

PRODUÇÃO E PÓS-COLHEITA DE DUAS CULTIVARES DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ÁGUA NO SOLO

**RENATO CARVALHO VILAS BOAS¹; GERALDO MAGELA PEREIRA²;
JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR³; CÂNDIDO FERREIRA OLIVEIRA NETO⁴
E ANDRE LUIZ PEREIRA SILVA⁵**

¹Engº Agrícola, Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola-DEG/Universidade Federal de Lavras - UFLA/Lavras – MG, Fone: (35) 38291389, renatovilasboas@yahoo.com.br

²Engº Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola-DEG/Universidade Federal de Lavras - UFLA/Lavras – MG, Fone: (35) 38291389, geraldop@ufla.br

³Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Campus Capanema – PA, Fone: (91) 98160-6563, joaquim.junior@ufra.edu.br

⁴Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/Campus Belém – PA, Fone:(91) 99148-7454, candido.neto@ufra.edu.br

⁵Engº Agrônomo, Doutor, Universidade Estadual Paulista –UNESP/Jaboticabal – SP, Fone: (91) 98345-4940, andreengagronomo@gmail.com

1 RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de tensões da água no solo sobre a produção, classificação, teor de matéria seca e perda de massa de bulbos comerciais de duas cultivares de cebola, irrigadas por gotejamento. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras com delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares de cebola, cultivar híbrida Optima F1 e cultivar não híbrida Alfa Tropical, e seis tensões da água no solo, 15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa. Com os resultados concluiu-se que o híbrido Optima F1 apresentou melhores respostas com relação às seguintes características analisadas: produtividade de bulbos comerciais e massa média de bulbos comerciais. A cultivar Alfa apresentou maior teor de matéria seca e maior perda de massa durante o período de pós-colheita. Considerando o intervalo estudado (15 a 75 kPa), em ambas as cultivares deve-se irrigar no momento em que a tensão da água no solo estiver em torno de 15 kPa, na profundidade de 0,15 m, visando à obtenção de plantas mais produtivas, bulbos maiores e maior massa média de bulbos comerciais.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., irrigação localizada, tensão da água no solo

**VILAS BOAS, R. C; PEREIRA, G. M.; LIMA JUNIOR, J. A.; OLIVEIRA NETO, C. F.
E SILVA, A. L. P.**

**PRODUCTION AND POST- HARVEST OF TWO ONION CULTIVARS IN
FUNCTION OF SOIL WATER**

2 ABSTRACT

This work aimed at assessing the effect of different water tensions in soil on the development and production of two onion cultivars irrigated by drip system. The experiment was carried

out in the experimental area of DAG/UFLA, from June to October 2008. The experimental design used was randomized block in factorial scheme 2 x 6, with four repetitions. The treatments comprised two onion cultivars, the hybrid Optima F1 and the non hybrid Alfa Tropical and six water tensions in the soil, i.e., 15, 25, 35, 45, 60 and 75 kPa. The Optima Hybrid F1 presented the best answers regarding the following characteristics: yield of commercial bulbs and average mass of commercial bulbs. The cultivar Alfa showed higher dry matter content and increased mass loss during the post-harvest period. Considering the range studied (15 to 75 kPa) both cultivars should be irrigated when the water pressure in the soil is about 15 kPa at a depth of 0.15 m, in order to obtain more productive plants, larger bulbs and highest average mass of commercial bulbs.

Keywords: *Allium cepa* L., trickle irrigation, soil water tension

3 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa*) ocupa, entre as hortaliças cultivadas, a terceira posição em importância econômica no Brasil, ficando atrás apenas da batata e do tomate (GONÇALVES, P. A. S.; WORDELL FILHO, J. A.; KURTZ, C., 2009). Em 2011 a produtividade média nacional, de acordo com o IBGE (2012), se manteve em torno de 23.278 kg ha⁻¹.

Tendo em vista sua sensibilidade ao déficit hídrico, muitos trabalhos sobre a irrigação da cultura da cebola evidenciam que a produtividade de bulbos é altamente dependente da quantidade de água aplicada (SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F., 1994; SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D., 2000). Entretanto, em poucos estudos são analisados critérios de manejo da irrigação por gotejamento nesta cultura (SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D., 2000; SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R., 2004).

O manejo otimizado da irrigação requer uma estimativa sistemática do estado energético de água no solo, para determinar as quantidades apropriadas e o tempo de irrigação. Segundo MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A., 2001, o teor de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos, cuja água disponível para a planta não seja limitada, enquanto a lixiviação é prevenida. Porém, uma prática de manejo bastante utilizada em áreas que utilizam água de qualidade inferior é a fração de lixiviação que é uma quantidade extra de água, relativa à aquela que é aplicada e penetra no solo, acarretando a lixiviação dos sais (CARVALHO et al., 2012). Sabendo-se quando irrigar pela tensão da água no solo por meio do tensiômetro estabelece-se o quanto de água deve ser aplicado pela irrigação com base no armazenamento de água no solo.

Em trabalhos realizados por SANTOS e PEREIRA (2004), SÁ et al. (2005) e LIMA JUNIOR et al. (2012) verifica-se ser a tensão da água no solo indicada não apenas para determinar o momento de irrigar mas também para estimar a quantidade de água a ser aplicada em várias culturas.

Com relação ao modo de aplicação de água, os sistemas por aspersão são os mais utilizados para a irrigação da cultura da cebola no Brasil destacando-se o convencional, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Em grandes áreas, o sistema pivô central é utilizado com sucesso (COSTA et al., 2002). No entanto, em virtude da preocupação, em nível mundial, com a questão do gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, tem-se recomendado, para a grande maioria das culturas, o uso do método de irrigação localizada

(sistemas de microaspersão e gotejamento), por ser mais eficiente na aplicação de água e de fertilizantes (NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R., 1998).

No Brasil, estudos referentes à produção de cebola irrigada por gotejamento ainda são escassos (VILLAS BOAS et al., 2012). Devido à carência de informações a respeito do manejo adequado da irrigação por gotejamento na cultura da cebola, tanto o momento oportuno de irrigar quanto a quantidade de água a ser aplicada nessa cultura, é grande a necessidade de desenvolvimento de pesquisas com o intuito de dar suporte ao emprego dessa tecnologia de produção.

Com base no exposto objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de tensões da água no solo sobre a produção, classificação, teor de matéria seca e perda de massa de bulbos comerciais de duas cultivares de cebola, irrigadas por gotejamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em canteiros construídos a “céu aberto”, na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Setor de Olericultura, no município de Lavras, sul de Minas Gerais, tendo como referência as seguintes coordenadas geográficas: latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W e 918,8 m de altitude.

De acordo com a classificação climática de Köppen (DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E., 2007), o clima de Lavras é Cwa, ou seja, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18 °C e superior a 3 °C e o verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (22,1 °C em fevereiro). Lavras apresenta temperatura do ar média anual de 19,4 °C, umidade relativa do ar média de 76,2% e tem precipitação média anual de 1.529,7 mm e uma evaporação média anual de 1.034,3 mm.

No período de condução do experimento a temperatura diária média do ar foi de 18,4 °C. O valor médio diário de temperatura, encontrado neste estudo, está de acordo com SOUZA e RESENDE (2002), ao relatarem que as temperaturas críticas de interferência no desenvolvimento da cultura da cebola se situam abaixo de 10 °C e acima de 32 °C.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura muito argilosa, sendo a composição química na camada de 0 a 0,30 m apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo utilizado no experimento

pH	M.O.	P	K	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B	V	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
H ₂ O	dag kg ⁻¹				mg dm ⁻³					%	cmol _c dm ⁻³			
5,6	3,0	4,3	119,0	22,7	9,8	40,1	16,4	3,0	0,9	38,5	1,8	0,4	0,2	4,0

A curva de retenção da água no solo é representada pela Eq. 1, segundo o modelo de van Genuchten (1980):

$$\theta = 0,231 + \frac{0,381}{\left[1 + (0,485 \cdot |\Psi|)^{1,734}\right]^{0,423}} \quad (1)$$

Em que:

θ – umidade com base em volume ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

Ψ – tensão da água no solo (kPa)

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 6, sendo utilizados 12 tratamentos, quatro repetições e 56 plantas por parcela. Os tratamentos se constituíram de duas cultivares de cebola de ciclo precoce, cultivar não híbrida Alfa Tropical (A) e cultivar híbrida Optima F1 (O) e seis tensões da água no solo, 15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica). Os tratamentos foram assim representados: A15, A25, A35, A45, A60, A75, O15, O25, O35, O45, O60 e O75.

Com relação às características dos materiais estudados, a cultivar Alfa Tropical apresenta bulbos com coloração amarela, alta pungência e formato predominantemente globular alongado, enquanto os bulbos do híbrido Optima F1 possuem coloração amarela escura, baixa pungência e formato globular (OLIVEIRA, V. R.; MENDONÇA, J. L.; SANTOS, C. A. F., 2004).

Para monitorar o estado de energia da água no solo foi instalado um conjunto com três tensiômetros por parcela (dois a 0,15 m de profundidade para monitorar a irrigação e um a 0,30 m de profundidade para verificar a ocorrência de percolação) sendo que, para cada tratamento, os conjuntos de tensiômetros foram instalados em duas das quatro repetições. Os tensiômetros foram instalados no alinhamento da cultura entre duas plantas e ficaram 0,20 m distanciados entre si, em cada conjunto.

As parcelas experimentais tiveram dimensões de 1,20 m de largura por 1,40 m de comprimento. Foram utilizadas quatro linhas de plantas, espaçadas 0,20 m entre si e 0,10 m entre plantas. Foram consideradas úteis as plantas das linhas centrais e descartadas, nessas linhas, duas plantas no início e duas no final (parcela útil com 20 plantas).

As mudas foram obtidas por semeadura em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, utilizando-se o substrato comercial Plantmax[®] HT. Após o transplante das mudas, aos 40 dias após a semeadura, a irrigação foi realizada por microaspersão com o tape SANTENO[®]. Este sistema foi usado até 14 dias após o transplante (DAT), período este necessário para o pegamento e a climatização das mudas, no campo. Na diferenciação dos tratamentos utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, sendo os emissores autocompensantes do tipo in-line, modelo NAAN PC com vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ distanciados entre si a 0,30 m. O tubogotejador ficou posicionado na parcela, de forma a atender às duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa, após o que se suspendeu a irrigação da cultura, sete dias antes de cada colheita.

Buscava-se, em todas as irrigações, elevar à capacidade de campo a umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar. O instante de irrigar foi estabelecido como aquele em que pelo menos três dos tensiômetros de decisão (instalados a 0,15 m de profundidade) atingiam a tensão crítica estabelecida para cada tratamento. Calculou-se o tempo de funcionamento do sistema de irrigação a partir da lâmina bruta, considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 0,30 m. A eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação foi adotada como 90%.

Como adubação de plantio foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de uréia, 1.500 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 35 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 15 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 10 kg ha⁻¹ de bórax, com base nas análises de solo. Já a adubação de cobertura foi realizada manualmente, aos 30 e 45 DAT, sendo aplicados em cada cobertura 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 65 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

As colheitas foram realizadas quando mais de 60% das plantas se encontravam estaladas (VIDIGAL et al., 2010), isto é, com o pseudocaule completamente prostrado sobre o solo, aos 111 DAT (híbrido Optima F1) e aos 118 DAT (cultivar Alfa Tropical). As plantas foram arrancadas manualmente e mantidas ao sol durante três dias; em seguida, 12 dias à sombra em galpão ventilado, para o período de cura.

Decorrido o período de cura fez-se a toaleta procedendo-se, a seguir, à avaliação das seguintes características: produtividade de bulbos comerciais, massa média de bulbos comerciais, classificação de bulbos comerciais, teor de matéria seca e perda de massa no período de pós-colheita.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, com a realização do teste F, comparação de médias pelo teste de Tukey e análise de regressão polinomial a 5 e 1% de probabilidade, com o auxílio do aplicativo computacional Sisvar, versão 5.3.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento a temperatura diária média do ar foi de 18,4 °C. O valor médio diário de temperatura, encontrado neste estudo, está de acordo com SOUZA e RESENDE (2002), ao relatarem que as temperaturas críticas de interferência no desenvolvimento da cultura da cebola se situam abaixo de 10 °C e acima de 32 °C.

As lâminas de água aplicadas antes (INIC) e após a diferenciação dos tratamentos (IRRIG), tal como as precipitações ocorridas (Precipitação), os totais de água fornecidos, para a cultura (Totais), a média por irrigação (MPI), o turno de rega (TR) e o número de irrigações (NI) computados durante a diferenciação dos tratamentos, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Tensões da água no solo na profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (INIC), lâminas aplicadas após a diferenciação dos tratamentos (IRRIG), precipitações ocorridas (Precipitação), lâminas totais de água (Totais), média por irrigação (MPI), turno de rega (TR) e número de irrigações (NI).

Tratamento	Tensão (kPa)	Lâmina (mm)				MPI	TR (dia)	NI (ud)
		INIC	IRRIG	Precipitação	Totais			
A15	15	41,4	464,5	109,3	615,2	10,8	2,7	43
A25	25	41,4	423,4	109,3	574,1	20,2	5,6	21
A35	35	41,4	392,7	109,3	543,4	24,5	7,4	16
A45	45	41,4	355,5	109,3	506,2	27,3	9,1	13
A60	60	41,4	240,2	109,3	390,9	30,0	14,8	8
A75	75	41,4	126,2	109,3	276,9	31,5	29,5	4
O15	15	41,4	452,9	109,3	603,6	10,5	2,6	43
O25	25	41,4	363,4	109,3	514,1	20,2	6,2	18
O35	35	41,4	296,5	109,3	447,2	24,7	9,3	12
O45	45	41,4	248,2	109,3	398,9	27,6	12,3	9
O60	60	41,4	209,4	109,3	360,1	29,9	15,9	7
O75	75	41,4	94,7	109,3	245,4	31,6	37,0	3

Constatou-se, que as lâminas totais de água aplicadas seguiram um padrão decrescente em relação às tensões da água no solo estabelecidas para ambas as cultivares, isto é, as

maiores lâminas foram observadas nos tratamentos com menores tensões, comportando-se de maneira análoga a MAROUELLI et al. (2003).

Com base nos dados obtidos durante a realização do presente trabalho, observou-se que houve interação entre os fatores tensão e cultivares, afetando significativamente as variáveis produtividade de bulbos comerciais (PBC) ($p \leq 0,05$) e massa média de bulbos comerciais (MMBC) ($p \leq 0,05$), enquanto que o teor de matéria seca de bulbos comerciais (TMSBC) ($p \leq 0,05$) e a perda de massa (PM) ($p \leq 0,05$) na pós-colheita obtiveram significância somente para o fator cultivares e a variável classificação de bulbos comerciais (CBC) obteve significância somente para o fator tensão ($p \leq 0,05$).

Constata-se, pelo teste de médias (Tabela 3), que a maior produtividade média de bulbos comerciais (42.780,5 kg ha⁻¹) e a maior massa média de bulbos comerciais (114,2 g), foram alcançadas pelo híbrido Optima F1, com incremento de 27,8% e 20,6% quando comparado a cultivar Alfa Tropical, respectivamente.

Tabela 3. Produtividade de bulbos comerciais (PBC), massa média de bulbos comerciais (MMBC), teor de matéria seca de bulbos comerciais (TMSBC) e perda de massa (PM) de duas cultivares de cebola sob diferentes tensões da água no solo.

Cultivares	PBC ¹ (kg ha ⁻¹)	MMBC (g)	TMSBC (%)	PM (%)
Optima F1	42.780,5 a	114,2 a	12,3 b	3,4 b
Alfa Tropical	33.477,3 b	94,7 b	14,3 a	6,2 a

¹Médias seguidas por letras diferentes na vertical diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

A produtividade média de bulbos comerciais obtida neste trabalho, de 42.780,5 kg ha⁻¹ para o híbrido Optima F1 e de 33.477,3 kg ha⁻¹ para a cultivar Alfa Tropical, foram superiores à média brasileira que, segundo IBGE (2012), é de 23.278 kg ha⁻¹.

REBOUÇAS et al. (2008) também encontraram, em estudo sobre a densidade de plantio de cebola no sistema de semeadura, em Salinas, MG, para o híbrido Mercedes, produtividade comercial significativamente superior ao da cultivar Serrana, registrando um incremento médio de 55,2% na produtividade de bulbos comerciais.

REBOUÇAS et al. (2008), estudando o híbrido Mercedes e a cultivar Serrana, em função da densidade de plantio de cebola no sistema de semeadura, em Salinas, MG, também, obtiveram para o híbrido um incremento na massa média de bulbos comerciais da ordem de 18,8% em relação à cultivar.

Para o híbrido Optima F1, a massa média de bulbos comerciais, encontrada neste estudo, foi semelhante àquela encontrada por MAY et al. (2007), em São José do Rio Pardo, SP, os quais, trabalhando com híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica, obtiveram 113,2 g de massa média de bulbos, utilizando-se 60 plantas m⁻².

O valor médio de massa média de bulbos comerciais, obtido neste trabalho, para a cultivar Alfa Tropical, foi maior do que aquele encontrado por RODRIGUES et al. (2006), que estudaram 16 cultivares de cebola em Viçosa, MG e encontraram, para esta cultivar, 75,65 e 64,85 g nos sistemas convencional e orgânico, respectivamente.

Segundo SOUZA e RESENDE (2002), o consumidor brasileiro prefere os bulbos de cebola com coloração amarelo-avermelhada, de formato arredondado, com massa média entre 90 e 100 g e sem a presença de raízes e folhas. Neste contexto, tanto o híbrido Optima F1 quanto a cultivar Alfa Tropical atendem ao mercado consumidor interno em termos de

coloração, formato e massa média de bulbo. No entanto, o que se verifica na prática é a preferência do consumidor por bulbos de menor tamanho, os quais são utilizados na sua totalidade, quando consumidos *in natura* e possuem maior poder de conservação, em virtude do menor teor de água (RESENDE, G. M.; CHAGAS, S. J. R.; PEREIRA, L. V, 2003).

O teste de médias (Tabela 3) indica que a cultivar Alfa Tropical apresentou maior teor de matéria seca de bulbos comerciais (14,3%) que o híbrido Optima F1, superando esse último em 16,3%. Como ocorreu independente dos outros fatores estudados, essa diferença pode ser função do fator genético de cada cultivar. O conteúdo de matéria seca é um importante fator de qualidade para a indústria de processamento. Quanto maior o teor de matéria seca, menor é a quantidade de energia exigida para o processo de desidratação (SOARES, V. L. F.; FINGER, F. L.; MOSQUIM, P. R, 2004).

Apesar da análise de variância não ter detectado diferença significativa entre o fator tensões da água no solo, para a característica teor de matéria seca de bulbos comerciais, muitos trabalhos mostram que a produção de matéria seca de bulbos de cebola é altamente dependente da aplicação adequada de água (SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D, 2000).

Considerando-se a utilização de amostras unicamente de bulbos da classe 3 para a obtenção das massas fresca e seca de bulbos, o tamanho padronizado de bulbos pode ter influenciado no resultado do teor de matéria seca de bulbos comerciais. Segundo KUMAR et al. (2007), a variação de matéria seca por planta pode ser atribuída à variação no tamanho de bulbos.

Santa SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R (2004), avaliando quantidades de água no cultivo da cebola em clima semi-árido, também não encontraram diferença significativa para a matéria seca de bulbos.

Ainda na Tabela 3, observa-se que a cultivar Alfa Tropical apresentou-se mais susceptível à perda de massa de bulbos (6,2%), representando 82,4% de perda a mais do que o híbrido Optima F1. Ressalta-se, portanto, que essa diferença pode estar ligada a fatores genéticos de cada material estudado, como por exemplo, à espessura da casca. Segundo APELAND (1971), a casca da cebola funciona como uma barreira contra a perda de água.

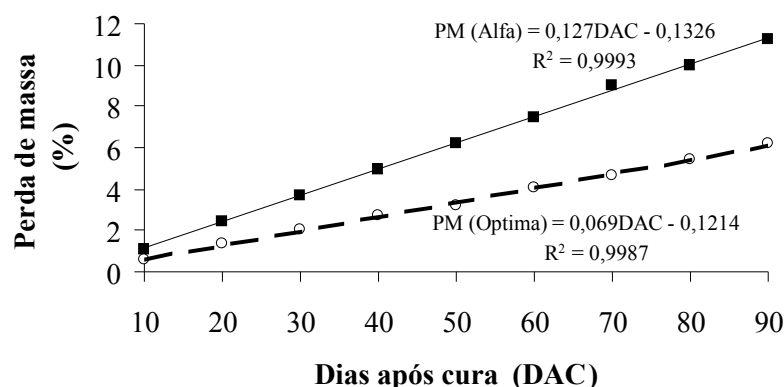
PEREIRA (1999), estudando cura e conservação pós-colheita de bulbos de cebola, também, encontrou menor perda de massa de bulbos de cebola, para o híbrido, quando comparado com a cultivar. Segundo a autora, o híbrido Granex 90 apresentou perda de massa de 2,82%, após 1 mês de armazenamento e de 5,63%, em 7 semanas de armazenamento. A cultivar Crioula apresentou perdas entre 6,36% e 7,91%, em iguais períodos, dependendo do tratamento pós-colheita aplicado.

FERREIRA & MINAMI (2000) avaliaram a qualidade de bulbos em consequência de tratamentos pré-colheita com os micronutrientes Cu e B, aplicados, durante a bulbificação, em seis genótipos de cebola. Segundo este estudo, as cultivares, com relação à perda de massa, podem ser divididas por uma escala cujos bulbos dos genótipos Crioula, Régia e Serrana e o híbrido HS-2 perderam mais massa, e os híbridos HT e HS-1, perderam menos massa, nas duas épocas de avaliação (25 e 45 dias após a colheita).

A análise de variância não detectou diferença significativa entre o fator tensões da água no solo para a característica perda de massa de bulbos. É de se esperar que a maior perda de massa ocorra em bulbos de tamanhos maiores, pois, segundo SATURNINO e MEDINA (1980), há influência do tamanho dos bulbos na perda de massa, sendo mais rápida nos bulbos maiores. Provavelmente, a utilização de amostras de bulbos da classe 3, visando à padronização dos tratamentos, pode ter influenciado no resultado da perda de massa de bulbos.

Analisando-se a interação entre os fatores estudados (cultivares versus dias após cura) (Figura 1), observa-se que, independente das cultivares estudadas, na perda de massa de bulbos foi observado que houve tendência linear crescente com relação ao aumento de dias após cura. Entretanto, percebe-se que o coeficiente angular da equação de regressão é menor para o híbrido Optima F1 (0,069), quando comparado a cultivar Alfa Tropical (0,127), indicando que o híbrido possui menor perda de massa durante o período de armazenamento, podendo representar menores prejuízos econômicos, pois, normalmente o bulbo é comercializado por unidade de peso.

Figura 1. Perda de massa (PM) de duas cultivares de cebola em função dos dias após cura (DAC).

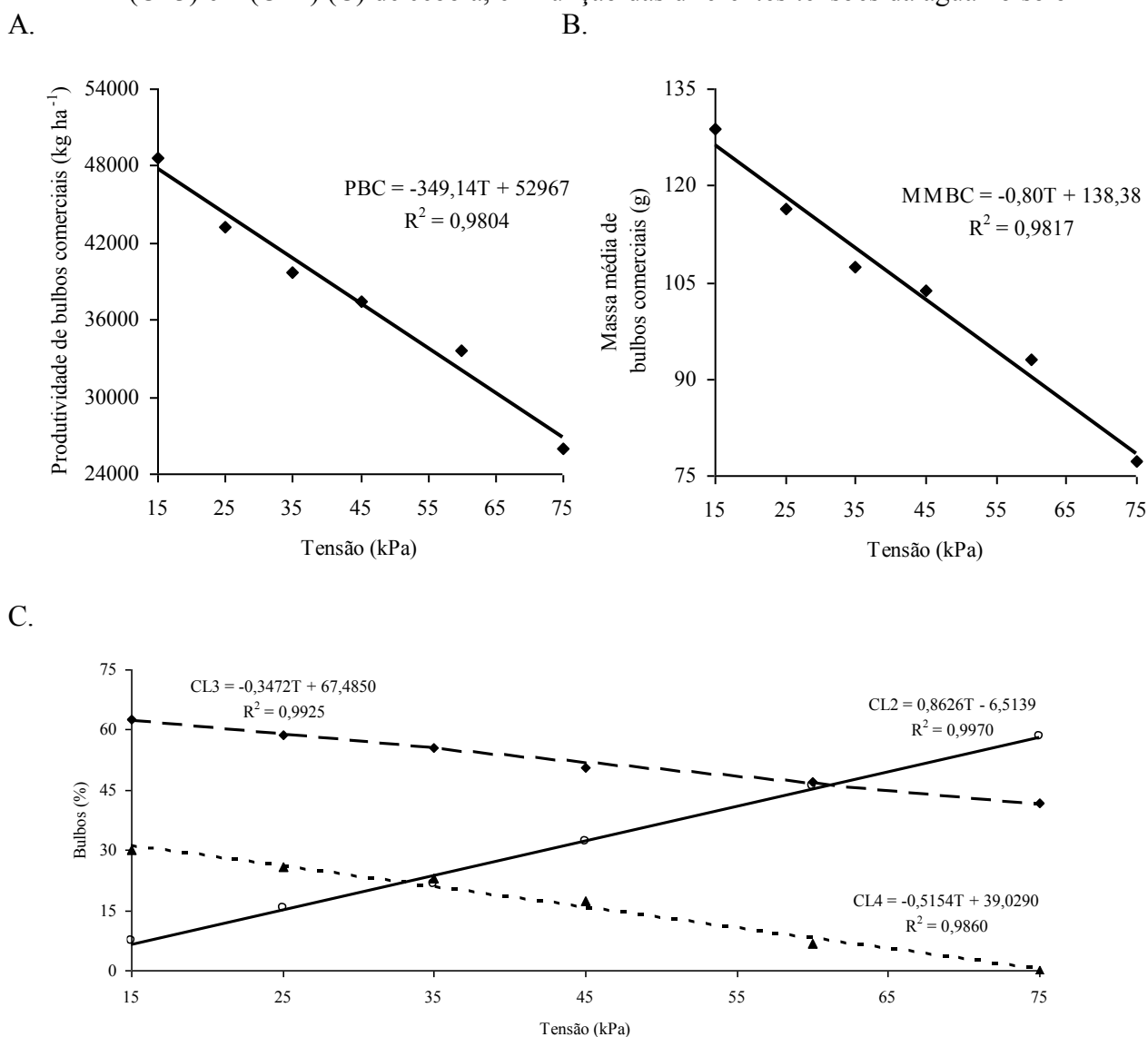


O comportamento linear crescente da perda de massa de bulbos, com o aumento do tempo de armazenamento é ocasionado principalmente, pela perda de umidade e de material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Contudo, essa perda por si só não representou comprometimento do valor comercial dos bulbos, uma vez que, na última avaliação não foi registrado início de murcha nos mesmos.

LIMA et al. (2004), em estudo sobre qualidade e conservação pós-colheita de genótipos de cebola cultivados no Vale do São Francisco, também encontraram aumento linear de perda de massa de bulbos durante o período de armazenamento sob temperatura ambiente, em todos os genótipos, atingindo 5% no 26º dia após a colheita.

No caso da produtividade de bulbos, massa média de bulbos e classificação de bulbos comerciais, as variações ocorridas em função das tensões da água no solo podem ser explicadas pela regressão linear a 1% de probabilidade (Figura 2).

Figura 2. Produtividade de bulbos comerciais (PBC) (A); massa média de bulbos comerciais (MMBC) (B); e classificação de bulbos comerciais (CBC) em classes 2 (CL2), 3 (CL3) e 4 (CL4) (C) de cebola, em função das diferentes tensões da água no solo



Analisando critérios de manejo da irrigação por gotejamento na cultura da cebola (Figura 1A), SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R (2004), também obtiveram melhores produtividades de bulbos, quando o solo foi mantido constantemente com alto teor de água. Comportamento semelhante foi encontrado por SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D (2000) que, visando definir critérios para o manejo da irrigação por gotejamento na cultura da cebola, avaliaram cinco tensões da água no solo (10, 20, 30, 50 e 70 kPa), medidas a 0,20 m de profundidade e constataram que a produtividade de bulbos comerciais apresentou resposta linear decrescente com o aumento da tensão, alcançando o valor máximo de 56.310 kg ha⁻¹ com a tensão de 10 kPa.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B.; CONCEIÇÃO, M. A. F (1996), pesquisando sobre o comportamento da cultura da cebola em três regimes de irrigação (regime 1: 6,0 a 8,5 kPa; regime 2: 7,0 a 10,0 kPa e regime 3: 10,0 a 28,0 kPa) e cinco espaçamentos, relataram que o maior valor médio de produtividade de bulbos comerciais (26.700 kg.ha⁻¹) foi verificado no regime 1, seguido em ordem decrescente, dos regimes 2 e 3.

O valor máximo de massa média de bulbos comerciais ocorreu à tensão de 15 kPa (tratamento em que a umidade do solo foi mantida próxima da capacidade de campo), resultando em uma massa média para esta característica, de 126,4 g (Figura 2B), fato justificado pela maior quantidade de bulbos das classes 3 e 4 (bulbos maiores) observada para esta tensão. Segundo SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F (1994), altura e diâmetro de bulbos estão, diretamente relacionados com a quantidade de água aplicada.

KUMAR et al. (2007) observaram que a massa média de bulbos foi positivamente influenciada pelas lâminas de irrigação aplicadas obtiveram valores de massa média de bulbos de 51,1 e 52,1 g, no tratamento submetido ao maior nível de irrigação (467,8 e 451,3 mm), para os anos de 2004 e 2005, respectivamente. Segundo os autores, a massa média de bulbos variou significativamente entre os tratamentos, exceto entre os dois tratamentos em que foram aplicadas as maiores quantidades de água.

Nota-se que, tanto as classes 2 e 3 quanto a classe 4, foram fortemente influenciadas pelas tensões da água no solo estabelecidas. À medida que se aumentaram as tensões, ocorreu um acréscimo no percentual de bulbos da classe 2 (bulbos de tamanhos menores). Já para as classes 3 e 4, a tendência é oposta, ou seja, há uma diminuição no percentual de bulbos com o aumento das tensões (Figura 2C). Ressalta-se, portanto, que não houve a produção de bulbos com diâmetro maior que 90 mm (classe 5) em nenhum dos tratamentos estudados.

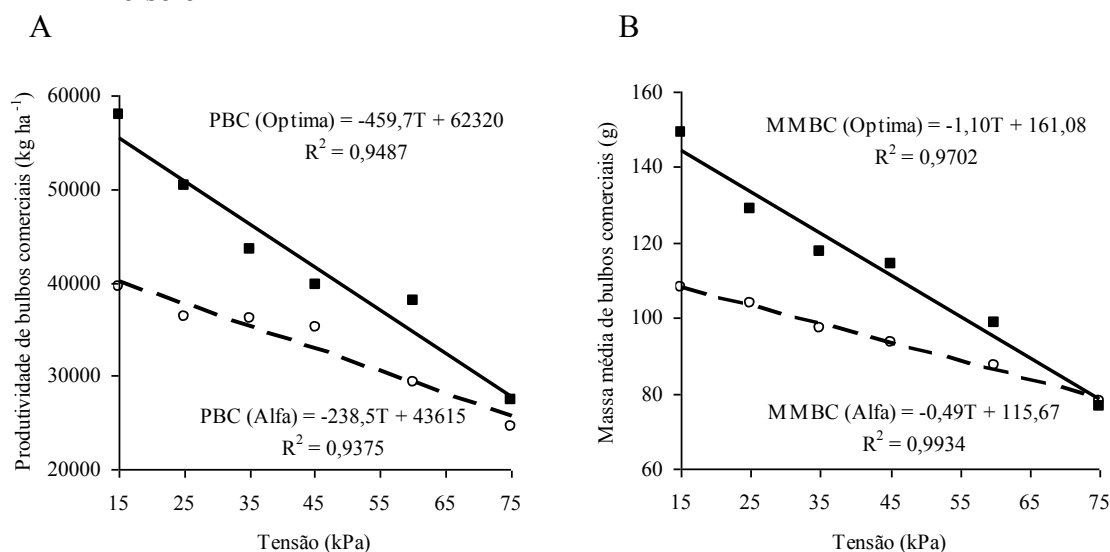
As maiores porcentagens de bulbos das classes 3 e 4, bem como a menor porcentagem de bulbos da classe 2, foram obtidas nas parcelas submetidas aos tratamentos mais úmidos, ou seja, tensões mais baixas (15 e 25 kPa). Segundo SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F (1994), altura e diâmetro de bulbos estão diretamente relacionados com a quantidade de água aplicada.

Os resultados deste estudo corroboram com os encontrados por Coelho et al. (1996) que registraram maiores porcentagens de bulbos grandes ($D > 60$ mm) e médios ($45 \leq D < 60$ mm) e menor porcentagem de bulbos miúdos ($30 \leq D < 45$ mm) sob irrigação do regime 1 (tensão entre 6,0 e 8,5 kPa). Um efeito semelhante à irrigação, no tamanho de bulbos de cebola, também foi observado por SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R (2004) sob sistema de irrigação por gotejamento.

KUMAR et al. (2007), também encontraram comportamento semelhante para a classificação de bulbos de cebola em função da irrigação. Segundo esses autores, a porcentagem de bulbos classe B ($40 \leq D < 59$ mm) (tamanho de maior preferência) foi alta (acima de 50%) nos tratamentos que foram aplicados os maiores níveis de irrigação. Já a menor porcentagem de bulbos na classe B e a maior porcentagem de bulbos na classe D ($D < 30$ mm) (bulbos de tamanhos menores) foram obtidas no tratamento submetido à menor quantidade de água de irrigação. Porém, a menor porcentagem de bulbos da classe D ocorreu no tratamento em que foi aplicada a maior lâmina de irrigação.

Na interação entre os fatores estudados (cultivares versus tensões da água no solo) (Figura 3), verifica-se comportamento semelhante para as variáveis PBC e MMBC, os melhores resultados, em ambas as cultivares foram observados quando a irrigação foi reiniciada com a tensão de 15 kPa. O híbrido Optima F1 apresenta maior taxa de redução para bulbos comerciais, quando submetido a maiores tensões. Sob a tensão de 75 kPa, a massa média de bulbos comerciais foi praticamente igual entre as duas cultivares estudadas, mostrando que o híbrido Optima F1 possui maior sensibilidade à variação da umidade do solo.

Figura 3. Produtividade de bulbos comerciais (PBC) (A) e massa média de bulbos comerciais (MMBC) (B) de duas cultivares de cebola em função das diferentes tensões da água no solo



6 CONCLUSÕES

O híbrido Optima F1 apresentou melhores respostas com relação à produtividade de bulbos comerciais e massa média de bulbos comerciais.

A cultivar Alfa apresentou maior teor de matéria seca e maior perda de massa durante o período de pós-colheita.

Considerando o intervalo estudado (15 a 75 kPa), em ambas as cultivares deve-se irrigar no momento em que a tensão da água no solo estiver em torno de 15 kPa, na profundidade de 0,15 m, visando à obtenção de plantas mais produtivas, bulbos maiores e maior massa média de bulbos comerciais.

7 AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo financiamento do projeto de pesquisa (Processo: CAG-APQ-1569-3.12/07) e pela concessão da bolsa de Doutorado, e ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa e a Universidade Federal Rural da Amazônia pelo auxílio financeiro a publicação deste artigo.

8 REFERÊNCIAS

APELAND, J. Effects of scale quality in physiological processes in onion. *Acta Horticulturae*, Den Haag, v. 20, p. 72-79, 1971.

CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. N. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, p.368-374, 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Comportamento da cultura da cebola em três regimes de irrigação e cinco espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 585-591, ago. 1996.

COSTA, E. L.; MAROUELLI, W. A.; CAMBOIM NETO, L. F.; SILVA, W. L. C. Irrigação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, p.57-66, 2002.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1862-1866, 2007.

FERREIRA, M. D.; MINAMI, K. Qualidade de bulbos de cebola em consequência de tratamentos pré-colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 693-701, out./dez. 2000.

GONÇALVES, P. A. S.; WORDELL FILHO, J. A.; KURTZ, C. Efeitos da adubação sobre a incidência de tripses e míldio e na produtividade da cultura da cebola. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.22, p.57-60, 2009.

IBGE. Cebola. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.25, p.1-88, 2012.

KUMAR, S.; IMTIYAZ, M.; KUMAR, A.; SINGH, R. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.89, p.161-166, 2007.

LIMA, M. A. C.; COSTA, N. D.; ABE, M. A.; TRINDADE, D. C. G. Qualidade e conservação pós-colheita de genótipos de cebola cultivados no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, jul. 2004. Suplemento. 1 CD-ROM.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; SILVA, W. G.; VILAS BOAS, R. C.; SOUZA, R. J. Desempenho de cultivares de cenoura em função da água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, p.514-520, 2012.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, p.1-8, 2003.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PORTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização

nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 53-59, jan./mar. 2007.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory and field, derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.234, p.153-157, 2001.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A. (eds.). A cultura do coqueiro no Brasil. 2.ed. rev. e ampl. Brasília: **EMBRAPA/SPI**; Aracaju: **EMBRAPA/CPATC**, 1998. p.159-187.

OLIVEIRA VR; MENDONÇA JL; SANTOS CAF. 2004. Clima. In: EMBRAPA HORTALIÇAS. Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.). Brasília: Embrapa-CNPH.

PEREIRA, M. C. R. V. **Cura e conservação pós-colheita de bulbos de cebola**. 1999. 85 p. Dissertação (Mestrado em Pré-Processamento de Produtos Agropecuários) - Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

REBOUÇAS, T. N. H.; SIQUEIRA, L. G.; LEMOS, O. L.; GRISI, F. A. Densidade de plantio em cebola no sistema de semeadura no Norte de Minas Gerais. **Magistra**, Cruz das Almas, v.20, p.78-86, 2008.

RESENDE, G. M.; CHAGAS, S. J. R.; PEREIRA, L. V. Características produtivas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 722-725, out./dez. 2003.

RODRIGUES, G. B.; NAKADA, P. G.; SILVA, D. J. H.; DANTAS, G. G.; SANTOS, R. R. H. Desempenho de cultivares de cebola nos sistemas orgânico e convencional em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 206-209, abr./jun. 2006.

SÁ, N. S. A.; PEREIRA, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; MATTIOLI, W.; CARVALHO, J. A. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.341-347, 2005.

SANTA OLALLA, F. M.; DOMINGUEZ-PADILLA, A.; LOPEZ, R. Production and quality of onion crop (*Allium cepa* L.) cultivated in semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.68, p.77-89, 2004.

SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F. Growth and production of onion crop (*Allium cepa* L.) under different irrigation scheduling. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.3, p.85-92, 1994.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões de água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, p.569-577, 2004.

SATURNINO, H. M.; MEDINA, P. V. L. Armazenamento da cebola. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 65-70, fev. 1980.

SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. **HortScience**, Alexandria, v.35, p.63-66, 2000.

SOARES, V. L. F.; FINGER, F. L.; MOSQUIM, P. R. Influência do genótipo e do estágio de maturação na colheita sobre a matéria fresca, qualidade e cura dos bolbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 18-22, 2004.

SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 115p. Texto Acadêmico n.21

VAN GENUCHTEN, M. TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p.168-173, 2010.

VILLAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GEISENHOFF, L. O.; LIMA JUNIOR, J. A. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de cebola irrigada por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p.706 - 713, abr./mai., 2012.