER et al.(1985), o fotoperíodo longo intensifica o efeito de baixas temperaturas no florescimento.

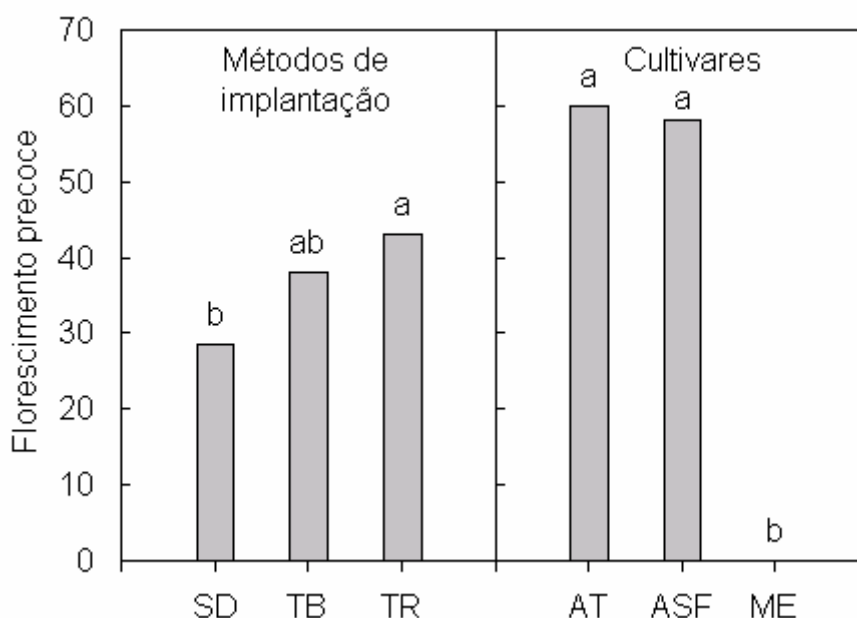


Figura 5. Florescimento precoce (%) em plantas de cebola implantadas por meio da semeadura direta (SD), transplântio de mudas de bandejas (TB) e de raízes nuas (TR), e na Alfa Tropical (AT) e Alfa São Francisco (ASF). José do Rio Pardo, UNESP - FCAV, 2005. ** Experimento instalado em fevereiro.

Entre os métodos de implantação da cultura, foi verificada a maior porcentagem de plantas com hastes florais, no método de transplântio de mudas de bandejas, em relação ao método de semeadura direta. No estabelecimento por meio de raízes nuas, foram constatadas porcentagens de florescimento precoce semelhantes aos demais métodos de implantação (Figura 5).

Embora as mudas de bandejas tenham sido produzidas em estufa, portanto com temperaturas diferentes, o período em que as mudas permaneceram em ambiente protegido corresponde ao crescimento inicial da cultura ou à fase juvenil. Existe um número de folhas ou uma massa seca de planta mínima, ligada à área foliar, para a iniciação do florescimento. Dessa forma, exclui-se o efeito da temperatura no florescimento precoce decorrente das temperaturas ocorridas na fase de produção das mudas em ambiente protegido.

Para a cultivar Buffalo, resistente ao florescimento precoce, o número de folhas necessárias para a iniciação do florescimento é de sete folhas visíveis (SANDERS & CURE, 1996). Nas cultivares Valcatore INTA e Blanca Chata Inta, o período juvenil termina quando a planta atinge um diâmetro do pseudocaule entre 6 e 8 mm, segundo GALMARINI (1990), citado por THOMAS (1994).

Verifica-se, na Tabela 14, que as plantas implantadas por meio do transplântio tiveram um crescimento inicial mais pronunciado que o sistema de semeadura direta. Assim como o transplântio de mudas de bandejas apresentou maior altura, número de folhas e diâmetro do pseudocaule. Essa variação no tamanho das plantas pode estar relacionada com as diferenças no florescimento precoce entre os métodos de implantação da cultura. SHISHIDO & SAITO (1976) observaram que o efeito da temperatura se manifesta com o tamanho da planta, de forma que quanto maior o diâmetro do pseudocaule, menor é o período necessário para a formação de gema floral.

Na Tabela 15, é apresentado o desdobramento das interações entre os sistemas de cultivo e cultivares, e entre cultivares e métodos de implantação, na produtividade total de bulbos de cebola.

A maior produtividade total foi verificada em todas as cultivares no sistema de cultivo na palha, em relação ao sistema convencional, concordando com os resultados obtidos no primeiro experimento. Independentemente do sistema de

cultivo, Mercedes propiciou produtividades superiores à cultivar Alfa São Francisco e Alfa Tropical.

A superioridade de Mercedes, em relação às demais cultivares, também foi constatada em todos os métodos de implantação da cultura.

Nas cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco, foi observada a superioridade da implantação da cultura por meio dos métodos de semeadura direta e transplântio de mudas de bandejas. Esses sistemas não se diferenciaram entre si, mas a produtividade obtida foi superior ao transplântio de mudas de raízes nuas.

Em Mercedes, a maior produtividade foi verificada com o emprego da semeadura direta, diferenciando-se dos demais métodos. Entre os métodos de implantação por meio de transplântio, as mudas de bandejas foram mais produtivas que às de raízes nuas.

Tabela 15. Produtividade total ($t\ ha^{-1}$) de cultivares de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha, empregando mudas de raízes nuas e de bandejas e a semeadura direta. São José do Rio Pardo, UNESP - FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 36,12 AB a | 32,58 B a | 43,61 A a |
| Cultivo convencional | 30,29 B b | 29,14 B b | 39,33 A b |
| Métodos de implantação | | | |
| Semeadura direta | 35,46 B a | 34,58 B a | 50,66 A a |
| Mudas de bandejas | 35,66 B a | 35,88 B a | 40,44 A b |
| Mudas de raízes nuas | 28,50 B b | 26,14 B b | 33,30 A c |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.** Experimento instalado em fevereiro.

Os resultados contrastam com os obtidos por KHOKHAR et al. (1990) no Paquistão, onde foram verificadas maiores produtividades na cultura estabelecida pelo sistema de transplântio de mudas quando comparada à semeadura direta, assim como por LESKOVAR et al. (2004) na Argentina, que não constataram diferenças na produtividade entre os métodos de semeadura direta, transplântio de mudas de raízes nuas e transplântio de mudas de bandejas, com 1; 2 e 3 sementes por célula.

Por outro lado, no Brasil, o aumento na produtividade de cebola com a semeadura direta, em relação ao transplântio de mudas de raízes nuas, foi observado por ARAÚJO et al. (1993), GUIMARÃES et al. (1997) e ROTA et al. (1972).

O desdobramento da interação entre cultivares e sistemas de cultivo, e entre cultivares e métodos de implantação da cultura, na produtividade comercial, é apresentado na Tabela 16.

As produtividades das cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco foram significativamente inferiores à obtida em 'Mercedes', independentemente do sistema de cultivo e dos métodos de implantação da cultura. A haste floral torna o produto não adequado ao processamento industrial e ao comércio *in natura*.

A superioridade do sistema de cultivo na palha foi constatada, em relação ao convencional, nas cultivares Mercedes e Alfa São Francisco. No entanto, para 'Alfa Tropical', os sistemas de cultivo tiveram produtividades semelhantes.

Entre os métodos de implantação da cultura, a semeadura direta propiciou produtividade próxima a 50 t ha⁻¹, em Mercedes. Nessa cultivar, a produção é superior à constatada no estabelecimento da cultura por meio do transplântio.

Tabela 16. Produtividade comercial (t ha⁻¹) de cultivares de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha, empregando mudas de raízes nuas e de bandejas e a semeadura direta. São José do Rio Pardo, UNESP - FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 12,70 B a | 13,97 B a | 41,12 A a |
| Cultivo convencional | 9,48 B a | 9,87 B b | 35,63 A b |
| Métodos de implantação | | | |
| Semeadura direta | 15,50 B a | 14,10 B a | 48,75 A a |
| Mudas de bandejas | 11,93 B a | 14,00 B a | 38,68 A b |
| Mudas de raízes nuas | 5,85 B b | 7,65 B b | 27,70 A c |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. ** Experimento instalado em fevereiro.

Em 'Alfa Tropical' e 'Alfa São Francisco', não foram encontradas diferenças na produção entre os métodos de implantação da cultura por meio de semeadura

direta e transplante de mudas de bandejas. No entanto, esses métodos propiciaram produtividades superiores ao método de mudas de raízes nuas, nas três cultivares avaliadas.

A resposta diferenciada na produtividade comercial de cultivares a sistemas de cultivo foi observada por VIDIGAL et al. (2001). Para as cultivares Madrugada e Aurora, a produção comercial com a semeadura direta superou o transplante de mudas em canteiros e mudas em bandejas. Entretanto, para a cultivar Primavera, não foram verificadas diferenças significativas entre a semeadura direta e o transplante de mudas de raízes nuas, superando a produção das mudas produzidas em bandejas.

Os desdobramentos das interações entre cultivares e sistemas de cultivo, bem como entre cultivares e métodos de implantação são apresentados na Tabela 18. Independentemente do sistema de cultivo e dos métodos de implantação da cultura, a massa da matéria fresca do bulbo de Mercedes foi significativamente superior às cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco. A massa da matéria fresca de Mercedes foi mais próxima à considerada preferencial durante a comercialização, com cerca de 150g (CEAGESP, 2001).

Tabela 17. Massa da matéria fresca (g) de bulbos de cultivares de cebola em sistemas de cultivo convencional e na palha, empregando mudas de raízes nuas e de bandejas e a semeadura direta. São José do Rio Pardo, UNESP - FCAV, 2005.

| Tratamentos | Cultivares | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------|
| | Alfa Tropical | Alfa São Francisco | Mercedes |
| Sistemas de cultivo | | | |
| Cultivo na palha | 112,1 B a | 123,1 AB a | 133,2 A a |
| Cultivo convencional | 78,4 B a | 79,7 B b | 95,3 A b |
| Métodos de implantação | | | |
| Semeadura direta | 111,5 B a | 114,0 B a | 144,2 A a |
| Mudas de bandejas | 101,9 B a | 108,0 B a | 122,6 A b |
| Mudas de raízes nuas | 78,5 B b | 77,5 B b | 99,2 A c |

* Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.** Experimento instalado em fevereiro.

Entre os sistemas de cultivo, foram verificadas massas da matéria fresca de bulbo produzidos em sistema de cultivo na palha, superiores às obtidas em cultivo convencional, em todas as cultivares.

Nas cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco, não foram verificadas diferenças na matéria da matéria fresca do bulbo produzidos pelo método da sementeira direta ou por meio do transplante de mudas de bandejas. Entretanto, esses métodos proporcionaram massa da matéria fresca de bulbo maiores que o método de estabelecimento por meio de transplante de mudas de raízes nuas.

Em Mercedes, a sementeira direta propiciou bulbos extremamente atrativos, com maior massa da matéria fresca em relação aos métodos de transplante. Nos métodos de implantação da cultura por meio de transplante, a menor massa da matéria fresca foi obtida com o estabelecimento da cultura por meio de mudas de raízes nuas, significativamente inferiores às mudas de bandejas.

Os resultados obtidos neste trabalho discordam com os obtidos por VIDIGAL et al. (2001) e LESKOVAR et al. (2004), que verificaram a diminuição da massa da matéria fresca do bulbo na implantação da cultura por meio da sementeira direta, em comparação com os métodos de estabelecimento por meio de transplante de mudas de bandejas e de raízes nuas. Por outro lado, são condizentes com os obtidos por ARAÚJO et al. (1993) no cultivo do verão.

O contraste entre os resultados pode estar relacionado com as condições climáticas prevalentes na condução dos experimentos. Neste trabalho, apesar do adensamento de plantas no método da sementeira direta, em relação aos métodos de implantação da cultura por meio do transplante, o número de folhas e a altura das plantas estabelecidas na sementeira direta foram semelhantes ou maiores que as implantadas por meio do transplante de mudas de bandejas ou de raízes nuas. Assim, a interceptação da radiação solar da planta produzida por meio da sementeira direta, provavelmente, foi semelhante ou maior que a produzida por intermédio do transplante. Outro ponto que pode variar entre os experimentos, é a intensidade luminosa, que exerce forte influência na cebola (AUSTIN, 1972; MORRIS & TUCKER, 1985; BREWSTER, 1985, 1994) e é alta no verão.

Neste trabalho, o ciclo total de 'Mercedes' implantada por meio da sementeira direta foi de 152 e 149 dias nos sistemas de cultivo convencional e na palha, respectivamente. A colheita foi realizada em meados de julho, o que possibilita a colheita de bulbos no período final da entressafra (maio a julho).

Nos métodos de implantação da cultura por meio do transplântio de Mercedes, a colheita foi realizada na primeira quinzena do mês de agosto, entre 15 e 25 dias após a colheita de plantas estabelecidas pela semeadura direta. A implantação de Mercedes através dos métodos de transplântio, em fevereiro, possibilitou a colheita no início da safra da região Sudeste, quando os preços ainda são altos (OZAKI, 2003; CAMARGO FILHO & ALVES, 2005).

A implantação por meio da semeadura direta, portanto, é extremamente atrativa, em função das altas produtividades, matéria fresca do bulbo e redução no ciclo, em relação aos métodos de implantação da cultura por meio do transplântio.

No entanto, os riscos de estabelecimento de estande inadequado neste sistema são altos. Uma série de fatores dificulta a implantação por meio da semeadura direta como a profundidade, época de semeadura, umidade e temperatura do solo, preparo do solo e presença de plantas daninhas (JONES & MANN, 1963; BREWSTER, 1994). No verão, os riscos são ainda mais altos devido às intensas precipitações, ocasionando o selamento do solo e o encrostamento do solo, prejudicando a emergência e reduzindo o estande.

Neste sentido, o cultivo na palha é uma ferramenta que contribui para a redução dos altos riscos do período, com um ambiente do solo favorável ao desenvolvimento do sistema radicular e redução de altas temperaturas (Capítulo 2). Porém, a implantação da cultura por meio da semeadura direta apresentou restrições na semeadora empregada no sistema de cultivo na palha. Ocorreram sucessivos embuchamentos, com falhas no corte e a obstrução dos sistemas de corte e abertura do sulco de semeadura. A frequência foi maior nas linhas de semeadura próximas às rodas motrizes, onde o espaço para o fluxo da palha durante a operação é mais reduzido.

Para a implantação da cultura por meio da semeadura direta em sistema de cultivo na palha, é recomendável que a adoção seja realizada paulatinamente, adequando a semeadora às condições do tipo de solo e cobertura empregada.

IV CONCLUSÕES

A adequação de sistemas de cultivo e métodos de implantação da cultura possibilita a produção de cultivares de cebola no verão, com alta produtividade e colheita de bulbos na entressafra.

As cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco são as melhores opções para a produção em dezembro, e a cultivar Mercedes é a opção mais indicada em fevereiro.

A cultivar Mercedes apresenta bulbificação precoce, baixa sobrevivência e alta susceptibilidade ao mal-das-sete-voltas em sementeira realizada em dezembro.

Alfa Tropical e Alfa São Francisco são susceptíveis ao florescimento precoce, não devendo ser implantadas em fevereiro.

Em dezembro, o transplante de mudas de bandejas propicia produtividades próximas a 50 t ha⁻¹, sendo o método mais indicado para a implantação da cultura.

Em fevereiro, a sementeira direta e o transplante de mudas de bandejas são os métodos mais indicados para a implantação da cultura, visando a colheita com alta produtividade e colheita na entressafra.

O sistema de cultivo na palha propicia a produção de cebola com produtividades semelhantes ou maiores que o convencional, com características de sustentabilidade da capacidade produtiva.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comercio, 2006. p.215.

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.

AMADO, T. J. C.; MATOS, A. T.; TORRES, L. Flutuação de temperatura e umidade do solo sob preparo convencional e em faixas na cultura da cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 625-631, 1990.

AMADO, T. J. C.; SILVA, E. Cultivo mínimo de cebola: Máquina para preparo do solo nas pequenas propriedades. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 25-26, 1992.

AMADO, T. J. C.; TEIXEIRA, D.; SILVA, E. Plantio direto em culturas alternativas. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1993. p. 228-234

ARAÚJO, M. de T.; ARAÚJO, B. V.; RODRIGUES, A. G. Semeadura direta versus transplântio em cebola de primavera/verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 61, 1993.

ARAÚJO, M. T. CNPH –6179 Nova população de cebola de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 69, 1996.

AUSTIN, R. B. Bulb formation in onions as affected by photoperiod and spectral quality of light. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 47, n. 3, p. 493-504, 1972.

AZEVEDO JUNIOR, P. R. **Seleção de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) visando bulbificação no período de março/abril em Viçosa, MG.** 1990, 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

BELLINDER, R. R.; WILSON, H. P.; HINES, T. E. Comparative studies of conventional and no-tillage for snap bean production. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 1, p. 159, 1987.

BENGHOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, v. 41, n.2, p. 341-358, 1990.

BOEING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2002. 80p.

BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlim: Springer, 1979. 188p.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUCK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 369-374, 1990.

BREGAGNOLI, M.; MELO, P. C. T.; GRATIERI, L. A.; MINCHILLO, M.; CARVALHO, C. A. M. Desempenho da cv. Alfa Tropical em cultura de verão no Sul do Estado de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, supl, 2, 2003. 1. CD ROM

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. Cambridge: CAB International, 1994. 236p.

BREWSTER, J. L. The influence of seedling size and carbohydrate status and of photon flux density during vernalization on inflorescence initiation in onion (*Allium cepa* L). **Annals of Botany**, London, v. 55, n. 2, p. 403-414, 1985.

CALVETE, E. O.; FIOREZE, I.; HENRICH, A. A. Produção de cebola no verão cv. Alfa Tropical, em Passo Fundo-RS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, supl. 2, 2001. 1. CD-ROM

CAMARGO FILHO, W. P.; ALVES, H. S. Produção de cebola no Mercosul: Aspectos tecnológicos e integração de mercado no Brasil e na Argentina. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 7-17, 2005.

CASTRO, O. M.; CAMARGO, O. A.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F.; CANTARELLA, H. **Caracterização química e física de dois Latossolos em plantio direto e convencional**. Campinas: IAC, 1987, 23p.

CEAGESP. **Classificação de cebola**. São Paulo, 2001. Folder

CORRECHEL., V.; SILVA, A. P.; TORMENA, A. C. Influencia da posição relativa à linha de cultivo sobre a densidade do solo em dois sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.23, n. 1; p. 165-173, 1999.

COSTA, B. F. **Atributos físicos do solo e crescimento radicular de milho (*Zea mays L.*) em plantio direto e convencional**. 2005, 45 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

CRUZ, C. J. Manejo do solo em sucessão de culturas. In: SEMINARIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 5., 1999, Barretos, **Anais...** Campinas: IAC, 1999. 266p.

DA ROS, C. O.; AITA, C. 1996. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, v. 20, p. 212-216, 1996.

DABNEY, S. M. Cover crop impacts on watershed hydrology. **Soil and Water Conservation**, New York, v. 53, n. 3, p. 207-213, 1998.

DECARLI, L. D. **Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico influenciadas por diferentes sistemas de manejo do solo cultivados com milho (*Zea mays L.*)**. 2002, 38f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

DELLACECCA, V.; LOVATO, A. F. S. Effect of different plant densities and planting systems on onion (*Allium cepa L.*) bulb quality and yield. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 533, n. 1, p. 197-203, 2000.

DEMASON, D. A. Morphology and anatomy of Allium. **In:** RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L. Onions and Allium Crops. Boca Raton: CRC Press, 1990, n. 1, p. 27-51.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná – Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HENZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761-773, 1985.

ELTZ, F. L. P.; PEIXOTO, R. T. G, JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Alico. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 259-267, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. 1997. **Manual de métodos de análises de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS. 127p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

ERIKISON, A. E. Tillage effects on soil aeration. **In:** PREDICTING TILLAGE EFFECTS ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND PROCECESSES, 1982, Madison. Proc. Am. Soc. Agr., 1982, p. 97-140.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Métodos de produção de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 28-35, 2002.

GOSSELIN, A.; TRUDEL, M. J. interactions entre les temperatures racinaires et nocturnes sur le développement foliaire et la capacité photosynthetique des plants de tomate cv. Vendor. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 65, p. 185-192, 1985.

GOSSELIN, A.; TRUDEL, M. J. Root-zone temperature effects on pepper. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, p. 220-224, p.1986.

GREENWOOD, D. J.; GERWITZ, A.; STONE, D. A.; BARNES, A. Root development of vegetable crops. **Plant Soil**, New York, v. 68, n. 1, p. 75-96, 1992.

GUIMARÃES, D. R.; TORRES, L.; DITTRICH, R. C. Viabilidade técnica da semeadura direta para a cultura da cebola. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1997.

HAKANSONN, I.; STEMBERG, M.; RYDBERG, T. Long-term experiments with different depths of moldboard plowging in Sweden. **Soil Tillage Research**, Oxford, v. 114, n. 1, p. 209-223, 1998.

HARRIS, G. A.; CAMPBELL, G. S. Automated quantification of roots using a simple image analyzer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 7, p. 935-938, 1989.

HENIN, S.; GRAS, R. R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense-Universitaria, 1976. 155p.

HILLEL, D. **Solo e água: fenômenos e princípios físicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1970, 231p.

HOYT, G. D. Tillage and cover residue affects on vegetable yields. **HortTechnology**, Alexandria, v. 9, n. 3, p. 351-358, 1999.

JONES, H. A.; MANN, L. K. **Onions and their allies: botany, cultivation and utilization**. New York: Leonard Hill Book, 1963. 286p.

KHOKHAR, K. M.; KASKA, N.; HUSSAIN, S. I.; QURESHI, K. M.; MAHMOOD, T. Effect of different sowing dates, direct seeding and transplanting of seedling on maturation, bulb weight and yield in onion (*Allium cepa* L.) cultivars. **Indian Journal of Agricultural Science**, Haryana, v. 60, n. 10, p. 668-671, 1990.

KNAVEL, D. E.; ELLIS, J.; MORRISON, J. The effects of tillage systems on the performance and element absorption by selected vegetable crops. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 102, n. 3, p. 323-327, 1977.

LESKOVAR, D. I.; CANTAMUTTO, M.; MARINANGELLI, P.; GAIDO, E. Comparison of direct-seeded, bare root, and various tray seedling densities on growth dynamics and yield of long-day onion. **Agronomie**, Paris, v. 24, p. 35-40, 2004.

LLORET, G.; CASERO, P. J.; NAVASCUES, J.; PULGARIN, A. The effects of removal of the root tip on lateral root distribution in adventitious roots of onion. **New Phytologist**, London, v. 110, n. 1, p. 143-149, 1988.

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G.; PEDROSA, R. A. Doenças da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 75-87, 2002.

MARANHÃO, E. H. A.; WANDERLEY, L. J. G.; MARANHÃO, E.A. DE A. Controle químico do “Mal-de-sete-voltas” em cebola, causado por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., no Estado de Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n.1, p. 45, 1991.

MCMICHAEL, B. L.; QUISENBERRY, D. The impact of the soil environment on the growth of root systems. **Environmental Experimental Botany**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 53-61, 1993.

METTANANDA, K. A.; FHORDHAN, R. The effects of plant size and leaf number on the bulbing of tropical short-day onion cultivars under controlled environment in the United Kingdom and tropical field conditions in Sri Lanka. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Amsterdam, v. 75, n. 5, p. 622-633, 1999.

MORAES, M. M. **Efeito da compactação em algumas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento de sistema radicular de plantas de soja**. 1988. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

MORRIS, G. E. L.; TUCKER, W. G. A study of the components of growth of the spring-sown onion and their relationships with meteorological data. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 30, n. 2, p. 341-351, 1985.

MORSE, R. D. Components of sustainable production systems for vegetables - conserving soil moisture. **HortTechnology**, Alexandria, v. 3, n.2, p. 211-214, 1999.

MUNDY, C.; CREAMER, N. G.; CROZIER, C. R.; WILSON, L. G.; MORSE, R. D. Soil physical properties and potato yield in no-till, subsurface-till, and conventional-till systems. **HortTechnology**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 240-247, 1999.

NESMITH, D. S.; HOOGENBOOM, G.; MCCRACKEN, D. V. Summer squash production using conservation tillage. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 1, p. 89-30, 1994.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability, mechanisms, and implications for management. **Plant Soil**, New York, v. 76, n. 2, p. 319-337, 1984.

OLINIK, J. R.; REGHIN, M. Y. Produtividade e rentabilidade de cebola em função do tipo de muda e de cultivares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, supl.1, 2006. 1. CD ROM

OLIVEIRA, J. M. F.; LUZ, F. J. F. Comportamento de cultivares de cebola no período chuvoso de Boa Vista. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 28-29, 1990.

OLIVEIRA, M. R. G.; PORTAS, C. A. M. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal, 1990, **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, p. 15-47.

OSAKI, M. **Determinantes da oferta e da demanda por cebola argentina no Brasil nos 90**. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PASSIOURA, J. B. Soil structure and plant growth. **Australian Journal of Soil Research**, East Melbourne, v. 29, n. 4, p. 717-728, 1991.

REGHIN, M. Y.; DALLA PRIA, M.; OTTO, R. F.; VINNE, J. V. D; FELTRIM, A. L. Cultivo de cebola na palhada e no sistema convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, supl. 2, 2003. 1. CD ROM.

REIS, C. H.; STAHL, J.; ANTONIN, P. H.; NEURY, G. Stades repères de l'oignon de semis. **Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture**, Leon, v. 6, n. 1, p. 101-104, 1973

RESENDE, G. M.; GOULART, A. C. P.; SILVA, R. A. Características de produção de cultivares de cebola em cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 265-268, 1996.

RITHER, D. D.; BARBAR, L. I.; HUSTON, M. A.; JAEGER, M. Effects of annual tillage on organic carbon in a fine-textured: the importance of root dynamics to soil carbon storage. **Soil Science**, Baltimore, v. 48, n. 3, p. 78-73, 1990.

ROLÓN, M. A. F. **Sistemas de cultivo de milho (Zea mays L.) em latossolo vermelho-escuro: efeito no solo e na planta**. 1996, 132f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

ROSOLEM, C. A.; FURLANI JUNIOR, E.; BICUDO, S. J.; MOURA, E. G.; BULHÕES, L. H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. **Revista Brasileira de Ciências de Solo**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 115-120, 1992.

ROTA, N. M.; FONSECA, G. F.; FILES, P. Estudo comparativo entre semeadura direta e transplântio na cultura da cebola. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 121-128, 1972.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo em plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993, 96p.

SANDERS, D. C.; CURE, J. D. Control of bolting in autumn-sown sweet onions through undercutting. **Journal Of The American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, n. 7, p. 1147-1151, 1996

SERRA, A. D. B.; CURRAH, L. Agronomy of Onions. **IN:** RABINOWITH, H. D.; CURRAH, L. *Allium crop Science recent advances*, Cambridge: CAB International, 2002. p. 233-266.

SERRA, D. A. B. **Bases ecofisiológicas de la producción de cebolla (*Allium cepa* L.): Aportaciones para la mejora de las técnicas de cultivo en el Pla d'Urgell (Lleida)**. 1999, 364 f. Tesis (Doctoral) - Universitat de Lleida, Lleida, 1999.

SHISHIDO, Y.; SAITO, T. Studies on the flower bud formation in onion plants. I. Effects of physiological conditions on the low temperature induction of flower bud on green plants. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 45, n.1, p. 160-167, 1976.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 10, n.1, p. 181-184, 1986.

SIDIRAS, N.; ROTH, C. H.; FARIAIS, G. H. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 10, n.1, p. 181-184, 1984.

SINNADURAI, S. A note on the bulbing and flowering habit of the Bawku onion. **Tropical Agriculture**, London, v. 47, n. 1, p. 77-79, 1970.

SOBEIH, W. Y.; WRIGHT, C. J. The photoperiodic regulation of bulbing in onion. III. Response to red: far-red ratio and cycle lighting. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 63, n. 3, p. 379-389, 1987.

STEER, B. T. The bulbing response do day length and temperatures of some Australian cultivars of onion. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 31, n. 2, p. 511-518, 1980

STONE, L. F.; OLIVEIRA, P. M. S. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 83-84, 1999.

TAVARES, S. C. C. H. **Principais doenças das culturas de Cebola, Tomate, Feijão e Cucurbitáceas**. EMBRAPA-CPATSA, 1v., 1995.

TAYLOR, H. M.; ARKIN, G. F.; Root zone modification fundamentals and alternatives. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 491-497, 1994.

THOMAS, B. Internal and external controls on flowering. **In: JORDAN, D.R. (Ed.). The molecular biology of flowering**. Wallingford: CAB, 1994, p. 1-19.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

URCHEI, M. A. **Efeito do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro sob irrigação**. 1996, 131f. Tese. (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

URIBE, A. A. Organogénisis e morfología. **In: Curso taller en variedades, tecnologías de producción, industrialización, comercialización y exportación de cebollas en Chile**, 1. Santiago: INTA, 1992, p.11-21.

VIDIGAL, S. M.; FACION, C. E.; CINTRA, W. B. R. Avaliação de três cultivares de cebola, em diferentes sistemas de produção, na região Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, supl. 2 , 2001. 1. CD ROM

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 873-882, 1984.

VINCENZO, M. C. **Produção de mudas de cebola (*Allium cepa* L.) sob cultivo protegido no verão**. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.