



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM AGRONOMIA: FITOTECNIA

JANDEILSON PEREIRA DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE CEBOLA EM FUNÇÃO DO
ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS**

MOSSORÓ - RN

2017

JANDEILSON PEREIRA DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE CEBOLA EM FUNÇÃO DO
ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro

MOSSORÓ - RN

2017

JANDEILSON PEREIRA DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE CEBOLA EM FUNÇÃO DO
ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

APROVADO EM 17/02/2017


D.Sc. Leilson Costa Grangeiro

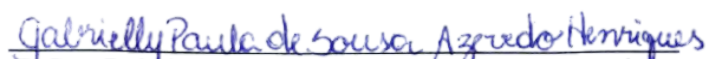
Orientador


D.Sc. Maria Zuleide de Negreiros

Membro interno


D.Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes

Membro externo


D.Sc. Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques

Membro externo

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

P237d Santos, Jandeilson Pereira dos.
Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas / Jandeilson Pereira dos Santos. - 2017.
46 f. : il.

Orientador: Leilson Costa Grangeiro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2017.

1. *Allium cepa* L.. 2. Densidade de plantio. 3. Produtividade. 4. Pungência. 5. Sólidos solúveis.
I. Grangeiro, Leilson Costa, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

À minha mãe Ana Lucia Pereira dos Santos e ao meu pai José Gomes dos Santos Sobrinho, pelo apoio, dedicação e amor incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela saúde, inteligência, humildade, força e coragem durante toda esta caminhada.

Aos meus pais José Gomes dos Santos Sobrinho e Ana Lucia Pereira dos Santos, por todo amor, paciência, força, ensinamentos, e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos Jaqueline Pereira dos Santos, José Ailton Pereira dos Santos e Jackson Ney Pereira dos Santos, pela amizade e companheirismo.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade para cursar uma Pós-Graduação de qualidade, pelos conhecimentos adquiridos, novos aprendizados, tornando-me um profissional cada vez mais qualificado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro pela amizade, orientação, ensinamentos, apoio, compreensão e paciência.

Aos membros participantes da banca examinadora: Leilson Costa Grangeiro, Maria Zuleide de Negreiros, Welder de Araújo Rangel Lopes e Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques, pelas colaborações e contribuições neste trabalho.

À todos que fizeram e fazem parte da nossa equipe de pesquisa ao longo dessa caminhada: Bruno, Cassiana, Diorge, Fabrício, Francisco das Chagas, Geraldo Monteiro, Gerlane, Gilberta, Israel, Idaiane, Jader, Jardel, Jorge, Lucas, Luís Ricardo, Meirinha, Priscila, Ricardo André e Valdívía.

Aos amigos da residência Catolé, onde convivi durante todo o Curso ou boa parte dele: Josimar, José Israel, Jean, Paulo, Rômulo, Thiago e Toni.

As amigas conquistadas na UFERSA, em especial: Valdívía, Aridênia, Bruno, Diorge, Francisco das Chagas, Francisco Israel, Gerlane, Gilberta, Isabel, Jader, Jardel, Jorge, Luis Ricardo, Meirinha, Paulo, Priscila, Renato, Ricardo André e Welder.

Aos funcionários prestadores de serviço à UFERSA, em especial: Cosmildo, Josimar, Josivan, Antônioe Alderí.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela disponibilidade e pelos conhecimentos repassados no decorrer do curso.

Aos discentes do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, com os quais tive a oportunidade de conhecer novas idéias, e pela troca de novos conhecimentos.

Aos professores que me acompanharam durante a graduação, em especial ao professor Josemir Moura Maia, pela confiança e amizade construída.

A todos que contribuíram direta e/ou indiretamente para que este trabalho se concretizasse, fazendo com que este sonho se tornasse realidade.

Obrigado!

“A mente que se abre a uma nova idéia,
jamais voltará ao seu tamanho original”.

(Albert Einstein)

RESUMO

SANTOS, Jandeilson Pereira dos. **Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas**. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2017.

No Brasil, a cebola é tradicionalmente cultivada pelo sistema de transplante de mudas, no entanto, o sistema de semeadura direta vem sendo adotado pelos produtores de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Na região Nordeste, além da Bahia, muitos produtores utilizam esse método de semeadura, juntamente com cultivares híbridas em plantio adensado e irrigação por gotejamento, porém, nem sempre as respostas com relação à produtividade e qualidade de bulbos são às esperadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação de três cultivares de cebola (Vale Ouro IPA 11, Serena e Rio das Antas) e quatro espaçamentos entre plantas (3, 6, 8 e 10 cm). As características avaliadas foram: altura de plantas, número de folhas, porcentagens de bulbos de classes 1, 2, 3 e 4, produtividades total, comercial e não comercial de bulbos, massa média de bulbos, massa seca de bulbos, pungência, relação de formato de bulbos, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável. As cultivares Rio das Antas e Serena obtiveram maior desempenho produtivo, sendo as mais indicadas para cultivos adensados. A cultivar IPA 11, independentemente do espaçamento entre plantas, proporcionou maior pungência e teor de sólidos solúveis, sendo a mais indicada para processamento industrial e conservas.

Palavras-chave: *Allium cepa* L.; densidade de plantio; produtividade; pungência; sólidos solúveis.

ABSTRACT

SANTOS, Jandeilson Pereira dos. **Performance of onion cultivars in the function of plant spacing**. 2017. 46f. Thesis (MSc in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2017.

In Brazil, The onion is traditionally cultivated by the transplant system of seedlings, However, the system of direct sowing comes been adopted by the producers of Minas Gerais, São Paulo and Goiás. In the Northeast region, in addition to Bahia, many producers uses this method of sowing, together with hybrid cultivars in dense planting and drip irrigation, However the responses regarding productivity and bulb quality are not always as expected. The objective of this work was to evaluate the performance of onion cultivars in function of the spacing between plants. The experimental design was in randomized complete block in a 3 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of three onion cultivars (Vale Ouro IPA 11, Serena and Rio das Antas) and four plant spacings (3, 6, 8 and 10 cm). The evaluated characteristics were: plant height, number of leaves, percentages of bulbs classes 1, 2, 3 and 4, total, commercial and non-commercial productivity of bulbs, average bulb mass, bulb mass weight, Bulb format, soluble solids, titratable acidity, soluble solids ratio / titratable acidity. The cultivars Rio das Antas and Serena obtained higher productive performance, being the most suitable for cultivated crops. The IPA 11 cultivar, regardless of the spacing between plants, provided higher pungency and soluble solids content, being the most suitable for industrial processing and preserves.

Keywords: *Allium cepa* L .; Planting density; productivity; Pungency; Soluble solids.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Temperaturas média, máxima e mínima e, umidade relativa média diária do ar, da área experimental, no período da condução do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....21
- Figura 2** - Altura de plantas de cultivares de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.26
- Figura 3** - Número de folhas por planta de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.27
- Figura 4** - Porcentagem de bulbos classe 1, 2, 3 e 4 de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.28
- Figura 5** - Produtividade total e comercial de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....31
- Figura 6** - Produtividade não comercial de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.33
- Figura 7** - Massa média de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.34
- Figura 8** - Massa seca de bulbo de cebola em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.34
- Figura 9** - Pungência de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.36
- Figura 10** - Relação formato de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER), em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.38
- Figura 11** - Sólidos solúveis de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.38
- Figura 12** - Acidez titulável (mEq H₃O⁺/100g) de bulbos de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....40
- Figura 13** – Relação sólidos solúveis/acidez titulável de bulbos de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	20
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), porcentagem de bulbos (classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4), massa seca de bulbo (MSB), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), massa média de bulbo (MMB) e massa seca de bulbo (MSB), de cebola em função dos fatores cultivares e espaçamentos entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	25
Tabela 3 – Altura de plantas (ALT) e número de folhas por plantas (NF) de cebola em função do espaçamento entre plantas. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.	26
Tabela 4 - Porcentagem de bulbos classe 1, 2, 3 e 4 de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.	29
Tabela 5 – Valores médios da produtividade total (PT), comercial (PC), não comercial (PNC) e massa média de bulbo (MMB) de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	32
Tabela 6 - Valores médios da massa seca de bulbo (MSB) de cebola em função de cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.	35
Tabela 7 - Análise de variância para a pungência (PG), relação formato de bulbo (RFB), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e Relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT) em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.	35
Tabela 8 - Valores médios da pungência (PG) e relação formato de bulbo (RFB) de cebola em função cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	37
Tabela 9 – Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de bulbos de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Caracterização da área experimental	20
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	21
3.3. Instalação e condução do experimento	22
3.4. Características avaliadas.....	23
3.4.1 Crescimento e produção	23
3.4.2 Qualidade de bulbos	24
3.5. Análise estatística	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Crescimento e produção.....	25
4.2 Características de qualidade.....	35
5. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L.) é considerada a terceira hortaliça mais importante, em valor econômico, superada apenas pelo tomate e a batata, com uma área plantada em 2016 de 56.169 ha, correspondendo a uma produção de 1.563.986 t e produtividade média de 27,8 t ha⁻¹. A região Sul foi responsável por 50% da produção nacional, seguida pela região Sudeste (23,9%), Nordeste (18,5%) e Centro-Oeste (7,6%) (IBGE, 2017).

No Nordeste brasileiro, esta hortaliça é predominantemente produzida no Vale do São Francisco, sendo os estados de Pernambuco e Bahia os maiores produtores, respondem por 97,9% da produção regional, com produtividade média de 24,9 e 29,8 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2017). É uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores e a sua importância socioeconômica fundamenta-se não apenas na rentabilidade, mas na grande demanda de mão de obra, contribuindo para a viabilização de pequenas propriedades.

O cultivo de cebola é tradicionalmente realizado em sistema de transplântio de mudas, no entanto, necessita de uma grande demanda de mão de obra, inviabilizando sua prática em grandes áreas. Porém, o sistema de plantio direto no campo, tem sido bastante utilizado principalmente por médios e grandes produtores, que aliado ao uso de novas tecnologias, como cultivares híbridas, plantio adensado, irrigação por gotejamento e fertirrigação, tem contribuído para viabilizar produção em grandes áreas.

As cultivares híbridas têm despertado interesse de muitos produtores da região nordeste, pois, essa tecnologia em conjunto com irrigação por gotejamento e fertirrigação, tem contribuído para o aumento da produtividade. As sementes híbridas, apesar de ainda serem de elevado custo aquisitivo, possuem resistência há alguns tipos de pragas e doenças, tem elevado potencial produtivo, maior vigor, boa uniformidade de bulbificação e suportam plantio adensado.

A escolha do espaçamento pode ser definido de acordo com a tolerância da cultivar ao adensamento, bem como do tipo de bulbo exigido pelo mercado, a época de plantio e as condições de temperatura, luminosidade e fotoperíodo da região. Ainda assim, a produtividade e o tamanho dos bulbos podem sofrer variação de acordo com a população de plantas na área e a competição pelos fatores de produção como, água, luz e nutrientes. Contudo, o ideal é estabelecer uma população, que explore ao máximo os fatores de produção

garantindo assim, maior produtividade (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO, 2012; HENRIQUES et al., 2014).

Apesar de existirem pesquisas sobre a importância do aumento da população de plantas por meio do espaçamento de plantio, nota-se uma carência de resultados sobre a resposta das principais cultivares de cebola presentes no mercado com o aumento da população de plantas por unidade de área.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As condições ecofisiológicas durante o ciclo de cultivo da cebola são as principais responsáveis pela variação na produção. Temperatura do ar, fotoperíodo, disponibilidade hídrica e densidade de plantio são variáveis que podem influenciar diretamente o crescimento, desenvolvimento e a produtividade de cebola. Portanto, entender como esses fatores que interagem com a cultura da cebola é fundamental para o sucesso de sistemas produtivos.

A temperatura do ar tem uma importância preponderante sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, já que muitos processos bioquímicos e fisiológicos ocorrem entre 0 e 40°C (VIEIRA & PICULI, 2009). Temperaturas acima de 35°C na fase inicial de crescimento podem provocar a bulbificação precoce e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro ("bolting"), fenômenos que são indesejáveis, quando se visa à produção comercial de bulbos (RESENDE et al., 2007a).

O fotoperíodo é o fator mais importante na fase vegetativa do ciclo da cebola, período que vai da germinação da semente à formação do bulbo. Por outro lado, ainda que a duração do dia seja o principal fator indutivo da bulbificação, seus efeitos são modificados pela temperatura do ar. O fotoperíodo é decisivo na bulbificação, e a espécie de dia longo, para bulbificar requer um fotoperíodo maior que o valor crítico da cultivar. Em função do número de horas de luz diário exigido para que as plantas formem bulbos comercializáveis, as cultivares de cebola são classificadas em três grupos: de dias curtos, intermediários e longos (RESENDE et al., 2007b).

A escolha da cultivar deve ser efetivada de acordo com as condições climáticas da região, bem como, o tipo de bulbo exigido pelo mercado. O uso de cultivares de polinização aberta e híbridas não adaptadas à região produtora pode resultar em safras frustrantes em termos de produtividades comerciais e qualidade de bulbo.

No nordeste, as cultivares de cebolas utilizadas são predominantemente de dias curtos, e seu cultivo é realizado durante todo o ano. As principais cultivares utilizadas são: 'Valeouro IPA-11', 'Serena', 'Rio das Antas', 'Luana', 'Franciscana IPA-10', 'Granex 429', 'Fernanda', 'Mata Hari', 'Catalina', 'Xavante', 'Mercedes' e 'Granex 33'.

Os produtores de cebola têm optado por cultivares com maior resistência a pragas e doenças e que garantam maiores produtividades de bulbos comerciais com alto padrão de qualidade. Estas preferências incluem variedades de polinização aberta e híbridos, que proporcionem uma colheita uniforme, na época programada (VILELA et al., 2005).

Os híbridos surgiram no mercado como importante insumo, e sua procura têm aumentado nos últimos anos. Isso, devido a uma série de vantagens que as sementes híbridas tem proporcionado. Tais como, um alto leque de resistência a pragas e doenças que afetam a cultura, expressivo ganho produtivo, melhor qualidade final de bulbos, durabilidade pós-colheita, precocidade, uniformidade e suporta plantio adensado. No entanto, as sementes híbridas são mais caras, quando comparadas com semente de cultivares de polinização aberta.

Somado ao emprego de materiais híbridos de cebola, a densidade de plantio é uma condição de extrema importância para a cultura, podendo determinar a produtividade total e comercial de bulbos. O uso de populações adequadas pode contribuir para uma melhor exploração do ambiente e da cultivar. Para isso, torna-se necessário estabelecer uma população ótima que explore ao máximo os fatores de produção e evite a forte competição entre plantas, pelos mesmos, permitindo o uso mais eficiente da terra (BAIER et al., 2009).

A população de plantas ótima, é aquela suficiente para atingir o índice de área foliar ótimo, há 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). Modificações na eficiência das fontes, seja devido à alteração na população de plantas ou ao aumento da disponibilidade de radiação, podem afetar indiretamente a distribuição da massa seca entre os órgãos da planta (HAO; PAPADOPOULOS, 1999).

O aumento da densidade de plantio pode contribuir para melhorar a exploração tanto do ambiente, quanto da cultivar, obtendo como consequência o aumento da produtividade (COSTA et al 2000). No entanto, 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 forma, os padrões de bulbificação das cultivares como a aceleração da maturação dos bulbos. Além disso, o plantio em altas densidades pode levar ao menor crescimento da planta, diminuição da massa média de bulbos, podendo influenciar de modo direto na produtividade da cultura, quando se adota uma densidade inadequada (MASCARENHAS, 1993).

A variação do número de plantas por unidade de área afeta a produtividade e a qualidade dos bulbos. Em baixas populações, são obtidos, geralmente, baixos rendimentos e alta percentagem de bulbos de maior tamanho (BAIER, et al., 2009).

No Brasil, o sistema de cultivo por transplântio de mudas é o mais utilizado. No entanto, o sistema de sementeira direta vem sendo adotado pelos produtores de varias regiões, como de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Goiás. O sistema transplântio de mudas tem como vantagens, a escolha de mudas mais vigorosas, redução dos gastos com sementes e com água de irrigação, durante o período de formação de mudas, porém necessita de grande quantidade de mão de obra, quando comparado com o sistema de sementeira direta.

A sementeira direta é utilizada principalmente por médios e grandes produtores. Nesse sistema os produtores utilizam maior conhecimento e tecnologia, máquinas de precisão, cultivo adensado, sementes híbridas e irrigação, porém, maior gasto com sementes, quando comparado ao sistema de transplântio de mudas. No Nordeste muitos produtores utilizam a sementeira direta no campo, juntamente com cultivares híbridas, plantio adensado e irrigação por gotejamento.

Nesta região, os produtores de cebola geralmente utilizam os espaçamentos de: 10 x 10 a 15 x 10 cm, para o sistema de transplântio de mudas. Já os produtores que utilizam o sistema de sementeira direta usam espaçamentos de: 10 x 5 a 10 x 08 cm.

No Sul do Brasil, os produtores geralmente trabalham no sistema de transplântio de mudas, normalmente utilizam espaçamentos de 40 x 10 cm, correspondendo a densidade populacional de 250 mil plantas ha^{-1} , ou 25 plantas m^{-2} (BOEING, 2002). Em São José do Rio Pardo, alguns produtores têm trabalhado com espaçamentos mais adensados, ao redor 40 cm entrelinhas e, 5 a 7 cm entre plantas (500.000 e 350.000 plantas ha^{-1} , respectivamente).

Os produtores de cebola de varias regiões do Brasil têm buscado no adensamento de plantas a possibilidade de obter cebolas com melhor uniformidade na classificação comercial. No entanto, a competição por água, luz e nutrientes faz com que o tamanho dos bulbos e a produtividade total variem conforme a população de plantas na área (RESENDE E COSTA, 2005a). Entretanto, para ter sucesso em cultivos adensados, torna-se necessário o uso de cultivares adaptadas e com boa tolerância a alta densidade populacional.

Pesquisas realizadas por Galmarini e Gaspera (1995), Boff et al. (1998), Dellacecca e Lovato (2000) e, Menezes Júnior e Vieira Neto (2012) evidenciam correlação positiva entre a população de plantas e produtividade total de bulbos, contudo, há uma redução do tamanho, diâmetro transversal e massa média dos bulbos.

Para a obtenção de bulbos graúdos a população de plantas deve estar entre 25 a 50 plantas m^{-2} e, para a obtenção de bulbos entre 50 a 70 mm de diâmetro transversal, entre 50 a 100 plantas m^{-2} (BREWSTER, 1994). Geralmente, em populações menores, a produtividade é

menor e, se produz alta percentagem de bulbos médios e grandes. Em cultivos com densidades maiores, obtêm-se bulbos menores, desuniformes e com qualidade inferior. Existe uma relação inversa entre a densidade e o tamanho de bulbo (RESENDE; COSTA, 2005a). Baier et al. (2009) também chegaram as conclusões que 100 plantas m^2 proporcionaram maior produtividade e aumento da percentagem de bulbos da classe 3 e 4, enquanto que a densidade de 50 plantas m^2 a menor produtividade e bulbos com maior massa média.

Avaliando a cultivar Bawku Red em diferentes densidades de plantio no Norte de Gana, observou-se um acréscimo na produtividade total com o aumento da densidade de plantio de 37,04 para 156,25 plantas m^2 , porém, reduziu a altura de planta e na massa fresca do bulbo. As densidades maiores que 76,92 plantas m^2 foram as que proporcionam maiores produtividades de bulbos comerciais (KANTON et al., 2003). Lopes et al. (2004) avaliando três cultivares de cebola (Red Creole, Texas Grano e Granex 33) em três espaçamentos de plantio (20 x 8; 30 x 8 e 40 x 8 cm), observaram que o menor espaçamento promoveu maior produtividade comercial e menor massa fresca de bulbos.

Em pesquisa realizada em Ituporanga-SC, por Menezes Júnior e Vieira Neto (2012), avaliando cinco densidades de plantio (200; 250; 300; 400 e 600 mil plantas ha^{-1}) em diferentes arranjos espaciais, observaram-se um acréscimo na produtividade total de 8,34 t ha^{-1} com o aumento da densidade de plantio de 200 para 600 mil plantas ha^{-1} .

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no período de agosto a novembro de 2015, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Lagoinha, município de Mossoró-RN, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Argissólico Franco Arenoso (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento, da área experimental foram retiradas amostras de solo na camada de 0 - 20 cm, para a realização da análise química no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), cujo resultado é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

pH	CE	P	K	Na	Ca	Mg	Al
(H ₂ O)	(dS m ⁻¹)	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----		
6,01	0,05	15,59	65,55	3,00	0,84	0,21	0,00

O distrito de Lagoinha está situado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 5°03'33.49''S e longitude de 37°2'53.60''W Gr, com altitude aproximada de 80 metros, distante 20 km da cidade de Mossoró-RN. Segundo classificação de Thornthwaite, o clima local é “DdAa”, ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso d’água durante o ano, e de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro e, uma chuvosa, entre os meses de fevereiro e maio (CARMO FILHO et al., 1991). Os dados climáticos durante o período experimental encontram-se apresentados na Figura 1.

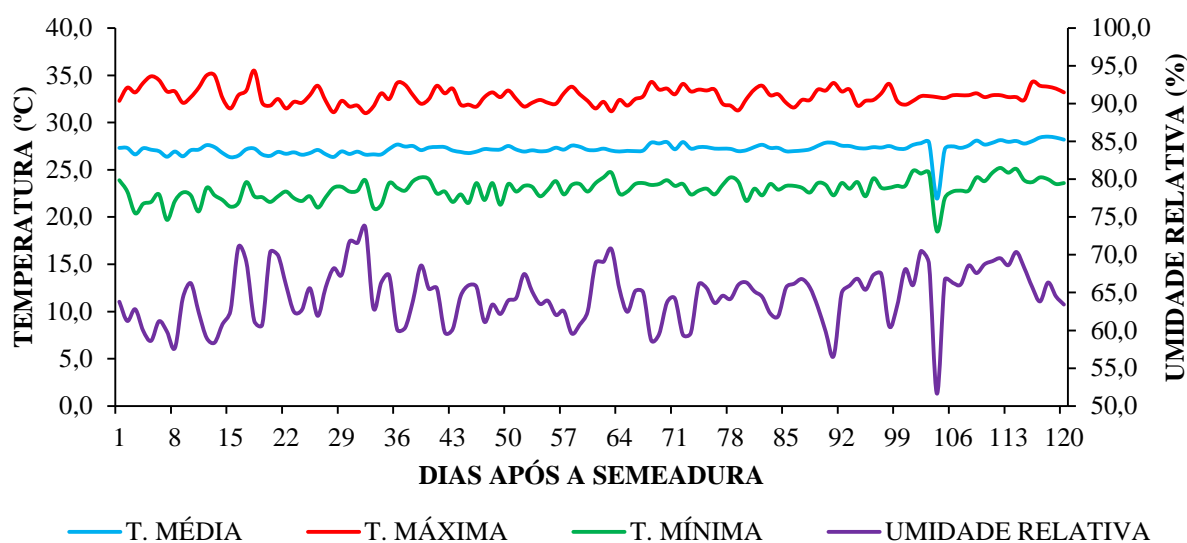


Figura 1 - Temperaturas média, máxima e mínima e, umidade relativa média diária do ar, da área experimental, no período da condução do experimento. Mossoró-RN, UFRSA, 2017.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três cultivares de cebola (Vale Ouro IPA 11, Rio das Antas e Serena) e quatro espaçamentos entre plantas (3; 6; 8 e 10 cm), que correspondem as densidades de 333,3; 166,6; 125,0 e 100,0 (plantas m⁻²), respectivamente. A unidade experimental foi constituída por um canteiro contendo oito fileiras de plantas espaçadas de 10 cm, com 3 m de comprimento e 1 m de largura. Como área útil foi considerada as seis fileiras centrais, excluindo-se duas plantas de cada extremidade das fileiras.

A cultivar Vale Ouro IPA-11 apresenta como característica, plantas com folhagem vigorosa e moderadamente ereta, de cor verde escuro e muito cerosa. Os bulbos são de formato globoso, casca fina e coloração amarelada, e pungência elevada. Cultivar de dias curtos, com ciclo entre 110 e 130 dias, proporciona ótimo desempenho agrônômico, com rendimento de 30 a 90 t ha⁻¹, boa resistência ao mal-de-sete-voltas (*Colletotrichum gloesporioide cepae*) e a Mancha Púrpura (*Alternaria porri*), e moderada ao Trips (*Thrips tabaci*) e boa conservação pós-colheita.

O híbrido Rio das Antas caracteriza-se por apresentar plantas muito vigorosa, boa adaptação a cultivos adensados. Cultivar de dias curtos, com ciclo variando de 120 a 150 dias dependendo das condições climáticas, alta produtividade de bulbos podendo chegar a 120 t

ha⁻¹ e ótimo rendimento caixa 3, bulbos uniformes e de excelente casca, de formato grano, coloração da casca amarelo dourado, pouca pungência e ótima conservação pós colheita, boa resistência raiz rosada.

O híbrido Serena apresenta plantas com folhagem vigorosa, de boa cerosidade e coloração verde. Cultivar de dia curto com boa tolerância ao adensamento de plantas, alta produtividade de bulbos, podendo chegar a 120 tha⁻¹ e, ótimo rendimento caixa 3, bulbos de formato redondo, coloração amarelo-claro, uniformes e com excelente fechamento de talo.

3.3. Instalação e condução do experimento

O preparo do solo constou-se de aração e uma gradagem, seguidas do levantamento dos canteiros com auxílio de uma enxada rotativa. A adubação química de plantio foi realizada com base na análise do solo e nas doses utilizadas pelos produtores de cebola da região, sendo aplicado apenas o fósforo, na dose 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 04 de Agosto de 2015, colocando-se 3 a 4 sementes por cova, fazendo-se o desbaste aos 21 dias após a semeadura, deixando-se uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se quatro mangueiras por canteiro espaçadas 20 cm uma das outras, com gotejadores do tipo autocompensante espaçados de 30 cm, com vazão média de 1,5 L h⁻¹. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998).

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente via fertirrigação em 12 aplicações, iniciando aos 25 dias após a semeadura (DAS), até aos 89 DAS, utilizando-se o total de 180 kg ha⁻¹ de N, 280 kg ha⁻¹ de K₂O e 150 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).

A colheita foi realizada aos 120 DAS. Exatamente 20 dias antes da colheita, quando em média 70% das plantas estavam tombadas, a irrigação foi suspensa e iniciou-se o processo de cura. Após esse processo os bulbos foram colhidos e passaram pelo toalete, que consistiu na retirada das raízes e folhas, em seguida foram levadas ao Laboratório do Departamento de

Ciências Vegetais (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), para a realização da avaliação de produção e pós-colheita e qualidade.

3.4. Características avaliadas

3.4.1 Crescimento e produção

- Altura de plantas (cm): obtida através de medição a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, em uma amostra de vinte plantas retiradas aleatoriamente da área útil aos 60 dias após o plantio.
- Número de folhas por planta: determinado da amostra de vinte plantas, sendo procedida aos 60 dias após o plantio.
- Produtividade total de bulbos: obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial.
- Produtividade comercial de bulbos: determinada pelo peso total de bulbos de diâmetro > 35 mm, sem defeitos.
- Produtividade não comercial de bulbos: obtida pelo peso total de bulbos de diâmetro < 35 mm, e/ou bulbos duplos e defeituosos.
- Classificação de bulbos: foi realizada com base no diâmetro transversal do bulbo 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; e
Classe 5: Bulbos com diâmetro > 90 mm.
- Massa média de bulbos: obtida pela divisão da produção comercial pelo número de bulbos comerciáveis colhidos na parcela, após a cura e toaleta.
- Massa seca de bulbo: foram utilizados 10 bulbos por parcela, colocados em estufa com circulação de ar forçada a 65°C, até atingir massa constante.

3.4.2 Qualidade de bulbos

Para as características de qualidade foram utilizados aleatoriamente cinco bulbos por parcela útil. Para a extração do suco, os bulbos foram triturados em multiprocessador doméstico e filtrados em funil utilizando papel filtro.

- Pungência: determinada através da quantificação de ácido pirúvico, conforme método descrito por Schwirmer e Weston (1961). A classificação da pungência foi determinada de acordo com o indicado pelo “VLI Sweet IndexTM” (VIDALIA LABS SERVICES, 2004; APUD; RODRIGUES et al, 2015), em “muito suave” (0 - 2,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “suave” (3,0 - 4,2 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “levemente pungente” (4,3 - 5,5 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungente” (5,6 - 6,3 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungência forte” (6,4 - 6,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungência muito forte” (7,0 - 7,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$) e “picante” (8,0 - 10,0 $\mu\text{moles g}^{-1}$).
- Sólidos solúveis: determinado por refratometria segundo o método da AOAC (2005), por leitura direta em refratômetro digital.
- Acidez titulável: determinada utilizando-se extrato aquoso obtido por diluição de 1 ml do suco, em 19 ml de água destilada, adicionando três gotas de fenolftaleína 1%. Por meio de titulação com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada.
- Relação SS/AT: determinada pelo quociente entre os sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), de acordo com Chitarra e Chitarra (2005).
- Relação de formato de bulbo: foram amostrados 10 bulbos e mensurados, por meio de um paquímetro digital, o comprimento longitudinal e o diâmetro transversal do bulbo. Dividiu-se o comprimento pelo diâmetro para encontrar a relação de formato do bulbo.

3.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito significativo para o fator qualitativo (cultivares), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão para o fator quantitativo (espaçamentos), utilizando o software versão 5.6 SISVAR (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento e produção

A análise de variância revelou interação significativa entre os fatores cultivares (C) e espaçamentos entre plantas (E), para todas as características avaliadas, exceto para massa seca de bulbo (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), porcentagem de bulbos (classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4), massa seca de bulbo (MSB), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), massa média de bulbo (MMB) e massa seca de bulbo (MSB), de cebola em função dos fatores cultivares e espaçamentos entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

F.V.	G.L.	ALT	NF	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
		Quadrados médio					
Blocos	3	0,53 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,40 ^{ns}	2,35 ^{ns}	1,88 ^{ns}
Cultivares (C)	2	47,92 ^{**}	3,67 ^{**}	46,00 ^{**}	1598,92 ^{**}	603,66 ^{**}	4146,47 ^{**}
Espaçamentos(E)	3	20,30 ^{**}	18,15 ^{**}	105,39 ^{**}	5366,69 ^{**}	1836,93 ^{**}	3470,23 ^{**}
C x E	6	3,92 [*]	1,27 ^{**}	22,04 ^{**}	46,57 ^{**}	1093,80 ^{**}	625,90 ^{**}
Erro	33	1,58	0,03	0,07	0,54	1,44	1,08
CV (%)		2,01	2,45	9,73	3,84	2,13	4,88
		PT	PC	PNC	MMB	MSB	
		Quadrados médio					
Bloco	3	3,91 ^{ns}	3,76 ^{ns}	0,03 ^{ns}	16,10 ^{ns}	0,38 ^{ns}	
Cultivares (C)	2	2488,73 ^{**}	2902,71 ^{**}	20,20 ^{**}	5975,33 ^{**}	64,03 ^{**}	
Espaçamentos (E)	3	1507,32 ^{**}	1288,02 ^{**}	81,71 ^{**}	12097,33 ^{**}	4,05 ^{**}	
C x E	6	284,32 ^{**}	279,48 ^{**}	10,85 ^{**}	323,71 ^{**}	0,57 ^{ns}	
Erro	33	2,87	2,45	0,07	46,53	0,36	
CV (%)		2,02	1,92	11,77	7,34	8,07	

^{ns} não significativo; ^{**} significativo a 0,01 de probabilidade; ^{*} significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

A altura de plantas aumentou de forma linear para as cultivares Rio das Antas e Serena, e de forma quadrático para a 'IPA 11' com o aumento do espaçamento entre plantas. As alturas máximas estimadas foram de 66,6 e 63,3 cm, respectivamente, para a 'Rio das Antas e Serena' no espaçamento de 10 cm entre plantas, e de 61,8 cm para cultivar IPA 11 no espaçamento de 7,1 cm (Figura 2). O incremento da altura de planta com o aumento do

espaçamento pode ser atribuído a possível redução da competição intraespecífica entre as plantas. Corroborando com este resultado, Kanton et al. (2003) e, Menezes Júnior e Vieira Neto (2012) também observaram aumento na altura de planta com o incremento do espaçamento.

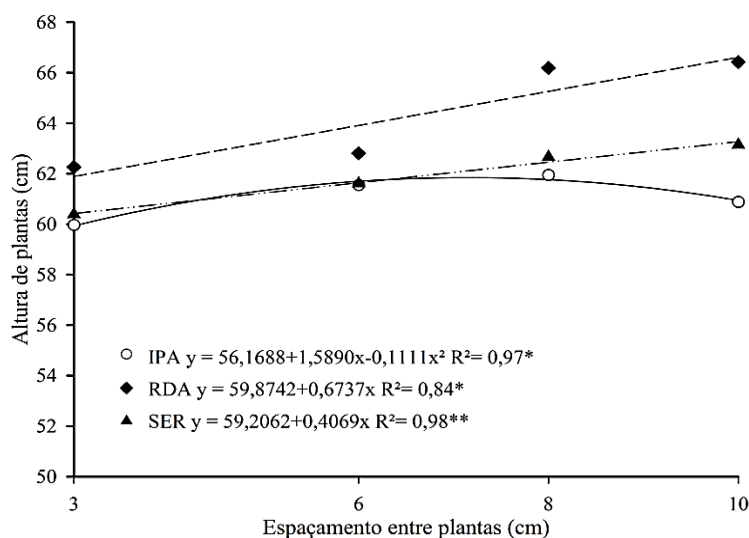


Figura 2 - Altura de plantas de cultivares de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Desdobrando a interação cultivares dentro de espaçamentos, observou-se que a cultivar Rio das Antas nos espaçamentos 3, 8 e 10 cm entre plantas foi superior em altura de plantas a ‘IPA 11’, e a ‘Serena’ nos espaçamentos de 8 e 10 cm (Tabela 3), indicando que nas maiores densidades apresentou maior vigor vegetativo que as demais.

Resende et al. (2007b) avaliando quatro cultivares de polinização aberta e uma cultivar híbrida, no espaçamento de 20 cm entre linhas e 25 cm entre plantas, observaram que a cultivar híbrida foi significativamente superior as demais cultivares avaliadas.

Tabela 3 – Altura de plantas (ALT) e número de folhas por plantas (NF) de cebola em função do espaçamento entre plantas. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Espaçamentos (cm)	ALT (cm)			NF (plantas ⁻¹)		
	IPA 11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	59,97 b	62,26 a	60,39 ab	7,49 a	5,82 c	6,40 b
6	61,55 a	62,81 a	61,61 a	8,23 a	7,72 b	7,60 b
8	61,94 b	66,18 a	62,66 b	9,30 a	9,50 a	7,69 b
10	60,87 c	66,42 a	63,14 b	9,63 a	9,33 ab	9,15 b

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação ao número de folhas por plantas observou-se comportamento linear crescente em todas as cultivares. Os máximos estimados foram respectivamente de 9,7; 9,8 e 8,8 para as cultivares IPA 11, Rio das Antas e Serena, no espaçamento de 10 cm entre plantas (Figura 3). Este resultado pode ser o indicativo que plantas conduzidas em menores espaçamentos, ou seja, maiores densidades populacionais reduzem seu ritmo de crescimento e emissão de folhas. Como o número de folhas está relacionado ao número de bainhas foliares, quanto maior a densidade, maior a possibilidade de obter bulbos de menor diâmetro, enquanto que, populações menores tendem a emitir maior número de folhas (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO, 2012).

Observou-se uma relação entre número de folhas e massa média de bulbo. Quanto maior o número de folhas, maior a atividade fotossintética da planta e, maior é o acúmulo de fotossintatos, portanto maior massa fresca (FARUQ et al., 2003).

Comparando as cultivares dentro de cada espaçamento entre plantas para o número de folhas, verificou-se que a cultivar IPA 11 foi superior a ‘Serena’ em todos os espaçamentos e, a ‘rio das Antas’ nos espaçamentos de 3 e 6 cm (Tabela 3).

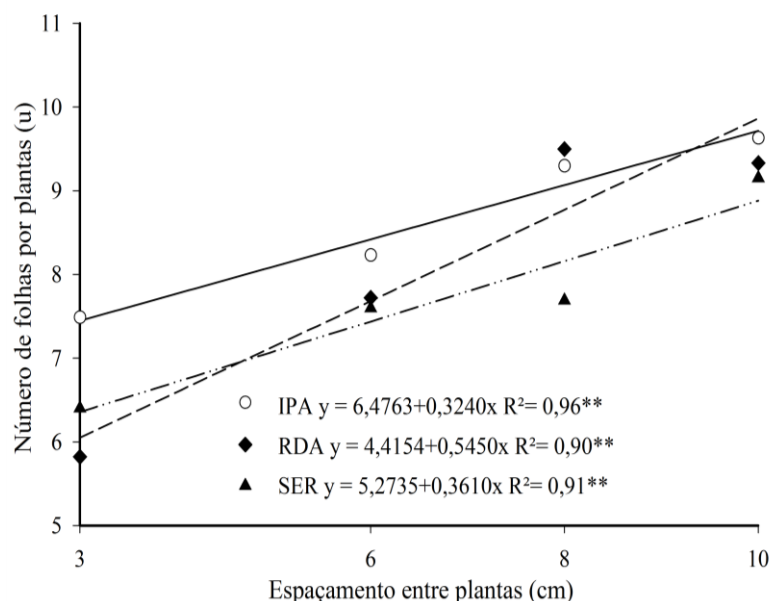


Figura 3- Número de folhas por planta de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

As porcentagens de bulbos classes 1 e 2, responderam de forma semelhante, reduzindo-as com o aumento do espaçamento entre plantas, em todas as cultivares. Para porcentagens de bulbos classe 1, observou-se redução de 88,72; 61,02 e 98,20 % (Figura 4A),

e para classe 2 a redução foi de 75,17; 98,03 e 98,39 % (Figura 4B), com o aumento de 3 para 10 cm entre plantas, respectivamente, para 'IPA 11', 'Rio das Antas' e 'Serena'. Essas respostas devem estar relacionadas a menor competição entre plantas, pelos fatores de produção como água, luz, nutrientes, CO₂ e oxigênio, ocasionado pelo aumento do espaçamento (ZANINE; SANTOS, 2004), que contribuiu para a redução da porcentagem de bulbos classe 1 e 2.

A redução de bulbos classe 1 é interessante para o produtor, devido a sua desvalorização no mercado, em relação as classes superiores.

Menezes Júnior e Vieira Neto (2012) estudando densidades de plantio obtiveram uma redução de 97,4% na produtividade de classe 2 com a redução da densidade de plantio de 600 para 200 mil plantas ha⁻¹. Henriques et al. (2014) também observaram uma redução de 23,4% com o aumento do espaçamento de 3 cm para 10 cm entre plantas.

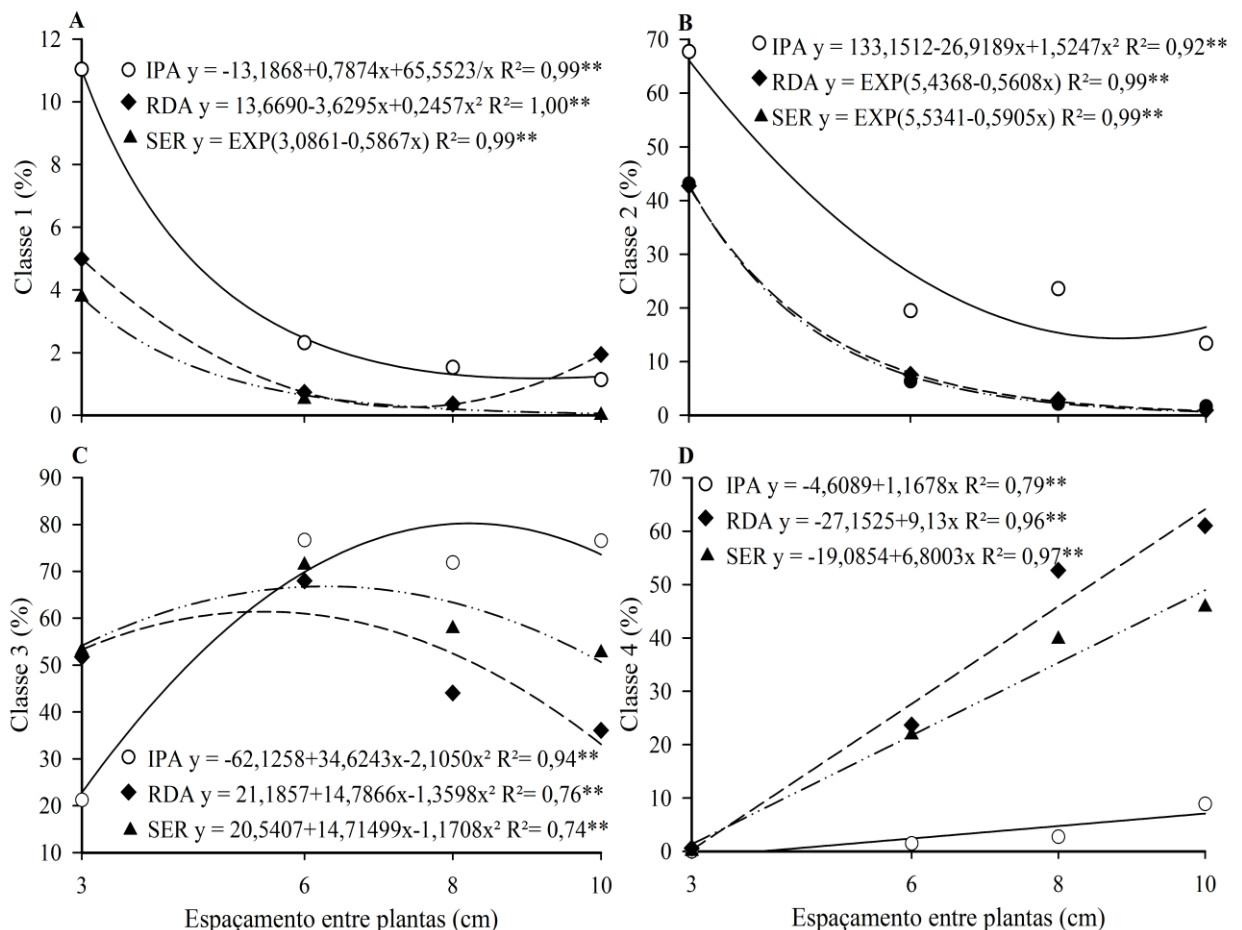


Figura 4 - Porcentagem de bulbos classe 1, 2, 3 e 4 de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

A cultivar IPA 11 produziu maior porcentagem de bulbos classe 1 e 2 em relação as demais, com exceção do espaçamento de 10 cm para bulbos classe 1, na qual, a ‘Rio das Antas’ foi superior (Tabela 4). Demonstrando que a cultivar IPA 11 não tolera muito o adensamento, ocorrendo o aumento na porcentagem de bulbos menores.

Tabela 4 - Porcentagem de bulbos classe 1, 2, 3 e 4 de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Espaçamento (cm)	CLASSE 1 (%)			CLASSE 2 (%)		
	IPA 11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	12,72 a	4,91 b	4,25 c	66,44 a	42,76 b	42,92 b
6	2,27 a	0,99 b	0,38 c	19,49 a	7,61 b	6,36 b
8	2,53 a	1,37 b	0,26 c	23,58 a	2,93 b	2,22 b
10	0,90 b	3,65 a	0,0 c	13,45 a	0,95 b	1,67 b
Espaçamento (cm)	CLASSE 3 (%)			CLASSE 4 (%)		
	IPA 11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	20,83 b	51,74 a	52,82 a	0,0 a	0,57 a	0,00 a
6	76,75 a	67,78 c	71,40 b	1,47 c	23,84 a	23,60 a
8	71,17 a	43,58 c	57,78 b	2,71 c	52,10 a	39,73 b
10	76,73 a	35,43 c	52,59 b	8,91 c	59,96 a	45,73 b

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a porcentagem de bulbos classe 3, observou-se um comportamento quadrático para todas as cultivares. Os máximos estimados foram de 80,25; 61,38 e 66,77% obtidos nos espaçamentos de 8,2; 5,4 e 6,3 cm, respectivamente, para ‘IPA 11’, ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’ (Figura 5). Com o aumento no espaçamento entre plantas, houve um incremento na porcentagem de bulbos classe 3 até um certo ponto, porém, nos maiores espaçamentos houve uma redução. Nos maiores espaçamentos a menor competição intraespecífica pelos fatores de produção levando a planta a produzir bulbos de maior diâmetro com o aumento do espaçamento. Quando se eleva a densidade de plantas aumenta a competição entre plantas pelos recursos naturais como luz, água, CO₂, O₂ e nutrientes minerais, alterando desta maneira os padrões de bulbificação das cultivares (MASCARENHAS, 1993).

O aumento da densidade de plantas é capaz de reduzir o tamanho médio do bulbo, podendo influenciar negativamente a produtividade da cultura quando se adota densidade inadequada. Em cultivos com densidades superiores à ótima, pode-se obter maior produtividade, no entanto, com bulbos pequenos, desuniformes e de menor qualidade comercial, se compararmos a cultivos com espaçamentos adequados (RESENDE; COSTA,

2005b). Os mesmos autores, também observaram um comportamento linear na produção de bulbos classe 3, com o aumento do espaçamento entre plantas.

A cultivar IPA 11 produziu maior porcentagem de bulbos classe 3 nos espaçamentos de 6, 8 e 10 cm, em relação as demais. No espaçamento de 3 cm, a ‘Rio da Antas’ e ‘Serena’ foram superiores a ‘IPA 11’ (Tabela 4). A cultivar IPA 11 apresentou maior porcentagem de bulbos classe 3. No entanto, promoveu as menores produtividades, indicando sua baixa capacidade de tolerância a cultivos adensados.

Para porcentagem de bulbo classe 4, as cultivares responderam de forma linear ao aumento do espaçamento entre plantas. Os máximos obtidos foram de 7,0; 64,1 e 48,9% no espaçamento 10 cm, respectivamente, para ‘IPA 11’, ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’ (Figura 6). A redução no número de plantas por unidade de área acarreta uma menor competição entre plantas pelos fatores de produção como água, luz, CO₂, O₂ e nutrientes, promovendo maior altura e número de folhas, conseqüentemente maior área fotossintética e maior acúmulo de fotossintatos possibilitando o incremento no diâmetro dos bulbos. Quanto maior o número de folhas, maior a possibilidade de obtenção de bulbos de maior diâmetro e ganho de massa fresca, isso por que o número de folhas está intimamente relacionado ao número de bainhas foliares (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO 2012).

As cultivares híbridas Rio das Antas e Serena promoveram as maiores porcentagens de bulbos classe 4. O vigor híbrido, elevado padrão genético e boa tolerância ao adensamento, possivelmente, contribuíram para esses resultados. Hunger (2013) observou um aumento linear crescente com o incremento do espaçamento entre plantas para classe 4.

A cultivar Rio das Antas, nos espaçamentos de 8 e 10 cm foi superior as demais, na porcentagem de bulbos classe 4, não diferenciando-se da ‘Serena’ no espaçamento de 6 cm (Tabela 4). No espaçamento de 3 cm não houve diferença entre as cultivares. A ‘IPA 11’ teve menor desempenho em relação à ‘Rio das Antas’ e a ‘Serena’, possivelmente, por não ser adaptada a cultivos adensados.

Para a produtividade total observou-se uma resposta polinomial quadrática das cultivares em relação aos espaçamentos (Figura 7A). Os valores máximos estimados foram de 81,85; 103,08 e 101,66 t ha⁻¹ nos espaçamentos 4,4; 5,7 e 3,0 cm para IPA 11, Rio das Antas e Serena, respectivamente. Quanto à produtividade comercial observou-se resposta similar, com os valores máximos estimados de 77,11; 101,80 e 97,40 t ha⁻¹, respectivamente, nos espaçamentos 5,3; 5,9 e 3,0 cm entre plantas para ‘IPA 11, Rio das Antas e Serena’, respectivamente (Figura 7B).

As altas produtividades obtidas neste experimento, possivelmente foram devido às condições climáticas favoráveis, baixa variação de temperatura e umidade, ausência de precipitação, baixa incidência de pragas e doenças, uso de tecnologias adequadas tais como: irrigação por gotejamento, fertirrigação, semeadura direta e cultivo adensado. Tudo isso, proporcionou a planta, melhores condições de desenvolvimento, contribuindo para produtividades superior à média Nacional (27,84 t ha⁻¹) e do Nordeste (32,72 t ha⁻¹) (IBGE, 2017).

Estes resultados para a produtividade total e comercial foram superiores aos reportados por Henriques et al. (2014), que estudando duas cultivares de cebola (IPA 11 e Bela Dura) em diferentes espaçamentos entre plantas nas condições de Mossoró-RN, encontraram produtividade total e comercial, com valores máximos de 30,48 e 24,74 t ha⁻¹ nos espaçamentos entre plantas de 3 e 5cm, respectivamente. No entanto, Baier et al. (2009) trabalhando com três densidade de plantio (50, 75 e 100 plantas m²) na cultura da cebola, obtiveram uma produtividade máxima de 92,2 t ha⁻¹ na maior densidade estudada (100 plantas m⁻²).

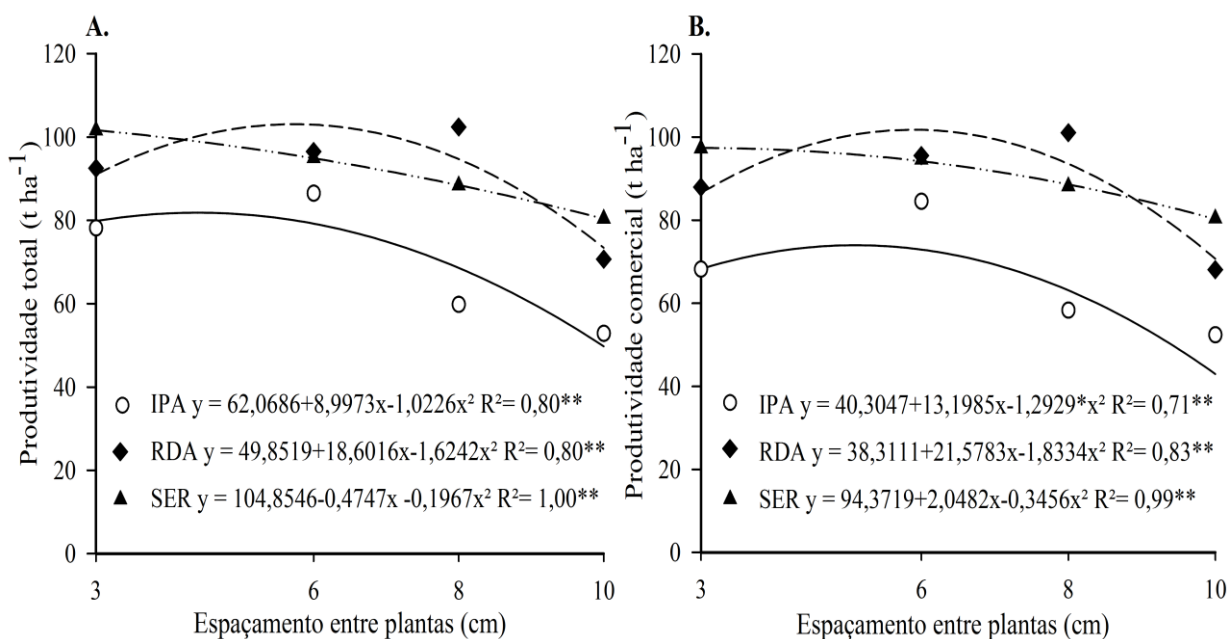


Figura 5 - Produtividade total e comercial de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Entre as cultivares, os híbridos Rio das Antas e Serena foram superiores a cultivar IPA 11 em todos os espaçamentos entre plantas para produtividade total e comercial (Tabela 5). Este resultado comprova a superioridade dos híbridos, principalmente em cultivos adensados.

Essa superioridade, possivelmente está relacionada com o vigor, a pureza e a alta carga genética das sementes híbridas, proporcionando elevadas produtividade, quando cultivadas em manejo adequado. Resende et al. (2007b) obtiveram resultado superiores para as cultivares híbridas, quando comparada as cultivares convencionais, corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa.

Tabela 5 – Valores médios da produtividade total (PT), comercial (PC), não comercial (PNC) e massa média de bulbo (MMB) de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Espaçamentos (cm)	PT (t ha ⁻¹)			PC (t ha ⁻¹)		
	IPA11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	78,19 c	92,51 b	101,65 a	68,23 c	87,96 b	97,32 a
6	86,52 b	96,52 a	94,95 a	84,55 b	95,55 a	94,58 a
8	59,86 c	102,47 a	88,42 b	58,34 c	101,06 a	88,20 b
10	52,90 c	70,67 b	80,45 a	52,42 c	68,08 b	80,45 a
Espaçamentos (cm)	PNC (t ha ⁻¹)			MMB (g p ⁻¹)		
	IPA11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	9,95 a	4,55 b	4,33 b	35,89 b	52,51 a	52,78 a
6	1,97 a	0,96 b	0,37 c	78,43 b	98,86 a	108,06 a
8	1,52 a	1,41 a	0,23 b	83,30 b	126,62 a	130,78 a
10	0,47 b	2,58 a	0,00 b	86,79 c	120,86 b	139,56 a

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se uma redução da produtividade de bulbos não comercial (refugo) com o aumento do espaçamento entre planta em todas cultivares (Figura 6). Esta redução foi de aproximadamente 97; 58 e 100 % entre o menor (3 cm) e o maior espaçamento (10 cm), respectivamente, para a ‘IPA 1’, ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’. A IPA 11 obteve as maiores percentagens de refugo.

A redução de bulbos refugos é uma característica desejável para o produtor de cebola, sabendo que esse tipo de bulbo é de baixo valor comercial. A redução de bulbos não comercial com o aumento do espaçamento também foi observada por Resende e Costa (2005b) e, Henriques et al. (2014).

Com exceção do espaçamento de 10 cm, a ‘IPA 11’ foi superior às demais, para produção de bulbos não comerciais (Tabela 5). A superioridade da ‘Rio das Antas’ no espaçamento de 10 cm, deve-se a elevada produção de bulbos duplos. Esse aumento de bulbos duplos provavelmente ocorreu devido a maior susceptibilidade da cultivar Rio das Antas a esse distúrbio fisiológico e o aumento do espaçamento também pode ter contribuído. Em

cultivos adensados há uma menor ocorrência de bulbos duplos, isso em razão da maior competição entre plantas (MAY et al, 2007).

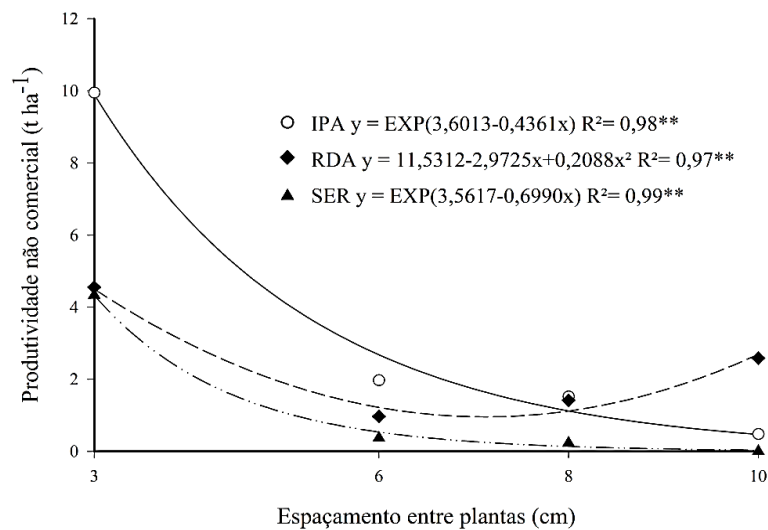


Figura 6 - Produtividade não comercial de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

A massa média de bulbo respondeu de forma quadrática ao aumento do espaçamento entre plantas para todas as cultivares (Figura 7). Os valores máximos estimados foram de 87,67, 123,78 e 139,74 g planta⁻¹ obtidos nos espaçamentos de 8,8; 9,3 e 10 cm, respectivamente, para a ‘IPA 11’, ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’.

O incremento da massa média de bulbo com o aumento do espaçamento também foi observado por Galmarini e Gaspera (1995); Dellacecca e Lovato (2000); Lipinski et al. (2002); Kanton et al. (2003); Baier et al. (2009); Menezes Júnior e Vieira Neto (2012), os quais descreveram que a maior massa fresca do bulbo obtida nas menores densidades está relacionada, provavelmente, à maior área de exploração das raízes e a menor competição pelos fatores de produção como água, luz, nutrientes, CO₂, O₂.

Para a massa média de bulbos, a cultivar Serena foi superior a ‘IPA 11’ em todos os espaçamentos, porém, não diferiu da ‘Rio das Antas’ com exceção no espaçamento 10 cm (Tabela 5). É evidente a superioridade dos Híbridos (Rio das Antas e Serena) em relação a cultivar de polinização livre (IPA 11). Rodrigues et al. (2006) constataram que híbridos de cebola são superiores às cultivares de polinização aberta tanto em produtividade como quanto em massa média de bulbos. Rebouças et al. (2008), estudando o híbrido Mercedes e a cultivar de cebola Serrana’ em função da densidade de plantio no sistema de semeadura direta, em

Salinas - MG, obtiveram, para o híbrido, um incremento na massa média de bulbos comerciais da ordem de 18,8% em relação à cultivar.

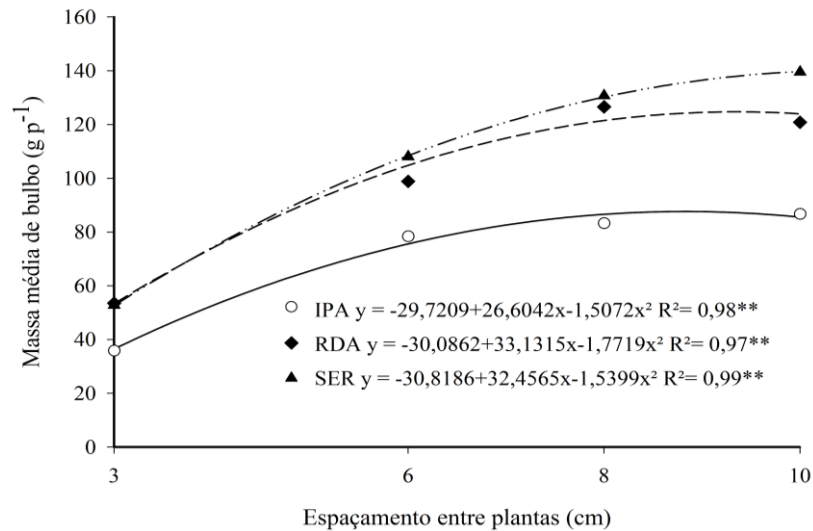


Figura 7 - Massa média de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

A massa seca do bulbo aumentou de forma linear com o aumento do espaçamento entre plantas, em que, os maiores valores médios foram obtidos nos maiores espaçamentos, verificou-se um incremento de 16,84% entre o menor e o maior espaçamento. (Figura 08). Este resultado, provavelmente se deve a menor competição por água, luz, nutriente e CO₂, maximizando, a alocação de massa seca para o bulbo no maior espaçamento. Rumpel e Felczynski (2000); Cecílio Filho et al. (2009); Henriques et al. (2014) também observaram um incremento da massa seca de bulbo com o aumento do espaçamento entre plantas.

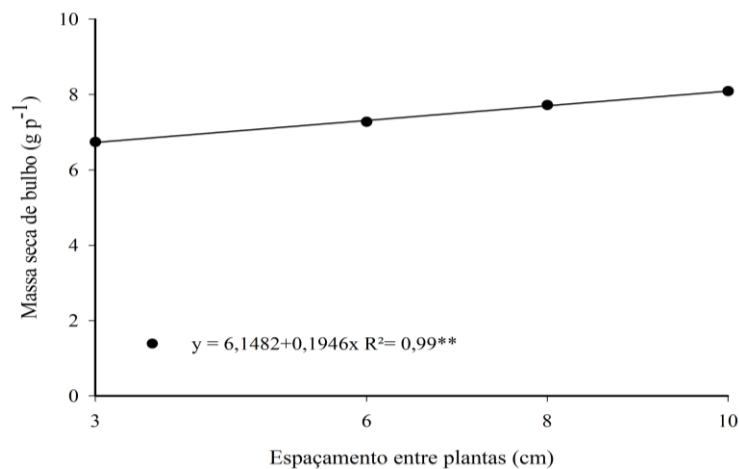


Figura 8 - Massa seca de bulbo de cebola em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Entre as cultivares, a ‘IPA 11’ foi superior às demais, obtendo massa seca média de bulbo 9,57 g plantas⁻¹ (Tabela 6). A massa seca é um importante fator de qualidade, principalmente para a indústria de processamento. Quanto maior o teor de matéria seca, menor será a quantidade de energia necessária para o processo de desidratação (SOARES et al., 2004).

Tabela 6 - Valores médios da massa seca de bulbo (MSB) de cebola em função de cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Cultivares	MSB (g p ⁻¹)
IPA 11	9,57 a
Rio das Antas	7,21 b
Serena	5,59 c
CV (%)	8,07

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente.

4.2 Características de qualidade

A análise de variância das características de qualidade revelou interação significativa entre os fatores cultivares (C) e espaçamento entre plantas (E) para todas as características (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de variância para a pungência (PG), relação formato de bulbo (RFB), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e Relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT) em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

F.V.	G.L.	PG	RFB	SS	AT	SS/AT
		Quadrados médio				
Blocos	3	0,08 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Cultivares (C)	2	11,56 ^{**}	0,009 ^{**}	41,810 ^{**}	8,978 ^{**}	3,08 ^{**}
Espaçamentos (E)	3	1,26 ^{**}	0,02 ^{**}	0,014 ^{ns}	0,089 ^{ns}	0,52 ^{**}
C x E	6	0,37 ^{**}	0,001 [*]	0,138 ^{**}	0,190 ^{**}	0,55 ^{**}
Erro	33					
CV (%)		5,21	2,33	2,2	9,46	5,6

^{ns} não significativo; ^{**} significativo a 0,01 de probabilidade; ^{*} significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

A pungência da cebola comportou-se de forma quadrática para cultivar IPA 11, e forma linear para ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’ com o aumento do espaçamento (Figura 9). Os valores máximos estimados foram de 6,82 $\mu\text{moles de ácido pirúvico mL}^{-1}$ espaçamento de 6,6 cm para ‘IPA 11’; 5,63 e 5,26 $\mu\text{moles de ácido pirúvico mL}^{-1}$ para ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’ espaçamento de 10 cm. De acordo a classificação indicada pelo “VLI Sweet IndexTM” (VIDALIA LABS SERVICES, 2004 apud RODRIGUES et al., 2015). A ‘IPA 11’ foi classificada como “pungência forte” (6,4 - 6,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$), ‘Rio das Antas’ como “pungente” (5,6 - 6,3 $\mu\text{moles g}^{-1}$) e a ‘Serena’ “levemente pungente” (4,3 - 5,5 $\mu\text{moles g}^{-1}$).

De acordo com a finalidade de uso da cebola, a pungência torna-se muito importante e pode, inclusive, determinar seu valor comercial. Há relatos que diferenças de 1 $\mu\text{mol ácido pirúvico g}^{-1}$ na pungência já é percebida pelo paladar (ANTHON; BARRETT, 2003).

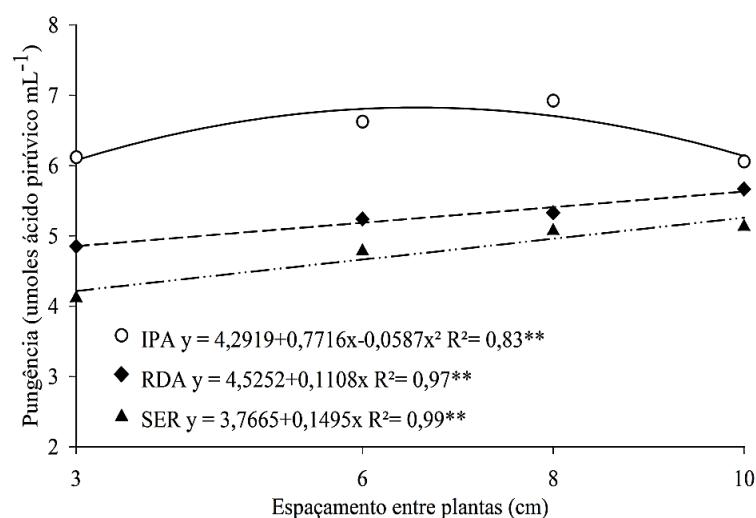


Figura 9 - Pungência de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

A cultivar IPA 11 foi superior às demais em todos os espaçamentos, entretanto, não diferiu da ‘Rio das Antas’ no espaçamento de 10 cm (Tabela 7). Essa superioridade da IPA 11 em relação aos híbridos é uma característica genética da cultivar. A intensidade da pungência é influenciada por fatores genéticos e condições ambientais (RANDLE, 1997). No entanto, 81,3% da variação da pungência é influenciada por fator genético, e o ambiente influencia em menor grau (SUN YOO et al., 2006).

Grangeiro et al. (2008) avaliando a pungência de bulbos de cultivares de cebola nas condições de Mossoró-RN, encontraram valores de ácido pirúvico para a cultivar Vale Ouro IPA 11 de 7,60 $\mu\text{mol.g}^{-1}$.

Essa menor pungência observada nos híbridos já é uma tendência da cebolicultura brasileira pra consumo in natura (SANTOS et al., 2011). Os fatores ambientais podem influenciar a pungência e a doçura de cultivares de cebola. No entanto, o mecanismo de produção da pungência é regulado pelo potencial genético da cultivar (RANDLE, 1997).

Tabela 8 - Valores médios da pungência (PG) e relação formato de bulbo (RFB) de cebola em função cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Espaçamentos (cm)	PG (umoles ácido pirúvico mL ⁻¹)			RFB		
	IPA 11	Rio das Antas	Serena	IPA 11	Rio das Antas	Serena
3	6,12 a	4,85 b	4,11 c	1,17 a	1,10 b	1,15 a
6	6,62 a	5,24 b	4,78 b	1,14 a	1,07 b	1,13 a
8	6,92 a	5,33 b	5,07 b	1,07 ab	1,05 b	1,10 a
10	6,06 a	5,67 a	5,13 b	1,02 a	1,03 a	1,06 a

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se uma redução linear decrescente da relação de formato do bulbo com o incremento do espaçamento entre plantas para todas as cultivares (Figura 10). A redução foi de 1,18; 1,10 e 1,16 no menor espaçamento (3 cm) para 1,02; 1,03 e 1,06 no maior espaçamento (10 cm entre plantas) respectivamente para ‘IPA 11’, ‘Rio das Antas’ e ‘Serena’. No menor espaçamento os bulbos ficaram mais alongados, devido à redução do espaço entre plantas e a maior competição principalmente por espaço físico. Resultado semelhante foi encontrado por Henriques et al. (2014) trabalhando com diferentes espaçamentos entre plantas nas condições de Mossoró-RN, observaram uma redução da relação de formato de bulbo de cebola com o aumento do espaçamento e, a predominância de bulbos alongados.

Nos espaçamentos de 3, 6 e 8 cm as cultivares IPA 11 e Serena observou-se bulbos mais alongados em relação à ‘Rio das Antas’ (Tabela 7). No espaçamento de 10 cm as cultivares promoveram relação formato de bulbos semelhante.

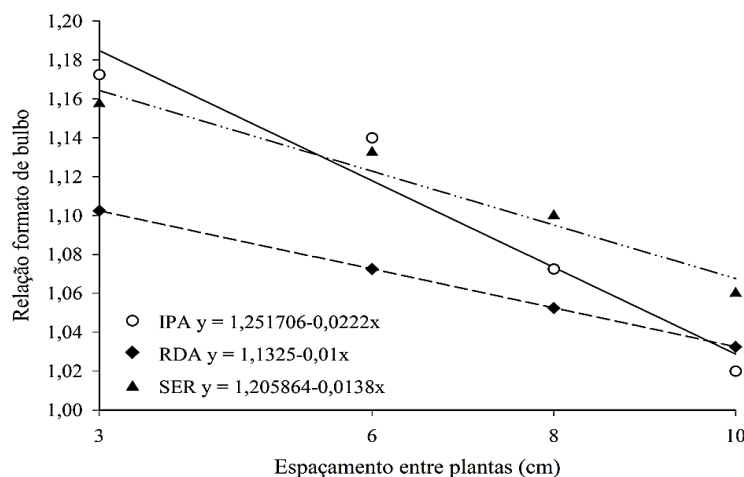


Figura 10 - Relação formato de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER), em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Para sólidos solúveis, observou-se comportamento quadrático com o aumento de espaçamento para as cultivares IPA 11 e Serena com máximos 10,65 e 7,39 °Brix, no espaçamento 10 cm entre plantas, respectivamente (Figura 11). Para a cultivar Rio das Antas, verificou-se valores máximos de 8,73 °Brix no espaçamento 3 cm.

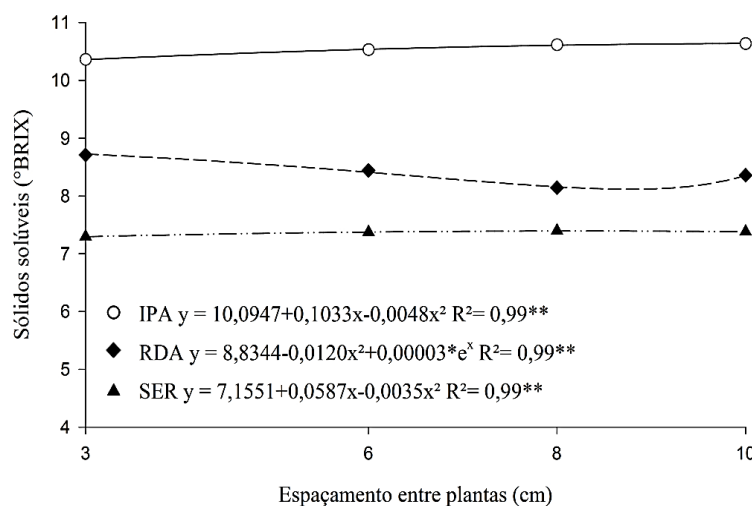


Figura 11 - Sólidos solúveis de bulbo de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Entre as cultivares, a ‘IPA 11’ apresentou o maior teor de sólidos solúveis, sendo superior aos híbridos em todos os espaçamentos (Tabela 9). Valores elevados de sólidos solúveis é uma característica da cultivar. Grangeiro et al. (2008) avaliando 18 cultivares de cebola, entre elas a ‘IPA 11’, nas condições de Mossoró-RN, obtiveram (10,61 °Brix) para ‘IPA 11’ corroborando com os resultados obtidos neste experimento.

Observou-se uma relação entre sólidos solúveis, pungência e acidez titulável. O valor de sólidos solúveis é maior quando o valor de ácido pirúvico é maior (MORETTI; DURIGAN, 2002). Os sólidos solúveis é uma característica de qualidade importante, principalmente para indústria de processados e conservas, em que a busca por materiais com Brix mais elevados tem aumentado (SANTOS et al., 2011).

Tabela 9 – Valores médios de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de bulbos de cebola em função de cultivares e espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Espaçamentos (cm)	SS (°Brix)			AT (mEq H ₃ O ⁺ /100g)			SS/AT		
	IPA 11	Rio	Serena	IPA 11	Rio	Serena	IPA 11	Rio	Serena
		das Antas			das Antas			das Antas	
3	10,30 a	8,71 b	7,30 c	3,46 a	1,97 b	2,17 b	3,01 c	4,57 a	3,60 b
6	10,53 a	8,44 b	7,37 c	3,52 a	2,06 b	1,98 b	2,84 c	4,12 a	3,71 b
8	10,61 a	8,14 b	7,40 c	3,70 a	2,10 b	2,31 b	2,87 c	3,60 a	3,21 b
10	10,63 a	8,36 b	7,38 c	3,09 a	2,38 b	2,18 b	3,59 a	3,54 a	3,46 a

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A acidez titulável comportou-se de forma quadrática para cultivar IPA 11 e linear para ‘Rio das Antas’ com máximos de 3,66 e 2,30 mEq H₃O⁺/100g, nos espaçamentos de 5,8 e 10 cm, respectivamente (Figura 12). Não foi obtido ajuste de curva resposta para a cultivar Serena, apresentando um valor médio de 2,16 mEq H₃O⁺/100g em função dos espaçamentos entre plantas.

A cultivar IPA 11 foi superior as demais em todos os espaçamentos testados (tabela 9). A acidez titulável, que está relacionada com a pungência e aliada aos teores de sólidos solúveis é uma característica importante para avaliar a qualidade pós-colheita das hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A acidez elevada é considerada desejável para a industrialização, os bulbos de cebola com esses teores elevados são considerados de melhores qualidades para a desidratação (GRANGEIRO et al., 2008).

Resende et al. (2010) avaliando uma cultivar (Red Creole) e um híbrido (Baia F1), em sistema convencional, observaram maiores valores de acidez titulável para a cultivar Red Creole.

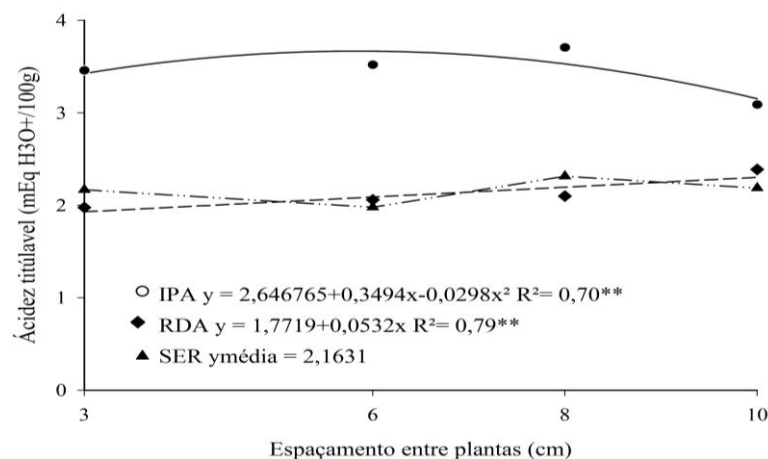


Figura 12 - Acidez titulável (mEq H₃O⁺/100g) de bulbos de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

O aumento do espaçamento promoveu um incremento de 14,64% na relação SS/AT para cultivar IPA 11, entre o menor (3 cm) e o maior espaçamento (10 cm) (Figura 13). No entanto, observou-se a redução de 24% na relação SS/AT para o ‘Híbrido Rio das Antas’ entre o menor (3 cm) e o maior espaçamento (10 cm). Não foi ajustado nenhum modelo de curva resposta para a cultivar ‘Serena’.

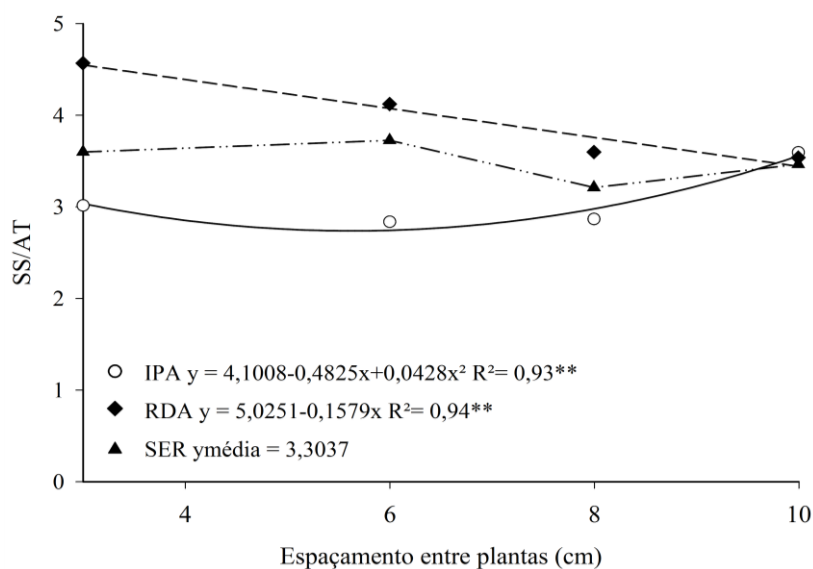


Figura 13 – Relação sólidos solúveis/ácidez titulável de bulbos de cultivares de cebola: IPA 11 (IPA), Rio das Antas (RDA) e Serena (SER) em função do espaçamento entre plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

A relação entre sólidos solúveis, acidez total e pungência pode dar uma boa indicação de qualidade organoléptica (WALL; CORGAN, 1992). A relação SS/AT pode ser um critério de determinação do aroma e do sabor, deixando-os mais próximo do real.

Desdobrando a interação cultivares dentro de espaçamentos para a relação SS/AT observa-se que a cultivar Rio das Antas foi superior às demais em todos os espaçamentos com exceção do espaçamento de 10 cm, (Tabela 8).

5. CONCLUSÕES

As cultivares Rio das Antas e Serena obtiveram maior desempenho produtivo, sendo as mais indicadas para cultivos adensados.

A cultivar IPA 11, independentemente do espaçamento entre plantas, proporcionou maior pungência e teor de sólidos solúveis, sendo a mais indicada para processamento industrial e conservas.

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): p.300, 1998.
- ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Modified for the determination of pyruvic acid with DNPH in the assessment of onion pungency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 83, p.1210-1213, 2003.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis. Washington: AOAC, p.1114, 1992.
- 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 & Agrotecnologia**, Lavras, v.33, p.496-501, 2009.
- BOEING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, p.88, 2002.
- BOFF, P.; HENRI, S.; GONÇALVES, P. A. S. Influência da densidade de plantas na ocorrência de doenças foliares e produção de bulbos de cebola. **Fitopatologia Brasileira**.23, p.448-452, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária, Portaria n. 529 de 18 ago. 1995. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p.13513, 1995.
- BREWSTER, J. L. **Onion and other vegetable Alliums**. Wellesbourne: Horticulture Research Internacional/CAB internacional: p.236, 1994.
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, C. 30), p. 121, 1991.
- 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, 2009.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: **Fisiologia e manuseio**. Lavras: ESALQ/FAEP, 1990. 293p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. UFLA, Lavras: p.785, 2005.
- 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, 2000.

DELLACECCA, V.; LOVATO, A. F. S. Effects of different plant densities and planting systems on onion (*Allium cepa* L.) Bulb quality and yield. **Acta Horticulturae**. (ISHS), v. 533, p.197-204, 2000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa, Rio de Janeiro: v. 2, p. 306, 2006.

FARUQ, M. O.; ALAM, M. S.; RAHMAN, M.; ALAM, M. S.; SHARFUDDIN, A. F. M. Growth, yield and storage performance of onion as influenced by planting time and storage condition. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.6, n.13, p.1179-1182, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n. 2, p.109-112, 2014

GALMARINI, C. R.; GASPERA, P. G.; Efecto de la época de transplante y la densidad de plantación en el cultivo de cebolla tipo Valenciana. **Horticultura Argentina** v.4, p. 23-29. 1995.

GRANGEIRO, L. C.; SOUZA, J. O.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; SANTOS, G. M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Revista Ciência e Agrotecnologia** v.32, p.1087-1091, 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, 1999.

HENRIQUES, G. P. S. A; GRANGEIRO, L. C; PAULINO, R. C; MARROCOS, S. T. P; SOUSA, V. F. L; RIBEIRO, R. M. P. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n. 7, p.682-687, 2014.

HUNGER, H. **Produtividade e análise econômica da cultura da cebola sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação**. 2013. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Guarapuava: UNICENTRO, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017.

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, 2002.

LOPES, M. C.; CZEPAK, M. P.; SIRTOLI, L. F. Avaliação de diferentes espaçamentos na produtividade de três cultivares de cebola. CD-ROM. IN: Congresso brasileiro de olericultura, 44, **Resumos...** Brasília, v. 22, n. 2, 2004.

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.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PORTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Efeitos de doses de nitrogênio e potássio e densidade populacional sobre a classificação de bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p. 396-401, 2007.

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

MORETTI CL; DURIGAN JF. Processamento de cebola. **INFORME AGROPECUÁRIO** v. 286, p. 9-104, 2002.

RANDLE, W.M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. In: RISCH, S. J.; HO, C. T. (Eds). **Spices**. Athens: American Chemical Society, Chap. v.660, n.5, p.41-52, 1997.

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, 2008.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Características produtivas e conservação pós-colheita de cebola em diferentes espaçamentos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.707-711, 2005a.

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

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; SOUZA, R. J. **Cultivo da cebola no Nordeste**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007a. (Sistemas de Produção, 3). <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste/cli ma.ht>. Acesso em: 17 de maio de 2015.

RESENDE, J. T. V.; MARCHESE, A.; CAMARGO, L. K. P.; MARODIN, J. C.; CAMARGO, C.; MORALES, R. G. F. produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 305-311, 2010.

- RESENDE, J. T. V.; PIRES, D. B.; CAMARGO, L. K. P.; MARCHESE, A. Desempenho produtivo de cultivares de cebola em Guarapuava. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p.193-199, 2007b.
- RODRIGUES, G. B.; NAKADA, P. G.; SILVA, D. J. H.; DANTAS, G. G.; SANTOS, R. R. H. Desempenho de cultivares de cebola em sistema orgânico e convencional em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 206-209, 2006.
- RODRIGUES, G. S. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGUEIROS, M. Z.; SILVA, A. C.; JÚNIOR, J. N. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n.3, p.239-247, 2015.
- 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, 2000.
- SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V.R.; RODRIGUES, M.A.; RIBEIRO, H.L.C.; SILVA, G.O. Similaridade genética entre cultivares de cebola de diferentes tipos e origens, baseada em marcadores AFLP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p.32-37, 2011.
- SCHWIRMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 9, p. 301-304, 1961.
- 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, 2004.
- SUN YOO, K.; PIKE, L.; CROSBY, K.; JONES, R.; LESKOVAR, D. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment, and bulb sizes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, p. 144-149, 2006.
- VIEIRA, L.; PICULLI, M. F. J. **Meteorologia e climatologia agrícola** (notas de aula). Cidade Gaúcha. PR. 2009.
- VILELA, N. J.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, V. R.; COSTA, N. D.; MADAIL, J. C. M; CAMARGO FILHO, W.; BOEING, G.; MELO, P. C. T. Desafios e oportunidades para o agronegócio de cebola no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 1029-1033, 2005.
- WALL, M. M.; CORGAN, J. N. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for pungency determination. **HortScience**, v. 27, p. 1029-1030, 1992.
- ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p. 10-30. 2004