

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

**DENSIDADES DE PLANTIO EM CEBOLA CULTIVADA SOB
FERTIRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ – RN

2013

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

**DENSIDADES DE PLANTIO EM CEBOLA CULTIVADA SOB
FERTIRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Departamento de Ciências Vegetais para a
obtenção do título de Mestre em
Fitotecnia.

ORIENTADOR:

Prof. D. Sc. LEILSON COSTA GRANGEIRO

MOSSORÓ – RN

2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

H493d Henriques, Gabrielly Paula de Sousa Azevedo.

Densidades de plantio em cebola cultivada sob fertirrigação. /
Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques -- Mossoró-RN:
2013.

49f.: il.

Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia) – Universidade
Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-
Graduação.

Orientador: Profº. Dr. Sc. Leilson Costa Grangeiro

1.Allium cepa. 2.Rendimento. 3.Cultivares. I.Título.

CDD: 635.25

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB-5/1033

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

**DENSIDADES DE PLANTIO EM CEBOLA CULTIVADA SOB
FERTIRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido – UFERSA, Departamento de
Ciências Vegetais para a obtenção do
título de Mestre em Fitotecnia.

APROVADA EM: 27/02/13

Prof. DSc. Leilson Costa Grangeiro – UFERSA
Orientador

Profa. DSc. Maria Zuleide de Negreiros – UFERSA
Membro da Banca

Engº Agrº DSc. Jean de Oliveira Souza – FAPESP/CNPq
Membro da Banca

Ao meu amado esposo, Renan da Cruz Paulino, pelo seu amor e carinho, por ser fundamental na minha vida e estar sempre ao meu lado me apoiando e me dando forças.

DEDICO

Ao meu pai, Ranieri de Azevedo Henriques, e à minha mãe, Maria do Céu Paula de Sousa Azevedo Henriques, que sempre me deram amor, educação e apoio, que vibraram com minhas vitórias, que sempre foram meus ídolos e por quem eu sempre me espelhei.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e daqueles que eu amo, e por todas as graças a mim concedidas.

Ao meu esposo, Renan da Cruz Paulino, por estar sempre ao meu lado, me ajudando e me apoiando, me animando nos momentos de fraqueza, por ser meu braço direito e acima de tudo, pelo seu amor e carinho.

Aos meus pais, Ranieri de Azevedo Henriques e Maria do Céu Paula de Sousa Azevedo Henriques, por sempre me incentivarem a estudar e lutar pelos meus objetivos.

A toda a minha família, por ser sempre o meu porto seguro.

A UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. D. Sc. Leilson, pela amizade, paciência e orientação; sabedoria e ensinamentos transmitidos.

Aos meus colegas de equipe, Saulo, Rayanne, Valdívia, Meirinha, Jardel, Ana Cláudia, Amison, Gardênia, Joice e José Novo, que me ajudaram na implantação, condução e avaliação do experimento.

Aos funcionários da horta, Alderi, Josevan e Josemar, pela ajuda no experimento.

Aos funcionários da horta, meus amigos, Antônio e Raimundo, pela ajuda e amizade.

Aos funcionários do laboratório, Juliana e Monteiro, pela ajuda e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Leilson Costa Grangeiro, Maria Zuleide de Negreiros e Jean de Oliveira Souza, pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, e que de uma forma ou de outra foram relevantes na minha vida. A todos vocês: MUITO OBRIGADA, de coração.

EPÍGRAFE

“Posso todas as coisas em Cristo que me fortalece”.
(Filipensis 4:13)

RESUMO

HENRIQUES, Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques. **Densidades de plantio em cebola cultivada sob fertirrigação**. 2013. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

A baixa densidade de plantio adotada pelos produtores de cebola do Rio Grande do Norte constitui-se como um dos principais fatores limitantes ao aumento da produtividade. A maioria dos produtores utiliza uma população média de 400.000 plantas ha^{-1} , no sistema de transplantio de mudas com a cultivar IPA 11. Em muitas regiões brasileiras de plantio de cebola, as altas produtividades são obtidas com populações superiores a 800.000 plantas ha^{-1} , chegando em alguns casos a ultrapassar 1 milhão de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da cebola em diferentes densidades de plantio em Mossoró, RN. O experimento foi desenvolvido na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, Mossoró/RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas cultivares de cebola (Vale Ouro IPA 11 e Bella Dura) e cinco densidades de plantio (80; 120; 160; 200 e 240 plantas m^{-2}). As características avaliadas foram: classificação de bulbos em função do diâmetro transversal; produtividade total, comercial e não comercial; massa média de bulbo; massa seca de bulbo e relação de formato de bulbos. A cultivar mais produtiva foi a IPA 11, com produtividade total de 26,76 t ha^{-1} . A densidade que proporcionou maior produtividade total (30,48 t ha^{-1}) foi a de 204 plantas m^{-2} e comercial (24,74 t ha^{-1}) foi a de 161 plantas m^{-2} . O incremento da densidade reduziu a massa média e seca de bulbo, assim com na percentagem de bulbos das classes 2 e 3. O incremento da densidade aumentou a produtividade não comercial, percentagem de bulbos classe 1 (refugo) e relação de formato de bulbo.

Palavras-chave: *Allium cepa*, rendimento, cultivares.

ABSTRACT

HENRIQUES, Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques. **Planting densities in onion grown under drip irrigation.** 2013. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

The low planting density adopted by producers of onion in Rio Grande do Norte is one of the most important limiting factors to the productivity increase. Most producers use an average population of 400,000 plants ha⁻¹, using the seedlings' transplanting system with the cultivar IPA 11. In many Brazilian onion planting regions, the high yields are obtained with populations superior to 800,000 plants ha⁻¹, in some cases exceeding one million plants. The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of onion in different planting densities in Mossoró, RN. The experiment was conducted in the didactic garden, Department of Plant Sciences UFERSA Mossoró/RN. The experimental design was a randomized complete block in factorial design 2 x 5 with four replications. The treatments consisted of the combination of two onion cultivars (Vale Ouro IPA 11 and Bella Dura) and five planting densities (80, 120, 160, 200 and 240 plants m⁻²). The characteristics evaluated were: classification of bulbs based on the transversal diameter, total, commercial and noncommercial productivity, average bulb mass, dry bulb mass and bulbs' format relation. The most productive cultivar was IPA 11, with total yield of 26.76 t ha⁻¹. The density that provided the overall productivity (30.48 t ha⁻¹) was 204 plants m⁻² and the density that provided the greatest commercial productivity (24.74 t ha⁻¹) was 161 plants m⁻². The increase in density caused the reduction in average bulb mass and in dry bulb mass, and also caused reduction in percentage of bulbs of the classes 2 and 3. The increase in density caused the increase in non-commercial productivity, percentage of bulbs Class 1 (scrap), and bulbs' format ratio.

Keywords: *Allium cepa*, yield, cultivars.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para Produtividade Total (PT), Produtividade Comercial (PC), Produtividade Não Comercial (PNC), Massa Média de Bulbo (MMB), Relação de Formato do Bulbo (RFB) e Massa Seca de Bulbo (MSB) em função dos fatores cultivares e densidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	29
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Classe 1, Classe 2 e Classe 3) em função dos fatores cultivares e densidades de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	30
Tabela 3 - Produtividade Total (PT), Massa Média de Bulbo (MMB) e Relação de Formato de Bulbo (RFB) das cultivares IPA 11 e Bella Dura. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	31
Tabela 4 - Médias da Massa Seca de Bulbos (g) em função das cultivares nas densidades de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica das densidades de plantio, área útil e gotejadores. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	24
Figura 2 - Tanque de derivação de fluxo de PVC (“pulmão”). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	26
Figura 3 - Classificação dos bulbos nas classes 1, 2 e 3. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	27
Figura 4 - Medição da largura (diâmetro transversal) e comprimento (secção longitudinal) do bulbo de cebola utilizando paquímetro digital. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	28
Figura 5 - Massa média de bulbo em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	31
Figura 6 - Relação de formato de bulbo em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	32
Figura 7 - Produtividade total em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	34
Figura 8 - Produtividade comercial em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	35
Figura 9 - Produtividade não comercial em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	36
Figura 10 - Médias da massa seca de bulbos das densidades de plantio em cada cultivar. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	38
Figura 11 - Porcentagem de bulbos nas diferentes classes (1, 2 e 3) em função da densidade de plantio (plantas m ⁻²). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CEBOLA	15
2.2 DENSIDADE DE PLANTIO EM CEBOLA	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5 CONCLUSÃO	41
6 REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças cultivadas mais importantes e utilizadas em todo o mundo. No Brasil, é considerada a terceira hortaliça mais importante em termos de valor econômico, suplantada apenas pelo tomate e batata, com uma área plantada em 2011 de 63.481 ha, produção de 1.523.316 t e produtividade média de 23.996 kg ha⁻¹. A região Sul foi responsável por 51,4% da produção nacional, seguida pela região Nordeste (21,97%), Sudeste (18,53%), e Centro-Oeste (8,1%) (PAM, 2011).

No Rio Grande do Norte, a produção de cebola de forma mais expressiva é relativamente recente: em 2009, a área plantada esteve entre 400 e 500 ha e o bom preço obtido em 2009 motivou um aumento significativo na área plantada em 2010 (TAPETTI, 2010), atingindo 2.203 ha (PAM, 2010). Em 2011, houve uma redução de quase 50% da área plantada, por causa da rentabilidade negativa obtida em 2010 (TAPETTI; RAMOS, 2011). No entanto, em 2012 houve aumento de 15% na área de plantio, reflexo dos preços atrativos ao longo do ano (PALHARES, 2012).

No Rio Grande do Norte, o plantio de cebola no estado do concentra-se nos municípios de Baraúna e Mossoró e, diferentemente da cebolicultura praticada nas demais regiões do Brasil, os produtores potiguares cultivam cebola com a mesma tecnologia empregada no melão, ou seja, irrigação por gotejamento e aplicação de fertilizantes via água de irrigação; entretanto, embora a produtividade média do Estado (39,9 t ha⁻¹) seja superior à da região Nordeste (22,4 t ha⁻¹) e superior à brasileira (23,9 t ha⁻¹), ainda está abaixo de outras regiões, como é o caso de Minas Gerais e Goiás, aonde se chega a 57,6 e 70,8 t ha⁻¹, respectivamente, o que coloca os produtores locais em desvantagem, pois não conseguem competir com os produtores dessas regiões porque o custo de produção por quilo de cebola é inferior (PAM, 2011).

A baixa densidade de plantio adotada pelos produtores de cebola do Rio Grande do Norte constitui-se em um dos principais fatores limitantes ao aumento da produtividade. Na maioria deles, a população utilizada é em média 400.000 plantas por hectare, no sistema de transplântio de mudas com a cultivar IPA 11. Em muitas regiões brasileiras de plantio de cebola, as altas produtividades são obtidas com populações superiores a 800.000 plantas por hectare, chegando a alguns casos a ultrapassar um milhão de plantas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agronômico de cebola em diferentes densidades de plantio em Mossoró, RN.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre a cebola

A cebola, originária da Ásia Central (Turquia, Irã e Paquistão) e pertencente à família *Alliaceae*, é considerada uma das mais antigas espécies cultivadas. É uma hortaliça consumida como condimento, *in natura*, na forma de saladas, minimamente processada e industrializada em uma ampla gama de produtos (DOGLIOTTI et al., 2011).

A cultura da cebola foi introduzida no Brasil por meio dos imigrantes açorianos que se estabeleceram na zona litorânea do Rio Grande do Sul a partir de meados do século XVIII. Das cultivares introduzidas a partir dessa época, originou-se por seleção empírica o complexo varietal constituído pelas populações Baía Periforme e Pera Norte. A partir de 1938, no Rio Grande do Sul, foram iniciados os trabalhos pioneiros de melhoramento genético de cebola utilizando populações dos tipos Baía Periforme e Pera Norte, mantidas pelos produtores, as quais exibiam elevada variabilidade para diversos caracteres. A diversidade genética desse germoplasma permitiu a obtenção de inúmeras cultivares adaptadas às diferentes latitudes das regiões de cultivo de cebola do País, que se sobressaem graças ao maior nível de resistência a doenças e melhor conservação dos bulbos pós-colheita. O processo de desenvolvimento de novas cultivares essencialmente nacionais contribuiu sobremaneira para a dispersão da cultura da cebola no País (MELO; BREDA JÚNIOR; MELO, 2010).

A cebola é uma espécie pouco competitiva, porém apresenta adaptações ao estresse. Após a emergência, tem baixa taxa de crescimento relativo e apresenta folhas cilíndricas orientadas verticalmente, o que as faz pouco competitivas e passíveis de serem facilmente superadas por ervas daninhas. O sistema radicular é superficial e a

densidade de raiz é baixa. Os estômatos se fecham e a fotossíntese cessa com uma diminuição potencial de água relativamente pequena na folha. Além disso, as plantas de cebola parecem ser capazes de sobreviver durante longos períodos de baixa disponibilidade de água e podem acelerar a bulbificação em resposta ao estresse hídrico (BREWSTER, 1990 apud DOGLIOTTI et al., 2011). Também são capazes de sobreviver por muito tempo em temperaturas muito baixas.

O processo de bulbificação provavelmente evoluiu como uma adaptação para sobreviver ao verão árido e quente de sua região de origem. O bulbo é um órgão de resistência coberto de folhas, o qual depois de formado entra em dormência e brota na presença de umidade. O estímulo que a planta recebe indicando que o verão se aproxima é o alongamento dos dias. Ao perceber o aumento do fotoperíodo, a planta inicia o processo de bulbificação. A competição com outras plantas vizinhas acelera a bulbificação, o que é indicativo de que a cebola é uma planta cuja estratégia não é a competição, mas a tolerância ao estresse (DOGLIOTTI et al., 2011).

A cultura da cebola constitui importante atividade socioeconômica no país, principalmente para os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Pernambuco e Bahia (BOEING, 2002). A cebolicultura nacional é uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores cuja importância socioeconômica está relacionada à demanda de grande quantidade de mão-de-obra, viabilizando as pequenas propriedades, e também à fixação dos produtores na zona rural, reduzindo a migração para as grandes cidades (COSTA et al., 2007). Atualmente, a cebola tem sido cultivada em novas áreas de produção, principalmente em Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais, o que tem proporcionado o crescimento de sua oferta anual, com consequente diminuição da sazonalidade de preços do produto no mercado (MAY, 2006).

A cebola produzida no Nordeste é toda consumida no território brasileiro, sendo comercializada nos mercados local, regional e nacional. O mercado local é constituído pelas cidades situadas dentro da área geográfica dos polos de produção. O regional

corresponde a toda a macrorregião Nordeste, sendo as capitais e os grandes aglomerados urbanos do interior seus principais centros de consumo. O nacional é representado notadamente pelas grandes metrópoles da região Centro-Sul do país (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília) (ARAÚJO; CORREIA, 2007).

De acordo com Grangeiro et al. (2008), há uma variabilidade grande entre as cultivares de cebola plantada no Brasil, com relação ao rendimento, qualidade do bulbo e resposta ao fotoperíodo. Esta variabilidade permite, portanto, que o cultivo de cebola possa ser feito praticamente em qualquer região; no entanto, devido à diversidade de climas e solos, o comportamento delas pode ser diferente, em função da região de plantio.

A escolha da cultivar deve ser feita em função das condições de temperatura, luminosidade e fotoperíodo das regiões (LONGO, 2009), bem como do tipo de bulbo exigido pelo mercado e da época de plantio no primeiro ou segundo semestre. O uso de cultivares não adaptadas à região produtora pode resultar em safras frustrantes em termos de qualidade e produtividade de bulbos comerciais. Segundo Costa et al. (2007), a melhor cultivar deve ser aquela desenvolvida na própria região de cultivo, ajustada às demandas de fotoperíodo.

O tipo de cebola preferido varia em função do mercado e da preferência do consumidor. No Brasil, há preferência por bulbos de tamanho médio, pungentes, globulares, firmes, de película externa de cor amarela e marrom escura, e escamas internas de cor branca. A demanda por bulbos avermelhados (arroxeados) é pequena e concentrada no Nordeste Brasileiro e na região de Belo Horizonte, em Minas Gerais. O mercado ainda é limitado para as cebolas de sabor suave e doce, preferidas para saladas (OLIVEIRA et al., 2004).

Na região Nordeste, recomenda-se para o primeiro semestre cultivares de coloração amarela, com ciclo variando de 110 a 130 dias da semeadura à colheita, como Vale Ouro IPA-11, Composto IPA-6, Texas Grano-502 PRR e os híbridos Granex-429, Granex-33 e Mercedes, bem como a cultivar Franciscana IPA-10, de

bulbo de coloração roxa. Para semeaduras a partir de julho, deve-se dar preferência às cultivares de cor amarela, tais como: Alfa Tropical, Alfa São Francisco e Franciscana IPA-10, de coloração roxa. A produtividade obtida com as cultivares plantadas na região varia de 15 a 60 t/ha dependendo da localidade, da época de plantio e dos tratos culturais realizados (COSTA; RESENDE, 2007).

Com o objetivo de verificar as cultivares adaptadas às mais diversas regiões do Brasil, vários trabalhos foram realizados, entre eles Costa et al. (2007), que avaliaram quinze genótipos no Vale do São Francisco e observaram que os genótipos EX-19013, EX-07595002, Encino, IPA-11, Brisa, TPC 91923, TPR 91970, Ex-075593000, EX-0759300, Granex-429, IPA-04 e Texas Grano 502 foram os mais adaptados e com maior potencial para cultivo no Vale do São Francisco, com produtividade total variando de 30,4 a 58,4 t ha⁻¹. Souza et al. (2008) avaliaram dezoito genótipos em Mossoró-RN, Petrolina-PE e Juazeiro-BA, verificando que os genótipos com melhor desempenho produtivo foram Brisa (59,8 t ha⁻¹) em Mossoró; Belém IPA-9 (58,9 t ha⁻¹) e Régia (58,9 t ha⁻¹) em Petrolina e Granex 429 (27,9 t ha⁻¹), Brisa (26,6 t ha⁻¹), Alfa São Francisco (23,0 t ha⁻¹) e Régia (20,0 t ha⁻¹) em Juazeiro. Figueiredo et al. (2011) estudaram doze genótipos na região centro-sul do Paraná e constataram que a cultivar Perfecta (97,82 t ha⁻¹) foi a mais produtiva, seguida de AF-2579 (79,73 t ha⁻¹), Buccaner (77,03 t ha⁻¹), AF-2572 (70,81 t ha⁻¹), Bella Dura AF-1266 (68,20 t ha⁻¹).

A cultivar Vale Ouro IPA-11 é a mais plantada pelos produtores da região de Mossoró-Baraúna, que se caracteriza por apresentar plantas com folhagem vigorosa, moderadamente ereta, de cor verde escuro e muito cerosa. Os bulbos são de formato globular-alongado, de conformação simétrica, casca fina e coloração amarela intermediária e pungência elevada. Em condições de campo, esta cultivar tem apresentado ótimo desempenho agrônomo, caracterizando-se ainda por apresentar elevado nível de resistência genética ao mal-de-sete-voltas (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) e moderada tolerância ao tripses (*Thrips tabaci* Lind.), a depender da região, e uma capacidade produtiva superior a 30 t/ha, com boa

conservação pós-colheita. Tem apresentado melhor desempenho nas semeaduras realizadas no período de janeiro a julho. O ciclo, após o transplante, é de aproximadamente 90 dias (COSTA et al., 2002).

Além da grande quantidade e diversidade de cultivares de cebola disponíveis no país, atualmente tem crescido a utilização de híbridos, principalmente devido à sua alta produtividade, uniformidade e precocidade. Dowker (1990, apud SANTOS et al., 2008) ressalta a superioridade de híbridos de cebola, afirmando que a produtividade destes tem sido de até 192% superior ao parental mais produtivo e de até 367% em relação a algumas cultivares de polinização aberta.

Apesar desta superioridade, o plantio de híbridos de cebola é bastante reduzido no Nordeste brasileiro, em consequência do alto preço das sementes, que é ao menos quatro vezes superior ao das sementes de cultivares de polinização aberta (SANTOS et al., 2008). Segundo Tapetti; Ramos (2011), na safra potiguar de 2011 houve uma crescente utilização de sementes híbridas em detrimento do uso da variedade IPA-11, havendo ainda possibilidade de expansão para os próximos anos.

2.2 Densidade de plantio em cebola

Dentre os vários fatores que afetam a produtividade e qualidade dos bulbos de cebola, destacam-se as cultivares adaptadas, sistema de cultivo, nutrição mineral, manejo da irrigação, controle de plantas daninhas e densidade de plantio. Este último, no caso da cebola, consiste de uma condição de extrema importância na determinação da produtividade e produção comercial de bulbos (BAIER, et al., 2009)

Larcher (1986, apud GRANGEIRO, 1997), referindo-se ao rendimento por unidade de área do solo, relata que uma comunidade menos densa de plantas é menos produtiva do que uma de maior densidade. Entretanto, se as plantas estiverem muito

próximas umas das outras e a folhagem se sobrepuser em grande extensão, na maioria das áreas sombreadas a luz não será mais suficiente para manter positivo o balanço de CO₂. Consequentemente, o rendimento da cultura será reduzido.

Segundo Cardoso; Costa (1999), o aumento da densidade de plantio promove a aceleração da maturação dos bulbos, sendo o cultivo em alta densidade um fator que leva ao menor crescimento da planta, diminuição da massa média de bulbos, podendo influenciar de modo direto sobre a produtividade da cultura quando se adota uma densidade inadequada (MASCARENHAS, 1993). No entanto, normalmente as boas condições de fertilidade do solo, temperatura, radiação e principalmente de disponibilidade hídrica favorecem o aumento da população de plantas (CARVALHO, 2007).

O aumento da densidade de plantio pode contribuir para melhorar a exploração tanto do ambiente quanto da cultivar, tendo como consequência o aumento da produtividade (COSTA et al., 2000). Quando se aumenta a densidade de plantas por unidade de área eleva-se a competição entre plantas pelos recursos naturais, como luz, água, CO₂, oxigênio e nutrientes minerais, alterando, desta maneira, os padrões de bulbificação das cultivares (MASCARENHAS, 1993).

Desta forma, o ideal seria o estabelecimento de uma população ótima, que maximizasse a exploração desses fatores, garantindo maior produtividade. Estudos realizados por vários pesquisadores nas condições de cultivo brasileiras mostram que o número de plantas por área é fator de suma importância na obtenção de elevada produção (COSTA et al., 2000). O uso da população ótima tem dupla vantagem: evita forte competição entre plantas por fatores de crescimento – como água, nutrientes e luz – e permite o uso eficiente da terra agrícola disponível sem desperdício (ZUBELIDIA; GASES, 1977, apud AWAS et al., 2010).

A população de plantas ideal é aquela suficiente para atingir o índice de área foliar (IAF) ótimo, a fim de interceptar o máximo de radiação solar útil à fotossíntese e, ao mesmo tempo, maximizar a fração da massa seca alocada. A população de plantas

afeta a penetração da radiação solar no dossel e o equilíbrio entre o crescimento das partes vegetativas e produtivas (MARCELIS, 1993). O índice de área foliar (IAF) foi definido por Watson (1947, apud SOUZA et al., 2009) como a razão entre a área foliar total do dossel e a unidade da superfície projetada no solo. Modificações na eficiência das fontes seja devido à alteração na população de plantas ou ao aumento da disponibilidade de radiação (HAO; PAPADOPOULOS, 1999), afetam indiretamente a distribuição da massa seca entre os órgãos da planta (MARCELIS, 1993).

De acordo com Dogliotti et al. (2011), por meio da relação entre densidade de plantio e rendimento em qualquer cultivo podem-se distinguir três fases. Existe uma primeira fase de crescimento sem competição, na qual o aumento do rendimento é proporcional ao aumento da densidade. Na segunda fase ou fase de crescimento em competição, o rendimento aumenta com a densidade, mas com a diminuição dos incrementos. Esta é a fase na qual se deve atuar racionalmente quando se trata de decidir a densidade de plantio mais conveniente para um cultivo em um ambiente físico e econômico determinado. Para tomar esta decisão, além do rendimento total, deve-se ter em conta os custos de produção e de qualidade de produto final. Também há uma terceira fase ou fase de saturação, na qual não há resposta do rendimento à densidade.

Apesar da importância de se estudar a densidade de plantio, nota-se também que existe uma carência de resultados sobre a resposta das principais cultivares de cebola presentes no mercado frente ao aumento da densidade de plantas por hectare. A cultura da cebola, na maioria das vezes, é conduzida de maneira empírica por parte dos produtores, que adotam técnicas antigas de cultivo, levando à redução de produtividade e qualidade comercial dos bulbos.

No Paraná, a cebola é uma das principais culturas de subsistência para um grande número de pequenos produtores. No entanto, a falta de planejamento da safra e a carência de informações técnicas sobre o sistema de cultivo, principalmente com relação à densidade de plantio, são alguns dos fatores responsáveis pela baixa

produtividade e qualidade comercial da cebola na região. A densidade adotada pela grande maioria dos produtores varia de 440.000 a 500.000 plantas ha^{-1} , contribuindo para as baixas produtividades registradas (BAIER et al., 2009).

Avaliando a cultivar Bawku Red em diferentes densidades de plantio no Norte de Gana, Kanton et al. (2003) observaram aumento na produtividade com o incremento da densidade de plantio de 37,04 para 156,25 plantas m^{-2} , porém com redução na altura de planta e na massa fresca do bulbo, sendo que densidades acima de 76,92 plantas m^{-2} proporcionam maiores produtividades de bulbos comerciais. No Paraná, Lopes et al. (2004), avaliando a influência da densidade de plantas sobre a produtividade de três cultivares de cebola (Red Creole, Texas Grano e Granex 33) em três espaçamentos entre linhas (0,20 m, 0,30 m e 0,40 m) com espaçamento entre plantas de 0,08 m, constataram que no menor espaçamento (0,20 x 0,08 m) foi obtida a maior produtividade comercial e a menor massa fresca dos bulbos.

Em Petrolina (PE), Resende et al. (2005) verificaram aumento na produtividade de cebola da cultivar Texas Grano 502 PRR, nas condições do Vale do São Francisco, na medida em que o espaçamento entre linhas e entre plantas foi reduzido, com a maior produtividade sendo obtida com o espaçamento de 0,15 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. No município de São José do Rio Pardo (SP), Cecílio Filho et al. (2009), avaliando a produtividade de híbridos de cebola (Optima e Superex) em função da população de plantas (60; 76; 92 e 108 plantas m^{-2}) e da fertilização nitrogenada (0; 50; 100 e 150 kg ha^{-1} de N) e potássica (0; 75; 150 e 225 kg ha^{-1} de K_2O), verificaram que o aumento da população de plantas reduziu a matéria seca da parte aérea e, conseqüentemente, a matéria seca de bulbo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). A área experimental está situada a 5° 11' de latitude S e 37° 20' de longitude WGr e uma altitude de 18 m. O clima da região, segundo a classificação Köppen é 'BswH', isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Da área experimental foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm para análise química, que apresentaram pH (H₂O) = 7,44; M.O. = 5,73 g/kg; P = 24,5 mg/ dm³; K⁺ = 172,2 mg/ dm³; Na⁺ = 10,4 mg/ dm³; Ca²⁺ = 2,37 cmolc/dm³; Mg²⁺ = 0,37 cmolc/dm³; Al³⁺ = 0,00 cmolc/dm³; H+Al = 0,00 cmolc/dm³.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas cultivares de cebola (cultivar Vale Ouro IPA 11 e o Híbrido Bella Dura) e cinco densidades de plantio (80; 120; 160; 200 e 240 plantas m⁻², que correspondem a 400.000; 600.000; 800.000; 1.000.000 e 1.200.000 plantas ha⁻¹, respectivamente). O espaçamento utilizado entre fileiras foi de 0,10 m, enquanto os espaçamentos entre plantas foram variáveis de acordo com as densidades. Considerou-se como área efetivamente cultivada 5.000 m², correspondentes a 1,0 ha.

A unidade experimental foi constituída por um canteiro contendo oito fileiras de plantas de 3 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m, perfazendo uma área total de 3 m². A área útil da parcela foi considerada as seis fileiras centrais, excluindo-se uma planta de cada extremidade (Figura 1).

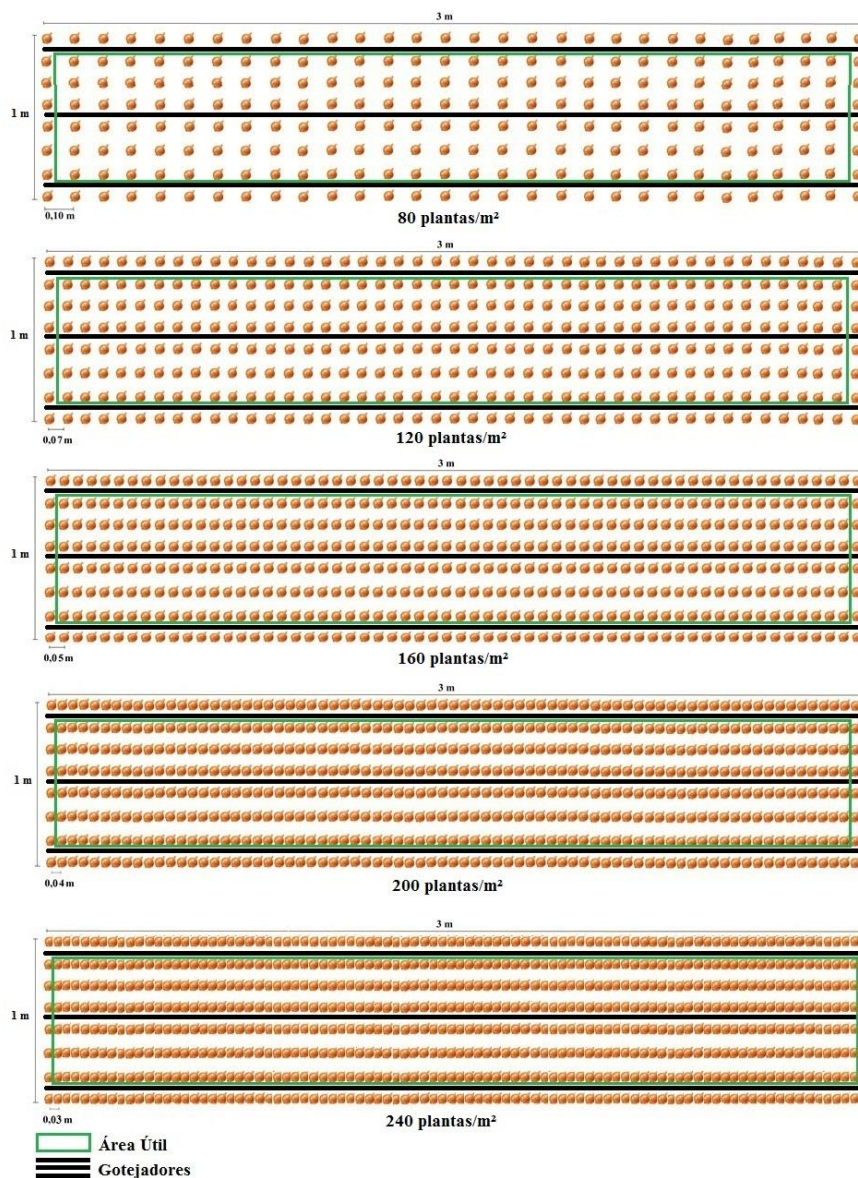


Figura 1 - Representação gráfica das densidades de plantio, área útil e gotejadores. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

O preparo do solo constou de aração e gradagem, seguidas do levantamento dos canteiros e adubação de plantio com base na análise do solo e nas doses utilizadas

pelos produtores de cebola da região, sendo aplicado apenas o fósforo, na dose 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sob a forma de superfosfato triplo.

As mudas foram produzidas em sementeira, com dimensões de 0,80 m de largura e 0,20 de altura. Utilizaram-se 10 g m⁻² de semente para semeadura em sulcos paralelos ao comprimento do canteiro. O transplantio foi realizado aos 40 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas atingiram de 15 a 20 cm de altura.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se uma mangueira na parte central do canteiro espaçada de 0,3 m das outras duas, localizadas ao lado das fileiras bordaduras (Figura 1), com gotejadores do tipo autocompensante espaçados de 0,20 m, com vazão média de 1,5 L/h. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998).

A adubação de cobertura foi realizada diariamente via água de irrigação, utilizando-se tanque de derivação produzido com tubo de PVC, conhecido na região como “pulmão” (Figura 2). As fertirrigações foram iniciadas aos 10 dias após o transplantio (DAT), utilizando-se 90 kg ha⁻¹ de N, 125 kg ha⁻¹ de K₂O e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nas formas de Ureia, Cloreto de Potássio, MAP, Nitrato de Cálcio, Nitrato de Potássio. Foi aplicado também 1 kg ha⁻¹ de Rexolin[®] como fonte de micronutrientes (11,6% de K₂O, 1,28% de S, 0,86% de Mg, 2,1% de B, 0,36% de Cu, 2,66% de Fe, 2,48% de Mn, 0,036% de Mo e 3,38% de Zn), dividido em quatro aplicações quinzenais via fertirrigação.



Figura 2 - Tanque de derivação de fluxo de PVC (“pulmão”). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

O controle fitossanitário foi realizado com aplicação semanal, a partir dos 40 DAT, dos produtos Mancozebe e Clorfenapir. A colheita foi realizada aos 70 DAT, quando 70% das plantas estavam tombadas. Após a colheita, os bulbos permaneceram no campo por três dias, realizando-se o processo de cura ao sol; em seguida, foram levadas ao Laboratório de Recepção do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, onde permaneceram por cinco dias para completar o processo de cura à sombra. Após a cura, os bulbos passaram pelo processo de toalete, que consistiu na retirada das raízes e folhas.

As características avaliadas foram:

- Classificação de bulbos

A classificação de bulbos foi realizada com base no diâmetro transversal do bulbo (Figura 3), segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em:

Classe 1 (refugo): Bulbos com diâmetro < 35 mm

Classe 2: Bulbos com diâmetro 35 – 50 mm

Classe 3: Bulbos com diâmetro 50 – 75 mm

Classe 4: Bulbos com diâmetro 75 – 90 mm

Classe 5: Bulbos com diâmetro > 90 mm



Figura 3 - Classificação dos bulbos nas classes 1, 2 e 3. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

- Produtividade total de bulbos ($t\ ha^{-1}$): obtida por meio da massa total de bulbos colhidos na parcela;
- Produtividade de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): obtida por meio da massa total de bulbos de diâmetro maior do que 35 mm;
- Produtividade de bulbos não comerciais ($t\ ha^{-1}$): obtida por meio da massa total de bulbos de diâmetro menor do que 35 mm;
- Massa média de bulbos (g): Produção comercial dividida pelo número de bulbos comerciáveis colhidos na parcela, após a cura e toaleta;

- Relação de formato de bulbo: Foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital, o comprimento (secção longitudinal) e a largura (diâmetro transversal) do bulbo (Figura 4). Dividiu-se o comprimento pela largura para encontrar a relação de formato do bulbo.
- Massa seca de bulbo: Após a colheita, foram amostrados 10 bulbos de cada parcela, retirada a parte aérea e as raízes, e colocados em estufa com circulação de ar forçada a 65°C, até atingir massa constante;



Figura 4 - Medição da largura (diâmetro transversal) e comprimento (secção longitudinal) do bulbo de cebola utilizando paquímetro digital. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando houve efeito significativo do fator qualitativo (cultivares), as médias foram comparadas pelo Teste F de Snedecor e análise de regressão para o fator quantitativo (densidades), utilizando os programas ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo dos fatores cultivar e densidade de plantio sobre a produtividade total (PT), massa média de bulbo (MMB) e relação de formato (RF). Para as características produtividade comercial (PC) e produtividade não comercial (PNC), houve efeito significativo da densidade e para massa seca de bulbo (MSB) houve interação entre os dois fatores (Tabela 1). Verificou-se efeito significativo das densidades sobre a porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Tabela 2).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para Produtividade Total (PT), Produtividade Comercial (PC), Produtividade Não Comercial (PNC), Massa Média de Bulbo (MMB), Relação de Formato do Bulbo (RFB) e Massa Seca de Bulbo (MSB) em função dos fatores cultivares e densidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrado médio					
		PT	PC	PNC	MMB	RFB	MSB
Blocos	3	2,50 ^{ns}	3,74 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Cult (C)	1	48,27**	18,31 ^{ns}	7,12 ^{ns}	234,48**	0,19**	21,68**
Dens (D)	4	184,48**	117,45**	145,53**	395,59**	0,15**	1,79**
C*D	4	8,6 ^{ns}	8,05 ^{ns}	5,38 ^{ns}	3,86 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,19*
Erro	27						
CV (%)		9,72	16,90	31,36	8,69	6,17	18,60

^{ns} não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para porcentagem de bulbos nas diferentes classes (Classe 1, Classe 2 e Classe 3) em função dos fatores cultivares e densidades de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrado médio		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
Bloco	3	0,50 ^{n.s}	1,09 ^{n.s}	0,20 ^{n.s}
Cult (C)	1	0,92 ^{n.s}	4,06 ^{n.s}	1,88 ^{n.s}
Dens (D)	4	50,25**	15,03**	50,10**
C*D	4	1,62 ^{n.s}	0,83 ^{n.s}	0,99 ^{n.s}
Erro	27			
CV		20,63	12,70	24,18

^{ns} não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

O aumento da densidade de plantio reduziu de forma linear a massa média de bulbo (Figura 5). Essa redução foi da ordem de 32,6% entre a menor (80 plantas m⁻²) e a maior densidade (240 plantas m⁻²). A diminuição da massa média de bulbo com o incremento da densidade de plantio também foi observada por outros autores, como SANTOS et al., 2000; REGHIN et al., 2004; BAIER et al., 2009, MENEZES JÚNIOR et al., 2012, segundo os quais a maior massa fresca do bulbo obtida nas menores densidades provavelmente está relacionada à maior área de exploração das raízes e menor competição pelos fatores de produção, como água, luz e nutrientes. A cultivar IPA 11 apresentou massa média de bulbo significativamente superior ao híbrido Bella Dura (Tabela 3).

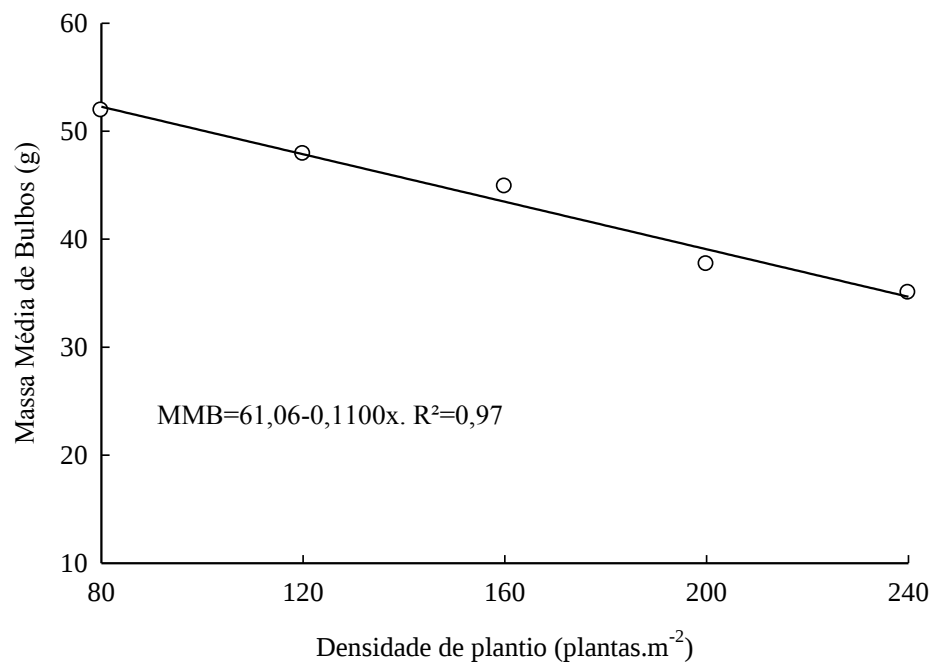


Figura 5 - Massa média de bulbo em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tabela 3 - Produtividade Total (PT), Massa Média de Bulbo (MMB) e Relação de Formato de Bulbo (RFB) das cultivares IPA 11 e Bella Dura. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

	PT (t ha ⁻¹)	MMB (g)	RFB
IPA 11	26,76 a	45,89 a	1,38 a
Bella Dura	24,56 b	41,05 b	1,24 b
CV (%)	9,72	8,69	6,17

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Verificou-se que o incremento da densidade de plantio aumentou o valor da relação de formato do bulbo, demonstrando que os bulbos ficaram mais alongados. A relação de formato do bulbo é um caractere morfológico de grande importância, visto que é um dos parâmetros utilizados para avaliar divergências genéticas entre as

populações de cebola (VALENCIO et al., 2004; BARBIERI et al., 2005; BUZAR; OLIVEIRA; BOITEUX, 2007). A relação de formato do bulbo variou de 1,15 (80 plantas m⁻²) a 1,46 (240 plantas m⁻²) (Figura 6), com predomínio de bulbos alongados (relação de formato maior do que 1). Diferentemente de Valencio et al. (2004), que avaliaram vinte e dois acessos de populações de cebola (CD 08, CD 10, CD 12, CD 13, CD 16, CD 26, CD 27, CD 28, CD 32, TX 01, TX 02, TX 03, TX 04, TX 05, TX 06, TX 07, TX 08, TX 09, TX 10, TX 11, TX 12 e TX Grano) e verificaram que a relação de formato do bulbo variou de 0,72 a 1,09, com predomínio de bulbos achatados e globosos, respectivamente. O híbrido Bella Dura apresentou relação de formato de bulbo significativamente menor do que a cultivar IPA 11 (Tabela 3).

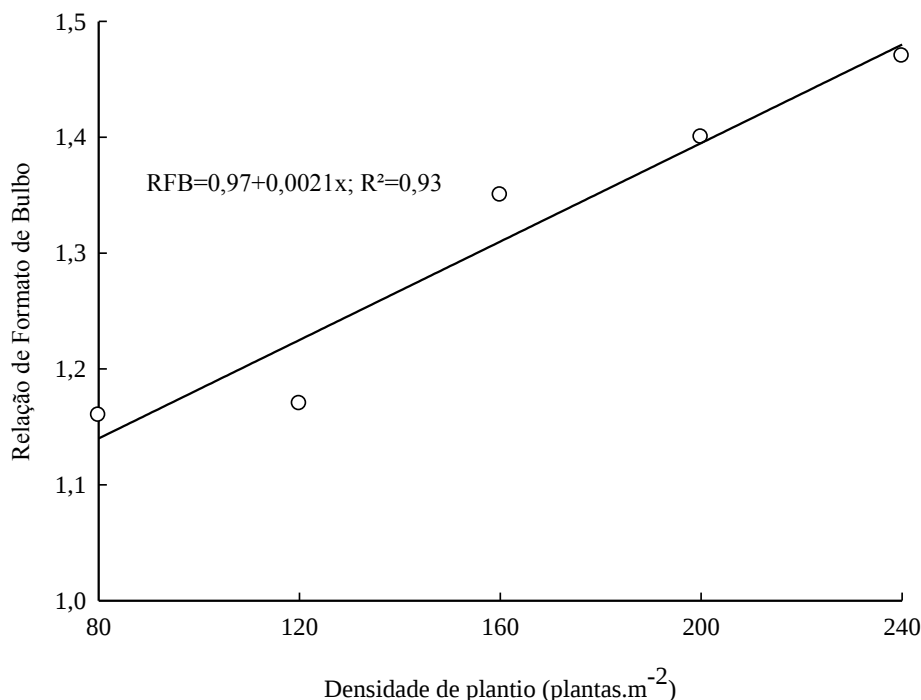


Figura 6 - Relação de formato de bulbo em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A resposta da produtividade total ao aumento da densidade de plantio foi quadrática, com maior produtividade, estimada em 30,48 t ha⁻¹, obtida na densidade de 204 plantas m⁻² (Figura 7). Embora essa produtividade tenha sido superior à média nacional (23,9 t ha⁻¹) e da região Nordeste (22,4 t ha⁻¹), ainda encontra-se inferior à média do estado do Rio Grande do Norte, que é de 39,9 t ha⁻¹ (PAM, 2011). Rebouças et al. (2008) verificaram decréscimo na produtividade total com o incremento da densidade (714.285; 892.857; 1.071.428 plantas ha⁻¹), com maior média de 40,21 t ha⁻¹ na menor densidade. Por outro lado, Siqueira (2004) constatou que com o acréscimo do adensamento (357.142, 446.428, 535.714 plantas ha⁻¹) a produtividade total aumentou de 18,28 para 23,58 t ha⁻¹, semelhantemente a Figueiredo et al. (2011), que também verificaram incremento de 55,0 para 75,0 t ha⁻¹ na produtividade total como consequência do aumento da densidade de plantio (400.000, 600.000, 800.000, 1.000.000 pl ha⁻¹).

Segundo Carvalho (2007), a produtividade de bulbos de cebola aumenta a partir do incremento na população de plantas até atingir um nível ótimo, determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente, e diminui com posteriores aumentos da população. Em populações além do ótimo, ocorre aumento da competição entre as plantas por luz, água, oxigênio, CO₂ e nutrientes, o que afeta negativamente a produtividade final.

Entre as cultivares, a IPA 11 apresentou maior produtividade total em relação ao híbrido Bela Dura (Tabela 3). Apesar dos efeitos benéficos da heterose e do alto padrão genético apresentado pelos híbridos, a superioridade da IPA 11 deve-se ao fato de a cultivar ser adaptada às condições do semiárido nordestino. Esse resultado foi diferente daqueles encontrados por Rebouças et al. (2008) e Villas Boas et al. (2011), que obtiveram maiores produtividades com os híbridos em relação às cultivares.

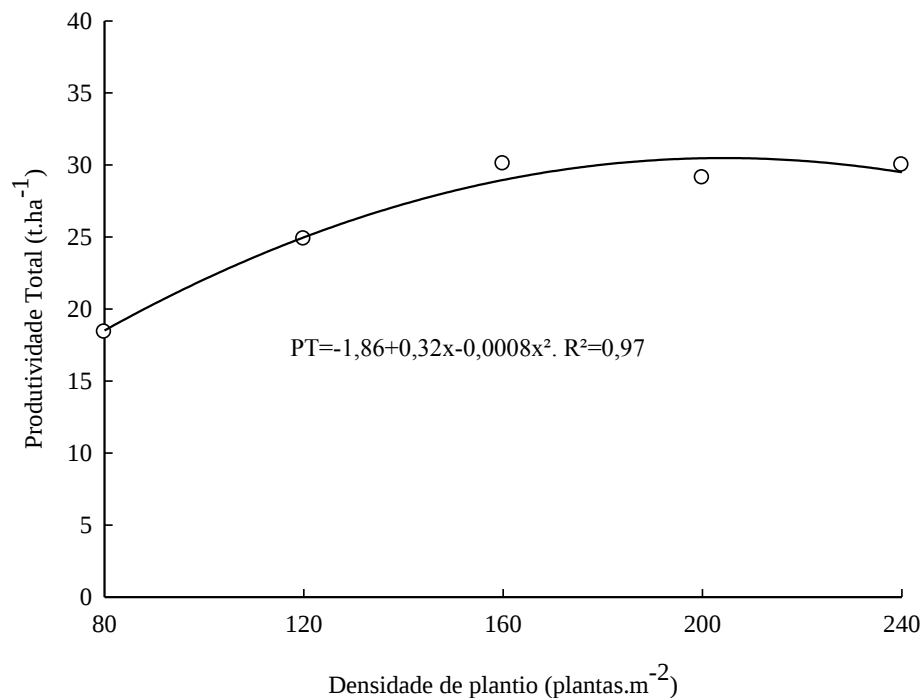


Figura 7 - Produtividade total em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A produtividade comercial apresentou efeito quadrático, atingindo o máximo estimado (24,74 t ha⁻¹) na densidade de 161 plantas m⁻² (Figura 8). Lipinski et al. (2002), nas condições da Argentina, avaliaram quatro densidades de plantio (30, 40, 50, 60 plantas m⁻²) e verificaram que a produtividade comercial aumentou até a densidade de 50 plantas m⁻²; no entanto, Baier et al. (2009) encontraram efeito linear crescente para produtividade comercial (92,2 t ha⁻¹) com o incremento da densidade (50, 75 e 100 plantas m⁻²). Cecílio Filho et al. (2006), por sua vez, não observaram diferenças significativas para a produtividade comercial (71,9 t ha⁻¹) em função do incremento das densidades de plantio (60; 76; 92; 108 plantas m⁻²).

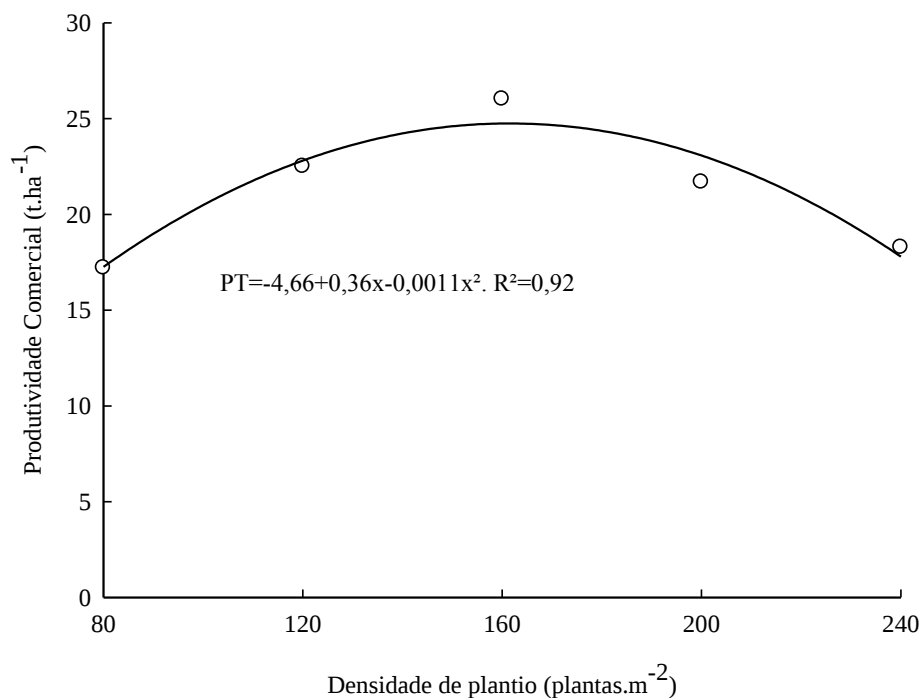


Figura 8 - Produtividade comercial em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

A produtividade não comercial (refugo) apresentou efeito linear crescente com o incremento da densidade, aumentando de 1,18 t ha⁻¹ para 11,71 t ha⁻¹ (Figura 9). Isso porque na medida em que se adensou, aumentou a produção de bulbos classe 1 (bulbos com diâmetro menor do que 35 mm), considerados não comerciais. Comportamento semelhante foi observado por Resende; Costa (2005), os quais verificaram que o incremento da densidade, por meio da diminuição dos espaçamentos, aumentou a produtividade não comercial da cultivar Alfa Tropical, e relataram que estes resultados mostram relação inversa entre o aumento ou redução da densidade de plantas na produtividade de bulbos de cebola. Em baixas populações se produz, geralmente, baixos rendimentos e alta porcentagem de bulbos médios e grandes. Em cultivos com densidades maiores que a ótima, apesar de maior produtividade tem-se bulbos

pequenos e desuniformes de menor qualidade comercial (refugos), comparativamente ao cultivo em densidade adequada (RESENDE; COSTA, 2005).

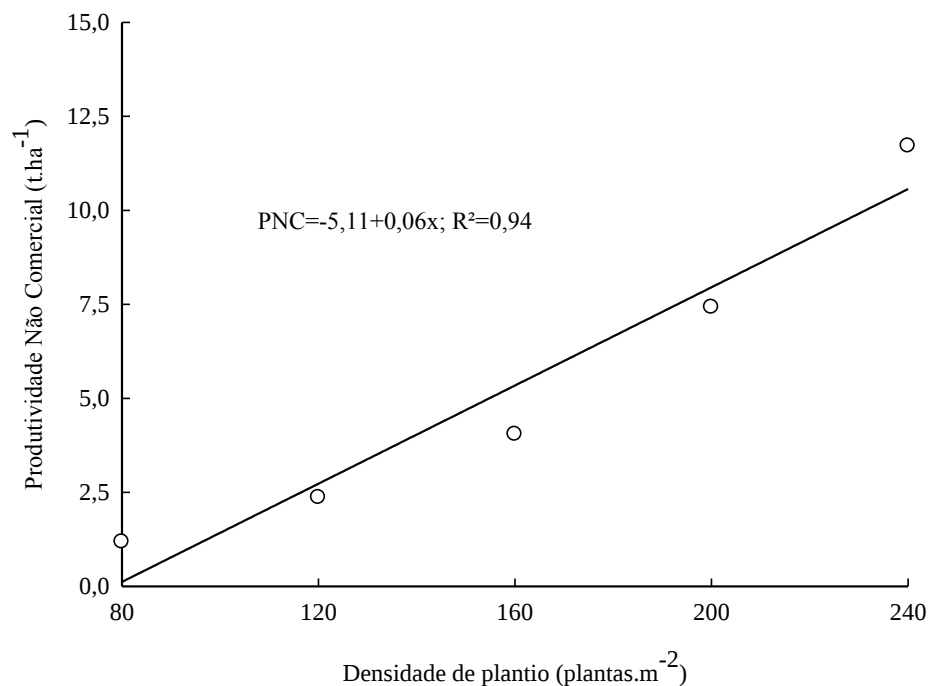


Figura 9 - Produtividade não comercial em função da densidade de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Observou-se no desdobramento da interação cultivar em cada densidade de plantio para a massa seca de bulbo, que, com exceção da densidade de 200 plantas m⁻², a cultivar IPA 11 foi superior ao híbrido Bella Dura (Tabela 4). A massa seca de bulbo da cultivar IPA 11 apresentou efeito linear decrescente com o aumento da densidade, sofrendo redução de 5,15 g para 3,27 g com o incremento da densidade de 80 para 240 plantas m⁻². O híbrido Bella Dura apresentou redução da massa seca de 3,13 g para 2,15 g, quando de aumentou a densidade de 120 plantas m⁻² para 240 plantas m⁻² (Figura 10). De acordo com Rumpel; Felczynski (2000), o uso de maiores densidades acelera a maturação de bulbos e, conseqüentemente, há menor crescimento da planta e

menor acúmulo de massa seca por parte dos bulbos. O conteúdo de matéria seca é um importante fator de qualidade, principalmente 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 et al., 2004). Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, Cecílio Filho et al. (2009), avaliando duas cultivares e quatro populações de plantas, observaram efeito significativo para massa seca de bulbo apenas para as cultivares, com 14,77 g planta⁻¹ para a Optima, e 13,52 g planta⁻¹ para a Superex.

Tabela 4 - Médias da Massa Seca de Bulbos (g) em função das cultivares nas densidades de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Cultivares	Densidades de plantio (plantas m ⁻²)				
	80	120	160	200	240
IPA 11	5,15 a	4,37 a	3,99 a	3,32 a	3,27 a
Bella Dura	2,39 b	3,13 b	2,49 b	2,57 a	2,15 b

As médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste F de Snedecor ao nível de 1% de probabilidade.

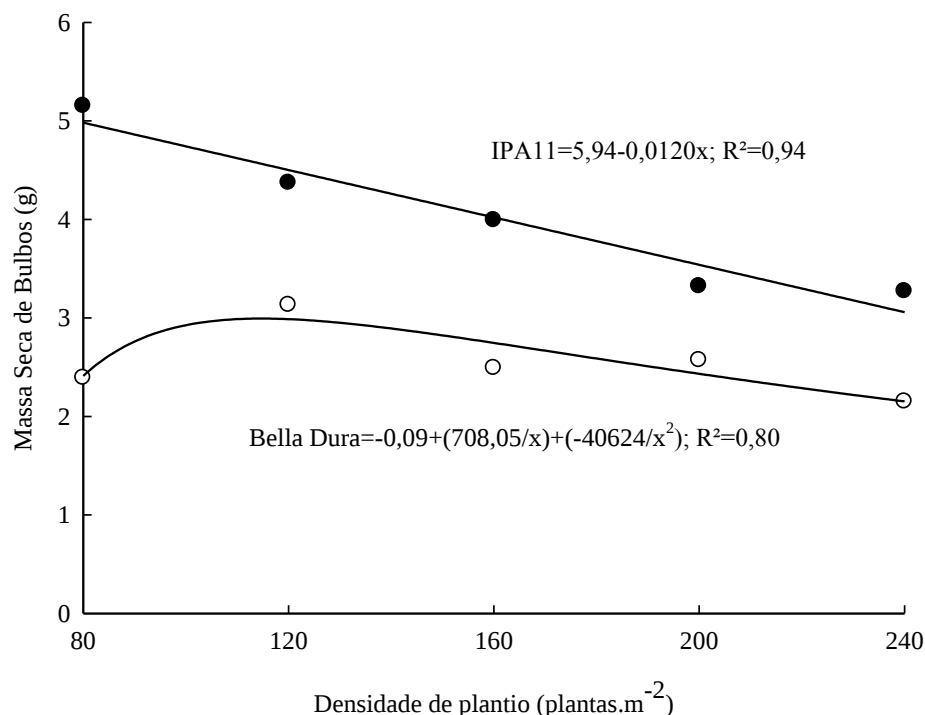


Figura 10 - Médias da massa seca de bulbos das densidades de plantio em cada cultivar. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Em relação à classificação dos bulbos de cebola (classes 1, 2 e 3) verificou-se que a medida que aumentou a densidade de plantio, houve incremento linear na porcentagem de bulbos classe 1. Enquanto na densidade de 80 plantas m⁻² a produção foi de 17,2% de bulbos menores do que 35 mm, na densidade de plantio 240 plantas m⁻² o percentual foi de 56,3% (Figura 11).

Diferentemente dos bulbos da classe 1, o incremento da densidade de plantio reduziu a porcentagem de bulbos das classes 2 e 3. Para a classe 2, a redução foi de 58% para 42,7%, e para a classe 3 houve decréscimo de 29,6% para 5,4%, respectivamente nas densidades de 80 e 240 plantas m⁻² (Figura 11). Cecílio Filho et al. (2006) verificaram aumento dos bulbos classe 1 e redução dos bulbos classe 3 quando

se aumentou a densidade de plantio de 60 para 108 plantas m^{-2} . Concordando também com Rebouças et al. (2008), que verificaram redução linear dos bulbos da classe 3 e incremento linear dos bulbos classe 1 quando se aumentou a densidade de 714.285 plantas ha^{-1} para 1.071.428 plantas ha^{-1} . De acordo com Baier et al. (2009), a classificação dos bulbos segundo o tamanho é um indicador da qualidade da produtividade alcançada.

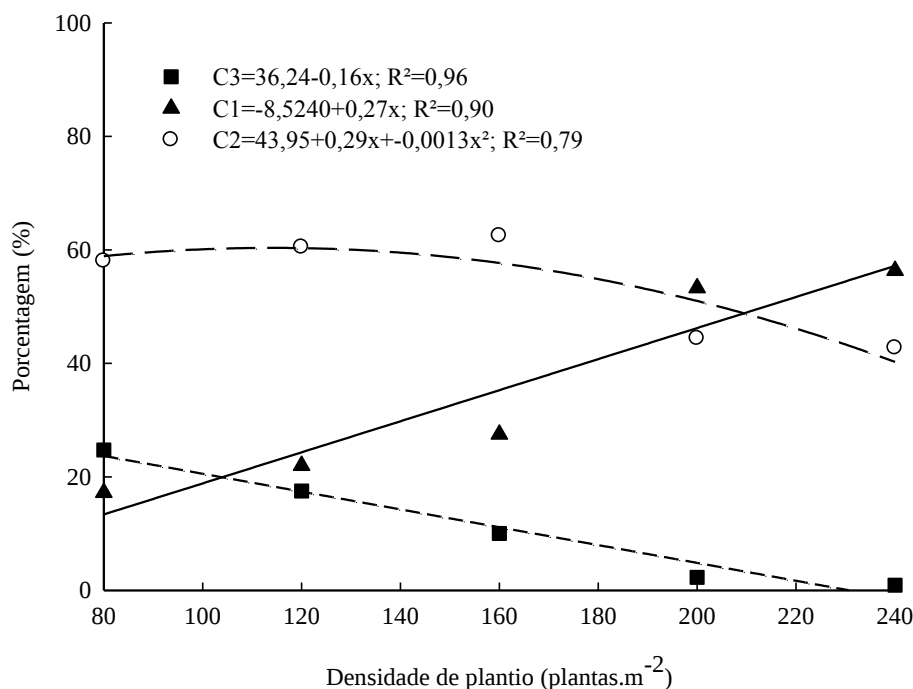


Figura 11 - Porcentagem de bulbos nas diferentes classes (1, 2 e 3) em função da densidade de plantio ($plantas.m^{-2}$). Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

O incremento da densidade de plantio promoveu o aumento da produtividade não comercial, dos bulbos da classe 1 e da relação de formato do bulbo, deixando-os mais alongados; em contrapartida, ocasionou a redução da massa média e diâmetro do bulbo, e de bulbos das classes 2 e 3. Isto pode ser explicado devido ao fato de que na

medida em que aumentou a densidade houve maior competição não só por água, luz, nutrientes, CO₂ e oxigênio, mas também por espaço físico. Em virtude de o espaçamento entre plantas ser reduzido, houve grande produção de bulbos do tipo 1 (refugo), em detrimento da produção de bulbos classes 2 e 3, e com uma menor massa média de bulbo e menor diâmetro, o que resultou em maior produtividade não comercial.

Embora o rendimento total tenha aumentado com o incremento da densidade de plantio, por outro lado, se perde em diâmetro ou massa média do bulbo, o que é uma característica de grande importância, pois é um dos atributos que imprimem a qualidade comercial e a cotação do produto (REGHIN et al., 2004). Sugere-se a realização de uma análise econômica para a tomada de decisão sobre a densidade de plantio a adotar, visto que maiores densidades impõem competição suficiente para prejudicar a qualidade do produto e reduzir o diâmetro e a massa média de bulbo, apesar de ter aumentado a produtividade total e comercial. Além disso, uma maior densidade implica também em uma maior quantidade de sementes, mão-de-obra e insumos utilizados no cultivo. Portanto, deve-se analisar até que ponto é viável aumentar a densidade de plantio da cebola.

5 CONCLUSÃO

A cultivar mais produtiva foi a IPA 11, com produtividade total de $26,76 \text{ t ha}^{-1}$.

A densidade que proporcionou maior produtividade total ($30,48 \text{ t ha}^{-1}$) foi a de $204 \text{ plantas m}^{-2}$ e aquela que resultou em maior produtividade comercial ($24,74 \text{ t ha}^{-1}$) foi a de $161 \text{ plantas m}^{-2}$.

O incremento da densidade reduziu a massa média e seca de bulbo, assim com a percentagem de bulbos das classes 2 e 3.

O incremento da densidade aumentou a produtividade não comercial, percentagem de bulbos classe 1 (refugo) e relação de formato de bulbo.

6 REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO (Irrigation and Drainage Paper, 56) 1998, 300p.

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C. Custos. In: COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. (Ed.). **Cultivo da cebola no Nordeste**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. (Sistemas de Produção, 3). Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br/sistema_producao/spcebola/custos.htm>. Acesso em 23 jul. 2012.

ARAÚJO, J. F.; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C.; PEDREIRA, C. M.; SANTOS, C.; LEITE, W. M. Avaliação de genótipos de cebola em cultivo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: SOB (CD-ROM), 2004.

AWAS, G.; ABDISA, T.; TOLESA, K.; CHALI, A. Effect of intra-row spacing on yield of three onion (*Allium cepa* L.) varieties at Adami Tulu agricultural research center (mid rift valley of Ethiopia). **Journal of Horticulture and Forestry**, v. 2, n. 1, p. 7-11, jan. 2010.

BAIER, J. E.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; BATTISTELLI, G. M.; MACHADO, M. M.; FARIA, M. V. Produtividade e rendimento comercial de bulbos de cebola em função da densidade de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 496-501, mar./abr. 2009.

BARBIERI, R. L.; LEITE, D. L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 303-308, mar./abr. 2005.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária, Portaria n. 529 de 18 ago. 1995. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 set. 1995. Seção 1, p.13513.

BUZAR, A. G. R.; OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agronômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, out.-dez. 2007.

CARDOSO, A. I. I.; COSTA, C. P. Produção de bulbilhos de cebola em bandejas de isopor. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 969-974, out./dez.1999.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**: um município semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, C. 30).

CARVALHO, I. Q. **Espaçamento entre fileiras e população de plantas em milho**. Dissertação de mestrado. 2007. 117f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; PÔRTO, D. R. Q.; STEIN, R. C.; VARGAS, P. F. Produtividade e qualidade de bulbos de duas cultivares de cebola em função da população de plantas, em semeadura direta. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 146-152, abr./jun. 2006.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; PÔRTO, D. R. Q.; BARBOSA, J. C. Crescimento da cebola em função de doses de nitrogênio, potássio e da população de plantas em semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 49-54, jan./mar. 2009.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; DIAS, R. C. S. Avaliação de cultivares de cebola em Petrolina-PE. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 57-60, mar. 2000.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; CANDEIA; VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. In: VIDIGAL, S. M. (Coord.). Cultura da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 23, n. 218, p. 20-27, 2002.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; SANTOS, C. A. F.; LEITE, W. M.; PINTO, J. M. Características produtivas de genótipos de cebola no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 261-264, abr./jun. 2007.

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. Cultivo da cebola no Nordeste. nov. 2007. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNoNorte/cultivares.htm>>. Acesso em 20 de ago. 2012.

DOGLIOTTI, S.; COLNAGO, P.; GALVÁN, G.; ALDABE, L. Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas: Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*).. **Apostila**. (Curso de Fisiología de los Cultivos – Universidad de la República). Montevideo, Uruguay, 2011. 85p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI). 1999. 412 p.

FIGUEIREDO, A. S. T.; RESENDE, J. T. V.; HUNGER, H.; PAULA, J. T.; DIAS, D. M.; FARIA, M. V. Desempenho de genótipos comerciais de cebola cultivados em diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011. **Resumos...** Viçosa: SOB (CD-ROM), 2011.

GRANGEIRO, L. C. **Densidade de plantio em híbridos de melão amarelo**. 1997. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1997.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul./ago., 2008.

HAO, X.; PAPADOPOULOS, A. P. Effects of supplemental lighting and cover materials on growth, photosynthesis, biomass partitioning, early yield and quality of greenhouse cucumber. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 80, n. 1-2, p.1-18, 5 mar. 1999.

KANTON, R. A. L.; ABBEY L.; HILLA, R. G.; TABIL, M. A.; JAN, N. D. Density affects plant development and yield of bulb onion (*Allium cepa* L.) in Northern Ghana. **Journal Vegetable Crop Production**, v. 8, n. 2, p. 5- 25, 2003.

LIPINSKI, V. M.; GAVIOLA, S.; GAVIOLA, J. C. Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla cv. Cobriza Inta con riego por goteo. **Agricultura Técnica**, Chillán, v. 62, n. 4, p. 574-582, out./dez. 2002.

LOPES, M. C.; CZEPAK, M. P.; SIRTOLI, L. F. Avaliação de diferentes espaçamentos na produtividade de três cultivares de cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: SOB (CD-ROM), 2004.

LONGO, A. E. O. **Micropropagação de alho e ginogênese *in vitro* de cebola**. 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) - Instituto Agronômico, Campinas, 2009.

MARCELIS, L. F. M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 123-130, 1993.

MASCARENHAS, M. H. T. Cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 163, p. 69-73, 1993.

MAY, A. **Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica**. 2006. 142f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

MELO, P. C. T.; BREDA JÚNIOR, J. M.; MELO, R. A. Retrospectiva e avanços da cebolicultura brasileira na década de 2000. **Nosso Alho**, Brasília, mar. 2010, Edição 6, p. 44-52.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 733-739, out./dez. 2012.

OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, N. D.; MELO, P. C. T. **Cultivo da cebola**. 2004. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cebola.htm>. Acesso em 28 mai. 2012.

PALHARES, I. N. Cebola: Oferta limitada resulta em rentabilidade positiva em 2012. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, dez. 2012. Edição Especial, n. 119, p. 19.

PAM. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 91p. v. 37.

PAM. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 97p. v. 38.

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, n. 1, p. 78-86, jan./mar., 2008.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; JACOBY, C. F. S.; OLINIK, J. R.; OLIVEIRA, R. P. Efeito da densidade de plantas no rendimento de bulbos com diferentes cultivares de cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: SOB (CD-ROM), 2004.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produtividade e armazenamento de cebola, cv. Alfa Tropical, cultivada em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 1010-1014, out./dez. 2005.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, G. M.; LEITE, W. M. Desempenho produtivo de genótipos de cebola em vertissolo no Vale do São Francisco. **Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 4, p. 210-214, out./dez. 2005.

RUMPEL, J.; FELCZYNSKI, K. Effect of plant density on yield and bulb size of direct sown onions. **Acta Horticulturae**, Bari, v. 1, n. 533, p. 179-186, jun. 2000.

SANTOS, H. S.; TANAKA, M. T.; WATANABE, S. H.; ARANTES, P. A. Z.; INOUE, T. T. Produção de cebola em função de tamanho de muda e espaçamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: SOB (Suplemento), 2000.

SANTOS, C. A. F.; LEITE, D. L.; COSTA, N. D.; OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, I. C. N.; RODRIGUES, M. A. Identificação dos citoplasmas “S”, “T” e “N” via PCR em populações de cebola no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p.308-31, jul./set. 2008.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT versão 7.6 beta**. Campina Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em 21 out. 2012.

SIQUEIRA, L. G. **Densidade e sistema de plantio em cebola, cultivar Serrana e híbrido Mercedes**. 2004. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2004.

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 bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 18-22, jan./mar. 2004.

SOUZA, G. M.; BALMANT1, B. D.; VÍTOLO, H. F.; GOMES, K. B. P.; FLORENTINO, T. M.; CATUCHI, T. A.; VIEIRA, W. L. Estratégias de utilização de luz e estabilidade do desenvolvimento de plântulas de *Cordia superba* Cham.

(Boraginaceae) crescidas em diferentes ambientes luminosos. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 23, n. 2, p. 474-485, abr./jun. 2009.

SOUZA, J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. Avaliação de genótipos de cebola no Semi-Árido Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, jan./mar. 2008.

TAPETTI, R. A. Cebola: Inicia safra em São Paulo. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, ago. 2010. Edição especial, n. 93, p. 22.

TAPETTI, R. A.; RAMOS, R. Cebola: Rentabilidade é positiva em 2011, mas não cobre prejuízos de 2010. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, dez. 2011. Edição Especial, n. 108, p. 23.

VALENCIO, A. G. R. B.; OLIVEIRA, V. R.; LOPES, J. F.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N. Estabelecimento de um banco de caracteres botânicos e agrônômicos de populações de cebola suaves/doces. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: SOB (CD-ROM), 2004.

VIDIGAL, S. M.; MOREIRA, M. A.; PEREIRA, P. R. G. Crescimento e absorção de nutrientes pela planta cebola cultivada no verão por semeadura direta e por transplântio de mudas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 59-70, jan./fev. 2010.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 117-124, fev. 2011.