

CEBOLA

Foto: Andrei Rachov



1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais importantes e de mais ampla difusão no mundo. É extremamente versátil em termos alimentares e culinários, sendo utilizada para consumo *in natura*, sob a forma de saladas e como condimento, possivelmente o tempero mais utilizado no Planeta. É a segunda hortaliça em importância econômica no mundo, após o tomate. Os primeiros registros de seu cultivo datam de cerca de 4.000 anos e foram encontrados no Egito, indicando que a domesticação da cebola iniciou-se muito tempo antes, sendo uma das hortaliças de uso mais antigo (Fritsch & Friesen, 2002). Devido a suas características de boa conservação pós-colheita, a cebola é, provavelmente, uma das hortaliças com maior trânsito global, estando envolvida em transações comerciais entre países de todos os continentes.

Classificação botânica

Embora alguns botânicos defendam outras classificações, a combinação de dados morfológicos e moleculares tem posicionado cerca de 750 espécies, do gênero *Allium*, na família monofilética *Alliaceae*, que é estreitamente relacionada com a família *Amaryllidaceae*. Assim, o gênero *Allium* ocupa, atualmente, a seguinte classificação botânica: Classe: *Liliopsida*; Subclasse: *Liliidae*; Superordem: *Lilliana*; Ordem: *Amaryllidales*; Tribo: *Allieae*; Família: *Alliaceae*; Gênero: *Allium* (Fritsch & Friesen, 2002). O gênero *Allium* inclui, além da cebola (*A. cepa* L.), várias outras espécies de hortaliças de importância econômica, tais como o alho (*A. sativum* L.), a cebolinha (*A. fistulosum* L.), o alho porró (*A. ampeloprasum* L.), o “rakkyo” (*A. chinense* G. Don.), a cebolinha verde francesa (*A. schoenoprasum* L.), o Nirá ou cebolinha chinesa (*A. tuberosum* L.), bem como diversas espécies ornamentais.

O germoplasma de *A. cepa* L. é constituído por populações locais e por cultivares desenvolvidas ao longo dos séculos, para adaptação e cultivo em distintas latitudes, áreas geográficas, sistemas de produção e preferências de consumo. Além da cebola de bulbos graúdos, que se constitui no tipo comercial predominante, a espécie inclui o echalote e a cebola multiplicadora, que produzem bulbos pequenos e agregados.

Origem, introdução e importância da cebola no Brasil

Vavilov (1951), citado por McCollum (1974), sugeriu as áreas desérticas, englobando regiões do atual Paquistão, do Afeganistão e do Irã, como prováveis centros de origem das cebolas. As espécies mais próximas são *A. galanthum* e *A. vavilovii*, que ainda podem ser encontradas em estado silvestre, em áreas da antiga União Soviética e no Afeganistão (Goldman et al., 2000). À exceção de *A. dregeanum*, originária do Hemisfério Sul, todas as demais espécies conhecidas do gênero *Allium* estão distribuídas em altas latitudes do Hemisfério Norte, desde o Círculo Polar Ártico até o Continente Europeu, Ásia, América do Norte e Norte da África.

A cultura da cebola figura entre as primeiras plantas introduzidas na América, a partir da Europa, trazida, inicialmente, por Cristóvão Colombo, para o Caribe (Fritsch & Friesen, 2002). O início do cultivo de cebola no Brasil ocorreu com a colonização portuguesa e expandiu-se após a chegada de imigrantes açorianos, que colonizaram a região de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, e Itajaí, em Santa Catarina, durante o século XVIII e início do século XIX (Melo et al.,

1- Pesquisador, EMBRAPA – Hortaliças, Caixa Postal 218, 70359-970, Brasília, DF. E-mail: valter@cnph.embrapa.br.

1988; França & Candeia, 1997). Das cebolas introduzidas pela Europa, desenvolveram-se, por seleção natural e pela ação de agricultores de Rio Grande e região, os tipos “Baia Periforme” e “Pêra Norte”, no Rio Grande do Sul e, “Crioula”, na região do Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina (Costa, 1997).

As áreas de produção de cebola no Brasil ampliaram-se com a criação de programas de melhoramento genético de cebola, no Rio Grande do Sul e em São Paulo, iniciados por volta de 1940, e, posteriormente, em Pernambuco, em 1972. Com o programa de melhoramento de cebola no Nordeste, coordenado pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), cebolas do tipo “Baia Periforme” foram selecionadas para condições de cultivo nas latitudes entre 8° e 9°, ou seja, sob condições de dias curtos e calor constante, predominantes na região do Vale do Rio São Francisco (Candeia & Costa, 2000).

Na safra de 2008, a produção de cebola no Brasil alcançou 1.297 mil toneladas. A área plantada foi de 63,6 mil hectares, com produtividade média de 20,4 t ha⁻¹ (IBGE, 2009). A produção de cebola, no Brasil, está concentrada nos três Estados da Região Sul, nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, na Região Sudeste, na Bahia e em Pernambuco, na Região Nordeste e, no Estado de Goiás, na Região Centro-Oeste. As diferenças regionais em cultivares, área plantada, produtividade e uso de tecnologias de produção são muito grandes e devem-se, entre outros fatores, às variações climáticas das regiões produtoras.

Morfologia da planta

A cebola, para a produção de bulbos, a partir das sementes, é de ciclo anual e, bianual, para a produção de sementes, a partir dos bulbos. A bianualidade, para a produção de sementes, deve-se ao fato de o florescimento ser dependente do acúmulo de horas de frio. Nas regiões de origem, a cebola cresce entre a primavera e o outono (fase vegetativa), entrando em dormência durante os meses de inverno, só rebrotando na primavera seguinte, para a emissão do escapo floral (fase reprodutiva). No Brasil, a exigência em frio é atendida, naturalmente, em regiões com invernos mais rigorosos, como nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ou por meio da vernalização artificial dos bulbos, em câmaras frias, em regiões onde não há acúmulo suficiente de horas de frio.

A planta é herbácea e as folhas são basais, incompletas, invaginantes, subuladas e constituídas de duas partes distintas: uma basal ou bainha, e outra, superior ou limbo redondo e oco. As bainhas das folhas exteriores se mantêm como membranas coriáceas e brilhantes, atuando como protetoras das bainhas das folhas mais internas. Estas se mantêm intumescidas e sobrepostas, acumulando substâncias de reserva. Não existem folhas nos escapos florais e, tanto os escapos quanto as folhas são cobertos por uma camada cerosa.

O caule é de formato discoidal, com entrenós muito curtos, constituindo a base do bulbo. O sistema radicular é do tipo fasciculado, formado por raízes adventícias, que são continuamente produzidas ao redor do caule, durante o ciclo vegetativo. Quando novas raízes são produzidas, raízes velhas, próximas ao centro do caule, morrem.

Embora cultivares de cebola apresentem diferenças, no balanço sistema radicular *versus* parte aérea, via de regra, 90% das raízes de cebola concentram-se nos primeiros 40 cm de profundidade e, apenas 2 a 3%, ocorrem abaixo de 60 cm (Greenwood et al., 1982). As raízes são tenras, finas, pouco ramificadas e bem providas de pêlos radiculares, no terço médio inferior. Durante os 15 dias que antecedem o início da bulbificação, a quantidade de raízes, nos primeiros 20 cm de profundidade, duplica ou até mesmo triplica, indicando ser, este período, crítico para o fornecimento de água, visando a boa produção de bulbos (Bosch Serra & Currah, 2002).

Bulbificação da cebola e época de cultivo

O fotoperíodo e sua interação com a temperatura são os fatores climáticos que controlam

a formação de bulbos na cebola. A cebola é fisiologicamente de dias longos para bulbificação e, de modo geral, não bulbifica em dias com duração inferior a 10 horas de luz (Bosch Serra & Currah, 2002). Sob fotoperíodos muito curtos, as plantas produzem folhas continuamente e não bulbificam, mesmo após períodos longos de crescimento. Satisfeitas as exigências em fotoperíodo, tem início a mobilização de reservas para a base das folhas e consequente formação do bulbo, independentemente do tamanho da planta. Existem cultivares específicas e adaptadas para cultivo nas diferentes faixas de latitude.

Ainda que a duração do dia seja o fator principal para a indução, formação e maturação de bulbo, seus efeitos são modificados por outros fatores, especialmente pela temperatura. A bulbificação inicia-se apenas quando a combinação dos fatores determinantes, fotoperíodo e temperatura, de cada cultivar, é atingida, e, de modo geral, a taxa de bulbificação é diretamente proporcional ao fotoperíodo e à temperatura (Brewster, 1997). No aspecto reprodutivo, a temperatura é o fator meteorológico mais importante na passagem das plantas, da condição vegetativa para a reprodutiva. Para induzir o florescimento, é necessário expor as plantas, ou os bulbos, a um período prolongado de frio, sendo tal exigência variável com cada cultivar e tamanho da planta.

À semelhança das demais hortaliças cultivadas em condições de campo aberto no Brasil, o período de março a novembro concentra a maior parte da produção de cebola, nas principais regiões produtoras. Neste período, as temperaturas são menores, principalmente, as noturnas, e a ausência de longos períodos chuvosos facilita o manejo da cultura, principalmente o controle de doenças, propiciando a produção de bulbos de melhor qualidade. A Região Nordeste, Bahia e Pernambuco, principalmente, é exceção, pois planta-se cebola o ano todo sob irrigação, embora, como nas demais regiões, considera-se o período de setembro a março como o mais adverso à cebola, em termos climáticos.

Plantando-se em março-abril, o crescimento ocorre sob condições adequadas de temperatura e de encurtamento de fotoperíodo, mas, ainda, suficientemente longo para o crescimento rápido das plantas. A partir do final de junho, o fotoperíodo volta a crescer, embora a temperatura continue decrescendo. A bulbificação inicia-se-á quando o fotoperíodo e a temperatura, exigidos pela cultivar, forem atendidos.

1.1 Fenologia

Na Tabela 1 estão descritas as fases de crescimento vegetativo da cebola e os códigos correspondentes, conforme proposto pela “International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV” nas orientações para condução de testes de distinguibilidade, uniformidade e estabilidade de cebola (*Allium cepa* L.) e echalote (*Allium ascalonicum* L.) (UPOV, 1999). Os números correspondentes aos estádios de crescimento referem-se ao número aproximado de dias, considerando cultivares de ciclo vegetativo em torno de 135 dias.

As sementes de cebola, de modo geral, demoram mais tempo para germinar e emergir que a maioria das espécies hortaliças. Após a emergência, a fase de plântulas é caracterizada também por crescimento relativamente lento, onde novas folhas e raízes são continuamente produzidas (Tabela 1). Completada esta fase, inicia-se a fase adulta ou de planta, caracterizada como de crescimento relativamente rápido do dossel, onde novas folhas continuam sendo produzidas até o início da bulbificação.

Iniciada a fase de crescimento de bulbo, há paralisação do crescimento das folhas, que já possuem limbo, continuando o crescimento apenas da base das folhas sem limbo e que estão localizadas mais internamente às folhas mais antigas, tornando-se o pseudocaule oco (Brewster, 1997). Por isso, o tamanho do bulbo na colheita é bastante influenciado pelo tamanho e pelo número de folhas na planta, sendo importante que o estímulo do fotoperíodo apenas ocorra após a planta ter atingido determinado grau de crescimento, para que esteja apta a produzir um bulbo grande e bem formado. O espessamento das bainhas, e consequente formação do bulbo, ocorrem com o predomínio do processo de expansão celular sobre o processo de divisão celular.

Tabela 1. Códigos das fases de crescimento da cebola, de semente a bulbo (vegetativa), considerando cultivares com ciclo de 135 dias. Adaptado de UPOV (1999).

Fases de crescimento	Descrição
Germinação	00 Semente seca
	0 Germinação
Crescimento de plântulas	10 Plântula emergida no estágio de “chicote”
	15 Plântula com tegumento acima da superfície do solo e ainda ligada ao cotilédono
	20 Emergência da primeira folha verdadeira
	25 Estádio de segunda folha verdadeira
	30 Estádio de terceira folha
	35 Estádio de quarta folha
	40 Estádio de quinta folha
Crescimento da planta	45 Estádio de sexta folha
	50 Estádio de sétima folha, primeira folha senescente
	55 Estádio de oitava folha
	65 Estádio de décima folha, 2ª e 3ª folhas senescentes; início do crescimento de bulbo
	100 Expansão completa das folhas é atingida; crescimento de bulbo continua
	105 Início do tombamento das folhas (“estalo”), murchamento do pseudocaule
	115 Folhas secas; tamanho de bulbos continua a aumentar; escurecimento das escamas
	135 Bulbos maduros e no ponto de colheita
	150 Folhas completamente secas; ápice do bulbo (“pescoço”) seca, fechando-se para dormência



À medida que novas folhas são produzidas, as folhas mais velhas morrem, de modo que, três a quatro folhas secam e desaparecem, ou suas bases permanecem como membranas coriáceas, quando os bulbos amadurecem.

Completado o crescimento dos bulbos, o pseudocaule amolece e as folhas tombam, o que é comumente chamado de “estalo”, indicando maturação. Tem-se adotado como indicativo da data de colheita de um campo de cebola quando, pelo menos, 50% das plantas encontram-se tombadas. Entretanto, os bulbos continuam a ganhar massa, mesmo após o tombamento da parte aérea, pois inibidores, elementos minerais e fotoassimilados remanescentes no limbo foliar, continuam sendo translocados para os bulbos através do sistema vascular do pseudocaule, até as folhas secarem completamente.

Na figura 1 está representado o acúmulo de matéria seca pela “Alfa Tropical”, cultivar de cebola do tipo “Baia Periforme”, adaptada às condições de verão das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. O crescimento da “Alfa Tropical” é lento nos primeiros 74 dias, acumulando cerca de 10% da matéria seca, ao final deste período. O crescimento dos bulbos é acelerado nos últimos 30 dias do ciclo, quando o acúmulo de matéria seca, aproximadamente, quadruplica-se (Vidigal et al., 2002).

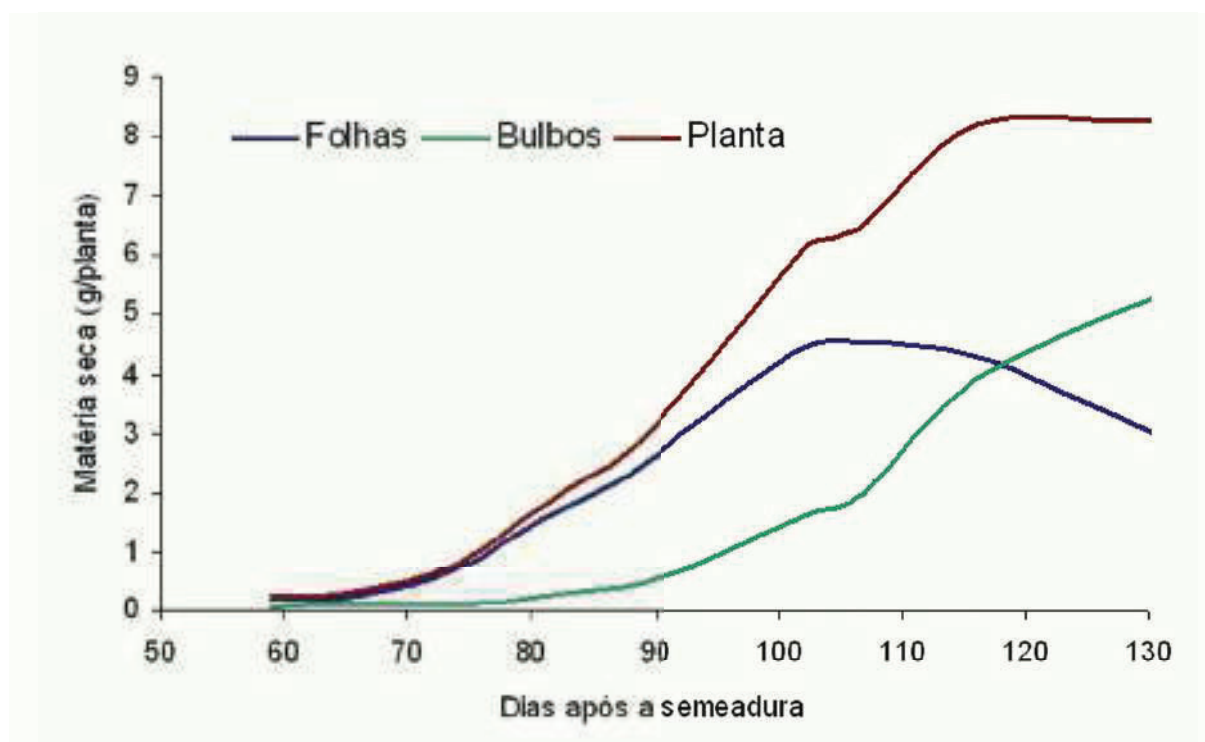


Figura 1. Acúmulo de matéria seca pela cultivar de cebola Alfa Tropical, com ciclo de 130 dias, em função da idade da planta. Fonte: Vidigal et al. (2002).

2. CONDICIONANTES AGROMETEOROLÓGICOS DA PRODUTIVIDADE

2.1 Disponibilidade Hídrica

A profundidade do sistema radicular da cebola pode ser afetada pelo regime de irrigação, sendo menor em áreas irrigadas mais frequentemente que o necessário. Para cultivares tardias, plantadas em regiões onde o ciclo de desenvolvimento atinja em torno de 200 dias, ou mais, a profundidade efetiva do sistema radicular pode atingir 60 cm, em solos sem impedimentos químicos e físicos (Shock et al., 2007). Todavia, para a maioria das condições de cultivo, a profundidade efetiva máxima encontra-se em torno de 40 cm (Greenwood et al., 1982). Para as principais regiões produtoras de cebola no Brasil, a profundidade efetiva varia, em termos gerais, de 5 a 10 cm, durante a fase inicial (fase de plântula), de 15 a 25 cm, durante a fase vegetativa (fase de crescimento, antes do início da bulbificação) e, de 30 a 40 cm, durante as fases de crescimento e maturação de bulbos (Marouelli et al., 2005). A profundidade tende a ser ligeiramente maior em solos arenosos que em solos argilosos.

Como a profundidade radicular varia conforme a textura, estrutura e fertilidade do solo, dentre outros fatores, Marouelli et al. (2005) recomendam uma avaliação visual das raízes, no próprio local de cultivo, por meio da abertura de uma trincheira perpendicular à fileira de plantas.

A cultura de cebola apresenta baixa tolerância ao déficit hídrico, requerendo um bom suprimento de água durante todo o ciclo de cultivo. A fase de crescimento de bulbo é a mais sensível ao déficit hídrico, principalmente durante o período de rápido espessamento das bainhas (Sanders, 1997; Pelter et al., 2004; Marouelli et al., 2005). Cultivos submetidos a déficits hídricos moderados (tensões de água no solo entre 70 e 100 kPa) podem ter a produtividade de bulbos reduzida de 25 a 30% (Pelter et al., 2004). A falta de água também é crítica no período imediatamente após o transplante de mudas.

O valor médio do fator de resposta da cultura ao déficit hídrico (K_y), para a cebola, é de 0,45, durante a fase de crescimento de plantas, de 0,80, durante a fase de crescimento de bulbo e, de 0,30, durante a fase de maturação, sendo de 1,10 o valor médio ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento (Doorenbos & Kassam, 1979).

Os valores do coeficiente de cultura (K_c), para sistemas de irrigação com 100% de molhamento superficial do solo (aspersão), variam entre 0,55 e 0,70, durante a fase de plântulas, de 0,75 a 0,85, durante a fase de crescimento de plantas, de 1,00 a 1,10, durante a fase de crescimento de bulbo e, de 0,65 a 0,75, durante a fase de maturação (Santos, 1997; Allen et al., 1998; Marouelli et al., 2005).

O valor de K_c , durante a fase de plântulas, é altamente dependente do molhamento superficial do solo, pois a evaporação do solo é o processo predominante na evapotranspiração da cultura. Assim, em condições que requerem irrigações diárias, o K_c , durante esta fase, pode atingir valores entre 1,05 e 1,15, enquanto, para irrigações em dias alternados, o K_c varia entre 0,80 e 0,90 (Allen et al., 1998; Marouelli et al., 2005).

No caso de sistema de plantio direto ou cultivo mínimo (semeadura direta ou transplante de mudas em palhada), os valores de K_c devem ser reduzidos, para compensar o efeito da palhada na redução da evaporação do solo. Durante a fase inicial, deve-se reduzir entre 25 e 50% e, durante a fase de maturação, entre 5 e 15%, dependendo da quantidade de palhada (Marouelli et al., 2008).

O fator de disponibilidade de água no solo (f), recomendado para a cultura da cebola, na irrigação por aspersão, varia de 0,25 a 0,30, para solos de textura fina, e, até 0,45 a 0,50, para solos de textura grossa. Para irrigação por sulco, considera-se um fator de disponibilidade entre 0,40 e 0,60 e, para gotejamento, entre 0,15 e 0,25, sendo o maior valor para solos arenosos (Marouelli et al., 2005). Para o controle de irrigação, com base na tensão matricial de água no solo, as irrigações devem ser realizadas quando a tensão atingir um valor limite entre 7 e 15 kPa, para solos arenosos e, entre 20 e 40 kPa, para solos de textura média e fina, sendo os menores valores para a fase de crescimento de bulbo. Na irrigação por gotejamento, deve-se considerar a faixa de tensão-limite entre 7 e 20 kPa (Marouelli et al., 2005; Shock et al., 2007).

Ao contrário de outras espécies, as plantas de cebola geralmente não murcham quando submetidas a condições de deficiência hídrica. Assim, sintomas imediatos de deficiência hídrica moderada são difíceis de ser visualizados, em condições de campo (Bosch Serra & Currah, 2002). O déficit hídrico severo geralmente está associado à ligeira perda de turgidez e à coloração verde-acinzentada das folhas; já os sintomas posteriores de resposta à deficiência hídrica incluem redução no tamanho das folhas e dos bulbos, com consequente redução de produtividade e aumento de pungência (Marouelli et al., 2005).

A cultura da cebola também pode ter o crescimento comprometido sob condições de excesso de água, especialmente em solos com drenagem deficiente (Marouelli et al., 2005). Além de atraso na maturação dos bulbos, o rendimento é seriamente comprometido quando as plantas são submetidas a condições de solo saturado, por mais de 12 horas (Marouelli & Silva, 1991). Apesar disso, a cultura tem sido irrigada por inundação temporária, em pequenos tabuleiros, no Vale do Rio São Francisco, porém, com produtividade, geralmente, reduzida (Soares & Possidio, 1995).

A produtividade máxima de bulbos, tanto da cebola quanto de qualquer cultura, é obtida quando as irrigações são realizadas sempre que o potencial de água no solo e, ou, na planta atinge determinado valor crítico. Com a redução do potencial de água no solo e, ou, na planta, a partir deste valor crítico, há redução gradativa da produtividade. Todavia, dependendo de vários fatores, como sistema de irrigação

e suscetibilidade a doenças, a produtividade pode ser restringida, ainda que para potenciais elevados de água no solo. Além de afetar a produtividade e a qualidade de bulbos, o regime de irrigação afeta, significativamente, a necessidade hídrica das plantas e, conseqüentemente, a evapotranspiração da cultura. No caso da cultura de cebola, a produtividade máxima é obtida quando as irrigações são realizadas de forma a maximizar a evapotranspiração, ou seja, quando o teor de água no solo é mantido próximo à capacidade de campo.

2.2 Temperatura

O crescimento da cebola, que se estende da emergência de plântulas até o crescimento completo de folhas, é controlado, principalmente, pela temperatura. A bulbificação, por sua vez, é controlada pelo comprimento do dia e sua interação com a temperatura, a intensidade e a qualidade da radiação.

A velocidade de germinação da cebola aumenta quase linearmente com a temperatura, na faixa de 5 a 25°C. Considerando-se a velocidade, a porcentagem de germinação e a emergência em solos úmidos, a faixa ótima de temperatura para a cebola é de 20 a 25°C (Brewster, 1997; Voss et al., 1999). Temperaturas baixas limitam a germinação das sementes, sendo 2°C a temperatura mínima para que as sementes de cebola germinem (Voss et al., 1999). A necessidade térmica, para que as cebolas atinjam o estágio de 50% de plântulas visíveis em solo úmido, é de, no mínimo, 140 graus-dia acima da temperatura basal mínima de 1,4°C (Finch-Savage, 1986).

A faixa ótima de temperatura, para o crescimento foliar é de 20 a 25°C, sendo 6°C a temperatura basal, abaixo da qual o crescimento foliar cessa. Na faixa de 6 a 20°C, a taxa de crescimento foliar aumenta linearmente (Brewster, 1997).

Ainda que a duração do dia seja o fator principal para a indução, formação e maturação do bulbo, seus efeitos são modificados pela temperatura. Com o aumento da temperatura, o tempo necessário para o início da bulbificação e para o completo crescimento do bulbo diminui, mas não ocorre bulbificação se o comprimento do dia for insuficiente, mesmo sob temperaturas altas (Brewster, 1997). Daymond et al. (1996) observaram incremento produtivo e respostas diferenciadas entre as cultivares Sito e Hysam, à medida que se elevou a temperatura. Wurr et al. (1998) observaram aumento linear na produção de cebola com o aumento da temperatura média, na faixa de 12 a 18°C. Lancaster et al. (1996), estudando a bulbificação em duas cultivares de cebola de dias longos ("Pukekohe Longkeeper" e "Early Longkeeper"), concluíram que o tempo para início da bulbificação e o diâmetro do bulbo apresentam relação direta com o acúmulo térmico, desde a emergência até o início da bulbificação e que, a bulbificação das cultivares inicia-se apenas com um mínimo de 600 graus-dia acumulados e um fotoperíodo de 13,75 h.

Temperaturas diurnas altas são mais eficientes em promover a bulbificação que temperaturas noturnas altas. Temperaturas acima de 35°C, durante a fase inicial de crescimento das plantas, podem promover a bulbificação precoce, sendo um dos inconvenientes do plantio de verão, no Brasil. A bulbificação, que atinge um máximo em torno de 38°C, cessa quando a temperatura cai abaixo de 10°C (Randon & Lancaster, 2002). Temperaturas baixas podem alongar o fotoperíodo crítico e prejudicar a formação dos bulbos. O engrossamento do pseudocaule é favorecido quando as plantas são expostas a breves períodos de frio extremo (<6°C).

A temperatura é o fator meteorológico mais importante na passagem das plantas de cebola, da condição vegetativa para a reprodutiva. Plantas de cebola possuem uma fase juvenil para florescimento bem definida, que termina quando elas atingem determinada idade fisiológica, ou seja, determinada massa de parte aérea ou determinado número de folhas (Brewster, 1997). Para florescerem, plantas de cebola precisam estar fisiologicamente aptas e serem expostas a períodos prolongados de frio, para induzir a iniciação floral. De modo geral, a ocorrência de temperaturas entre 5 e 13°C, por pelo menos 30 dias, provocam florescimento ("bolting"), sendo que, cultivares tropicais são normalmente menos exigentes em frio que cultivares de clima temperado (Currah & Proctor, 1990; Voss et al., 1999; Rabinowitch & Kamenetsky, 2002). A ocorrência de florescimento, embora essencial em culturas destinadas à produção de sementes, é indesejável em culturas destinadas à produção de bulbos.

Plantas de maior porte requerem menor tempo de exposição a baixas temperaturas, para a iniciação floral e o florescimento pleno. Isto pode estar associado ao maior índice de área foliar (IAF), sugerindo que o fator luz pode ser, parcialmente, responsável, possivelmente envolvendo mudanças na qualidade da luz, sob alto IAF (Bosch Serra & Domingo Olivé, 1999). Logo, práticas culturais que favoreçam maior crescimento de plantas, tais como plantio precoce e adubação em excesso no início do ciclo, devem ser evitadas quando existe a possibilidade de temperaturas muito baixas, que favorecem o florescimento, situação indesejada quando se deseja produzir bulbos.

2.3 Radiação solar

Estudos envolvendo radiação solar, em cebola, são escassos e abordam, principalmente, os efeitos sobre a bulbificação. No aspecto fisiológico, a bulbificação da cebola, em dado fotoperíodo, depende da intensidade e da qualidade espectral da luz incidente, envolvendo o sistema de pigmento fitocromo. Todos os aspectos relacionados à bulbificação da cebola são acelerados quando a relação entre o vermelho (V) e o vermelho-distante (VD), da luz incidente de fotoperíodos indutivos, diminui (Mondal et al., 1986). Logo, o fotoperíodo mínimo necessário para induzir a bulbificação e a taxa de bulbificação, em uma intensidade de luz específica, depende da razão entre V e VD. Um fotoperíodo não indutivo, sob alta relação V/VD, pode se tornar indutivo, sob baixa relação V/VD (Brewster, 1997).

Quando as plantas crescem, o IAF aumenta, e a relação entre V e VD reduz-se à medida que a luz atravessa o dossel, pois as folhas absorvem luz, na faixa do V, mais eficientemente que na faixa do VD. Como consequência, há aumento na taxa de bulbificação à medida que a intensidade de competição, entre plantas, aumenta (Brewster, 1997). Sob boas condições de fertilização e suprimento hídrico às plantas, há aumento na produção e aceleração na maturação de bulbos, para cultivos com maiores densidades de plantas, devido ao aumento no IAF e na interceptação de luz V, pelo dossel.

O fitocromo existe em duas formas isoméricas, P_{660} e P_{730} . O P_{730} é geralmente considerado sua forma ativa e, em muitas aliáceas, incluindo a cebola, estimula a formação do bulbo, promovendo a movimentação e acumulação de substâncias de reserva para a base das folhas. A bulbificação prematura, na fase de produção de mudas em condições de temperaturas altas, pode ser parcialmente explicada pelo fato de o sistema fitocromo ser sensível à temperatura, de modo que, determinado nível de competição de plantas, que pode ser tolerado sob temperaturas moderadas, pode resultar em bulbificação, em condições de temperaturas altas (Currah & Proctor, 1990).

O potencial de produção da cebola é altamente dependente do IAF da cultura, durante o período entre o início da bulbificação e a colheita. A razão é que, cultivares de ciclo precoce interceptam menor quantidade de radiação incidente que cultivares tardias, pois estas têm mais tempo para desenvolver maior IAF, antes de iniciar o processo de translocação de assimilados para o bulbo (Brewster, 1982). Logo, para se obter bulbos de padrão comercial, as plantas de cebola devem desenvolver suficiente área foliar antes de desencadear o crescimento dos bulbos, com a consequente paralisação do crescimento foliar.

Em condições de mesma área foliar e fotoperíodos indutivos, as plantas mais velhas bulbificam mais rapidamente que as jovens. Além disso, a sensibilidade à bulbificação é maior e a bulbificação é mais rápida em plantas mais velhas, principalmente em fotoperíodos mais curtos, pois a lâmina foliar é o receptor do sinal para a bulbificação (Brewster, 1997).

Tei et al. (1996) analisaram o crescimento, a interceptação e a absorção de luz, pela cultura de cebola na densidade de 47 plantas m^{-2} , e concluíram que: a) a taxa de crescimento relativo da cebola é baixa, na fase inicial de crescimento, decorrente da baixa capacidade de interceptação de luz, por unidade de área foliar, e da baixa eficiência de uso da radiação, pelo dossel da cultura; b) na fase final de crescimento, a cebola exibe alta eficiência no uso da radiação, devido à distribuição mais uniforme da radiação dentro do dossel, à paralisação do crescimento foliar com o início da bulbificação e à baixa taxa de respiração do bulbo; c) a interceptação de radiação, fotossinteticamente ativa (RFA), não ultrapassa 80% enquanto a absorção da RFA, pelas folhas, não ultrapassa 75%. Estes valores, apesar de baixos, comparativamente a outras espécies de plantas, estão bem acima do máximo de 65% de interceptação da RFA observada por Brewster (1982), em cebola.

A eficiência média de conversão da energia solar interceptada e transformada em biomassa pela cebola, na fase de bulbificação, é em torno de $1,6 \text{ g MJ}^{-1}$ (Brewster et al., 1986). A taxa de conversão da matéria seca da planta em produto colhido é alta, com índice de colheita de 70 a 80%, compensando a baixa interceptação de luz (Brewster et al., 1986; Brewster, 1997).

2.4 Fotoperíodo

A bulbificação em cebola é promovida por dias longos. Entretanto, o efeito do fotoperíodo, na cebola, não é do mesmo tipo que ocorre na floração da maioria das espécies fotoperiódicas, em que muitas apresentam uma fase juvenil, na qual não há resposta à indução do fotoperíodo e, uma fase indutiva, quando apenas algumas horas de exposição ao fotoperíodo exigido pela espécie são suficientes para induzir a floração, de forma irreversível. Na bulbificação de cebola, não há nenhuma evidência quanto à existência de fase juvenil, pois mesmo as plântulas podem ser induzidas à bulbificar sob estímulo de dias longos. Além disso, é necessário que as folhas sejam expostas a fotoperíodos indutivos para iniciar a fase de bulbificação e que sejam mantidas nessa condição, continuamente, até a senescência de todas as folhas verdes, para completa formação do bulbo (Brewster, 1997).

A transferência de plantas de cebola de fotoperíodos indutivos para não-indutivos pode paralisar o processo de bulbificação, sendo que o número de dias, de fotoperíodo curto, necessários para reverter o processo de bulbificação aumenta à medida que a bulbificação avança (Brewster, 1997). Esta situação, em cebola, é análoga ao processo de florescimento em algumas espécies de plantas superiores, que pode ser revertido por fotoperíodos não-indutivos (Summerfield et al., 1991).

Em função do número de horas de luz diário exigido para que as plantas formem bulbos comercializáveis, as cultivares de cebola são tradicionalmente classificadas em quatro grupos, isto é, de dias curtos (DC), de dias intermediários (DI), de dias longos (DL) e de dias muito longos (DML) (Bosch Serra & Currah, 2002). As DC bulbificam com pelo menos 12 horas diárias de luz, as DI exigem dias com 13 ou mais horas de luz, as DL exigem mais de 14 horas diárias de luz e, as DML, exigem duração diária superior a 15 horas. No Brasil, em função dos fotoperíodos que ocorrem ao longo do ano, as cultivares possíveis de serem plantadas, em condições normais de temperatura, são as dos tipos DC e DI. Cultivares adaptadas a latitudes menores requerem fotoperíodos mais curtos para induzir a bulbificação, comparativamente àquelas adaptadas a latitudes maiores. Logo, cultivares adaptadas às latitudes maiores, de modo geral, não bulbificam, satisfatoriamente, em latitudes menores.

Satisfeitas as exigências mínimas em fotoperíodo, a taxa de crescimento do bulbo aumenta e a maturação é acelerada quando o comprimento do dia também aumenta. Contudo, bulbos são menores quando as cebolas crescem sob fotoperíodos substancialmente mais longos que o mínimo requerido para a bulbificação.

Embora a temperatura seja o principal fator meteorológico associado ao florescimento da cebola, fotoperíodos longos reduzem o período de vernalização necessário para que as plantas de cebola floresçam (Brewster, 1983).

2.5 Vento

O vento afeta o crescimento das plantas de cebola em três aspectos principais: na transpiração, na absorção de CO_2 e no efeito mecânico sobre as folhas. A transpiração das plantas aumenta com a velocidade do vento até certo limite, além do qual não se verificam variações. O efeito do vento sobre a transpiração varia conforme a temperatura e a umidade relativa do ar.

A turbulência causada pelo vento favorece o aumento na absorção de CO_2 , e, por conseguinte, aumenta a fotossíntese das plantas. No caso da cultura da cebola, devido ao porte pequeno e à arquitetura de planta, o suprimento de CO_2 não é limitado por vento de baixa velocidade.

Mesmo sendo as plantas de cebola tolerantes a ventos moderados, ventos de alta velocidade são prejudiciais ao crescimento e à produção, devido ao efeito mecânico negativo, que pode causar a quebra das folhas, reduzindo a translocação de fotoassimilados e nutrientes, proporcionando, ainda, a abertura de portas para doenças fúngicas e bacterianas.

Portanto, considerando-se a transpiração, a absorção de CO₂ e o efeito mecânico causado pelos ventos, o movimento moderado do ar é o que melhor convém ao bom crescimento de plantas de cebola.

3. EVENTOS ADVERSOS

3.1 Chuva intensa e granizo

Para que a emergência da cebola ocorra de forma adequada, as sementes devem ser depositadas em solos bem preparados e a profundidade máxima de 1,5 cm, mantendo-se o solo úmido até a emergência das plântulas. A formação de crosta, na superfície do solo, ocasionada por chuvas de média a alta intensidade, reduz drasticamente a emergência de plântulas e, conseqüentemente, a população de plantas.

Em cebola, o granizo geralmente não causa destruição das folhas como em outras culturas. A disposição ereta e a forma subulada do limbo foliar da cebola, normalmente, não predispõem a cultura a danos severos pela ocorrência de granizo. Mas, dependendo do tamanho e formato das pedras de gelo, da duração e intensidade da chuva e da velocidade de queda, os danos poderão ser expressivos. Danos maiores podem ocorrer na fase inicial de crescimento das plantas, quando as folhas estão ainda tenras. Contudo, danos no início do ciclo da cultura permitem a recuperação da planta pela emissão de novas folhas. À medida que as plantas crescem, as folhas tornam-se mais espessas, mais cerosas e mais resistentes.

Chuvas de granizo podem causar dois tipos de danos principais à cultura de cebola: acamamento e ferimentos nas folhas. O acamamento geralmente está associado à ocorrência de granizo, juntamente com ventos fortes, seguidos de chuvas intensas. Caso ocorram no final do ciclo da cultura, as folhas irão acamar, mas, possivelmente, não trarão prejuízos à produção. Os bulbos, que constituem a parte comercializável, dificilmente sofrerão danos mecânicos por estarem completamente ou parcialmente abaixo do nível do solo.

Caso ocorra acamamento durante a fase de crescimento de planta ou de bulbo, as perdas poderão ser significativas, pois haverá comprometimento no crescimento de bulbo. Ferimentos nas folhas, causados pelo impacto das pedras de gelo, além de reduzirem a área foliar, tornam-se porta de entrada de microrganismos, especialmente bactérias, e de *Alternaria porri*, fungo causador da doença denominada mancha-púrpura.

3.2 Seca e veranico

O sistema radicular superficial da cebola torna a planta menos acessível às reservas de água do solo, de modo que a sensibilidade da cultura, a veranicos e, ou, chuvas mal distribuídas, é grande. As taxas fotossintética, de respiração e de crescimento são reduzidas, mesmo sob condições de estresses hídricos leves, o que torna a cebola mais sensível ao estresse hídrico que inúmeras outras culturas (Voss et al., 1999).

A cebola possui pequena capacidade de reduzir seu potencial de água na folha pela regulação osmótica, para compensar a baixa disponibilidade de água causada por déficit hídrico e, ou, salinidade no solo. Logo, o estado de água na planta é um importante fator que pode potencialmente limitar o crescimento da cebola. Em culturas destinadas à produção de sementes, o estresse hídrico pode ocasionar dificuldades de florescimento e desenvolvimento de pólen, reduzindo o peso, a produção e o vigor das sementes (Voss et al., 1999).

A planta de cebola é sensível à salinidade do solo. Seu potencial de produção pode ser reduzido, drasticamente, em condições de alta salinidade, particularmente quando acompanhado por alta evapotranspiração e limitada disponibilidade hídrica. A sensibilidade à salinidade é maior nas fases de germinação e emergência, diminuindo à medida que as plantas crescem (Wannamaker & Pike, 1987; Voss et al., 1999).

Apesar de exigente em água, observações de plantas, crescendo em condições áridas, mostram que elas podem sobreviver por longos períodos de estresse hídrico, paralisando seu crescimento e recuperando-se, posteriormente, quando a água se torna disponível (Levy et al., 1981). No entanto, bulbos comercializáveis de cebola são constituídos em grande parte por água e, por conseguinte, a maximização da taxa de crescimento e a obtenção de boas produtividades, com qualidade, dependem, necessariamente, de bom suprimento de água para as plantas.

3.3 Vento intenso (ventania e vendavais)

Não foram encontrados estudos sistematizados abordando a avaliação de efeitos adversos de vento intenso, na cultura da cebola, existindo apenas informações baseadas em experiência de campo.

Técnicos e agricultores, de Municípios litorâneos do Rio Grande do Sul, região tradicional na cebolicultura, fustigada por ventos intensos e constantes, relatam o plantio de cercas vivas em torno das lavouras de cebola como quebra-ventos, com o objetivo de reduzir danos mecânicos às folhas.

Sob condições extremas de vento, temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, o crescimento da cebola pode ser inibido, mesmo quando as raízes estão adequadamente supridas com água (Millar et al., 1971). Neste caso, o vento seco e quente aumenta bruscamente a demanda evaporativa da atmosfera e, o sistema radicular, mesmo dispondo de água no solo, não é capaz de suprir tal demanda, devido às limitações de condutividade hidráulica no solo ou na planta, causando uma brusca redução na transpiração das plantas.

No final do ciclo da cultura, fase em que as plantas estão mais sujeitas ao tombamento, a ocorrência de ventos fortes pode acelerar o acamamento. Mas, como nesta fase os bulbos já estão praticamente formados, os danos à produção são geralmente desprezíveis.

3.4 Geadas

Sendo originária de regiões de clima temperado e frio, a cebola apresenta tolerância moderada à geada, mas não tolera frio muito intenso ou muito prolongado. Em casos extremos, ocorre queima de folhas, iniciando nas pontas e progredindo para a base. As plantas mantêm o crescimento normal quando uma geada moderada é seguida de elevação da temperatura do ar.

A tolerância a geadas pode ser percebida quando se considera que o Estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional e, que, os Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná são também importantes produtores, inclusive com migração da cultura, nos últimos anos, para as regiões de planalto, onde ocorrem geadas mais fortes e frequentes.

3.5 Chuva excessiva ou excesso hídrico prolongado

Chuvas intensas e prolongadas ou irrigações excessivas, em qualquer fase do ciclo da cebola, prejudicam o crescimento e a produção de bulbos. Em solos com problemas de drenagem, o excesso de água acumulado pode prejudicar a aeração e a respiração das raízes que, nestas condições, podem morrer.

Segundo Marouelli & Silva (1991), o crescimento e a produtividade de bulbos são drasticamente comprometidos quando o solo permanece saturado por mais de 12 horas. Chuvas ou irrigação em excesso, antes do início da bulbificação, aumentam o diâmetro do pseudocaule, favorecendo a entrada de água e dificultando o tombamento das plantas. Já o excesso de água no solo, durante a fase final de crescimento de bulbos, retarda a maturação, causando a ruptura das películas externas de proteção dos bulbos, que continuam a crescer. Para que as películas de proteção se formem e se mantenham intactas, as irrigações devem ser paralisadas duas a três semanas antes da colheita.

Períodos prolongados de chuvas, durante as últimas etapas da maturação, quando o pseudocaule torna-se flácido e as folhas estão começando a murchar, favorecem o apodrecimento dos bulbos, ainda no campo. Para boa qualidade dos bulbos, é necessário tempo seco durante a colheita e a cura da cebola, no campo. Bulbos colhidos em tempo úmido e, ou, solos com excesso de água, apresentam elevadas taxas de apodrecimento, logo após a colheita, sem completar a cura, impossibilitando a comercialização.

Umidade relativa elevada, quando associada a irrigações e adubações excessivas, favorece a incidência de doenças foliares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucos são os trabalhos de pesquisa que abordam fatores meteorológicos e seus efeitos na cultura de cebola, praticamente inexistindo em países tropicais e subtropicais.

No Brasil, pesquisas com a cultura da cebola têm se restringido aos aspectos agrônômicos, como fertilização, sistemas de produção, manejo de doenças e pragas, desempenho de cultivares, métodos de armazenamento e qualidade pós-colheita. Poucas pesquisas têm abordado os aspectos fisiológicos de cebolas tropicais de dias curtos. Assim, as informações aqui apresentadas, embora baseadas em estudos realizados, principalmente, em países de clima temperado e envolvendo cultivares de cebolas de dias longos, podem ser, potencialmente, úteis como referências para a produção de cebola nos trópicos e subtropicais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 328 p. (Irrigation and drainage papers, 56).

BOSCH SERRA, A. D.; DOMINGO OLIVÉ, F. Ecophysiological aspects of nitrogen management in drip-irrigated onion (*Allium cepa* L.). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 506, p. 135-140, 1999.

BOSCH SERRA, A. D.; CURRAH, L. Agronomy of onions. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 187-232.

BREWSTER, J. L. Effects of photoperiod, nitrogen nutrition and temperature on inflorescence initiation and development in onion (*Allium cepa* L.). **Annals of Botany**, London, v. 51, p. 429-440, 1983.

BREWSTER, J. L. Growth, dry matter partition and radiation interception in an overwintered bulb onion (*Allium cepa* L.) crop. **Annals of Botany**, London, v. 49, p. 609-617, 1982.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. Wallingford: CAB International, 1997. 236 p.

BREWSTER, J. L.; MONDAL, F. M.; MORRIS, G. E. L. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). IV. Influence on yield of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry-matter partitioning. **Annals of Botany**, London, v. 58, p. 221-233, 1986.

CANDEIA, J. A.; COSTA, N. D. A cebolicultura nordestina e a necessidade de pesquisa no contexto atual. In: PEREIRA, W.; VIEIRA, J. V.; MENDONÇA, J. L. de (Org.). **Relatório do Workshop sobre cebolicultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 15-17. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 25).

COSTA, C. P. Germoplasma de cebola brasileiro e seu uso no melhoramento. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CEBOLA, 9., 1997, Pelotas. **Resumos... Pelotas: EMBRAPA-CPACT**, 1997, p.2.

CURRAH, L.; PROCTOR, F. J. **Onions in tropical regions**. Chatham: Natural Resources Institute, 1990. 232 p. (Bulletin 35.)

DAYMOND, A. J. et al. The growth, development and yield of onions (*Allium cepa* L.) in response to temperature and CO₂. **Annals of Botany**, London, v. 78, p. 423-430, 1996.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p. (Irrigation and drainage, 33).

FINCH-SAVAGE, W. E. Effects of soil moisture and temperature on seedling emergence from natural and pre-germinated onion seed. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 107, p. 249-256, 1986.

FRANÇA, J. G. E.; CANDEIA, J. A. Development of short-day yellow onion for tropical environments of the Brazilian northeast. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 433, p. 285-287, 1997.

FRITSCH, R. M.; FRIESEN, N. Evolution, domestication, and taxonomy. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 5-30.

GOLDMAN, I. L.; HAVEY, M. J.; SCHROECK, G. History of public onion breeding programs and pedigree of public onion germplasm releases in the United States. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 20, p. 67-103, 2000.

GREENWOOD, D. J. Root development of vegetable crops. **Plant and Soil**, The Hague, v. 68, p. 75-96, 1982.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção: cebola: produção e área colhida, Brasil e unidades da Federação**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2008.

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS (UPOV). **Guidelines for conduct of test for distinctness, uniformity and stability of Allium cepa and Allium Ascalonicum**. Genebra: UPOV, 1999. 40 p.

LANCASTER, J. E. et al. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. **Annals of Botany**, London, v. 78, p. 423-430, 1996.

LEVY, D. et al. Growing onion seeds in an arid region: drought tolerance and the effect of bulb weight, spacing and fertilization. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 14, p. 1-7, 1981.

MARQUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R. Irrigação de cebola em sistema de plantio direto. **Revista de Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 17, n. 105, p. 7-9, 2008.

MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura de cebola**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 17 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 37).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação subsuperficial: uma opção para hortaliças em solos de várzea. **Hortinforme**, Brasília, DF, n. 5, p. 4-5, 1991.

MCCOLLUM, G. D. Chromosome behavior and sterility of hybrids between the common onion, *Allium cepa*, and the related wild *A. oschaninii*. **Euphytica**, Wageningen, v. 3, p. 699-709, 1974.

MELO, P. C. T.; RIBEIRO, A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. Sistemas de produção, cultivares de cebola e o seu desenvolvimento para as condições brasileiras. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA CEBOLA, 3., 1988, Piedade. **Anais... Jaboticabal: FUNEP**, 1988. p. 27-61.

MILLAR, A. A.; GARDNER, W. R.; GOLTZ, S. M. Internal water status and water transport in seed onion plants. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 779-784, 1971.

MONDAL, M. F. A. et al. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) II. The influence of red:far-red spectral ratio and of photon flux density. **Annals of Botany**, London, n. 58, p. 197-206, 1986.

PELTER, G. Q. et al. Effects of water stress at specific growth stages on onion bulb yield and quality. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 68, p. 107-115, 2004.

RABINOWITCH, H. D.; KAMENETSKY, R. Shallot (*Allium cepa*, *Aggregatum* group). In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 409-430.

RANDLE, W. M.; LANCASTER, J. E. Sulphur compounds in alliums in relation to flavour quality. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 329-356.

SANDERS, D. C. **Vegetable crop irrigation**. Raleigh: North Carolina Cooperative Extension Service, 1997. 6 p. (Horticulture information leaflet, 33-E).

SANTOS, I. A. *Alternativas de manejo da irrigação suplementar na cultura da cebola (Allium cepa L.)*. 1997. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SHOCK, C. C. et al. Vegetable irrigation. In: LASCANO, R. J.; SOJKA, R. E. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 2007. p. 535-606.

SOARES, J. M.; POSSIDIO, E. L. **Comparação de métodos de irrigação em cultivares de cebola no Vale do submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1995. 23 p. (Embrapa-CPATSA. Circular técnica, 51).

SUMMERFIELD, R. J. et al. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. I. The development of simple models for fluctuating field environments. **Experimental Agriculture**, London, v. 27, p. 11-31, 1991.

TEI, F.; AIKMAN, D. P.; SCAIFE, A. **Growth of lettuce, onion and red beet. 2. Growth modelling**. **Annals of Botany**, London, v. 78, p. 645-652, 1996.

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 36-50, 2002.

VOSS, R. E. et al. **Onion seed production in California**. Davis: University of Davis, 1999. p. 1-10. (Publication, 8008). Disponível em: < <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8008.pdf> >. Acesso em: 3 abr. 2008.

WANNAMAKER, M. J.; PIKE, L. M. Onions responses to various salinity levels. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 112, p. 49-52, 1987.

WURR, D. C. E. et al. Climate changes: a response surface study of the effects of the CO₂ and temperature on the growth of beetroot, carrots and onions. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 131, p. 125-133, 1998.