



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

FRANCISCO DAS CHAGAS GONÇALVES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA  
SOB SISTEMA ADENSADO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E  
POTÁSSICA**

MOSSORÓ

2018

FRANCISCO DAS CHAGAS GONÇALVES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA  
SOB SISTEMA ADENSADO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E  
POTÁSSICA**

Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia  
do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
como requisito para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. Dr. LEILSON COSTA  
GRANGEIRO

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

G635d Gonçalves, Francisco das Chagas.

Desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica / Francisco das Chagas Gonçalves. - 2018.

75 f.: il.

Orientador: Leilson Costa Grangeiro. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Allium cepa. 2. nutrição de planta. 3. nutrientes. 4. pungência. 5. indicadores econômicos. 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.

FRANCISCO DAS CHAGAS GONÇALVES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA  
SOB SISTEMA ADENSADO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E  
POTÁSSICA**

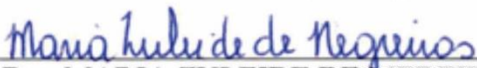
Tese apresentada ao Doutorado em Agronomia  
do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
como requisito para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia: Fitotecnia.


Linha de Pesquisa: Práticas Culturais


Defendida em: 23 / 02 / 2018.


**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. LEILSON COSTA GRANGEIRO (UFERSA)  
Presidente

  
Prof.<sup>ª</sup> Dra. MARIA ZULEIDE DE NEGREIROS (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Dr. JAEVESON DA SILVA (EMBRAPA)  
Membro Examinador

  
Prof. Dr. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Dra. MARA SUYANE MARQUES DANTAS (CAPES/UFC)  
Membro Examinador

*Raimundo Gonçalves Filho  
Antônio Alves de Oliveira  
(Em memória).*

*Dedico*

*À minha esposa, Leudenice Gomes Torres Gonçalves,  
e aos meus filhos, Maria Eduarda Torres Gonçalves e  
Luiz Gustavo Torres Gonçalves, pelo companheirismo  
e compreensão.*

*Ofereço*

*Aos meus irmãos, César, Cinen, Niedja e Niedna, e  
aos meus pais, Deusdete Gonçalves dos Santos e  
Lúcia do Socorro dos Santos, pelos incansáveis  
esforços e estímulo que permitiram transformar um  
sonho em realidade.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por proporcionar-me saúde, paz, uma família que amo e amigos para todas as horas.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Agradeço à minha esposa, Leudenicé, pelo apoio e companheirismo de sempre.

Agradeço aos meus filhos, Maria Eduarda e Luiz Gustavo, fontes de energia para superar os desafios do dia a dia.

Aos meus pais, Deusdete e Socorro, por acreditarem que a herança mais valiosa que podem deixar para os filhos é a educação.

Agradeço aos meus irmãos, César, Cinen, Niedja e Niedna pela amizade inigualável.

Aos meus avós maternos, Antônio Alves de Oliveira (em memória) e Maria Justina.

Aos meus avós paternos, Raimundo Gonçalves Filho (em memória) e Francisca Sales dos Santos.

Agradeço a todos os professores do Curso de Pós-graduação em fitotecnia pelos ensinamentos transmitidos.

Agradeço ao meu orientador, Leilson Costa Grangeiro, pelos conhecimentos repassados e sua valorosa amizade.

Agradeço à Banca Examinadora pela contribuição no aprimoramento desta obra.

Agradeço aos meus amigos Valdívia, Jardel, Jorge, Jandeilson, Jáder, Diorge, Núbia, Ricardo, Priscila e Gerlani, pela valorosa ajuda na condução deste trabalho.

O homem domina a natureza não pela força, mas pela compreensão. É por isso que a ciência teve sucesso onde a magia fracassou: porque ela não buscou um encantamento para jogar sobre a natureza.

Jacob Bronowski

GONÇALVES, Francisco das Chagas. **Desempenho agrônomo e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica.** Mossoró, UFERSA, 2018.75f. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018

## RESUMO

A cebola é uma hortaliça de grande expressão econômica, sendo a terceira em valor econômico no Brasil. Entre os nutrientes mais absorvidos e exportados para os bulbos de cebola, destacam-se o potássio e o nitrogênio. Todavia, as quantidades podem variar com a densidade populacional e com a cultivar utilizada, influenciando diretamente a produtividade e qualidade da cultura. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomo e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica. A pesquisa constou de dois experimentos desenvolvidos nos anos 2015 e 2016, em um argissolo da Estação Experimental da UFERSA, município de Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi o de blocos casualizados com quatro repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial. Em 2015, empregaram-se duas cultivares (IPA 11 e Rio das Antas) com sete doses de potássio (0, 70, 140, 210, 280, 350 e 420 kg ha<sup>-1</sup>), ao passo que no ano seguinte utilizaram-se as mesmas cultivares, porém com sete doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135, 180, 225 e 270 kg ha<sup>-1</sup>). As doses de potássio que proporcionaram as máximas produtividades total e comercial foram de 215 e 216 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. Os sólidos solúveis e o percentual de bulbos das classes 2, 3 e 4 não foram influenciados pela adubação potássica. Houve redução do percentual de bulbos não comerciais com o aumento das doses de potássio. A dose de máxima eficiência econômica foi de 211 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, responsável por uma produtividade comercial de 61,8 t ha<sup>-1</sup>. A dose de nitrogênio que proporcionou as maiores produtividades total e comercial foi de 92 kg ha<sup>-1</sup> de N. O nitrogênio aumentou os teores de nitrogênio, clorofilas a, b e total nas folhas, os percentuais de bulbos das classes 3 e 4 e a pungência, reduzindo, porém, os percentuais de bulbos das classe 2 e não comerciais. As doses de 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram as máximas taxas de retorno para IPA 11 (2,07) e Rio das Antas (2,41), respectivamente.

**Palavras-chave:** *Allium cepa* L. Nutrição de planta. Nutrientes. Pungência. Eficiência econômica. Indicadores econômicos.



GONÇALVES, Francisco das Chagas. **Agronomical and qualitative performance of onion cultivars under narrow system as a result of nitrogen and potassium fertilization.** Mossoró, UFERSA, 2018.75f. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018

## ABSTRACT

The onion is a vegetable of great economic expression, being the third one in economic value in Brazil. Among the nutrients absorbed and exported to the onion bulbs, we highlight potassium and nitrogen. However, the amounts of these nutrients may vary according to the population density and cultivar, directly influencing the productivity and quality of the harvested bulb. Thus, the objective of this work was to evaluate the agronomic and qualitative performance of onion cultivars under a densified system as a function of nitrogen and potassium fertilization. The research consisted of two experiments developed in the years 2015 and 2016, in an ultisol of the Experimental Station of UFERSA, municipality of Mossoró-RN. The experimental design was a randomized block design with four replicates, and the treatments were arranged in a factorial scheme. In 2015, two cultivars (IPA 11 and Rio das Antas) were used with seven doses of potassium (0, 70, 140, 210, 280, 350 and 420 kg ha<sup>-1</sup>), while the same cultivars were used the following year, but with seven nitrogen doses (0, 45, 90, 135, 180, 225 and 270 kg ha<sup>-1</sup>). Potassium doses that allowed maximum total and commercial yields were 215 and 216 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, respectively. Potassium fertilization did not influence the soluble solids neither the percentage of bulbs of classes 2, 3 and 4. There was a reduction in the rate of non-commercial bulbs with the increase of potassium doses. The maximum economic efficiency dose was 211 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, responsible for a commercial yield of 61.8 t ha<sup>-1</sup>. Nitrogen increased the nitrogen, chlorophyll a, b and total contents in the leaves, the percentage of bulbs classified as 3 and 4, reducing, however, the percentages of bulbs classified as 2 and non-commercial bulbs. The doses of 108 and 82 kg ha<sup>-1</sup> of N provided the highest rates of return for IPA 11 (2.07) and Rio das Antas (2.41), respectively.

**Key words:** *Allium cepa* L. Plant nutrition. Nutrients. Pungency. Economic efficiency. Economic indicators.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados médios diários de temperatura média do ar (T ar média), temperatura máxima do ar (T ar máx.), temperatura mínima do ar (T ar min.) e umidade relativa do ar (UR), no período de 04/08 a 04/12 de 2015, obtidos de uma estação meteorológica localizada na Fazenda experimental Rafael Fernandes. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	30
Figura 2. Produtividade total e comercial de bulbos de cebola em função das doses de potássio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	366
Figura 3. Percentagem de bulbos não comerciais de cebola, em função das doses de potássio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	388
Figura 1. Dados diários de temperatura média do ar (T ar média), temperatura máxima do ar (T ar máx.), temperatura mínima do ar (T ar min.) e umidade relativa do ar (UR), no período de 29/06 a 31/10 de 2016, obtidos de uma estação meteorológica localizada na Fazenda experimental Rafael Fernandes. Mossoró-RN. UFERSA, 2018. ....	53
Figura 2. Teor de N na folha diagnóstica em função das doses de nitrogênio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	59
Figura 3. Produtividades total e comercial de bulbos de cebola em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	60
Figura 4. Percentual de bulbos classe 2 nas cultivares IPA 11 e Rio das Antas em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018. ....	62
Figura 5. Percentual de bulbos classe 3 na cultivar IPA 11 em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	63
Figura 6. Teor de clorofila a em função das doses de nitrogênio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	31
Tabela 2. Resumo da análise de variância para teor de potássio na folha diagnostica (KFD), produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4), percentagem de bulbos não comerciais (PBNC), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cultivares cebola e doses de potássio. ....	34
Tabela 3. Médias de teor de potássio folha diagnostica, produtividade total (PDT), comercial (PDC) e não comercial (PDNC), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4) e percentagem de bulbos não comerciais (PBNC) de cebola em função de doses de potássio e cultivares. ....	35
Tabela 4. Médias de teor de sólidos solúveis (SS) e pungência (PUNG) de cebola em função de doses de potássio e cultivares de cebola. ....	39
Tabela 5. Médias da acidez titulável (AT) e da relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), em função das doses de potássio e cultivares de cebola. ....	41
Tabela 1. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	54
Tabela 2. Resumo da análise de variância para produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), teor de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4), (PBNC) percentagem de bulbos não comerciais, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cultivares cebola e doses de nitrogênio. ....	58
Tabela 3. Médias de teor de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD), produtividade total (PDT), comercial (PDC) e clorofila a (Cla), clorofila b (C1b) e clorofila total (Cltotal) de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares.....	60
Tabela 4. Médias das percentagens de bulbos de cebola classes dois (PB2), três (PB3), quatro (PB4) e não comercial (PBNC) em função das doses de nitrogênio e cultivares de cebola. ...	62
Tabela 5. Médias de teor de sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares de cebola.....	66
Tabela 6. Médias da acidez titulável (AT) e pungência (PUNG), em função das doses de nitrogênio e cultivares de cebola. ....	66
Tabela 7. Médias da renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), ponto de nivelamento (PN) e margem de segurança (MS) de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares. ....	68

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 Exigências nutricionais da cebola.....	13
2.2 Respostas da cebola à adubação potássica.....	15
2.3 Respostas da cebola à adubação nitrogenada .....	16
2.4 A influência dos métodos de implantação e densidade de plantio no manejo nutricional e desempenho da cebola .....	17
2.5 Fertirrigação.....	18
2.6 Informação das Cultivares .....	19
<b>3 REFERÊNCIAS</b> .....	19
<b>CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA ADENSADAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA</b> .....	27
<b>RESUMO</b> .....	27
<b>ABSTRACT</b> .....	28
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
2.1 Localização e características da área experimental .....	30
2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	30
2.3 Implantação e condução do experimento.....	31
2.4 Características avaliadas .....	32
2.5- Dose de máxima eficiência econômica.....	33
2.6 Análise estatística.....	33
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
3.1 Teor foliar de potássio, produtividade, classificação de bulbos e dose de máxima eficiência econômica.....	34
3.2 Qualidade de bulbos .....	38

3.3 Eficiência econômica.....	41
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA ADENSADAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA.....</b>	<b>49</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>49</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>50</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
2.1 Localização e características da área experimental .....	53
2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	53
2.3 Implantação e condução do experimento.....	54
2.4 Características avaliadas .....	55
2.5- Indicadores econômicos.....	56
2.6 Análise estatística.....	57
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>
3.1 Teor foliar de nitrogênio, produtividade, classificação de bulbos e teores de clorofila ....	58
3.2 Qualidade de bulbos .....	65
3.3 Indicadores econômicos .....	67
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>69</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças de maior expressão econômica e social no Brasil. É considerada a terceira olerícola mais importante, em termos de valor econômico, sendo superada apenas pelo tomate e a batata. Em 2016, com área plantada de 58.483 ha, produziu 1.657.441 t, com valor de R\$ 1.850.310.000,00 e produtividade média de 28,34 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2017).

O cultivo da cebola em larga escala no Rio Grande do Norte, embora recente (com aproximadamente 15 anos), tem passado por grandes transformações tecnológicas nos últimos anos. A adoção da mecanização substituiu o transplante de mudas pela semeadura direta, de modo que a densidade de plantas passou de 400.000 para 1.000.000 por hectare e as cultivares de polinização aberta foram substituídas pelos híbridos, mais produtivos e de bulbos mais uniformes. No entanto, não houve mudanças quanto ao manejo nutricional, criando a necessidade de estudos que proporcionem informações que embasem uma recomendação de adubação para esta cultura sob tais condições.

Mesmo nas regiões pioneiras (sudeste e centro-oeste) no uso dessas tecnologias (híbridos e população de plantas de 1.000.000 ou mais) no cultivo da cebola, os experimentos avaliando doses de fertilizantes, principalmente nitrogênio e potássio, com a utilização de híbridos em sistema adensado ainda são incipientes. A resposta do desempenho agrônômico da cebola em função das doses de nutrientes varia com a cultivar, sistema de implantação, época do ano e região, possibilitando especificidade de cultivar e sistema de manejo para cada região.

As plantas de cebola são capazes de se ajustar ao espaço disponível para o desenvolvimento do bulbo. Porém, em sistema adensado, os híbridos, de forma geral, tendem a proporcionar melhores resultados com relação ao tamanho, quando comparados com as cultivares de polinização aberta. No processo de melhoramento, além do ganho na produtividade, os atuais híbridos de cebola foram selecionados visando à maior eficiência na absorção e utilização dos fertilizantes.

O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares de cebola sob sistema adensado em função da adubação nitrogenada e potássica nas condições do município de Mossoró-RN.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Exigências nutricionais da cebola

A quantidade de nutrientes absorvida varia com os fatores água, luz, temperatura, outros nutrientes, variedade e população de plantas por área (VIDIGAL et al., 2002), além do tipo de solo e sistema de irrigação (AGUIAR NETO et al., 2014).

Mesmo estando entre as espécies vegetais de crescimento mais lento, a cebola remove menos P e K do solo, até mais do que muitos outros vegetais que alcançam rendimentos máximos com níveis bem mais baixos de P e K no solo, como, por exemplo, o repolho. Isso ocorre devido à baixa densidade de raízes e a falta de pelos radiculares, sendo, portanto, necessária alta concentração de P e K na solução do solo para que ocorra difusão destes nutrientes até a superfície da raiz a uma taxa suficiente para atender suas exigências nutricionais (BREWSTER, 2008).

Adequadamente nutrida, a planta de cebola apresenta três fases de crescimento muito bem definidas (CECÍLIO FILHO et al., 2009). A primeira compreende desde a semeadura até o início da bulbificação, a segunda corresponde à bulbificação (enchimento do bulbo) e a terceira fase diz respeito à maturação (PÔRTO et al., 2006; CECÍLIO FILHO et al., 2015; KURTZ et al., 2016).

Na primeira fase, o acúmulo de matéria seca da parte aérea é muito pequeno em relação ao máximo acumulado no final do ciclo. Vidigal et al. (2010a), comparando o crescimento e a absorção de nutrientes da variedade Alfa Tropical em dois sistemas de cultivo (semeadura direta e transplantio de mudas), observaram que o acúmulo de massa seca foi lento até 56 e 74 dias após a semeadura, respectivamente, para semeadura direta e transplantio de mudas, não alcançando 10% da massa seca total da planta em ambos os sistemas de cultivo. Mesmo percentual foi encontrado por Moraes et al. (2016) aos 64 dias após a semeadura, analisando a acumulação de nutrientes do híbrido de cebola Aquarius sob semeadura direta. Comportamento semelhante foi observado por Kurtz et al. (2016), os quais, trabalhando com a cultivar Bola Precoce, concluíram que o acúmulo de massa seca na fase inicial alcançou apenas 16% da matéria seca acumulada. Para esta fase, o acúmulo de nutrientes acompanha o acúmulo de massa seca (PÔRTO et al., 2006; CECÍLIO FILHO et al., 2015). Santos (2007) relatou que no início da bulbificação das plantas cultivadas em um vertissolo, a variedade Alfa Tropical acumulou 15,4, 17,0, 18,9, 18,9, 19,6, 21,6, 15,2, 12,3, 22,7, 20,1, 13,2% para N, P, S, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn respectivamente, ao passo que

para esta mesma variedade e período, cultivada em argissolo, houve acúmulo de 23,4, 18,9, 13,8, 33,0, 31,7, 23,5, 29,1, 12,1, 16,4, 16,5, 19,3%, respectivamente, para esses nutrientes.

Na segunda fase, que coincide com o início da bulbificação, tem início a translocação de fotoassimilados e outros compostos para o bulbo, havendo rápido acúmulo de matéria seca. O período decisivo para fixação do peso e diâmetro do bulbo de cebola, assim como o seu rendimento está entre 45 a 90 dias após o transplântio (ASHOK et al., 2013). Pôrto et al. (2006) avaliaram o acúmulo de nutrientes pela cultivar de cebola 'Optma' estabelecida por semeadura direta e concluíram, determinando que nesta fase houve acúmulo de 75,8 e 83,4 % da massa seca acumulada em todo o ciclo, respectivamente, para a parte aérea e o bulbo. Assim como na primeira fase, a absorção de nutrientes segue o comportamento da produção da matéria seca, onde cerca de 70 % da absorção de N e P ocorrem durante a metade final do período de crescimento total (BREWSTER, 2008). Resultados semelhantes foram verificados por Pôrto et al. (2006), ao constatarem que altos percentuais do acúmulo total de nutrientes ocorreram nos últimos 60 dias do ciclo, sendo de 42, 64, 49, 67, 72 e 67% para N, P, K, Ca, Mg e S. Segundo Vidigal et al. (2010a), a quantidade absorvida de nutrientes pela planta de cebola foi crescente até 69, 81, 68, 74, 72, 77, 81 e 86 dias após a semeadura para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, respectivamente, e para S e Cu foi crescente até a colheita (ocorrida aos 102 dias após a semeadura). Com o tempo, é comum o declínio da percentagem de nutrientes minerais na matéria seca da cebola, o que pode ser explicado pelas concentrações de N, P e K serem mais altas nos tecidos metabolicamente ativos do que nos tecidos estruturais e de armazenamento (BREWSTER, 2008).

Na terceira fase, há praticamente supressão do crescimento da parte aérea e forte desaceleração no incremento de matéria seca do bulbo (PÔRTO et al., 2006). Santos (2007), ao avaliar o acúmulo de nutrientes para duas cultivares e dois tipos de solo no submédio São Francisco, concluiu que após o período de máximo acúmulo de matéria seca na parte aérea houve redução equivalente a 23% para a cultivar Alfa São Francico e 8% para a cultivar Franciscana IPA – 10 transplantadas em um vertissolo e 30 e 43%, respectivamente, para as mesmas cultivares, transplantadas em um argissolo.

O K é o nutriente acumulado em maior quantidade pela planta de cebola, seguido pelo N e Ca (PÔRTO et al., 2006; VIDIGAL et al., 2010a; MORAES et al., 2016), embora alguns autores tenham verificado inversões nesta ordem, onde o N superou o K (SANTOS, 2007; KURTZ et al., 2016). S e P ficam alternando o quarto e quinto lugar na ordem de acúmulo de nutrientes (PÔRTO et al., 2006; SANTOS, 2007; VIDIGAL et al., 2010a), ao passo que Mg figura constantemente como o macronutriente menos acumulado (PÔRTO et al., 2006;



KURTZ et al., 2016; BETTONI et al., 2016). A quantidade de nitrogênio e potássio absorvidos pela cebola varia entre híbridos e cultivares de polinização aberta (PA). Enquanto para os híbridos os valores variam de 65 a 202 mg planta<sup>-1</sup> para nitrogênio e de 76 a 295 mg planta<sup>-1</sup> para potássio, para cultivares PA os valores são superiores tanto para nitrogênio quanto para potássio, com valores na faixa de 192 a 406 mg planta<sup>-1</sup> e 228 a 346 mg planta<sup>-1</sup> para esses nutrientes, respectivamente (PÔRTO et al., 2006, 2007; MAY et al., 2008; MARROCOS et al., 2009; VIDIGAL et al., 2010a; KURTZ et al., 2016).

## 2.2 Resposta da cebola à adubação potássica

Como K desempenha diversas funções em numerosos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas – incluindo fotossíntese, aumento da translocação de assimilados, síntese de proteínas, manutenção do balanço de água e promoção de atividade enzimática (MARSCHNER, 2012), aplicações deste nutriente podem influenciar a cultura da cebola de forma positiva tanto quantitativa como qualitativamente (DESHPANDE et al., 2013; BEHAIRY et al., 2015).

O incremento na produtividade agrícola, decorrente da adição de fertilizantes potássicos ao solo, varia principalmente com a quantidade de K disponível no solo, com as espécies vegetais, o teor de água e o nível geral da fertilidade do solo (STEINER, 2014).

Pesquisas têm demonstrado que a adubação potássica pode aumentar a produtividade da cebola em até 340% (ATANDA; OLANIYI, 2016), a massa média do bulbo em até 211% e o teor de sólidos solúveis em até 52% (NABI et al., 2010). Porém, normalmente a média de incremento tem sido de 38,9%, 112% e 10,6% para produtividade, massa média e sólidos solúveis, respectivamente (AKHTAR et al., 2002; EL-BASSIONY, 2006; NABI et al., 2010; DESHPAND et al., 2013; SAUD et al., 2013; BEHAIRY et al., 2015; POORNIMA et al., 2016). A adubação potássica também tem proporcionado aumento na altura de planta, número e peso fresco de folhas, diâmetro, firmeza e pungência do bulbo, açúcares redutores e não redutores (EL-BASSIONY, 2006; NABI et al., 2010; SAUD et al., 2013; BEHAIRY et al., 2015), bem como da clorofila (DESHPAND et al., 2013).

Solos com baixos teores de K ( $\leq 1,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) tendem a apresenta respostas significativas com K<sub>2</sub>O na faixa de 75 a 103 kg ha<sup>-1</sup> (NABI et al., 2010; MAY et al., 2007). Para solos com teores médios deste nutriente (2,5 a 5,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), a dose que tem proporcionado melhor resposta varia com o tipo de cultivar utilizada, OP ou híbrido, com valores que podem variar de 144 a 714 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para as cultivares OP (EL-BASSIONY, 2006; BEHAIRY et al., 2015; MARROCOS, 2015; ATANDA; OLANIYI, 2016) e de 81 a

103 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para híbridos (MAY et al., 2007; DESHPAND et al., 2013). Para os solos com teores considerados altos (>5,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), esses valores têm oscilado entre 100 a 476 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (AKHTAR et al., 2002; EL-BASSIONY, 2006; POORNIMA et al., 2016).

Apesar dos inúmeros trabalhos demonstrando efeito positivo da adubação potássica, eles não são unanimidade. Resende e Costa (2008) – avaliando o efeito de duas épocas de plantio (março e agosto), quatro doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) e três doses de potássio (0, 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a produtividade e armazenamento da variedade Texas Grano 502 PRR, cultivada em um latossolo vermelho-amarelo distroférico com 2,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K – concluíram que o potássio não influenciou na produtividade, o que foi confirmado por Resende e Costa (2014b), avaliando os efeitos de doses de nitrogênio e potássio na produtividade e conservação pós-colheita da cebola IPA 11, cultivada em um latossolo com 4,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

### 2.3 Resposta da cebola à adubação nitrogenada

O nitrogênio, diferentemente do potássio, é encontrado na planta na forma orgânica, como constituinte de aminoácidos e proteínas, de bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, enzimas e coenzimas, vitaminas, glicolipoproteínas e pigmentos (clorofila), exercendo influência direta nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular e herança (PRADO, 2008).

Entre os nutrientes, o nitrogênio apresenta maior influência na produção de cebola, embora, em geral, seja o segundo nutriente mais acumulado por esta cultura (CECÍLIO FILHO et al., 2015). Além da adubação nitrogenada, fatores como a cultivar, época de plantio e tipo de solo, influenciam diretamente a produção desta cultura (VIDIGAL et al., 2010b).

O nitrogênio também influencia nas características qualitativas da cebola, como comprova o trabalho de Randle (2000), que, avaliando o efeito de doses crescentes de nitrogênio (0,22 a 0,97 g L<sup>-1</sup>) em solução hidropônica sobre o sabor e qualidade de bulbos de cebola (Granex 33), constatou que na medida em que se aumentou a concentração de nitrogênio na solução houve redução linear do peso fresco e na firmeza e aumento do teor de ácido pirúvico também de forma linear entre as concentrações de 0,22 a 0,78 g L<sup>-1</sup>, sofrendo ligeira redução em níveis mais altos (0,97 g L<sup>-1</sup>), não tendo sido verificada influência deste nutriente no teor de sólidos solúveis.

A resposta à adubação nitrogenada também está diretamente relacionada aos níveis de matéria orgânica no solo. Trabalhos realizados com cebola na região nordeste do Brasil, avaliando doses de nitrogênio em cultivares de polinização aberta e solos com teores de

matéria orgânica variando de 0,3 a 0,66%, têm constatado que a dose ótima de N está no intervalo de 77,7 a 215,9 kg ha<sup>-1</sup>, sendo as maiores doses constatadas nos solos com teores mais baixos de matéria orgânica (RESENDE; COSTA, 2009, 2014a, 2014b; RODRIGUES, 2014). Para os híbridos de cebola, a dose ótima tem variado de 131,0 a 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, em solos com teores de matéria orgânica no intervalo de 0,25 a 3% (MAY et al., 2007; HALVOROSON et al., 2008; VILAS BOAS et al., 2014; GESSESEW et al., 2015).

#### 2.4 A influência dos métodos de implantação e densidade de plantio no manejo nutricional e desempenho da cebola

A cultura da cebola pode ser implantada pelos métodos de transplântio de mudas, semeadura direta ou plantio de bulbinhos, sendo os dois primeiros os mais utilizados no Brasil.

O método de implantação, assim como a cultivar e a condição climática, tem influência direta na definição da densidade de plantio. Densidades de 400.000 a 600.000 plantas ha<sup>-1</sup> são recomendadas quando se utilizam o transplântio de mudas e cultivares de polinização aberta (OP), ou mesmo híbridos em regiões de clima frio e úmido. O cultivo da cebola adensada (900.000 a 1.000.000 plantas ha<sup>-1</sup>) passou a ser utilizado recentemente, principalmente nas regiões sudeste, centro-oeste e alguns locais da região nordeste, juntamente com a utilização de híbridos e da semeadura direta (GRANJEIRO et al., 2018).

De modo geral, o aumento da densidade de plantas aumenta a concorrência por luz, água, CO<sub>2</sub>, oxigênio e nutrientes minerais, modificando o processo de bulbificação (MASCARENHAS, 1993). Método de implantação aliado à densidade de plantio na cultura da cebola tem sido uma das linhas de pesquisa muito exploradas na atualidade pelos pesquisadores que trabalham com esta cultura. Entre eles, Vidigal et al. (2010a), que pesquisaram a influência destes fatores na cultivar OP Alfa tropical, observando que com a alteração do sistema de transplântio de mudas e densidade de 700.000 plantas ha<sup>-1</sup> para semeadura direta e densidade de 1.100.000 plantas ha<sup>-1</sup>, houve redução de 9,4% na quantidade de nitrogênio e aumento de 6,0% na quantidade de potássio acumulado na planta. A densidade de plantio também influencia no acúmulo de matéria seca, tanto da parte aérea como no bulbo da cebola; de acordo com Cecílio Filho et al. (2009), o aumento da densidade de 60 para 108 plantas m<sup>-2</sup> provocou redução de 30,4% e 16,3% no acúmulo de matéria seca, respectivamente, da parte aérea e do bulbo nos híbridos de cebola Optima e Superex.

Pesquisas têm demonstrado que o fator genético tem sido preponderante nos resultados com cultivo adensado em cebola, fato comprovado no trabalho de Dawar et al.

(2007), os quais, avaliando a influência da densidade de plantio (40, 60 e 80 plantas  $4m^{-2}$ ) em três cultivares (Swat-1, Terich-02 e Gilassi), concluíram que o aumento da densidade promoveu aumento na produtividade em todas as cultivares, com incremento de 23,8%, 10,5 e 16,2% para Swat-1, Terich-02 e Gilassi, respectivamente. Resultados semelhantes foram verificados por Santos et al. (2018), que, avaliando o desempenho de três cultivares de cebola (IPA 11, Serena e Rio das Antas) em função do espaçamento entre plantas (3, 6, 8 e 10 cm), concluíram que os espaçamentos de 4,4, 5,7 e 3,0 cm proporcionaram as maiores produtividades para as cultivares IPA 11, Rio das Antas e Serena, com incrementos de 64,4%, 40,39% e 16,21%, respectivamente, para essas cultivares, quando comparado com o maior espaçamento.

## 2.5 Fertirrigação

Um aspecto altamente limitante na produção agrícola, sobretudo em regiões tropicais, é a fertilidade dos solos. A questão nutricional das culturas torna-se ainda mais importante na agricultura irrigada, pois nessa atividade produtiva se busca aperfeiçoar todos os fatores associadas à produção (MAROUELLI; SOUSA, 2011).

A fertirrigação viabiliza a aplicação diária de fertilizantes, além de reduzir perdas tanto por lixiviação como por volatilização, permitindo a aplicação dos nutrientes de acordo com a real necessidade da cultura, com um custo reduzido de mão de obra (PAPADOPOULOS, 2001; PINTO; FEITOSA FILHO, 2009).

Os nutrientes mais usados para fertirrigação são aqueles de maior mobilidade no solo, como o nitrogênio e o potássio. A aplicação de fósforo, de cálcio e de outros nutrientes via água de irrigação também pode ser vantajosa em condições específicas (MAROUELLI; SOUSA, 2011).

Pesquisas têm mostrado que o potássio aplicado via gotejamento tem provocado avanços laterais e verticais do nutriente de 0,60 a 0,75 m de distância do emissor (COELHO et al., 2011), porém este deslocamento depende da CTC e da textura do solo (COELHO, 1994).

A eficiência de fertilizantes nitrogenados é quase sempre maior quando aplicado via fertirrigação do que qualquer outro método de aplicação. A precisão na aplicação confina o fertilizante na zona radicular da cultura, minimizando a volatilização, ao passo que o parcelamento das aplicações maximiza a absorção pelas raízes e minimiza a lixiviação (SILVA et al., 1999). Isso tem sido comprovado em trabalhos como o de Costa et al. (2015), ao avaliar o efeito do manejo da água e fertilizantes no cultivo da cebola variedade IPA 11

com irrigação por gotejamento e sulco, concluindo que com o gotejamento houve um aumento de 116,9% na produtividade e redução de insumos da ordem de 141% para nitrogênio, 233% para fósforo, 70% para potássio e 42% no consumo de água.

## 2.6 Informação das Cultivares

O híbrido Rio das Antas é comercializado no Brasil pela empresa Hazera, segundo a qual apresenta alta produtividade, boa adaptação a diferentes altitudes, bulbos com formato Grano, recomendada tanto para plantio direto como para transplântio, estando recomendado de 700 a 800 mil plantas por hectare, bulbos com sabor pouco pungente e maturação média no nordeste brasileiro de 130 dias.

A cultivar de polinização aberta IPA 11 foi desenvolvida no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA-PE) para o nordeste do Brasil. É comercializada por várias empresas, sendo que para este experimento a semente foi adquirida da empresa Feltrin, segundo a qual esta cultivar apresenta bulbo de formato globular alongado de cor amarela e peso médio de 120 a 140 gramas, maturação de 110 a 150 dias. Segundo a empresa Hortvale, a recomendação de estande para esta cultivar é de 456 mil plantas por hectare (espaçamento de 0,15 x 0,10 m).

### 3 REFERÊNCIAS

ABCSEM – Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas. 2014. 2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

AGUIAR NETO, P.; GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; MARROCOS, S. T. P.; SOUSA, V. F. L. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna (RN) e Petrolina (PE). **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 370-380, 2014. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18n04/v18n04a03.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

AKHTAR, M. E.; BASHIR, K.; KHAN, M. Z.; KHOKHAR, K. M. Effect of potash application on yield of diferente varieties of onion (*Allium cepa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, Dubai, v. 1, n. 4, p. 324-325, 2002. Disponível em: <<http://www.scialert.net/qredirect.php?doi=ajps.2002.324.325&linkid=pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

ASHOK, P; SASIKALA, K.; PAL, N. Growth analysis studies in onion (*Allium cepa* L.). **International Journal of Farm Sciences**, Nauni, Solan, v. 3, n. 1, p. 30-46, 2013. Disponível em: <<https://www.inflibnet.ac.in/ojs/index.php/IJFS/article/view/2206/1824>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

ATANDA, T. T.; OLANIYI, J. O. Effects of selected nitrogenous and potassium fertilizers on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). in Ogmoboso. **Direct Res. J. Agric. Food Sci.**, Ismailia, v. 4, n. 11, p. 314- 319, 2016. Disponível em: <<https://directresearchpublisher.org/wp-content/uploads/2016/10/Atanda-and-Olaniyi.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

BEHAIRY, A. G.; MAHMOUD, A. R.; SHAFEEK, M. R.; ALI, A. H.; HAFEZ, M. M. Growth, yield and bulb quality of onion plants (*Allium cepa* L) as affected by foliar and soil applicattion of potassium. **Middle East J. Agric. Res.**, Cairo, v. 4, n. 1, p. 60- 66, jan.-mar. 2015. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/21a1/38e0cdefcaaf135db9b1f1e436f445476f63.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

BETTONI, M. M.; MÓGOR, A. F.; PAULETTI, V.; SILVA, V. C. P.; KOYAMA, R. Export and nutrient partitioning in organic onion. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 5, p. 683- 690, set.-out. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2016000500683&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2016000500683&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. 2 ed. Wellesbourne: UK, 2008.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; GRANGEIRO, L. C.; RESENDE, G. M.; REZENDE, B. L. A.; VIDIGAL, S. M. Nutrição mineral, calagem e adubação em cebola. In: SOUZA, R. J.; ASSIS, R. P.; ARAÚJO, J. C. (org.). **Cultura da cebola: tecnologias de produção e comercialização**. Lavras: UFLA, 2015. p. 149-183.

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. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 49- 54, jan.-mar. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0102-05362009000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362009000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 14 abr. 2017.

COELHO, A. M. Fertirrigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 201-227.

COELHO, A. M.; OR, D.; SOUSA, V. F. Aspectos básicos em fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Hortaliças; São Luís: Embrapa Cocais; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 233-251.

COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; YURI, J. E.; CALGARO, M.; CORREIA, R. C. Manejo de água e nutrientes na cultura da cebola sob irrigação por gotejamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25., 2015, São Cristóvão. **Anais: Agricultura irrigada no Semiárido brasileiro**. São Cristóvão: CONIRD, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135100/1/Nivaldo.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

DAWAR, N. M.; WAZIR, F. K.; DAWAR, M.; DAWAR, S. H. Effect of planting density on growth and yield of onion varieties under climatic conditions of Peshawar. **Sarhad J. Agric. Peshawar**, v. 23, n. 4, p. 911-917, 2007. Disponível em: <[http://aup.edu.pk/sj\\_pdf/EFFECT%20OF%20PLANTING%20DENSITY%20ON%20GROWTH%20AND%20YIELD%20OF%20ONION.pdf](http://aup.edu.pk/sj_pdf/EFFECT%20OF%20PLANTING%20DENSITY%20ON%20GROWTH%20AND%20YIELD%20OF%20ONION.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2018.

DESHPANDE, A. N.; DHAGE, A. R.; BHALERAO, V. P.; BANSAL, S. K. Potassium Nutrition for Improving Yield and Quality of Onion. **International Potash Inst. e-ipc**, s.l., n. 36, p. 16-28, 2013.

EL-BASSIONY, A. M. Effect of potassium fertilization on growth, yield and quality of onion plants. **J. Appl. Sci. Res.**, Faisalabad, v. 2, n. 10, p. 780- 785, 2006. Disponível em: <<http://happyslide.net/doc/2443585/effect-of-potassium-fertilization-on-growth--yield-and-qu...>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

GESSESEW, W. S.; WOLDETSADIK, K.; MOHAMMED, W. Growth parameters of onion (*Allium cepa* L. Var. Cepa) as affected by nitrogen fertilizer rates and intra-row spacing under irrigation in Gode, South-Eastern Ethiopia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, New York, v. 4, n. 6, p. 239-245, 2015. Disponível em: <<http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.aff.20150406.11.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

GRANGEIRO, L. C.; FACTOR, T. L.; BRENDA JÚNIOR, J. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Preparo do solo e plantio. In: NICK, C.; BOREM, A. (org.). **CEBOLA: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2018. p. 41-57.

HALVORSON, A. D.; BARTOLO, M. E.; REULE, C. A.; BERRADA, A. Nitrogen effects on onion yield under drip and furrow irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 4, p. 1062-1069, 2008. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=18244&content=PDF>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

KURTZ, C.; PAULETTI, V.; FAYAD, J. A.; VIEIRA NETO, J. Crescimento absorção de nutrientes pela cultivar de cebola Bola Precoce. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 279-288, abr.-jun. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000200279&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000200279&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 14 abr. 2017.

MARQUELLI, W. A.; SOUSA, V. F. Irrigação e fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (org.). Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Hortaliças; São Luís: Embrapa Cocais; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 24-26.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012.

MARROCOS, S. T. P. **Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo**. 2015. 69f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2015-SAULO-DE-T%C3%81RCIO-PEREIRA-MARROCOS.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

MARROCOS, S. T. P.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T. Crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 27, n. 2, (Suplemento – CD Rom), agosto 2009. Disponível em:



<[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/A1888\\_T3558\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/A1888_T3558_Comp.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

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

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 53-59, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362007000100011&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362007000100011&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

MORAES, C. C.; ARAUJO, H. S.; FACTOR, T. L.; PURQUERIO, L. F. V. Fenologia e acumulação de nutrientes por cebola de dias curto em semeadura direta. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 2, p. 281-290, junho 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2016000200011](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2016000200011)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

NABI, G.; RAB, A.; ABBAS, S. J.; TULLAH, F.; MUNSIF, F.; SHAH, I. H. Influence of diferente levels of potash on the quantity, quality and storage life of onion bulbs. **Pak. J. Bot.**, Carachi, v. 42, n. 3, p. 2151-2163, 2010. Disponível em: <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(3\)/PJB42\(3\)2151.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(3)/PJB42(3)2151.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2017.

PAPADOPOULOS, I. Processo de transição da fertilização convencional para a fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (org.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. v. 2. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 9-69.

PINTO, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C. Fertirrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. 49 p. (Documentos online, 219). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/257191/1/SDC219.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2016.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; VARGAS, P. F. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Superex" estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 949-955, 2007. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400005>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola 'Optima' estabelecida por semeadura direta. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 470- 475, out.-dez. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362006000400015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362006000400015)>. Acesso em: 14 abr. 2017.

POORNIMA, K. S.; MAMATHA, N.; RAMESH, H. S. Effect of potassium and sulphur on yield and yield attributes of onion and chilli intercrops in a vertissol. **Asian J. Soil Sci.**, Muzaffarnagar, v. 11, n. 1, p. 58-61, 2016. Disponível em: <[http://www.researchjournal.co.in/online/AJSS/AJSS%2011\(1\)/11\\_58-61\\_A.pdf](http://www.researchjournal.co.in/online/AJSS/AJSS%2011(1)/11_58-61_A.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, Editora UNESP. 2008.

RANDLE, W. M. Increasing nitrogen concentration in hydroponic solutions affects onion flavor and bulb quality. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v. 125, n. 2, p.254-259, 2000. Disponível em: <<http://journal.ashspublications.org/content/125/2/254.full.pdf+html>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Épocas de plantio e doses de nitrogênio e potássio na produtividade e armazenamento da cebola. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 43, n. 2, p.221-226, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008000200010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008000200010&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produtividade e armazenamento de cebola (*Allium cepa* L.) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação em cultivo de verão. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1314-1320, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n5/v33n5a17.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

RESENDE, G.M. de; COSTA, N.D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de cultivares de cebola. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 357-362, 2014a. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/266839497\\_Dose\\_economica\\_de\\_nitrogenio\\_na\\_produtividade\\_e\\_armazenamento\\_de\\_cultivares\\_de\\_cebola](https://www.researchgate.net/publication/266839497_Dose_economica_de_nitrogenio_na_produtividade_e_armazenamento_de_cultivares_de_cebola)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Effects of levels of potassium and nitrogen on yield and post-harvest conservation of onions in winter. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p.572-577, 2014b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2014000400018](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2014000400018)>. Acesso em: 29 abr. 2017.

RODRIGUES, G. S. O. Produtividade e qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. 2014. 65f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <[https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/4000/pdf\\_296](https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/4000/pdf_296)>. Acesso em: 09 abr. 2016.

SANTOS, J. P.; GRANGEIRO, L. C.; SOUSA, V. F. L.; GONÇALVES, F. C.; FRANÇA, F. D.; CORDEIRO, C. J. X. Performance of onion cultivars as a function of spacing between plants. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 3, p. 212-217, 2018.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662018000300212](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000300212)>. Acesso em: 09 mar. 2018.

SANTOS, E. E. F. **Acúmulo de nutrientes e relação Ca:Mg no cultivo da cebola, no submédio São Francisco**. 2007. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103219/santos\\_eef\\_dr\\_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103219/santos_eef_dr_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 18 jan. 2017.

SAUD, S.; YAJUN, C.; RAZAQ, M.; LUQMAN, M.; FAHAD, S.; ABDULAH, M.; SADIQ, A. Effect of potash levels and row spacings on onion yield. **J. Biol. Agric. Healthcare**, Hong Kong, v. 3, n. 16, p.118-127, 2013. Disponível em: <<http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/8245/8636>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

SILVA, W. L.; CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A. Fertirrigação na EMBRAPA hortaliças. In: FOLEGATTI, M. V. (org.). **Fertirrigação: citrus. Flores. hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 433-440.

STEINER, F. **Balanco de potássio no sistema solo-planta influenciado pela textura e adubação potássica em solos tropicais**. 2014. 79f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110938/000791309.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Inf Agropec**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 20-27, 2002.

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. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 59-70, jan.-feb. 2010a. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7036/4664>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W.; FONSECA, M. S. da; SANTOS, I. C. dos. Adubação com nitrogênio em cobertura na produção de cebola. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 3705-3711, 2010 (Suplemento – CD Rom), julho 2010b. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_4/A2597\\_T3991\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_4/A2597_T3991_Comp.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2017.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. G.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GAMA, G. B. N.; GARCIA, H. H.; ARAÚJO, R. S. A. Rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, mar.-abr. 2014. Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/12908/14265>>.  
Acesso em: 15 jun. 2017.

## CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA ADENSADAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

### RESUMO

O aumento na densidade de plantas aliado à utilização de híbridos no cultivo da cebola tem proporcionado ganhos significativos na produtividade desta cultura, com impacto direto na quantidade de macronutrientes absorvidos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de duas cultivares de cebola sob sistema adensado em função de doses de potássio fornecidas via fertirrigação em Mossoró/RN. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 7, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares (IPA 11 e Rio das Antas) e sete doses de potássio (0, 70, 140, 210, 280, 350 e 420 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), fornecidas via fertirrigação. Realizou-se a avaliação das seguintes características: produtividade total de bulbos, produtividade de bulbos comerciais, classificação de bulbos (%), teor de K na folha diagnóstica, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e pungência. As doses de potássio que proporcionaram as produtividades total e comercial máximas foram de 215 e 216 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. Os sólidos solúveis e o percentual de bulbos das classes 2, 3 e 4 não foram influenciados pela adubação potássica. Houve redução do percentual de bulbos não comerciais com o aumento das doses de potássio. A dose de máxima eficiência econômica foi de 211 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, responsável por uma produtividade comercial de 61,8 t ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Allium cepa*. Potássio. Pungência. Eficiência econômica.

## CHAPTER 2 - AGRONOMICAL AND QUALITATIVE PERFORMANCE OF ONION CULTIVARS UNDER NARROW SYSTEM AS A RESULT OF POTASSIUM FERTILIZATION

### ABSTRACT

The increase in plant density combined with the use of hybrids in onion cultivation has provided significant gains in yield, with a direct impact on the amount of absorbed macronutrients. The present work had the objective of evaluating the yield and quality of two onion cultivars under a densified system as a function of potassium doses supplied via fertirrigation. A randomized complete block design was used in a 2 x 7 factorial scheme with four replications. The treatments consisted of two cultivars (IPA 11 and Rio das Antas) and seven potassium doses (0, 70, 140, 210, 280, 350 and 420 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), provided by fertigation. The following characteristics were evaluated: total bulb productivity, commercial bulb productivity, bulb classification (%), K content in the diagnostic leaf, soluble solids, titratable acidity, soluble solids / titratable acidity ratio and pungency. The potassium doses that provided maximum total and commercial yields were 215 and 216 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, respectively. The soluble solids and the percentage of bulbs of classes 2, 3 and 4 were not influenced by potassium fertilization. There was a reduction in the percentage of non-commercial bulbs with the increase of potassium doses. The dose with maximum economical efficiency was 211 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, responsible for a commercial yield of 61.8 t ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Allium cepa*. Potassium. Pungency. Economic efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO

A produtividade e a qualidade do bulbo de cebola estão associadas a fatores genéticos, climáticos e fitotécnicos. O aumento na densidade de plantas, aliado à utilização de híbridos no cultivo da cebola, tem proporcionado ganhos significativos na produtividade desta cultura, com impacto direto na quantidade de macronutrientes absorvidos.

Independentemente da classe de solo na qual é cultivada, o potássio é o nutriente extraído em maior quantidade pela planta de cebola (PÔRTO et al., 2007; MARROCOS et al., 2009; VIDIGAL et al., 2010; MORAES et al., 2016) e os incrementos proporcionados por este nutriente devem-se à gama de funções exercidas, como a participação na ativação de mais de 60 enzimas, papel vital na síntese dos carboidratos e das proteínas, melhoria do regime hídrico das plantas e, desta forma, aumento de sua tolerância às secas, geadas e salinidade (LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2008).

Os solos das classes argissolo e latossolo representam 46,2% dos solos do semiárido nordestino. São de origem sedimentar e apresentam características físicas adequadas para agricultura irrigada, porém são de baixa fertilidade (EMBRAPA, 2014; ANDRADE et al., 2017). Esses solos, em sua grande maioria, não possuem reservas de potássio suficientes para sustentar produções agrícolas, nos níveis de produtividade atualmente praticados, sem a reposição deste nutriente (BENITES et al., 2010; VIEIRA et al., 2016). A quantidade de fertilizante potássico a ser fornecido é função da fertilidade do solo, da eficiência do adubo e de suas reações no solo, das necessidades das plantas e de seu potencial de produção, do tipo de exploração e de fatores de ordem econômica (BERNARDI et al., 2012).

Estudos com adubação potássica em cebola têm demonstrado aumentos de produtividade de 2,9 a 32,0% com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (NABI et al., 2010; KAUR et al., 2017), de 36,1 a 85,8% com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (ISLAM et al., 2008; SAUD et al., 2013) e 78,2% com a dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (CECÍLIO FILHO et al., 2010). As variações observadas são decorrentes do material genético, níveis de potássio no solo, formas e momento da aplicação do nutriente, além da densidade de plantas.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade de duas cultivares de cebola sob sistema adensado em função de doses de potássio fornecidas via fertirrigação em Mossoró/RN.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi realizado no período de agosto a dezembro de 2015, na Fazenda experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido e localizada na zona rural do município de Mossoró (5° 03' 37''S e 37° 23' 50''W e altitude de 72 m). No período de condução do experimento, a temperatura média foi de 27,2 °C e umidade relativa média de 64,5% (Figura 1).

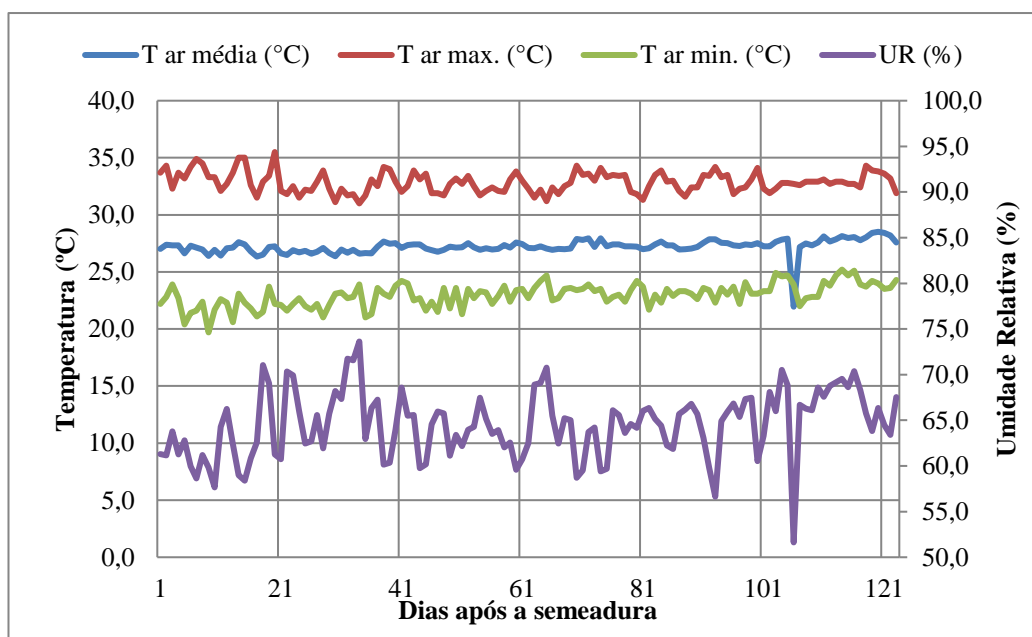


Figura 1. Dados médios diários de temperatura média do ar (T ar média), temperatura máxima do ar (T ar máx.), temperatura mínima do ar (T ar min.) e umidade relativa do ar (UR), no período de 04/08 a 04/12 de 2015, obtidos de uma estação meteorológica localizada na Fazenda experimental Rafael Fernandes. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2013). A análise do solo na profundidade de 0 a 0,2 m revelou pH em H<sub>2</sub>O de 6,4; CE de 0,05 dS m<sup>-1</sup>; 4,74 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>Mehlich1</sub>; 77,4 mg dm<sup>-3</sup> de K; teores de Ca, Mg, H+Al e CTC efetiva foram de 2,0; 0,8; 0,0 e 4,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Os teores de areia, silte e argila foram, respectivamente, de 820, 40 e 140 g kg<sup>-1</sup>, portanto, de classe textural areia franca.

### 2.2 Delineamento experimental e tratamentos



O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2 x 7 com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas cultivares de cebola (Rio das Antas e IPA 11) e sete doses de potássio (0, 70, 140, 210, 280, 350 e 420 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). A dose de 280 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi tomada como base, considerando que é utilizada pelos produtores do município de Baraúna-RN para cebola. Cada parcela foi constituída por 3,0 m de canteiro com 1,0 m de largura, contendo oito fileiras de plantas, espaçada de 0,10 x 0,06 m. Consideraram-se como área útil as seis fileiras centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade.

### 2.3 Implantação e condução do experimento

O preparo do solo constou de aração, gradagem e confecção dos canteiros. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e recomendação de Cavalcanti (2008), utilizando-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com três mangueiras por canteiro, espaçadas em 0,30 m, gotejadores com vazão média de 1,5 L h<sup>-1</sup> e distanciados de 0,30m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998), aplicando-se uma lâmina total de 860,8 mm ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 1. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

Estádio	Kc aj.	ET <sub>o</sub>	Período	Volume de Irrigação
		(mm)		(mm/ha)
Inicial (1)	0,83	6,39	05/08 a 24/08	106,07
Vegetativo (2)	0,92	6,57	25/08 a 23/09	181,33
Bulbificação (3)	1,85	6,97	24/09 a 02/11	515,78
Maturação (4)	0,83	6,94	03/11 a 12/11	57,60

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular profundo do aquífero arenito Açú, com as seguintes características: pH 7,3; CE = 0,59 dS m<sup>-1</sup>; 0,50; 1,95; 2,60; 1,10; 3,20; 0,0; e 4,10 mmolc L<sup>-1</sup> de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e RAS de 1,4 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Com a finalidade de garantir o estande final de plantas, a semeadura foi realizada manualmente, colocando-se 3 a 4 sementes por covas de 2,0 cm de profundidade, espaçadas

de 0,10 x 0,06 m. O desbaste foi realizado 21 dias após a semeadura (DAS) quando as plantas apresentavam duas folhas, deixando apenas uma planta por cova.

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente via fertirrigação, parceladas em nove aplicações, com início aos 28 DAS e término aos 84 DAS, fornecendo 179,88 kg ha<sup>-1</sup> de N, 139,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 13,70 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, 48,50 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e o K seguiu as doses de cada tratamento. As fontes utilizadas foram ureia, cloreto de potássio, mono-amônio-fosfato (MAP), sulfato de magnésio, nitrato de cálcio e nitrato de potássio.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, num total de duas capinas, sendo a primeira aos oito DAS e a segunda, doze dias após a primeira. O controle fitossanitário foi realizado ao longo de todo o ciclo da cultura, objetivando principalmente o controle da queima das pontas (*Botrytis squamosa* J.C. Walker), no qual foram utilizados produtos à base de tiofanato metílico, cimoxamil+mancozeb, azoxistrobina+difenoconazol e hidróxido de cobre, bem como do tripses (*Thrips tabaci* Lind.), com a utilização de imidacloprido.

Quando cerca 70% das plantas estavam tombadas, aos 99 DAS, a irrigação foi suspensa e iniciou-se o processo de cura. Após 23 dias de suspensão da irrigação, as plantas foram arrancadas e realizada toaleta, que consistiu do corte das folhas de 2 a 3 cm do bulbo e corte das raízes.

#### 2.4 Características avaliadas

-Teor de K na folha diagnóstica (g kg<sup>-1</sup>): foi coletada a folha mais alta de todas as plantas da área útil da parcela, aos 62 DAS. Elas foram lavadas, secas em estufa com ventilação forçada a 65° C e moídas. O teor de K foi determinado por fotometria de emissão de chama (TEDESCO et al., 1995).

-Produtividade total de bulbos (t ha<sup>-1</sup>): obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial;

-Produtividade comercial de bulbos (t ha<sup>-1</sup>): determinada pelo peso total de bulbos de diâmetro > 35 mm, sem defeitos;

-Classificação de bulbos (%): para os bulbos comerciais, foi realizada com base no diâmetro transversal do bulbo, segundo normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1995), nas seguintes classes: classe 2 (diâmetro 35-49 mm), classe 3 (diâmetro 50-74 mm), classe 4 (diâmetro 75-90 mm) e classe 5 (diâmetro > 90 mm). Os bulbos não comerciais incluíram os da classe 1 (< 35 mm), duplos e defeituosos;

-Sólidos solúveis totais (°Brix): foram amostrados quatro bulbos por parcela útil, triturados em processador para extração do suco e as leituras foram realizadas em refratômetro digital.

-Acidez titulável (%): foi usada uma alíquota de 20 ml do suco extraído dos bulbos, adicionadas três gotas de fenolftaleína a 1%, seguida da titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada.

-Relação Sólidos solúveis/Acidez titulável: determinada pela divisão dos valores de sólidos solúveis (°Brix) pela acidez titulável (%).

-Pungência ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ): foi utilizada uma alíquota de 0,5 ml do suco extraído dos bulbos e quantificado o ácido pirúvico conforme método descrito por Schwimmer e Weston (1961). A classificação da pungência foi determinada de acordo com Dhumal et al. (2007), que classificam as cebolas como de pungência baixa/doce (0 a 3  $\mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ), pungência média (3 a 7  $\mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ) e pungência alta ( $> 7 \mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ).

## 2.5 Dose de máxima eficiência econômica

A partir do ajuste das equações, calcularam-se as doses de potássio que proporcionaram as máximas eficiências técnica (MET) e econômica (MEE). A dose de MEE foi calculada com base na derivada primeira das equações de regressão, igualando-se à relação de troca (preço do kg do  $\text{K}_2\text{O}$  dividido pelo preço do kg de bulbo de cebola, segundo Resende et al., (2016)). Neste estudo, os valores utilizados para as variáveis bulbo comercial e potássio foram: R\$ 1,25/kg de bulbo e R\$ 3,20/kg de  $\text{K}_2\text{O}$ .

$$x' = [a_1 - (\text{relação de troca})]/[2*(-a_2)]$$

Onde:

$x'$  – representa a dose econômica ( $\text{kg ha}^{-1}$ );

$a_1$  – representa a taxa de incremento de produção;

$a_2$  – representa o ponto de máxima produção.

## 2.6 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 F ao nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão para o fator quantitativo (doses), por meio do *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores cultivares e doses de potássio não foi significativa para as características avaliadas, exceto para a acidez titulável e relação SS/AT. As características avaliadas foram influenciadas pelas cultivares, ao passo que o efeito das doses foi significativo para teor de potássio na folha diagnóstica, produtividades total e comercial, percentagem de bulbos não comerciais, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e pungência (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para teor de potássio na folha diagnóstica (KFD), produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4), percentagem de bulbos não comerciais (PBNC), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cultivares cebola e doses de potássio.

F.V.	G.L.	KFD	PDT	PDC	PB2	PB3	PB4
Valores de F							
Blocos	3	2,07 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	2,38 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>
Cultivares(C)	1	55,63 <sup>**</sup>	269,45 <sup>**</sup>	234,59 <sup>**</sup>	249,25 <sup>**</sup>	55,64 <sup>**</sup>	57,30 <sup>**</sup>
Doses K (D)	6	3,16 <sup>*</sup>	3,37 <sup>**</sup>	3,69 <sup>**</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
C x D	6	1,84 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
CV (%)		16,36	10,88	12,00	28,49	13,87	90,81
		PBNC	SS	AT	SS/AT	PUNG	
Blocos	3	3,91 <sup>*</sup>	2,64 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	4,67 <sup>*</sup>	
Cultivares(C)	1	7,26 <sup>*</sup>	391,47 <sup>**</sup>	10,40 <sup>**</sup>	28,50 <sup>**</sup>	208,33 <sup>**</sup>	
Doses K (D)	6	3,38 <sup>**</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>*</sup>	2,88 <sup>*</sup>	3,26 <sup>**</sup>	
C x D	6	0,42 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	4,26 <sup>**</sup>	3,05 <sup>*</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	
CV (%)		60,99	5,12	12,52	12,79	9,58	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade e “ns” não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

#### 3.1 Teor foliar de potássio, produtividade, classificação de bulbos e dose de máxima eficiência econômica

As médias do teor de potássio na folha diagnóstica em função das doses de potássio não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A variação no teor de potássio foi de 20,88 a 28,17 g kg<sup>-1</sup>. A cultivar IPA 11 proporcionou maior teor de K em comparação com Rio das

Antas (Tabela 3). Os teores de potássio encontrados foram inferiores aos descritos como adequados por Trani e Rajj (1997) para cebola (30 a 50 g kg<sup>-1</sup>). Entretanto, não foram observados sintomas de deficiência de potássio, mesmo no tratamento sem a adição deste nutriente.

Tabela 3. Médias de teor de potássio folha diagnóstica, produtividade total (PDT), comercial (PDC) e não comercial (PDNC), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4) e percentagem de bulbos não comerciais (PBNC) de cebola em função de doses de potássio e cultivares.

Doses de K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	KFD (g kg <sup>-1</sup> )	PDT (t ha <sup>-1</sup> )	PDC (t ha <sup>-1</sup> )	PB2 (%)	PB3 (%)	PB4 (%)	PBNC (%)
0	25,28	52,11	49,39	29,08	58,88	5,73	7,95
70	23,11	60,06	58,21	23,91	67,37	5,43	4,02
140	20,88	62,80	61,21	21,99	65,33	9,83	3,10
210	25,29	61,58	59,97	23,28	69,04	4,82	3,44
280	28,09	61,99	60,79	20,40	66,58	10,93	2,78
350	28,17	59,74	57,85	23,63	67,44	5,72	3,49
420	25,54	54,02	51,64	27,21	62,13	5,60	6,05
Análise regressão <sup>(1)</sup>	na	**	**	ns	ns	ns	**
Cultivares <sup>(2)</sup>							
IPA 11	29,30 a	44,84 b	43,01 b	38,80 a	56,24 b	0,56 b	4,40 a
Rio das Antas	21,08 b	72,96 a	71,01 a	9,67 b	74,27 a	13,18 a	2,82 b
Média	25,19	58,90	57,01	24,23	65,25	6,87	3,61

<sup>(1)</sup>na = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados. ns = característica não influenciada pelas doses de K. \* = o modelo se ajustou satisfatoriamente aos dados ao nível de 5% de probabilidade. \*\* = o modelo se ajustou satisfatoriamente aos dados ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Resposta positiva à adubação potássica, porém com teores foliares deste nutriente superiores aos obtidos neste experimento, foi constatada por Marrocos (2015), que avaliou épocas de cultivo e doses de potássio na cultivar IPA 11, obtendo teor foliar médio de 51,22 e 43,84 g kg<sup>-1</sup> de K nas épocas 1 (setembro/2012) e 2 (abril/2013), respectivamente.

Uma explicação para essa diferença pode estar relacionada à interação no solo entre K e os elementos Ca e Mg, visto que a relação entre (Ca + Mg)/K no solo utilizado por Marrocos (2015) foi de 6,4, ao passo que na presente pesquisa foi de 14,0. Efeito da relação (Ca + Mg)/K na absorção desses três elementos na parte vegetativa da cultura do alho foi constatado por Bull et al. (1998) ao verificar que redução nesta relação de 207,3 para 1,9

praticamente quadruplicou o teor foliar de K. Isso pode ser comprovado pelos resultados obtidos por Silva et al. (2012), ao pesquisar o teor foliar de macronutrientes em cebola produzida com biofertilizante associado à adubação mineral, em um solo no qual a relação  $(Ca + Mg)/K$  foi de 13,8, constatando que os teores de potássio na folha diagnóstica da cultivar IPA 11 variaram entre 21 a 30  $g\ kg^{-1}$ . A redução na absorção de potássio está relacionada ao efeito antagônico entre o potássio e o magnésio devido a uma competição por compostos ligantes no metabolismo vegetal (FAGERIA 2001).

As médias de produtividade total de bulbos (PDT) em função das doses de potássio ajustaram-se significativamente ao modelo de regressão quadrático (Figura 2). A dose que maximizou a PDT ( $63,20\ t\ ha^{-1}$ ) foi de  $215\ kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$ , com incremento de 21,3% em relação ao tratamento sem aplicação. Entre as cultivares, a PDT da Rio das Antas foi em média 63% superior a IPA 11 (Tabela 3).

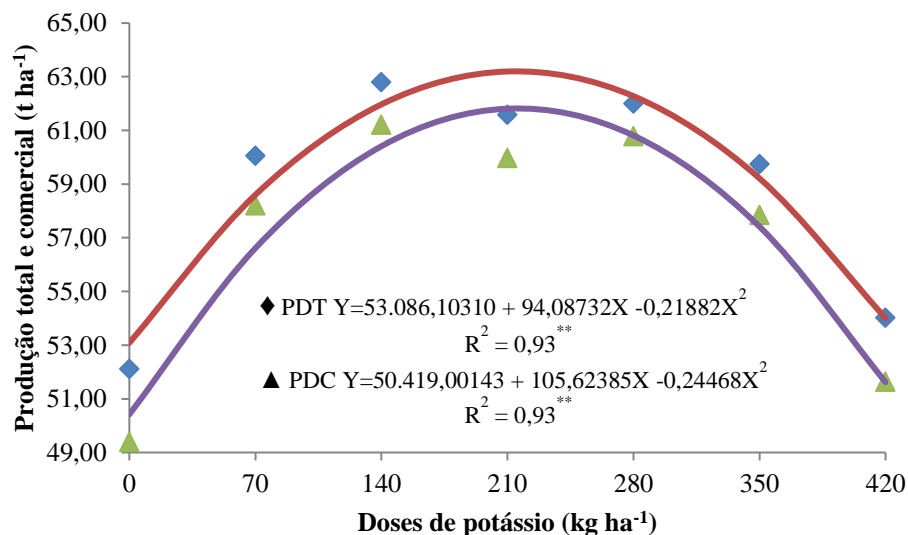


Figura 2. Produtividade total e comercial de bulbos de cebola em função das doses de potássio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

Estes resultados corroboram com os verificados por Akhtar et al. (2002), ao avaliar o efeito do potássio e do diâmetro de bulbo semente na produtividade de cinco cultivares de cebola (Phulkara, Burgundy, White Creole, Swat 1 e Texas E. Grano), os quais constataram que a dose de  $200\ kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$  e bulbo semente com diâmetro 15 a 20 mm foram responsáveis pelas máximas produtividades de ambas as cultivares, superando em 20,4% a produtividade do tratamento sem aplicação de potássio.

A PDT de 63,20 t ha<sup>-1</sup> foi superior à média alcançada na safra de 2016, segundo o Levantamento Sistemático da produção agrícola brasileira (IBGE, 2017), nos estados de Goiás (46,06 t ha<sup>-1</sup>), Distrito Federal (50,00 t ha<sup>-1</sup>) e Minas Gerais (55,86 t ha<sup>-1</sup>), conhecidos por utilizar as mais modernas tecnologias para a produção de cebola. Foi superior também à produtividade média obtida pelos produtores do município de Baraúna-RN (60,00 t ha<sup>-1</sup>), utilizando sementes híbridas e plantio mecanizado com alta população de plantas por hectare (1.000.000 de plantas).

No tratamento sem a adição de potássio, a produtividade estimada foi 53,09 t ha<sup>-1</sup>, considerada alta em relação à produtividade média brasileira no ano de 2016 (28,34 t ha<sup>-1</sup>). O teor de potássio no solo (77 mg dm<sup>-3</sup>), considerado médio, de acordo com Cavalcanti (2008), associado à quantidade deste nutriente adicionado via água de irrigação (203,23 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), contribuiu para este resultado.

As médias de produtividade comercial de bulbos (PDC), semelhantemente a PDT, ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 2). A dose que maximizou a PDC (61,81 t ha<sup>-1</sup>) foi de 216 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em relação ao tratamento sem aplicação de K, o incremento foi de aproximadamente 23%.

A redução na produtividade pode estar relacionada tanto ao efeito de competição do potássio com o cálcio e magnésio (FAGERIA, 2001) quanto ao efeito salino devido ao excesso de potássio no vacúolo celular (TAIZ; ZEIGER, 2017). Para compensar o aumento da concentração iônica no vacúolo, a planta acumula solutos no citossol (ex.: prolina, sorbitol e glicina betaína), derivado de processo metabólico ativo e com isso utilizam carbono em grande quantidade, resultando na redução da produtividade da cultura (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A cultivar Rio das Antas teve 74,27% da produção de bulbos como classe 3, ao passo que a IPA 11 apresentou apenas 56,24% da produção dentro desta mesma classe. O percentual de bulbos classe 2 (PB2) foi quatro vezes maior na IPA 11, ao passo que o percentual da classe 4 (PB4) foi de 13,17 % para Rio das Antas e apenas 0,55 % para IPA 11 (Tabela 3).

Apesar das inúmeras funções desempenhadas pelo potássio nas plantas, são comuns os experimentos que não apresentaram respostas positivas à aplicação de fertilizantes potássicos ao tamanho do bulbo (CECÍLIO FILHO et al., 2010; MARROCOS, 2015). A falta de resposta à adubação potássica no tamanho do bulbo pode estar relacionada aos altos teores deste nutriente no solo, indicando que as quantidades disponíveis deste nutriente já suprem a necessidade da cultura.

Um maior percentual de bulbos da classe 3, além de contribuir para aumentar a produtividade, é o preferido do consumidor brasileiro e mais valorizado no mercado, onde sua cotação chega a ser 30% superior à classe 2, garantindo maior rentabilidade para o produtor.

As médias dos percentuais de bulbos não comerciais (PBNC) se adequaram ao modelo quadrático (Figura 3). A PBNC mínima foi de 2,16% na dose de 226,8 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Estes resultados corroboram com os verificados por May (2006), ao avaliar o desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica, concluindo que a percentagem de bulbos não comerciais teve comportamento quadrático em relação à adubação potássica. No entanto, Cecílio Filho et al. (2010), avaliando produtividade e classificação de bulbos, no híbrido superex, não constataram influência da adubação potássica na percentagem não-comercial de bulbos de cebola.

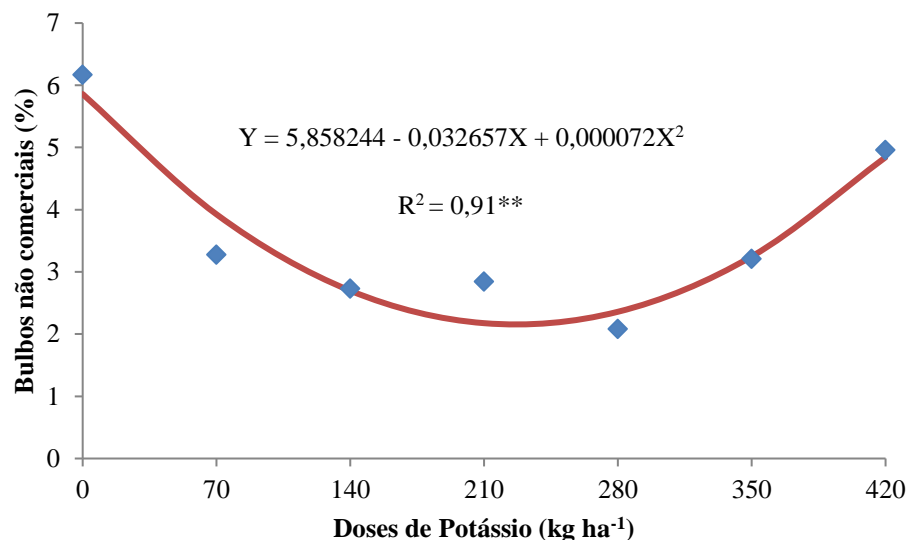


Figura 3. Percentagem de bulbos não comerciais de cebola, em função das doses de potássio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

### 3.2 Qualidade de bulbos

As cultivares de cebola diferenciaram-se estatisticamente no teor de sólidos solúveis, onde a IPA 11 foi superior à Rio das Antas (Tabela 4). Os valores de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho ficaram dentro daqueles encontrados por Grangeiro et al. (2008), que avaliaram 18 cultivares de cebola em Mossoró-RN (6,7 a 11,63° Brix).



Embora uma das funções do potássio seja permitir a translocação de carboidratos para os órgãos de reserva, têm sido comuns trabalhos que não obtêm respostas com a adubação potássica. Syed et al. (2000), avaliando a influência de níveis de nitrogênio e potássio na cultivar Swat 1, em um solo com  $120 \text{ mg dm}^{-3}$  de K na produção de cebola e seus componentes, não encontraram influência da adubação potássica no teor de sólidos solúveis, com valores no intervalo de 6,88 a 9,06%. Marrocos (2015), avaliando épocas de cultivo e doses de potássio na cultivar IPA 11, em um solo com uma média  $103,78 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $0,52 \text{ mmol L}$  de K na água de irrigação, também não encontrou influência da adubação potássica no teor de sólidos solúveis, tendo alcançado média de  $10,68 \text{ }^\circ\text{Brix}$  no cultivo de setembro a dezembro e  $10,55 \text{ }^\circ\text{Brix}$  no plantio de abril a julho. Barreto (2015), pesquisando a influência dos níveis de irrigação por gotejamento e doses de potássio na produtividade e a qualidade do híbrido de cebola Bella vista, cultivado em solo com  $48 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, também não obteve resposta da adubação potássica para sólidos solúveis, tendo verificado média de  $9,74 \text{ }^\circ\text{Brix}$ .

Tabela 4. Médias de teor de sólidos solúveis (SS) e pungência (PUNG) de cebola em função de doses de potássio e cultivares de cebola.

Doses de $\text{K}_2\text{O}$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	SS ( $^\circ\text{Brix}$ )	PUNG ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )
0	9,03	3,98
70	8,52	4,19
140	8,73	4,09
210	8,43	4,26
280	8,60	4,67
350	8,51	3,89
420	8,74	4,33
Análise regressão <sup>(1)</sup>	na	ns
Cultivares <sup>(2)</sup>		
IPA 11	9,82 a	4,98 a
Rio das Antas	7,48 b	3,43 b
Média	8,65	4,20

<sup>(1)</sup>na = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados. ns = não significativo para doses de potássio.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Assim como ocorreu com a produtividade na ausência de potássio, uma explicação para esses resultados seria que os níveis do nutriente encontrados nesses solos já seriam suficientes para suprir as necessidades das plantas de cebola com relação a este elemento.

As médias dos teores da pungência em função das doses de potássio não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A variação no teor de pungência foi de 3,98 a 4,67  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . A cultivar IPA 11 apresentou pungência 45,1% superior à Rio das Antas (Tabela 4). Esses valores são inferiores aos encontrados por Santos (2017), que avaliou o desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas e observou que a pungência da cultivar IPA 11 foi superior a Rio das Antas, com valores variando de 6,06 a 6,92  $\mu\text{mol g}^{-1}$  e 4,85 a 5,67  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , respectivamente, para essas cultivares. Grangeiro et al. (2008), avaliando características qualitativas de genótipos de cebola em Mossoró/RN, também observaram valor da pungência da cultivar IPA 11 (7,60  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) superior ao verificado neste trabalho.

A adubação potássica influenciou positivamente a pungência da cultivar de cebola Bellary Red em trabalho realizado por Poornima et al., (2015), onde a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi responsável pela pungência máxima (2,44  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). Estes resultados são reforçados por Nabi et al. (2010), ao trabalharem com a cultivar de cebola Swat-1 e constatarem o valor máximo de pungência (65%) na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e o valor mínimo (35%) nas doses de 0 e 25 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Com base na classificação da pungência (DHUMAL et al., 2007), e nas condições do presente estudo tanto a cultivar IPA 11 quanto a Rio das Antas são classificadas como de pungência média.

Mais de 80% da pungência da cebola são determinados por fatores genéticos (YOO et al., 2006), porém a composição química do bulbo de cebola também sofre influência do ambiente (RANDLE, 1997). Uma das funções do K na fisiologia da planta é a promoção de atividade enzimática (MARSCHNER, 2012), o que pode explicar o efeito da adubação potássica no teor de ácido pirúvico, visto que a enzima alinase (presente no vacúolo) está diretamente envolvida na produção deste ácido dentro da célula (SCHWIMMER; WESTON, 1961).

As médias da acidez titulável (AT) em função das doses de potássio não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, fato também observado para a cultivar IPA 11, única que apresentou diferença significativa, quando se avaliou a interação das doses de potássio dentro das cultivares. Para a cultivar IPA 11, a variação na AT foi de 2,30 a 3,62 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 100g<sup>-1</sup> e na Rio das Antas, 2,47 a 2,96 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 100g<sup>-1</sup> (Tabela 5).

A cultivar IPA 11 apresentou menor AT do que a Rio das Antas apenas na dose de 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Tabela 5).

Resultados divergentes foram constatados por Barreto (2015), ao avaliar a produtividade e a qualidade do híbrido de cebola Bela Vista em função de doses de potássio e lâminas de irrigação por gotejamento, concluindo não haver influência da adubação potássica no teor de ácido pirúvico desta cultivar. Conclusão semelhante também foi observada por Marrocos (2015), ao avaliar a produtividade e qualidade da cultivar de cebola IPA 11 fertirrigada com diferentes doses de potássio e épocas de plantio.

Tabela 5. Médias da acidez titulável (AT) e da relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), em função das doses de potássio e cultivares de cebola.

Doses de K (kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O)	AT (mEq H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> 100g <sup>-1</sup> )			SS/AT
	IPA 11 <sup>(2)</sup>	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
0	3,62 a	2,59 b	2,91 a	3,02 a
70	2,30 b	2,85 a	4,21 a	2,88 b
140	2,96 a	2,71 a	3,33 a	2,85 a
210	2,63 a	2,47 a	3,69 a	2,97 b
280	2,96 a	2,96 a	3,40 a	2,47 b
350	3,08 a	2,59 a	3,16 a	2,59 a
420	3,20 a	2,47 b	3,13 a	3,06 a
Análise regressão <sup>(1)</sup>	ns	ns	ns	Ns
Média <sup>(3)</sup>	2,96 a	2,66 b	3,41 a	2,84 b

<sup>(1)</sup>ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados.

<sup>(2)</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

<sup>(3)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

As médias da relação SS/AT também não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A cultivar IPA 11 apresentou SS/AT maior do que a Rio das Antas, sendo que em relação às doses de K a variação foi de 2,91 a 4,21 e de 2,47 a 3,06 para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente (Tabela 5).

A relação SS/AT é um dos parâmetros mais utilizados para avaliação do sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Essa relação dá uma boa ideia do equilíbrio entre estes dois componentes, no entanto deve-se especificar o teor mínimo de sólidos solúveis e máximo de acidez, de forma a se obter uma ideia mais real do sabor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### 3.3 Eficiência econômica

Ao igualar à derivada primeira da equação da produtividade comercial verificada na Figura 2 ( $105,62385 - 0,48936X$ ) a relação de equivalência (R\$ 3,20/R\$ 1,25), obtém-se a dose de máxima eficiência econômica igual a  $210,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , que representa 97,5% da dose de máxima eficiência técnica e resultará em 99,99% da máxima produção comercial.

#### **4 CONCLUSÕES**

A cultivar Rio das Antas foi mais produtiva e menos pungente do que a IPA 11.

A dose de máxima eficiência econômica para produção comercial foi de 210,6 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A adubação potássica não alterou a qualidade de cebola.

## 5 REFERÊNCIAS

AKHTAR, M. E.; BASHIR, K.; KHAN, M. Z.; KHOKHAR, K. M. Effect of potash application on yield of diferente varieties of onion (*Allium cepa* L.). **Asian Journal of Plant Sciences**, Dubai, v. 1, n. 4, p. 324-325, 2002. Disponível em: <<http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajps/2002/324-325.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and drainage paper, 56).

ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CHAVES, L. C. G.; LOPES, F. B. Water as capital and its uses in the Caatinga. In: SILVA, J. M.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (org.). Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America. Cham, Springer, 2017. p. 281-302.

BARRETO, H. B. F. **Produtividade e qualidade da cebola sob níveis de irrigação por gotejamento e doses de potássio**. 2015. 77f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

BENITES, V. M.; CARVALHO, M. C. S.; RESENDE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. O potássio, o cálcio e o magnésio na agricultura brasileira. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (org.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: Nutrientes. Piracicaba, IPNI, 2010. p. 137-206.

BERNARDI, A. C. C.; RASSINE, J. B.; FERREIRA, R. P. Teores de potássio no solo, estado nutricional e produção de matéria seca de alfafa em função de doses e frequência de adubação potássica após dois anos de cultivo. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 33. São Carlos: EMBRAPA, Pecuária Sudeste, 2012. 25 p.

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

BULL, L. T.; VILAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA, J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Sci. agric.** [online]. v. 55, n. 3, p. 456-464, 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161998000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161998000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 15 abr. 2018.

CAVALCANTI, F. J. A. (org.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. Recife: IPA, 2008.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MARCOLINI, M. W.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta. **Científica**, Jaboticabal, v. 38, n. 1/2, p. 14-22, 2010. Disponível em: <<http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/358/172>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

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

DHUMAL, K.; DATIR, S.; PANDEY, R. Assessment of bulb pungency level different indian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). **Food Chemistry**, Norwich, v. 100, p. 1328-1330, 2007. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0308814605010514/1-s2.0-S0308814605010514-main.pdf?\\_tid=a77f8dd0-0095-11e8-90e8-00000aab0f02&acdnat=1516750520\\_752422a8e6a0de12687b9161ca15d709](https://ac.els-cdn.com/S0308814605010514/1-s2.0-S0308814605010514-main.pdf?_tid=a77f8dd0-0095-11e8-90e8-00000aab0f02&acdnat=1516750520_752422a8e6a0de12687b9161ca15d709)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Solos do Nordeste. Recife, 2014. 8p.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of plant nutrition**, Hampshire, v. 24, n. 8, p. 1269-1290, 2001. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Anoop\\_Srivastava7/post/How\\_are\\_different\\_nutrient\\_interactions\\_important\\_for\\_crop\\_yield\\_and\\_quality2/attachment/59d61f9f79197b807797e0fd/AS%3A285506849001473%401445081545579/download/PLN-100106981.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anoop_Srivastava7/post/How_are_different_nutrient_interactions_important_for_crop_yield_and_quality2/attachment/59d61f9f79197b807797e0fd/AS%3A285506849001473%401445081545579/download/PLN-100106981.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2018.

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**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul.-ago. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal (PAM) Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 dez. 2017

ISLAM, M. A.; SHAMSUDDOHA, A. T. M.; BHUIYAN, M. S. I.; HASANUZZAMAN, M. Response of summer onion to potash and its application methods. **Am-Euras. J. Agron.**, D, v. 1, n. 1, p. 10-15, 2008. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.541.2246&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

KAUR, A.; KAUR, B.; SRAW, P. K.; SINGH, K. Response of onion to applied potassium at farmer's scale field. **Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.**, Tamilnadu, v. 6, n. 7, p. 2491-2496, 2017. Disponível em: <<https://www.ijcmas.com/6-7-2017/Amanpreet%20Kaur,%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2017.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; NASCIMENTO, M. Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável e competitiva. In: LAPIDOLOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (org.). Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/Petrobrás, 2009. p. 81-132.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012.

MARROCOS, S. T. P. **Produtividade e qualidade de cebola fertirrigada em função de doses de potássio e épocas de cultivo**. 2015. 69f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2015-SAULO-DE-T%C3%81RCIO-PEREIRA-MARROCOS.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

MARROCOS, S. T. P.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T. Crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 27, n. 2, (Suplemento – CD Rom), agosto 2009. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/A1888\\_T3558\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/A1888_T3558_Comp.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

MAY, A. **Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica**. 2006. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/1140.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

MORAES, C. C.; ARAUJO, H. S.; FACTOR, T. L.; PURQUERIO, L. F. V. Fenologia e acumulação de nutrientes por cebola de dias curto em semeadura direta. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 2, p. 281-290, junho 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2016000200011](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2016000200011)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

NABI, G.; RAB, A.; ABBAS, S. J.; TULLAH, F.; MUNSIF, F.; SHAH, I. H. Influence of different levels of potash on the quantity, quality and storage life of onion bulbs. **Pak. J. Bot.**, Carachi, v. 42, n. 3, p. 2151-2163, 2010. Disponível em: <[http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(3\)/PJB42\(3\)2151.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(3)/PJB42(3)2151.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2017.



POORNIMA, K. S.; MAMATHA, N.; RAMESH, H. S. Effect of potassium and sulphur on quality parameters of onion and chilli intercrops in a vertisol. **Adv. Res. J. Crop Improv.**, Muzaffarnagar, v. 6, n. 2, p. 166-169, 2015. Disponível em: <[http://www.researchjournal.co.in/upload/assignments/6\\_166-169\\_9898.pdf](http://www.researchjournal.co.in/upload/assignments/6_166-169_9898.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

PÔRTO, D. R. Q.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; VARGAS, P. F. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola "Superex" estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 949-955, 2007. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400005>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. **ACM Symposium Series**, [S.l.], v. 660, p. 41-42, 1997.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Doses de nitrogênio na produtividade e classificação de bulbos de cultivares de cebola. **Rev. Bras. Agric. Irr.**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 605-613, mai./jun. 2016. Disponível em: <[http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/373/pdf\\_270](http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/373/pdf_270)>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SANTOS, J. P. **Desempenho de cultivares de cebola em função do espaçamento entre plantas**. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017. Disponível em: <<http://bdtd.ufersa.edu.br/bitstream/tede/729/1/JandeilsonPS DISSERT.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

SAUD, S.; YAJUN, C.; RAZAQ, M.; LUQMAN, M.; FAHAD, S.; ABDULAH, M.; SADIQ, A. Effect of potash levels and row spacings on onion yield. **J. Biol. Agric. Healthcare**, Hong Kong, v. 3, n. 16, p. 118-127, 2013. Disponível em: <<http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/8245/8636>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* v.9, p.301– 304, 1961. Disponível em: <<http://pubs-acsc-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1021/jf60116a018>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SILVA, A. S.; GRANGEIRO, L. C.; HENRIQUES, G. P. S. A.; SILVA, A. C. da.; CORDEIRO, C. J. X.; LIMA, J. S. S. de. Diagnose foliar de macronutrientes em cebola produzida com biofertilizante associado à adubação mineral. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 3155-3162, 2012. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_6/A4899\\_T8265\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_6/A4899_T8265_Comp.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2017.

SYED, N.; MUNIR, M.; ALIZAI, A. A.; GHAFLOOR, A. Onion yield and yield components af function of the levels of nitrogen and potassium application. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 12, p. 2069-2071, 2000. Disponível em: <<http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2000/2069-2071.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

TRANI, P.; van RAIJ, B. Hortaliças. In: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1997. p. 157-164. (Boletim Técnico, n. 100)

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. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 59-70, jan.-feb. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7036/4664>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, F. H. T.; SANTOS, H. C.; MEDEIROS, J. S. Capacidade de suprimento de potássio em doze classes de solos em função de cultivos sucessivos de milho. **Rev. Cienc.Agrar.**, Belém, v. 59, n. 3, p. 219-227, jul.-set. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1910/866>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

YOO, K. S.; PIKE, L.; CROSBY, K.; JONES, R.; LESKOVAR, D. Differences in onion pungency due to cultivars, growth enviroment, and bulb sizes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, p. 144-149, 2006. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0304423806002846/1-s2.0-S0304423806002846-main.pdf?\\_tid=60cff968-0097-11e8-89aa-00000aacb35e&acdnat=1516751260\\_9af6c6b3b4e228781661b2e8bc475e6f](https://ac.els-cdn.com/S0304423806002846/1-s2.0-S0304423806002846-main.pdf?_tid=60cff968-0097-11e8-89aa-00000aacb35e&acdnat=1516751260_9af6c6b3b4e228781661b2e8bc475e6f)>. Acesso em: 03 set. 2017.

### **CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE CEBOLA ADENSADAS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

#### **RESUMO**

O nitrogênio exerce influência marcante no rendimento e qualidade da cebola, embora as respostas às doses aplicadas sejam bastante variáveis, pois depende, além da cultivar, da quantidade de matéria orgânica presente nos solo, tipo de solo, níveis e épocas de aplicação do nutriente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de duas cultivares de cebola sob sistema adensado em função de doses de nitrogênio em Mossoró/RN. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 7, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares (IPA 11 e Rio das Antas) e sete doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135, 180, 225 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N), fornecido via fertirrigação. Avaliaram-se as seguintes características: produtividade total e comercial de bulbos, classificação de bulbos (%), teor de N na folha diagnóstica, teores das clorofilas a, b e total, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável e pungência. A dose de 92 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou as maiores produtividades total e comercial de bulbos. A adubação nitrogenada aumentou os teores de N, clorofilas a, b e total nas folhas da cebola, bem como os percentuais de bulbos das classes 3 e 4 e a pungência, e reduziu os percentuais de bulbos da classe 2 e não comerciais. As doses de 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram as máximas taxas de retorno para IPA 11 (2,07) e Rio das Antas (2,41), respectivamente.

**Palavras-chave:** *Allium cepa*. Nitrogênio. Pungência. Indicadores econômicos.

### CHAPTER 3 - AGRONOMICAL AND QUALITATIVE PERFORMANCE OF ONION CULTIVARS UNDER NARROW SYSTEM AS A RESULT OF NITROGEN FERTILIZATION

#### ABSTRACT

Nitrogen has a significant influence on the yield and quality of the onion, although the responses to the applied doses are quite variable, since it depends, besides the cultivar, on the amount of organic matter present in the soil, soil type, levels and times of application of the nutrient. The present work had as objective to evaluate the productivity and quality of two cultivars of onion under a densified system as a function of nitrogen doses. A randomized complete block design was used in a 2 x 7 factorial scheme with four replications. The treatments consisted of two cultivars (IPA 11 and Rio das Antas) and seven nitrogen doses (0, 45, 90, 135, 180, 225 and 270 kg ha<sup>-1</sup> of N), supplied by fertirrigation. The following characteristics were evaluated: total and commercial bulb productivity, bulb classification (%), N content in the diagnostic leaf, total chlorophyll a, total soluble solids, titratable acidity, soluble solubility ratio/titratable acidity. The dose of 92 kg ha<sup>-1</sup> of N provided the highest total and commercial yields of bulbs. Nitrogen fertilization increased the levels of N, chlorophyll a, b and total on the leaves of the onion, as well as the percentage of bulbs of classes 3 and 4 and the pungency, and reduced the percentage of bulbs of class 2 and non-commercial. The doses of 108 and 82 kg ha<sup>-1</sup> of N provided the highest rates of return for IPA 11 (2.07) and Rio das Antas (2.41), respectively.

**Keywords:** *Allium cepa*. Nitrogen. Pungence. Economic indicators.

## 1 INTRODUÇÃO

A cebola é cultivada em todas as regiões brasileiras, onde em 2016 foram plantados mais de 58 mil hectares, resultando em um volume de 1.657.441 t e um valor estimado superior a 1,85 bilhões de reais (IBGE, 2017).

Apesar dos recentes avanços, a produtividade da cultura da cebola na região Nordeste é de apenas 28.954 kg ha<sup>-1</sup>, bem inferior às médias obtidas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, 44.332 kg ha<sup>-1</sup> e 46.354 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2017). Essa baixa produtividade da região Nordeste está relacionada ao baixo nível tecnológico adotado pela maioria dos produtores de cebola.

A adoção de medidas como a utilização de híbridos, que apresentam maior produtividade e uniformidade do bulbo, bem como adequações no espaçamento e fornecimento de água e nutrientes de acordo com as exigências destas cultivares podem elevar de substancialmente a produtividade desta cultura.

O nitrogênio tem influência marcante no rendimento e qualidade da cebola, embora as respostas às doses aplicadas sejam bastante variáveis, pois depende além da cultivar, também da quantidade de matéria orgânica presente no solo, tipo de solo, níveis e épocas de aplicação do nutriente.

A matéria orgânica do solo é a fonte natural de N para as plantas. Os argissolos do semiárido da região nordeste do Brasil apresentam baixos teores de matéria orgânica (MOTA et al., 2008; MELO et al., 2010), conseqüentemente são pobres neste elemento, dependendo, por isso, de fontes externas para que as plantas alcancem a produção desejada.

O manejo adequado do N para cebola é de extrema importância, pois o suprimento inferior às exigências reduz significativamente o rendimento. Entretanto, o excesso de N ou o suprimento na época inadequada em relação às exigências das plantas afetam a sanidade, a qualidade dos bulbos e aumentam as perdas de bulbos pós-colheita (KURTZ, 2015), além de favorecer a lixiviação. Estudos sobre a necessidade de nitrogênio na cultura da cebola têm demonstrado que para um ótimo crescimento são necessários cerca de 40 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (MENDES et al., 2008).

A recomendação de adubação nitrogenada para cultura da cebola tem variado entre os estados brasileiros e leva em consideração basicamente uma população de plantas de no máximo 500.000 plantas por hectare e a aplicação de forma convencional. No estado de São

Paulo, a recomendação de nitrogênio tem variado de 110 a 180 kg ha<sup>-1</sup> no sistema de transplante de mudas e de 110 a 220 kg ha<sup>-1</sup> no sistema de plantio direto (TRANI et al., 2014). Para o estado de Minas Gerais, a recomendação é de 120 kg ha<sup>-1</sup>, considerando-se uma população de 500.000 plantas ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 1999), ao passo para o estado de Pernambuco é de 150 kg ha<sup>-1</sup>, levando-se em conta uma população de 400.000 a 500.000 plantas ha<sup>-1</sup> (CAVALCANTE, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade de duas cultivares de cebola sob sistema adensado em função de doses de nitrogênio em Mossoró/RN.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi realizado no período de junho a outubro de 2016, na fazenda experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizada na zona rural do município de Mossoró (5° 03' 37''S e 37° 23' 50''W e altitude de 72 m). No período de condução do experimento, a temperatura média foi de 27,2 °C e umidade relativa média de 64,5% (Figura 1).

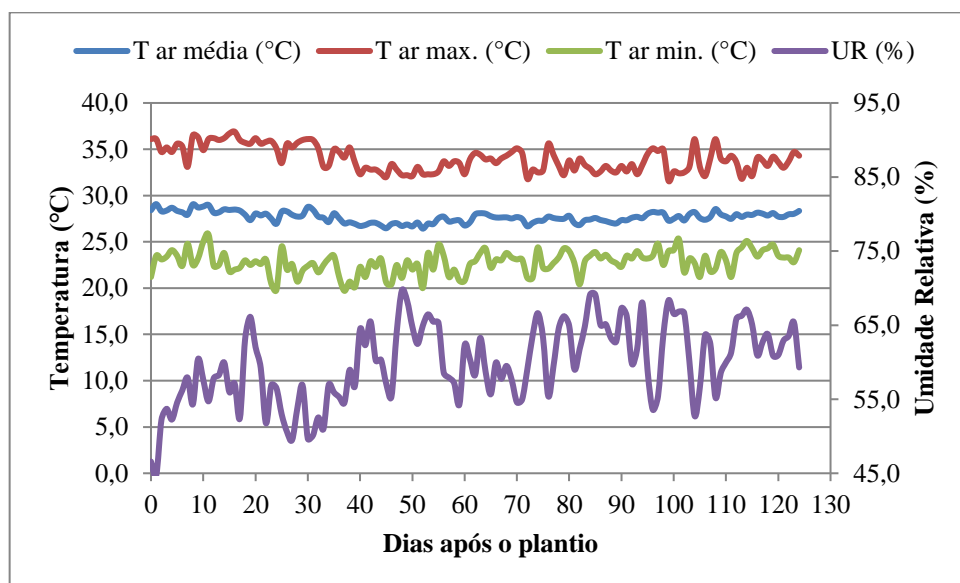


Figura 1. Dados diários de temperatura média do ar (T ar média), temperatura máxima do ar (T ar máx.), temperatura mínima do ar (T ar min.) e umidade relativa do ar (UR), no período de 29/06 a 31/10 de 2016, obtidos de uma estação meteorológica localizada na Fazenda experimental Rafael Fernandes. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2013). A análise do solo na profundidade de 0 a 0,2 m revelou pH em H<sub>2</sub>O de 4,8; CE de 0,02 dS m<sup>-1</sup>; 0,8 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>Melich1</sub>; 22,5 mg dm<sup>-3</sup> de K; teores de Ca, Mg, H+Al e CTC efetiva foram de 0,4; 0,2; 1,49 e 2,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Os teores de areia, silte e argila foram, respectivamente, de 900, 20 e 80 g kg<sup>-1</sup>, portanto de classe textural areia franca.

### 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos em esquema fatorial 2 x 7 com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de duas

cultivares de cebola (Rio das Antas e IPA 11) e sete doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135, 180, 225 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N). A dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> de N foi tomada como base, considerando que é utilizada pelos produtores do município de Baraúna-RN para cebola. Cada parcela foi constituída por 3,0 m de canteiro com 1,0 m de largura, contendo oito fileiras de plantas, espaçadas de 0,10 x 0,06 m. Considerou-se como área útil as seis fileiras centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade.

### 2.3 Implantação e condução do experimento

Foi realizada a aplicação de 800 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico objetivando corrigir o pH. O preparo do solo constou de aração, gradagem e confecção dos canteiros. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e recomendação de Ribeiro et al. (1999), utilizando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo, além de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de zinco nas formas de ácido bórico e sulfato de zinco, respectivamente.

O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, com quatro mangueiras por canteiro, espaçadas em 0,20 m e gotejadores com vazão média de 1,5 L h<sup>-1</sup>, distanciados de 0,30m entre si. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas foram determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998), aplicando-se uma lâmina total de 888,3 mm ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 1. Manejo da irrigação na área experimental. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

Estádio	Kc aj.	ET <sub>o</sub> (mm)	Período	Volume de Irrigação (mm/ha)
Inicial (1)	0,86	6,45	29/06 a 18/07	110,68
Vegetativo (2)	1,27	6,55	19/07 a 17/08	249,03
Bulbificação (3)	1,79	6,72	18/08 a 26/09	482,16
Maturação (4)	0,96	6,91	27/09 a 03/10	46,44

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, COM as seguintes características: pH 7,1; CE = 0,61 dS m<sup>-1</sup>; 0,65; 1,73; 2,50; 1,90; 1,60; 0,0; e 4,00 mmolc L<sup>-1</sup> de, respectivamente, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e RAS de 1,2 mg L<sup>-1</sup>.

Com a finalidade de garantir o estande final de plantas, a semeadura foi realizada manualmente, colocando-se três a quatro sementes por cova de 2,0 cm de profundidade,



espaçadas de 0,10 x 0,06 m. O desbaste foi realizado 19 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas apresentavam duas folhas.

As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente via fertirrigação, parceladas em nove aplicações, com início aos 20 DAS e término aos 75 DAS, fornecendo 277,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 13,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mg e o N seguiu as doses de cada tratamento. As fontes utilizadas foram ureia, nitrato de potássio, cloreto de potássio e sulfato de magnésio.

Durante o ciclo da cultura, foi efetuada apenas uma capina manual aos 19 DAS. O controle fitossanitário foi realizado ao longo de todo o ciclo da cultura, objetivando principalmente o controle da queima das pontas (*Botrytis squamosa* J.C. Walker), no qual foram utilizados produtos à base de tiofanato metílico, azoxistrobina+difenoconazol e hidróxido de cobre, bem como do tripses (*Thrips tabaci* Lind.), com a utilização de imidacloprido.

Quando em média 70% das plantas estavam tombadas, aos 96 DAS, a irrigação foi suspensa e iniciou-se o processo de cura. 28 dias após a suspensão da irrigação, as plantas foram colhidas e realizada toaleta, que se constituiu do corte das folhas de 2 a 3 cm do bulbo e corte das raízes.

#### 2.4 Características avaliadas

-Teor de N na folha diagnóstica (g kg<sup>-1</sup>): foi coletada a folha mais alta de 20 plantas da área útil da parcela, aos 62 DAS. Elas foram lavadas, secas em estufa com ventilação forçada a 65° C e moídas. O teor de N foi determinado pelo método Kjeldahl (SILVA, 2009).

-Produtividade total de bulbos (t ha<sup>-1</sup>): obtida pelo somatório da produtividade comercial e não comercial;

-Produtividade comercial de bulbos (t ha<sup>-1</sup>): determinada pelo peso total de bulbos de diâmetro > 35 mm, sem defeitos;

-Classificação de bulbos: foi realizada com base no diâmetro transversal do bulbo segundo normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1995): classe 1 (diâmetro < 35 mm); classe 2 (diâmetro 35-49 mm); classe 3 (diâmetro 50-74 mm); classe 4 (diâmetro 75-90 mm) classe 5 (diâmetro > 90 mm). Os bulbos não comerciais incluíram os da classe 1 (< 35 mm), duplos e defeituosos;

-Teor de clorofila (mg g<sup>-1</sup>): foi coletada a folha mais alta de seis plantas da área útil da parcela, aos 82 DAS. Elas foram embaladas em sacos plásticos e acondicionadas em uma caixa térmica com gelo. Foram determinados teores de clorofilas a, b e total pelo método proposto por Scopel et al. (2011).

-Sólidos solúveis totais (°Brix): foram amostrados quatro bulbos por parcela, triturados em processador para extração do suco e as leituras foram realizadas em refratômetro digital.

-Acidez titulável (%): foi usada uma alíquota de 20 ml do suco extraído dos bulbos, adicionadas três gotas de fenolftaleína a 1%, seguida da titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada.

-Relação Sólidos solúveis/Acidez titulável: determinada pela divisão dos valores de sólidos solúveis (°Brix) pela acidez titulável (%).

-Pungência ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ): foi utilizada uma alíquota de 0,5 ml do suco extraído dos bulbos e quantificado o ácido pirúvico conforme método descrito por Schwimmer; Weston (1961). A classificação da pungência foi determinada de acordo com Dhumal et al. (2007), que classificam as cebolas como de pungência baixa/doce (0 a 3  $\mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ), pungência média (3 a 7  $\mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ) e pungência alta ( $> 7 \mu\text{mol ác. pirúvico g}^{-1}$ ).

## 2.5 Indicadores econômicos

Determinou-se a análise econômica por meio de custo, receita e produção comercial. A Renda Bruta (RB) correspondeu ao valor da produção comercial estimada (equação ajustada) obtida por hectare, a preço pago ao produtor na região; Renda Líquida (RL): foi obtida pela diferença entre a Renda Bruta (RB) por hectare e os Custos Totais (CT), que variaram de acordo com cada tratamento; Taxa de Retorno (TR): foi determinada por meio da relação entre Renda Bruta e o Custo Total, correspondendo a quantos reais são obtidos para cada real aplicado em custos de produção do tratamento a ser avaliado; Índice de Lucratividade (IL): foi calculado através da relação entre Renda Líquida (RL) e a Renda Bruta (RB), expresso em porcentagem; Ponto de Nivelamento (PN): resultou da relação entre Custo Total e o preço médio do quilo do bulbo (R\$ 1,25); Margem de Segurança (MS): foi obtida pela relação entre o resultado da diferença do Custo e da Receita Bruta (RB) com a Receita Bruta (RB) (PEREIRA et al., 1985).

Os custos de produção (CP) com insumos (sementes, adubos, defensivos e embalagens), mão de obra, mecanização e energia elétrica, com base em informações obtidas junto aos produtores de cebola dos municípios de Mossoró-RN e Baraúna-RN. O preço da cebola utilizado para o cálculo da renda bruta foi aquele pago ao produtor na época de colheita (R\$ 1,25).

Para calcular os gastos com fertilizantes, foi utilizado o custo de uma unidade de N no valor de R\$ 8,92  $\text{kg}^{-1}$  (média ponderada dos valores de R\$ 28,61 e R\$ 3,37 referentes aos custos unitários do nitrato de potássio e ureia, respectivamente). Para o gasto com sementes,

foram considerados a necessidade de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> na IPA e 1.100.000 sementes na Rio das Antas a um custo de R\$ 197,93 por embalagem de 500 g e R\$ 540,00 por embalagem com 100.000 sementes, respectivamente, para estas cultivares.

## 2.6 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 F ao nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão para o fator quantitativo (doses), utilizando o *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011), com exceção das características produtividades total e comercial realizadas utilizando o *software* SAEG (UFV, 1997).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores cultivares e doses de nitrogênio foi significativa para as porcentagens de classes de cebola 2, 3 e 4, acidez titulável e pungência. Com exceção das clorofilas a, b e total, todas as características avaliadas foram influenciadas pelas cultivares, ao passo que para as doses não houve diferença significativa para sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para produtividade total (PDT), produtividade comercial (PDC), teor de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD), percentagem de bulbos classes dois (PB2), três (PB3) e quatro (PB4), percentagem de bulbos não comerciais (PBNC), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cultivares cebola e doses de nitrogênio.

F.V.	G.L.	PDT	PDC	NFD	PB2	PB3	PB4	PBNC
Valores								
Blocos	3	0,26 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
Cultivares(C)	1	132,11 <sup>**</sup>	84,39 <sup>**</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	94,65 <sup>**</sup>	11,62 <sup>**</sup>	101,89 <sup>**</sup>	25,45 <sup>**</sup>
Doses N (D)	6	20,71 <sup>**</sup>	19,19 <sup>**</sup>	4,67 <sup>**</sup>	30,62 <sup>**</sup>	6,37 <sup>**</sup>	13,43 <sup>**</sup>	3,98 <sup>**</sup>
C x D	6	1,04 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	3,90 <sup>**</sup>	10,12 <sup>**</sup>	5,17 <sup>**</sup>	1,54 <sup>ns</sup>
CV (%)		10,82	11,93	14,27	25,96	10,82	45,26	43,61
		Cla	Clb	Cltotal	SS	AT	SS/AT	PUNG
Blocos	3	0,53 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
Cultivares(C)	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	326,51 <sup>**</sup>	46,06 <sup>**</sup>	5,99 <sup>*</sup>	19,10 <sup>**</sup>
Doses N (D)	6	6,51 <sup>**</sup>	6,89 <sup>**</sup>	8,80 <sup>**</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	4,34 <sup>**</sup>
C x D	6	1,77 <sup>ns</sup>	2,01 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	3,10 <sup>*</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	7,56 <sup>**</sup>
CV (%)		15,68	16,55	13,50	5,69	10,62	12,05	14,27

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade e “ns” não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

#### 3.1 Teor foliar de nitrogênio, produtividade, classificação de bulbos e teores de clorofila

O teor foliar de nitrogênio aumentou linearmente, em função das doses de N, com máximo estimado de 28,37 g kg<sup>-1</sup> (Figura 2). Os teores de N considerados adequados por Trani e Raij (1997) para cebola (25 a 40 g kg<sup>-1</sup>), no presente estudo, foram verificados a partir da dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N.

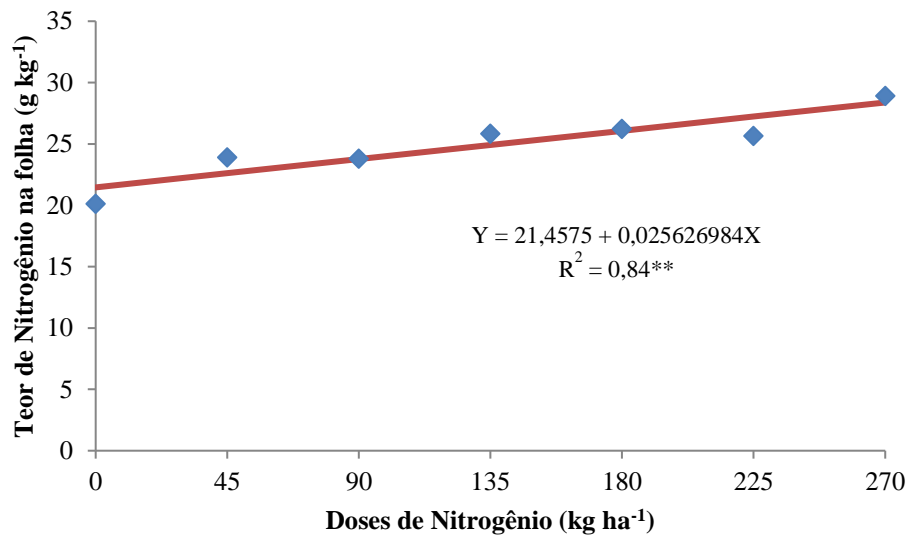


Figura 2. Teor de N na folha diagnóstica em função das doses de nitrogênio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

O aumento do teor foliar de N da forma linear mostra que houve consumo de luxo do nitrogênio pelas plantas de cebola. Embora o amônio seja tóxico para a planta, o que não permite seu acúmulo, o mesmo não acontece com o nitrato, que, quando em excesso na planta, pode ser acumulado no vacúolo (HAWKESFORD et al., 2012).

Este resultado corrobora com os obtidos por Menezes Júnior e Kurtz (2016), que verificaram aumento linear no teor foliar de N em função das doses de N, em duas safras de cultivo de cebola, com teores que variam de 23 a 34 g kg<sup>-1</sup>. No tratamento sem aplicação de N, foram observados sintomas característicos da deficiência de N, plantas pequenas com as folhas amareladas e bulbos com tamanho reduzido.

Entre as cultivares de cebola, não houve diferença significativa no teor de N na folha (Tabela 3).

As produtividades total (PDT) e comercial (PDC) de bulbos em função das doses de nitrogênio se ajustaram a modelos de regressão linear platô. A dose que maximizou tanto a PDT (71,2 t ha<sup>-1</sup>) como a PDC (67,4 t ha<sup>-1</sup>) foi de 92,0 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 3). A partir dessa dose, não houve mais incrementos significativos na produção total e comercial de cebola.

Tabela 3. Médias de teor de nitrogênio na folha diagnóstica (NFD), produtividade total (PDT), comercial (PDC) e clorofila a (Cla), clorofila b (Clb) e clorofila total (Cltotal) de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares.

Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	NFD (g kg <sup>-1</sup> )	PDT (t ha <sup>-1</sup> )	PDC (t ha <sup>-1</sup> )	Cla	Clb	Cltotal
				(mg g <sup>-1</sup> )		
0	20,12	42,68	38,52	0,14	0,05	0,19
45	23,90	56,62	53,13	0,18	0,07	0,26
90	23,80	70,66	66,56	0,19	0,07	0,26
135	25,82	71,97	68,00	0,21	0,08	0,30
180	26,22	73,17	68,32	0,19	0,07	0,26
225	25,65	71,28	67,82	0,21	0,09	0,30
270	28,91	68,42	65,25	0,20	0,08	0,28
Análise regressão <sup>(1)</sup>						
	**	**	**	**	ns	ns
Cultivares <sup>(2)</sup>						
IPA 11	24,80 a	54,18 b	52,14 b	0,19 a	0,07 a	0,26 a
Rio das Antas	25,03 a	75,77 a	70,04 a	0,19 a	0,08 a	0,27 a
Média	24,92	64,97	61,09	0,19	0,07	0,27

<sup>(1)</sup> - = não significativo para doses de N. \*\* = o modelo se ajustou satisfatoriamente aos dados ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

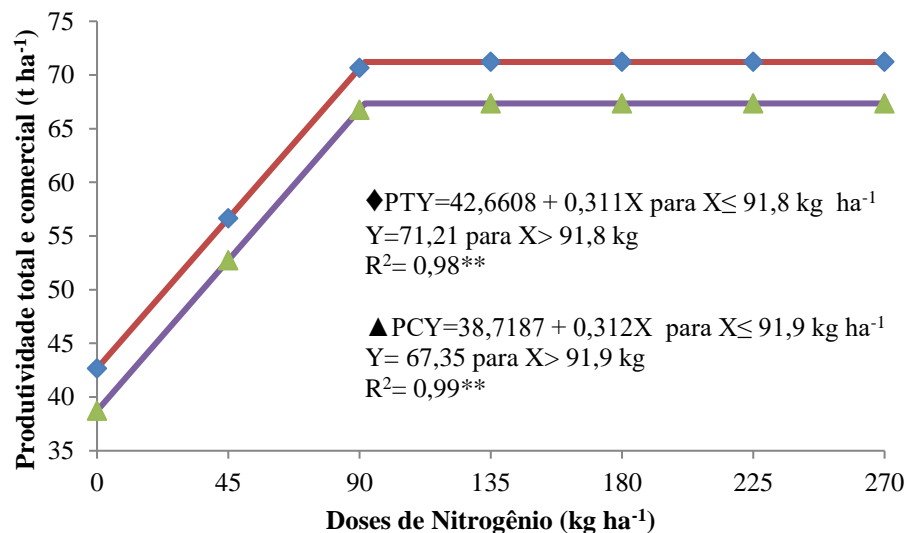


Figura 3. Produtividades total e comercial de bulbos de cebola em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

Uma oferta excessiva de nitrogênio ocasiona aumento na respiração e, portanto, menor rendimento fotossintético (LARCHER, 2004), o que explicaria a estabilização na produtividade da cebola.

Os incrementos proporcionados na produtividade de bulbos de cebola pela adubação nitrogenada, considerando as doses que maximizaram a PDT e PDC em relação à testemunha (sem aplicação de N), foram de aproximadamente 66,9 e 73,9%, respectivamente.

Ao avaliar a produtividade e qualidade da cultivar de cebola IPA 11 em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio, Rodrigues (2014) concluiu que em ambas, épocas 1 e 2, as produtividades total e comercial ajustaram-se ao modelo linear platô, onde as doses de 67,5 e 116,2 kg ha<sup>-1</sup> de N maximizaram a produtividade total nas épocas 1 (28,93 t ha<sup>-1</sup>) e 2 (51,97 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente, ao passo que as doses de 77,7 e 113,66 kg ha<sup>-1</sup> foram responsáveis pela máxima produtividade comercial nestas mesmas épocas.

Respostas positivas à aplicação de nitrogênio na cultura da cebola, porém com doses superiores às verificadas neste trabalho, também foram relatadas por vários pesquisadores: Vidigal (2000), usando entre 180 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de N em Minas Gerais; May et al. (2007), com 105 e 125 kg ha<sup>-1</sup> de N em São Paulo; Kurtz et al. (2012), com doses de 116 até 249 kg ha<sup>-1</sup> de N em Santa Catarina; Resende e Costa (2014), com doses de 161,4 e 215,9 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, para as cultivares Alfa Tropical e Alfa São Francisco em Pernambuco, e Resende et al. (2016), com a dose de 183,2 kg ha<sup>-1</sup> nas cultivares IPA 12 e IPA 11 para o estado de Pernambuco.

A dose de nitrogênio (92 kg ha<sup>-1</sup>) que maximizou a PDC (67,4t ha<sup>-1</sup>) foi inferior à utilizada pelos produtores do município de Baraúna-RN (140 kg ha<sup>-1</sup>) e adotada como base no presente estudo, bem como à dose de 150 kg ha<sup>-1</sup>, recomendada para o estado de Pernambuco (CAVALCANTE, 2008), à de 120 kg ha<sup>-1</sup>, sugerida para o estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999) e às de 110 a 220 kg ha<sup>-1</sup>, indicadas para o estado de São Paulo (TRANI et al., 2014).

A cultivar Rio das Antas foi mais produtiva, com a PDT e PDC superior a IPA 11, em 40 e 34%, respectivamente (Tabela 3).

O percentual de bulbos classe 2 da IPA 11 foi o dobro do constatado na Rio das Antas. Com relação à classe 3, o percentual da cultivar IPA 11 foi 68,2% ao passo que na Rio das Antas foi de apenas 61,8%. No entanto, Rio das Antas proporcionou percentual da classe 4 quatro vezes maior do que o da IPA 11 (Tabela 4).

No desdobramento das doses de nitrogênio dentro das cultivares para o percentual de bulbos classe 2, constatou-se diferenças significativas com efeito negativo em ambas as cultivares, onde tanto as médias da IPA 11 como da Rio das Antas se ajustaram a modelos quadráticos (Figura 4). As doses que minimizaram os percentuais de bulbos classificados

nesta faixa foram de 184,5 e 174,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, para IPA 11 (13,0%) e Rio das Antas (6,34%).

Tabela 4. Médias das percentagens de bulbos de cebola classes dois (PB2), três (PB3), quatro (PB4) e não comercial (PBNC) em função das doses de nitrogênio e cultivares de cebola.

Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> N)	PB2 (%)		PB3 (%)		PB4(%)		PBNC (%)	
	IPA 11 <sup>(2)</sup>	Rio Antas	IPA 11	Rio Antas	IPA 11	Rio Antas	IPA 11	Rio Antas
0	46,8 a	23,9 b	43,0 b	63,3 a	0,0 a	3,4 a	10,2 a	9,5 a
45	30,3 a	12,7 b	64,0 a	69,7 a	2,0 a	9,5 a	3,7 b	8,1 a
90	18,4 a	9,7 b	74,3 a	71,5 a	3,7 b	11,3 a	3,7 b	7,5 a
135	17,2 a	7,0 b	75,1 a	59,6 b	4,2 b	26,4 a	3,5 a	6,9 a
180	14,0 a	8,2 a	75,3 a	47,0 b	7,9 b	34,7 a	2,9 b	9,5 a
225	15,6 a	8,0 b	75,3 a	61,0 b	6,9 b	23,7 a	2,2 b	6,8 a
270	18,7 a	10,3 b	70,5 a	60,5 a	7,4 b	23,6 a	3,3 a	5,7 a
Análise regressão <sup>(1)</sup>	**	**	**	na	na	na	-	-
Média	23,0	11,4	68,2	61,8	4,6	18,9	4,2	7,7

<sup>(1)</sup> na = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados. \*\* = o modelo se ajustou satisfatoriamente aos dados ao nível de 1% de probabilidade. - = não houve interação.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

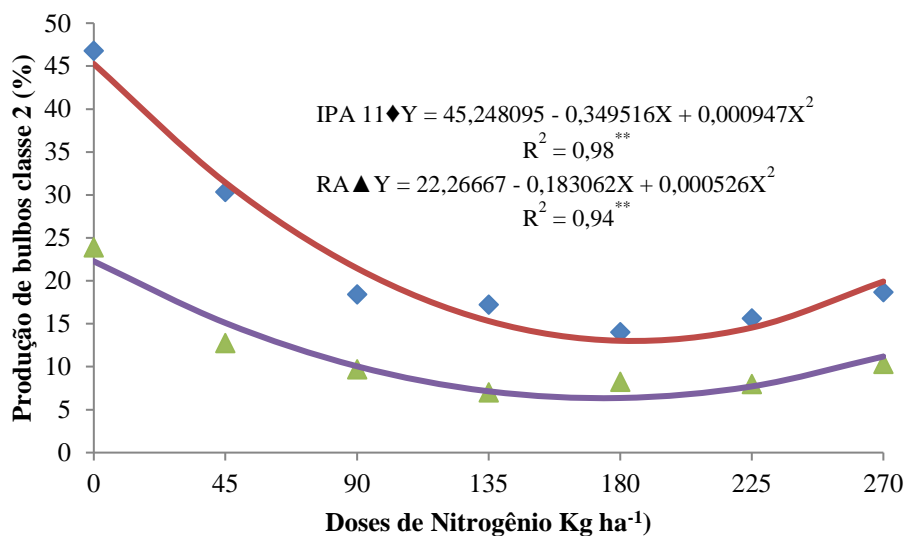


Figura 4. Percentual de bulbos classe 2 nas cultivares IPA 11 e Rio das Antas em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

Na comparação entre o tratamento sem aplicação de nitrogênio e as doses que minimizaram o percentual de bulbos nesta classe, a cultivar IPA 11 apresentou diferença de



32,25 pontos percentuais, ao passo que na Rio das Antas a diferença foi de apenas 15,93 pontos percentuais.

No desdobramento das cultivares em cada dose de nitrogênio para o percentual de bulbos classe 2, só não houve diferença na dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo a cultivar IPA 11 superado a Rio das Antas nas demais doses (Tabela 4).

As doses de nitrogênio e percentuais de bulbos classe 2 verificados neste trabalho foram superiores aos obtidos por Rodrigues (2014), ao constatar que o percentual de bulbos classe 2 da cultivar IPA 11 se ajustou a um modelo quadrático com um valor mínimo de 8,77% na dose de 168 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Estes resultados estão coerentes com os observados por diferentes autores que obtiveram respostas positivas da adubação nitrogenada na redução do percentual de bulbos classe 2 na cultura da cebola (RESENDE e COSTA, 2014; MENEZES JÚNIOR; KURTZ, 2016; RESENDE et al., 2016).

No desdobramento das doses de nitrogênio dentro das cultivares para o percentual de bulbos classe 3, constataram-se diferenças significativas em ambas as cultivares. No entanto, foi observado ajuste a um modelo matemática apenas para a cultivar IPA 11 (Figura 5).

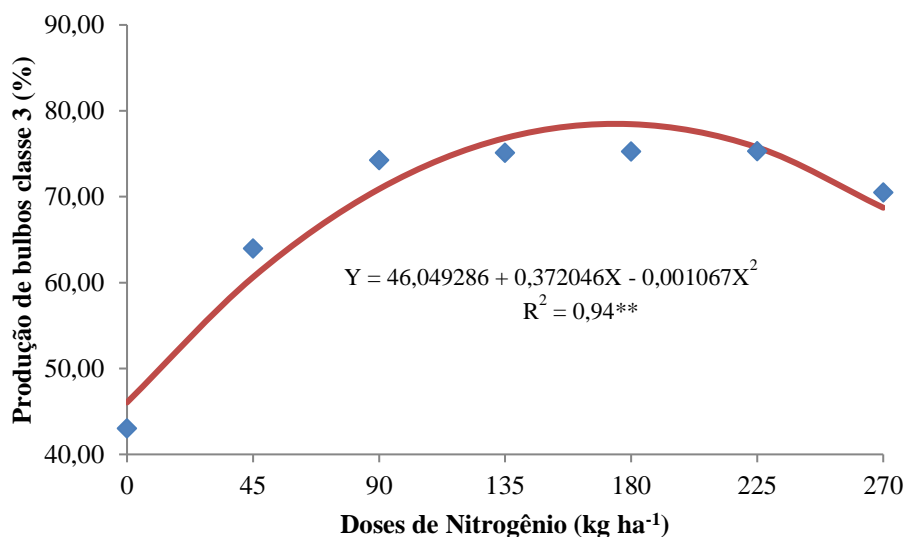


Figura 5. Percentual de bulbos classe 3 na cultivar IPA 11 em função de doses de N. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

A adubação nitrogenada promoveu efeito positivo na produção de bulbos desta classe na cultivar IPA 11, tendo alcançado o valor máximo de 78,5% na dose de 174,3 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Para a classe 4, foram constatadas diferenças significativas apenas para a cultivar Rio das Antas, porém não houve ajuste a nenhum modelo matemático. Para a cultivar Rio das Antas, o maior percentual (34,67%) de bulbos classe 4 foi obtido com a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N e o menor (3,35%) sem a aplicação deste nutriente.

No desdobramento das cultivares em cada dose de nitrogênio para o percentual de bulbos classe 3, só foram constatadas diferenças nas doses 0, 135, 180 e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo a cultivar IPA 11 superado a Rio das Antas em todas elas, com exceção da testemunha. Para o percentual de bulbos classe 4, foram constatadas diferenças significativas a partir da dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, com superioridade da Rio das Antas em todas elas (Tabela 4).

Estes resultados estão de acordo com os verificados por diversos autores que constataram incrementos na produção de bulbos das classes 3 e 4 devido à adubação nitrogenada na cebola, com percentuais variando de 34,50 a 86,42%, referente a doses de nitrogênio na faixa de 101 a 168 kg ha<sup>-1</sup> de N para a classe 3 (CECÍLIO FILHO et al., 2010; RODRIGUES, 2014; MENEZES JÚNIOR; KURTZ, 2016) e 3,3 a 4,5% referentes às doses de nitrogênio na faixa de 150 a 168 kg ha<sup>-1</sup> de N para a classe 4 (MAY, 2006; RODRIGUES, 2014).

O percentual da produção não comercial, no qual foram incluídos bulbos com diâmetro < 35 mm e bulbos duplos, foi afetado negativamente pela adubação nitrogenada, no entanto não se ajustou a nenhum modelo matemático. O maior percentual (9,85%) foi obtido no tratamento sem aplicação de nitrogênio, ao passo que o menor (4,5%) foi observado na dose máxima (270 kg ha<sup>-1</sup> de N). O PBNC da Rio das Antas foi 7,7%, ao passo que o da IPA 11 foi de apenas 4,2%.

As médias de clorofila a ajustaram-se a um modelo quadrático, com valor máximo de 0,21 mg g<sup>-1</sup> referente à dose de 191,6 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 6). As médias dos teores de clorofila b e total não se ajustaram a nenhum modelo matemático. Tanto para clorofila b quanto para clorofila total, o valor mínimo foi verificado no tratamento sem nitrogênio e o máximo, na dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 3).

O excesso de nitrogênio ocasiona o aumento de espécies reativas de oxigênio (O<sub>2</sub><sup>-</sup> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), podendo danificar o aparato fotossintético e catalisar a degradação de proteínas em virtude da modificação oxidativa e aumento da atividade proteolítica, provocando inibição da síntese e/ou degradação dos pigmentos fotossintéticos (WANG et al., 2010).

Estes resultados diferem dos obtidos por Kolota et al. (2013), ao avaliar a resposta da cebolinha verde (*Allium fistulosum* L.) à adubação nitrogenada (75, 150, 225 kg ha<sup>-1</sup>) quando

verificaram que o teor de clorofila total aumentou de forma linear com o aumento das doses de nitrogênio, com valores variando de 0,51 a 0,62 mg g<sup>-1</sup> de peso fresco.

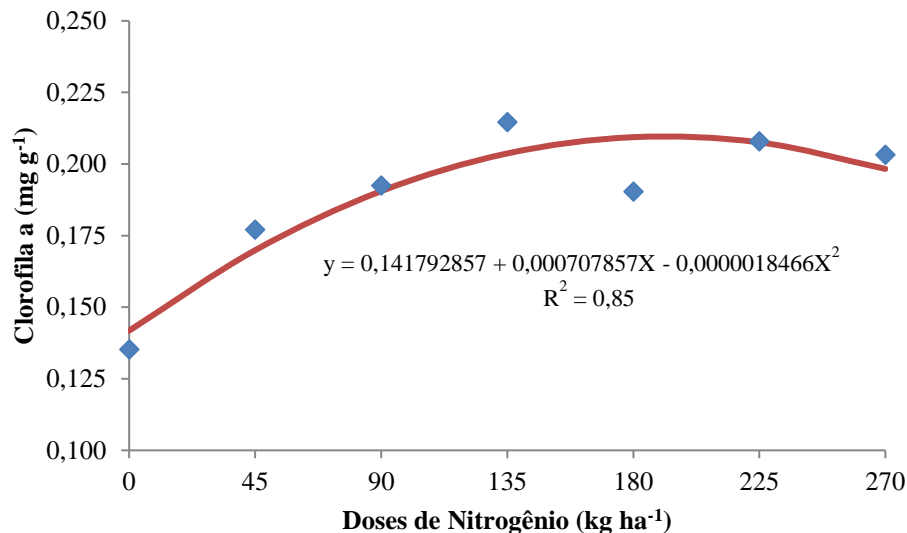


Figura 6. Teor de clorofila a em função das doses de nitrogênio. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

### 3.2 Qualidade de bulbos

As cultivares de cebola diferenciaram-se estatisticamente no teor de sólidos solúveis, onde a IPA 11 foi superior a Rio das Antas (Tabela 5).

Os valores de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho estão na faixa dos encontrados por Grangeiro et al. (2008), que avaliaram 18 cultivares de cebola em Mossoró-RN (6,7 a 11,63° Brix).

Resultados divergentes foram verificados por Benti (2017), ao avaliar a influência da adubação nitrogenada na qualidade de três cultivares de cebola (Adama Red, Nasik Red e Bombay Red). Os autores constataram que não houve diferenças entre as cultivares e que nitrogênio reduziu o teor de sólidos solúveis. Bolandinasar et al. (2012), avaliando a qualidade na cultivar Azar Shahr, e Rodrigues et al. (2016), na cultivar IPA 11, em função da adubação nitrogenada, verificaram reduções no teor de sólidos solúveis com o aumento das doses de nitrogênio.

As médias da acidez titulável em função das doses de nitrogênio para as duas cultivares não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Para a cultivar IPA 11, a variação na AT foi de 2,66 a 3,22 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>100g<sup>-1</sup> e na Rio das Antas 2,17 a 2,72 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 100g<sup>-1</sup> (Tabela 6).

Tabela 5. Médias de teor de sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares de cebola.

Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> de N)	SS	SS/AT
0	8,50	3,48
45	8,88	3,34
90	8,43	3,34
135	8,72	3,35
180	8,75	3,08
225	8,44	3,34
270	9,06	3,54
Análise regressão <sup>(1)</sup>	Ns	ns
Cultivares <sup>(2)</sup>		
IPA 11	9,87 a	3,49 a
Rio das Antas	7,49 b	3,22 b
Média	8,68	3,35

<sup>(1)</sup>ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados.

<sup>(2)</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

A cultivar IPA 11 apresentou maior AT em relação a Rio das Antas, embora elas não tenham se diferenciado significativamente nas doses de 45, 180 e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 6).

Tabela 6. Médias da acidez titulável (AT) e pungência (PUNG), em função das doses de nitrogênio e cultivares de cebola.

Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> N)	AT (mEq H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> 100g <sup>-1</sup> )		PUNG (μmol g <sup>-1</sup> )	
	IPA 11 <sup>(2)</sup>	Rio das Antas	IPA 11	Rio das Antas
0	2,91 a	2,17 b	7,28 a	5,41 b
45	2,76 a	2,66 a	6,38 a	6,66 a
90	2,99 a	2,18 b	7,07 a	5,48 b
135	3,22 a	2,19 b	6,95 a	3,53 b
180	3,11 a	2,72 a	6,33 a	7,39 a
225	2,66 a	2,53 a	4,83 a	5,49 a
270	2,81 a	2,40 b	7,23 a	5,02 b
Análise regressão <sup>(1)</sup>	ns	ns	ns	ns
Média	2,92	2,41	6,58	5,57

<sup>(1)</sup>ns = nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados.

<sup>(2)</sup>Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo Teste F a 5% de probabilidade.

Rodrigues et al. (2016), avaliando a qualidade de cebola (cultivar IPA 11) em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio, durante duas safras, encontraram resultados que diferiram dos verificados neste trabalho, com efeito significativo das doses de N na acidez total, tendo se ajustado a um modelo quadrático e o valor máximo (0,37%) obtido sem aplicação de N.

O fator genético (cultivar) é determinante para a composição química da cebola (RANDLE, 1997; KIMURA et al., 2014), porém o ambiente e as práticas agronômicas podem afetar a expressão de genes das sementes, determinando as mudanças nos teores de ácidos orgânicos (GALDÓN et al., 2008).

A adubação nitrogenada não influenciou na relação SS/AT das cultivares de cebola. No entanto, a IPA 11 sobressaiu-se em relação a Rio das Antas (Tabela 5).

As médias de pungência também não se ajustaram a nenhum modelo matemático. A cultivar IPA 11 apresentou maior pungência do que Rio das Antas, sendo que em relação às doses de N a variação foi de 4,83 a 7,23 e de 5,02 a 7,39 para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente (Tabela 6).

Estes resultados estão de acordo com Randle (2000) e Bolandinasar et al. (2012), ao avaliarem a qualidade dos bulbos de cebola, respectivamente nas cultivares Granex 33 e Azar Shahr, ao constatarem influência positiva da adubação nitrogenada nos teores de pungência destas cultivares.

### 3.3 Indicadores econômicos

As maiores Renda Bruta (RB) e Renda Líquida (RL) foram observadas na aplicação de 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de N para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente. Devido ao preço médio de R\$ 1,25, praticado no período da colheita, o tratamento sem aplicação de nitrogênio apresentou renda líquida positiva tanto para IPA 11 como para Rio das Antas (Tabela 7).

A Taxa de Retorno (TR) aumentou até 2,07 e 2,41 com o incremento das doses 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente. A partir destas doses, a TR permaneceu praticamente estável para ambas as cultivares (Tabela 7). Esses valores indicam que a cada real investido em fertilizante nitrogenado há um retorno de R\$ 2,07 e R\$ 2,41, respectivamente, para as cultivares IPA 11 e Rio das Antas.

O Índice de Lucratividade (IL) teve comportamento idêntico a TR, com valores mínimos de 16,57 e 30,27% para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente, nos

tratamentos sem aplicação de nitrogênio e os máximos de 51,67 e 58,53% nas doses de 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de N para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente (Tabela 7).

A diferença entre a testemunha e a dose máxima para o Ponto de Nivelamento (PN) foi de apenas 7,0% para IPA 11 e de 6,2% para Rio das Antas. A Margem de Segurança (MS) máxima foi de -0,52 e -0,59 para IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente. Estes valores significam que as produtividades ou o preço dessas cultivares podem reduzir até 52 e 59%, respectivamente, sem prejuízo na atividade.

Estes resultados estão de acordo com os verificados por Hunger (2013), que avaliou a produtividade e análise econômica da cultivar de cebola Bola Precoce em Guarapuava no Paraná e observou uma TR média de 2,22, uma MS média de -0,55 e um PN médio de 29.341 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 7. Médias da renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), ponto de nivelamento (PN) e margem de segurança (MS) de cebola em função de doses de nitrogênio e cultivares.

Dose (kg)	RB (R\$)		RL (R\$)		TR (R\$)		IL (%)		PN (kg ha <sup>-1</sup> )		MS	
	IPA	RA	IPA	RA	IPA	RA	IPA	RA	IPA	RA	IPA	RA
0	41.223,50	55.573,25	6.828,86	16.822,05	1,20	1,43	16,57	30,27	27.515,71	31.0000,96	-0,17	-0,30
45	54.527,08	77.316,97	19.731,04	38.164,37	1,57	1,97	36,19	49,36	27.836,83	31.322,08	-0,36	-0,49
82	65.465,57	95.213,38	30.339,49	55.730,74	1,86	2,41	46,34	58,53	28.100,86	31.586,11	-0,46	-0,59
90	67.830,65	95.213,38	32.633,21	55.659,38	1,93	2,41	48,11	58,46	28.157,95	31.643,20	-0,48	-0,58
108	73.154,00	95.213,38	37.796,00	55.498,82	2,07	2,40	51,67	58,29	28.286,40	31.771,65	-0,52	-0,58
135	73.154,00	95.213,38	37.555,16	55.257,98	2,05	2,38	51,34	58,04	28.479,07	31.964,32	-0,51	-0,58
180	73.154,00	95.213,38	37.153,76	54.856,58	2,03	2,36	50,79	57,61	28.800,19	32.285,44	-0,51	-0,58
225	73.154,00	95.213,38	36.752,36	54.455,18	2,01	2,34	50,24	57,19	29.121,31	32.606,56	-0,50	-0,57
270	73.154,00	95.213,38	36.350,96	54.053,78	1,99	2,31	49,69	56,77	29.442,43	32.927,68	-0,50	-0,57

#### 4 – CONCLUSÕES

A cultivar Rio das Antas foi mais produtiva do que a IPA 11.

A dose de nitrogênio que maximizou a produtividade total e comercial foi de 92 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A adubação nitrogenada aumentou o percentual de bulbos da classe 3 e reduziu o percentual de bulbos não comerciais.

As doses de 108 e 82 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionaram maiores renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade para as cultivares IPA 11 e Rio das Antas, respectivamente.

## 5 REFERÊNCIAS

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

BOLANDNAZAR, S.; MOLLAVALI, M.; TABATABAEI, S. J. Influence of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  and  $\text{K}_2\text{SO}_4$  on qualitative characteristics of onion. **Scientia Horticulturae**, v. 136, p. 24-28, 2012. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0304423811006686/1-s2.0-S0304423811006686-main.pdf?\\_tid=a05b9758-0516-11e8-a538-00000aab0f27&acdnat=1517245717\\_ff7c4f7dbc40d4d380e155c449e25ba3](https://ac.els-cdn.com/S0304423811006686/1-s2.0-S0304423811006686-main.pdf?_tid=a05b9758-0516-11e8-a538-00000aab0f27&acdnat=1517245717_ff7c4f7dbc40d4d380e155c449e25ba3)> Acesso em: 29 jan. 2017.

BENTI, G. Influence of nitrogen rate and varieties on storage periods of onion (*Allium cepa* L.) in Fedis district, Eastern Ethiopia. **International Journal of Information Research and Review**, Tamilnadu, v. 4, n. 4, p. 4097-4105, 2017. Disponível em: <<http://www.ijirr.com/sites/default/files/issues-files/1912.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

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

CAVALCANTE, F. J. A. (org.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2ª aproximação. 3. ed. Recife: IPA, 2008. 212 p.

CECÍLIO FILHO A. B.; MARCOLINI, M. W.; MAY, A.; BARBOSA, J. C. Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta. **Científica**, Jaboticabal, v. 38, n. 1/2, p. 14-22, 2010. Disponível em: <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/358/172>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

DHUMAL, K.; DATIR, S.; PANDEY, R.. Assessment of bulb pungency level different indian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). **Food Chemistry**, Norwich, v.100, p. 1328-1330, 2007. Disponível em: [https://ac.els-cdn.com/S0308814605010514/1-s2.0-S0308814605010514-main.pdf?\\_tid=a77f8dd0-0095-11e8-90e8-00000aab0f02&acdnat=1516750520\\_752422a8e6a0de12687b9161ca15d709](https://ac.els-cdn.com/S0308814605010514/1-s2.0-S0308814605010514-main.pdf?_tid=a77f8dd0-0095-11e8-90e8-00000aab0f02&acdnat=1516750520_752422a8e6a0de12687b9161ca15d709)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2018.



GALDÓN, B. R.; RODRÍGUEZ, C. T.; RODRIGUES, E. R.; ROMERO, C. D. Organic Acid Contents in Onion Cultivars (*Allium cepa* L.). **J. Agric. Food Chem.**, San Cristóbal de La Laguna, v. 56, p. 6512–6519. 2008. Disponível em: <http://pubs-acsc-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1021/jf800282h>. Acesso em: 07 set. 2017.

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**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1087-1091, jul.-ago. 2008.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, S. I.; WHITE, P. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P. (org.). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. New York: Elsevier, 2012. p. 135-189.

HUNGER, H. **Produtividade e análise econômica da cultura da cebola sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013. Disponível em: [http://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/dissertacao\\_final\\_helmut.pdf](http://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/dissertacao_final_helmut.pdf). Acesso em: 18 abr. 2016.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal (PAM)* Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08 dez. 2017.

KIMURA, Y.; OKAZAKI, K.; YANAGIDA, D.; MURO, T. Cultivar and regional differences in the metabolite composition of onion (*Allium cepa*). *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 168, p. 1-8. 2014. Disponível em: [https://ac.els-cdn.com/S0304423814000235/1-s2.0-S0304423814000235-main.pdf?\\_tid=3004dac4-04a2-11e8-9c59-00000aab0f6c&acdnat=1517195707\\_cf86638aff79f039c74d3c266e9349c9](https://ac.els-cdn.com/S0304423814000235/1-s2.0-S0304423814000235-main.pdf?_tid=3004dac4-04a2-11e8-9c59-00000aab0f6c&acdnat=1517195707_cf86638aff79f039c74d3c266e9349c9). Acesso em: 29 ago. 2017.

KOLOTA, E., ADAMCZEWSKA-SOWINSKA, K., UKLANSKA-PUSZ, C. Response of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) to nitrogen fertilization. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, Lublin, v. 12, n. 2, p. 51-61, 2013. Disponível em: [http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum\\_cultus/2013/streszczenia2013\\_2/06%20Kolata%20Adamczewska-Sowinska%20Hort%2012\\_2\\_%202013.pdf](http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2013/streszczenia2013_2/06%20Kolata%20Adamczewska-Sowinska%20Hort%2012_2_%202013.pdf). Acesso em: 26 jan. 2017.

KURTZ, C. **Acúmulo de nutrientes e métodos de diagnose nutricional de nitrogênio para a cultura da cebola**. 2015. 96f. Tese (Doutorado em Ciência do solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/40366>. Acesso em: 18jan. 2017.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R.; COIMBRA, J. L. M.; PETRY, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de**

**Ciência do Solo**, Viçosa v. 36, p. 865-876, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n3/17.pdf>> Acesso em: 30 jul. 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004.

MAY, A. **Desempenho de híbridos de cebola em função da população de plantas e fertilização nitrogenada e potássica**. 2006. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/1140.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2015.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 25, n. 1, p.53-59, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362007000100011&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362007000100011&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

MELO, J. A. B.; PEREIRA, R. A.; DANTAS NETO, J.; LIMA, E. R. V. Propriedades do solo e propensão à desertificação na microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB. **Ver. Bras. de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 234-246, 2010. Disponível em: <[http://orgprints.org/24963/1/Melo\\_Propriedades.pdf](http://orgprints.org/24963/1/Melo_Propriedades.pdf)>. Acesso em: 12 mai. 2018.

MENDES, A. M. S., FARIA, C. M. B., SILVA, D. J., RESENDE, G. M., OLIVEIRA NETO, M. B., SILVA, M. S. L. **Nutrição Mineral e Adubação da Cultura da Cebola no Submédio do Vale do São Francisco**. EMBRAPA, Petrolina, 2008. (Circular Técnica n. 86).

MENEZES JÚNIOR, F. O.; KURTZ, C. Produtividade da cebola fertirrigada sob diferentes doses de nitrogênio e densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 34, n. 4, p. 571-579, dez. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v34n4/1806-9991-hb-34-04-00571.pdf>> Acesso em: 09 abr. 2017.

MOTA, J. C. A.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J.; LIBARDI, P. L. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na Chapada do Apodi, RN, cultivados com melão. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 49-58, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/06.pdf>> Acesso em: 04maio. 2018.

PEREIRA, E. B.; CARDOSO, A. A. A.; VIEIRA, C.; LURES, E. G.; KUGIRARI, Y. 1985. **Viabilidade econômica do composto orgânico na cultura do feijão**. Comunicado Técnico, 4p.

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. **ACM Symposium Series**, [S.l.], v. 660, p. 41-42, 1997.

RANDLE, W. M. Increasing nitrogen concentration in hydroponic solution affects onion flavor and bulb quality. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, Virginia, v. 125, p. 254–259. 2000

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Dose econômica de nitrogênio na produtividade e armazenamento de 30 cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 357-362, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v32n3/0102-0536-hb-32-03-00357.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Doses de nitrogênio na produtividade e classificação de bulbos de cultivares de cebola. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, Fortaleza, v. 10, n. 3, 2016. Disponível em: <[http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/373/pdf\\_270](http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/373/pdf_270)>. Acesso em: 23 ago. 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.

RODRIGUES, G. S. O. **Produtividade e qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio**. 2014. 65f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2014-GARD%C3%80ANIA-SILVANA-DE-OLIVEIRA-RODRIGUES.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

RODRIGUES, G. S. O.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SILVA, A. C.; NOVO JÚNIOR, J. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 239-247, jul-set. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcaat/v28n3/1983-2125-rcaat-28-03-00239.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **J. Agr. Food Chem.**, Washington, v. 9, p. 301-304, 1961. Disponível em: <<http://pubs-acs-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1021/jf60116a018>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SCOPEL, W.; BARBOSA, J. Z.; VIEIRA, M. L. Extração de pigmentos foliares em plantas de canola. **Unoesc & Ciência – ACET.**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-94, 2011.

SILVA, F. C. (org.). Análise química de tecido vegetal. In: Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.193-204.

TRANI, P. E.; BREDA JÚNIOR, J. M.; FACTOR, T. L. **Calagem e adubação da cebola (*Allium cepa* L.)**. Campinas: Instituto Agronômico, 2014.

TRANI, P.; van RAIJ, B. Hortaliças. In: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1997. p. 157-164. (Boletim Técnico, n. 100)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genética. Viçosa, MG: 1997. 59p

VIDIGAL, S. M. **Adubação nitrogenada de cebola irrigada cultivada no verão: projeto Jaíba, Norte e Minas Gerais**. 2000. 136f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WANG, C.; SONG, H. Z.; PEI F. W.; WEI, L.; JIE, L. Effects of ammonium on the anti oxidative response in *Hydrilla Verticillata* (L.f.) Royle plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Maryland Heights, v. 73, n. 2, p. 189–195, 2010.