

GARDÊNIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA EM
FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE
PLANTIO**

MOSSORÓ-RN

2014

GARDÊNIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA EM FUNÇÃO DE DOSES
DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE PLANTIO**

Tese apresentada ao programa de pós-graduação de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Ciências.

ORIENTADOR:
PROF. D.Sc LEILSON COSTA GRANGEIRO

MOSSORÓ-RN
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

R696p	Rodrigues, Gardênia Silvana de Oliveira. Produtividade e qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. / Gardenia Silvana de Oliveira Rodrigues. -- Mossoró, 2014 65f.: il. Orientador: Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação. 1. <i>Allium cepa</i> . 2. Adubação nitrogenada. 3. Retorno econômico. 4. Sólidos solúveis. I. Título.
RN/UFERSA/BCOT	CDD: 635.25

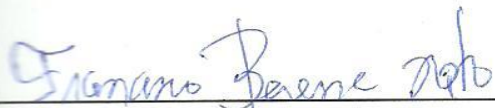
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

GARDÊNIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES

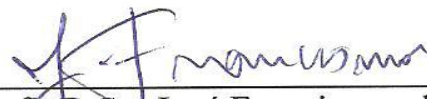
**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CEBOLA EM FUNÇÃO DE DOSES
DE NITROGÊNIO E ÉPOCAS DE PLANTIO**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Ciências.

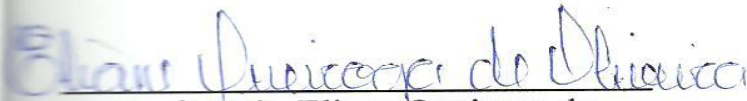
Aprovada em: 27/02/2014



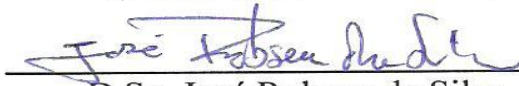
Prof. Ph.D. Francisco Bezerra Neto
(Conselheiro - UFERSA)



Prof. D.Sc. José Francismar de
Medeiros
(Conselheiro - UFERSA)



Prof. D.Sc. Eliane Queiroga de
Oliveira (Membro Externo - IFPB)



D.Sc. José Robson da Silva
(Membro Externo - EMPARN)



Prof. D.Sc. Leilson Costa Grangeiro
(Orientador - UFERSA)

DEDICO

Ao meu esposo Rogério Rodrigues da Silva e aos meus amados filhos Francisco Vicente de Oliveira Neto e João Gabriel de Oliveira Rodrigues pelo amor e companheirismo em todos os momentos.

OFEREÇO

Aos meus pais, Francisco Vicente de Oliveira e Raimunda Silva Costa de Oliveira por todo amor, dedicação e pela presença constante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Deus, por me conceder saúde, sabedoria, fidelidade e cuidados para comigo, em todo tempo;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade de desenvolver este trabalho;

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

Ao meu esposo, Rogério Rodrigues da Silva, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, com seu amor e carinho;

Aos meus queridos filhos Vicente Neto e João Gabriel, pelo o amor incondicional e pelos sorrisos nos momentos mais difíceis;

Aos meus pais, Francisco Vicente de Oliveira e Raimunda Silva Costa de Oliveira, por sempre me incentivarem a estudar e lutar pelos meus objetivos;

As minhas irmãs, Valkia Kelenney, Vagna Keliene, Rubênia Samara, Vanessa Michaeli e Andressa Micheline (*in memoriam*), pelos inúmeros momentos de alegrias compartilhados

Ao professor e orientador Leilson Costa Grangeiro pelos ensinamentos transmitidos, dedicação e credibilidade na realização deste trabalho;

Aos membros da banca examinadora, Francisco Bezerra Neto, José Francismar de Medeiros, José Robson da Silva e Eliane Queiroga de Oliveira pelas sugestões importantes à melhoria desta tese.

A professora Jailma Suerda Silva de Lima, pela amizade leal, companheirismo, pela ajuda, paciência, ensinamentos e agradável convivência;

A todos os professores do Programa em Fitotecnia pelos ensinamentos transmitidos.

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

Aos funcionários da horta pela ajuda na condução do experimento e agradável convívio.

Os meus sinceros agradecimentos a todos que de algum modo contribuíram para minha formação e conclusão deste trabalho.

RESUMO

RODRIGUES, Gardênia Silvana de Oliveira. **Produtividade e qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio**. Mossoró, UFERSA, 2014.65f. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Na cebola (*Allium cepa* L.) o nitrogênio destaca-se como um dos nutrientes mais importantes, sendo o segundo em quantidade na planta, superado apenas pelo o potássio. Seu fornecimento está relacionado aos maiores aumentos da produtividade e qualidade de bulbos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de bulbo de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de N: 0, 34, 67, 101, 134 e 168 kg ha⁻¹ de N. As doses de nitrogênio que proporcionaram maior produtividade comercial foram de 77,7 e 113,66 kg ha⁻¹ de N no plantio de dezembro/2011 e agosto/2012, respectivamente. A aplicação de nitrogênio aumentou a porcentagem de bulbos de maior diâmetro (50 – 70 mm), reduziu a produção de bulbos refugo e o teor de sólidos solúveis. A dose que proporcionou maior taxa de retorno (R\$ 3,97) foi a de 77,5 kg ha⁻¹ de N e aquela que resultou em maior índice de lucratividade (72,97%) foi a de 41,6 kg ha⁻¹ de N.

Palavras-chave: *Allium cepa*. Adubação nitrogenada. Retorno econômico. Sólidos solúveis. Pungência.

ABSTRACT

RODRIGUES, Gardênia Silvana de Oliveira. **Productivity and quality of onion due to nitrogen doses and planting times.** Mossoró, UFERSA, 2014.65f. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

In onion (*Allium cepa* L.) nitrogen stands out as one of the most important nutrients, the second quantity in the plant, second only to potassium. Its supply is related to higher productivity growth and quality of bulbs. The current paper has aimed to productivity and quality of onion bulb due to nitrogen and planting times. The experimental design was a randomized block with four replications. The treatments consisted of N rates: 0, 34, 67, 101, 134 and 168 kg ha⁻¹ N). Nitrogen rates have shown higher marketable yield were 77,7 and 113.66 kg ha⁻¹ of N at planting and December/2011 August/2012, respectively. The application of nitrogen increased the percentage of bulbs larger diameter (50-70 mm), reduced the production of waste bulbs and soluble solids content. The dose that provided larger return tax (R\$ 397) it was the one of 77,5 kg have-1 of N and that that resulted in larger profitability (72,97%) index was the one of 41,6 kg have-1 of N.

Keywords: *Allium cepa*. Nitrogen fertilization. Economic return. Soluble solids. Pungency.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Resultados das análises de solo nas áreas experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	26
Tabela 2-	Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	28
Tabela 3-	Valores médios mensais da temperatura do ar mínima e máxima, umidade relativa do ar (UR) e das precipitações totais nos dois experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	30
Tabela 4-	Valores de F da análise de variância para produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT), teor de N na folha, bulbos classe1, classe 2, classe 3, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cebola em função da adubação nitrogenada e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	34
Tabela 5-	Valores médios de produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	36
Tabela 6-	Valores médios de produtividade não comercial (PNC), bulbos na classe 1, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência(PUG) de bulbos de cebola em função de épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	38
Tabela 7-	Valores médios de produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	39

Tabela 8 -	Valores médios de teor de N na folha de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	41
Tabela 9 -	Valores médios de bulbos de cebola classe 2 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	44
Tabela 10 -	Valores médios de bulbos de cebola classe 3 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	45
Tabela 11 -	Valores de F da análise de variância para bulbos de cebola na classe 4 em função da adubação nitrogenada. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	46
Tabela 12 -	Valores de F da análise de variância para renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de cebola em função da adubação nitrogenada e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	50
Tabela 13 -	Valores médios de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de bulbos de cebola em função de épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Visão geral da área experimental, Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	27
Figura 2 -	Detalhe do tanque de derivação do sistema de irrigação na área do experimento, Mossoró, RN, UFERSA, 2011/2012.....	29
Figura 3-	Produtividade comercial de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	36
Figura 4-	Produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	37
Figura 5-	Produtividade total de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	39
Figura 6 -	Teor de N na folha de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.....	41
Figura 7-	Porcentagem de bulbos de cebola classe 1 em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	42
Figura 8-	Porcentagem de bulbos de cebola classe 2 em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	43

Figura 9-	Percentagem de bulbos de cebola classe 3 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	45
Figura 10 -	Percentagem de bulbos de cebola classe 4 em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	46
Figura 11-	Sólidos solúveis de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	47
Figura 12-	Acidez titulável de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	47
Figura 13-	Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	49
Figura 14-	Pungência de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	50
Figura 15-	Renda bruta de bulbos em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	52
Figura 16-	Renda líquida de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	52
Figura 17-	Taxa de retorno de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	53
Figura 18-	Índice de lucratividade de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 NITROGÊNIO NO SOLO E PLANTA.....	17
2.2 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DA CEBOLA.....	18
2.3 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BULBOS DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	21
2.4 FERTIRRIGAÇÃO EM HORTALIÇAS.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL	26
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	27
3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	28
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	31
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cebola é considerada a terceira hortaliça mais importante, em termos de valor econômico, suplantada apenas pelo tomate e batata, com uma área plantada em 2012 de 63.481 ha, produção de 1.444.146 t e produtividade média de 24 t ha⁻¹. A região Sul foi responsável por 51,70% da produção nacional, seguida pela região Nordeste (21,67%) e Sudeste (26,50%). No Nordeste brasileiro, a cebola é predominantemente produzida no Vale do São Francisco, sendo que os Estados de Pernambuco e Bahia são os maiores produtores, respondendo por 99% da produção regional. No Rio Grande do Norte a produção de cebola é relativamente recente, concentra-se nos municípios de Baraúna e Mossoró, com uma área plantada em 2012 de 605 ha (IBGE, 2013).

Seu cultivo tem crescido a cada ano, tornando-se uma alternativa para aumentar a renda dos produtores da região. Um fator que tem contribuído para o aumento dos investimentos na região é a proximidade de Baraúna e Mossoró, aos principais centros consumidores da região Nordeste do País: Natal, Fortaleza, Recife e João Pessoa

Com expansão de seu cultivo nessas áreas surge a necessidade de pesquisas com a cultura, principalmente no que diz respeito ao seu manejo, incluindo o estudo de práticas como o uso da fertirrigação. O sucesso da aplicação de produtos químicos via água de irrigação, tem motivado agricultores a utilizar tal tecnologia, possibilitando o parcelamento das doses dos nutrientes de acordo com as épocas críticas da cultura, além de simplificar as práticas culturais e melhorar a eficiência do uso do produto, reduzindo os custos de produção (EMBRAPA, 1990).

O nitrogênio destaca-se como um dos nutrientes importantes para cebola, sendo o segundo em quantidade na planta, superado apenas pelo potássio. Quanto à capacidade de resposta a doses de nitrogênio, diferentes autores relatam que o mesmo contribui significativamente para a melhoria da produtividade de bulbos, dependendo

da cultivar (MAY et al., 2007), de atributos do solo, principalmente teores de argila e matéria orgânica (VIDIGAL, 2000) e das condições de cultivo (BATAL et al., 1994).

Resende et al. (2008) verificaram em Petrolina-PE, que as maiores produtividades foram obtidas com doses de 169,4 e 175,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio; Cecílio Filho et al. (2010) no município de São José do Rio Pardo-SP alcançou maior produtividade com a combinação das doses de 150 kg ha⁻¹ de N com 150 kg ha⁻¹ de K₂O; em Ituporanga-SC, Kurtz et al. (2012) obtiveram maiores retornos econômicos com doses de 116 até 249 kg ha⁻¹ de nitrogênio de acordo com a época de plantio.

O fornecimento de doses adequadas de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo das culturas (FILGUEIRA, 2000). Vale destacar que a excessiva aplicação pode limitar a produtividade e aumentar as perdas no armazenamento (SOUZA; RESENDE, 2002). Por outro lado, na deficiência desse nutriente, plantas de cebola apresentam diminuição do ritmo de crescimento, as folhas apresentam uma coloração verde pálido, as mais velhas secam e caem precocemente e os bulbos apresentam-se de tamanho reduzido (RODAS et al., 2005).

A respeito do fornecimento deste nutriente sobre a qualidade, há pouca informação disponível na literatura. Randle (2000) trabalhando com cebola 'Granex 33' em solução nutritiva observou que níveis elevados de nitrogênio reduziram a firmeza e massa média de bulbo, mais não influenciou nos teores de sólidos solúveis (SS). O diâmetro, comprimento e massa do bulbo aumentaram significativamente até a dose de 175 kg ha⁻¹ de N em trabalho realizado por Mozumder et al. (2007). Morsy et al. (2012) observaram incrementos nos SS e na massa seca de bulbo com a aplicação de nitrogênio. A aplicação de 153,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu maior porcentagem de bulbos (85,8%) considerados comerciais (diâmetro 50 a 70 mm) em trabalho de Resende et al. (2008), sendo que o mesmo comportamento foi observado em May et al. (2007).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NITROGÊNIO NO SOLO E PLANTA

O nitrogênio é um dos elementos presente no solo de maior importância para plantas sendo o mais absorvido em quantidade pela grande maioria das culturas. É definido como um elemento estrutural, fazendo parte da composição das proteínas, aminoácidos, enzimas e da molécula de clorofila. Seu papel está diretamente ligado ao crescimento vegetativo, formação de folhas e porte de planta (MALAVOLTA, 2006).

Os solos em sua maioria não fornecem adequadamente este elemento durante certo estágio de desenvolvimento das plantas em função do aumento da demanda nestes estágios e às transformações biológicas e químicas que o N está sujeito no solo e que podem alterar significativamente a sua disponibilidade (WIETHÖLTER, 1996). Normalmente os solos tropicais são deficientes em nitrogênio e pode ser causada por lixiviação, volatilização, erosão do solo e remoção pelas culturas (ZOBECK et al., 2000).

O nitrogênio pode se incorporar no sistema solo-planta a partir dos restos culturais, por processos de fixação biológica, adubação com fertilizantes industriais e também por precipitação induzida por descargas elétricas (RAIJ, 1991). O N do solo está fortemente ligado à matéria orgânica e ao material mineral, sendo que a porção mínima encontra-se disponível para as plantas em formas minerais (NH_4^+ e NO_3^-). Sua disponibilidade no solo é resultado do balanço dos processos microbiológicos de mineralização do N orgânico, de imobilização do N mineral e da taxa de absorção pela planta. Devido ao fato da mineralização e a imobilização ocorrerem simultaneamente no solo, a quantidade de N mineral (NH_4^+ e NO_3^-) encontrada em um determinado tempo representa a diferença dos dois processos opostos (FONTES; ARAÚJO, 2007).

Segundo Vidigal et al. (2002) considerando a complexidade do ciclo do N no solo, recomenda-se que cada produtor conduza observações locais para melhorar a recomendação de N, evitando excessos que causam prejuízos e prejudicam o meio ambiente, e a deficiência também causa prejuízo. É importante avaliar não só a produtividade, mas também a qualidade comercial e a conservação pós-colheita do produto

Em função do efeito marcante do N sobre a produtividade e qualidade das culturas, associado à lixiviação no perfil do solo e seu potencial de contaminação de reservas de águas (MACK, 1989; OLMEDO et al., 1999), bem como do efeito carcinogênico do NO^-3 no organismo humano (RATH et al., 1994; HIRONDEL e HIRONDEL, 2001)

Pesquisas visando o estabelecimento de doses adequadas de adubação nitrogenada são de extrema importância para que a qualidade seja alcançada no processo produtivo. Assim, a análise do estado nutricional das plantas permite ajustes nas doses de N a serem aplicadas de forma a se obter alta produtividade e qualidade e, ao mesmo tempo, minimizar a perda por lixiviação desse elemento no solo e custos com fertilizantes nitrogenados (FONTES, 2001).

2.2 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DA CEBOLA

A cebola possui um sistema radicular pouco ramificado e pouco profundo, tornando-se necessário a disponibilização de nutrientes na camada superior do solo. Esses nutrientes devem ser fornecidos na época certa e em quantidades suficientes para a cultura da cebola, caso contrário, haverá prejuízo ao rendimento e à qualidade dos bulbos.

A absorção de nutrientes pela cebola durante o período de crescimento segue uma curva sigmoideal. Seu período de rápida absorção coincide com o início da

formação do bulbo (LEE, 2010). O manejo criterioso da adubação consiste em otimizar a produtividade, satisfazendo as necessidades nutricionais da cultura pela adoção de técnicas que propiciem maior eficiência no uso dos adubos, da água, da mão de obra e dos demais insumos, minimizando as perdas de nutrientes por lixiviação, erosão e volatilização. A aplicação racional de fertilizantes exige o conhecimento da disponibilidade de nutrientes no solo, das exigências nutricionais da cultura e da avaliação do estado nutricional das plantas (SOUSA et al., 2010).

Com relação à adubação de plantio da cebola, no nordeste brasileiro recomenda-se a aplicação de 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio, independentemente do sistema de plantio, os fertilizantes poderão ser aplicados a lanço e, preferencialmente, incorporados ao solo por ocasião da gradagem. Os adubos minerais mais utilizados são o sulfato de amônio (20% de N), uréia (45% de N), superfosfato simples (18% de P₂O₅), superfosfato triplo (42% de P₂O₅), cloreto de potássio (60% de K₂O) e o sulfato de potássio (50% de K₂O) (FARIA et al., 2007).

Na adubação de cobertura, recomenda-se 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio aos 30 dias após o transplântio. Caso o solo seja arenoso, a dose de N em cobertura deve ser parcelada em duas aplicações, uma aos 25 e outra aos 45 dias após o transplântio. Nesse caso, a dose de potássio recomendada pela análise de solo, deve ser dividida em duas aplicações, metade em fundação e metade aos 45 dias após o transplante, juntamente com a última aplicação de nitrogênio. Em solos alcalinos (pH acima de 7,0), deve-se usar o sulfato de amônio em vez da uréia, porque nesses solos, as possibilidades de perdas de N por volatilização da uréia são maiores do que as do sulfato de amônio. Recomenda-se usar as combinações sulfato de amônio e superfosfato triplo, ou uréia e superfosfato simples, para garantir o suprimento de enxofre às plantas (FARIA et al, 2007).

Além dos nutrientes absorvidos em grandes quantidades, conhecidos como macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre), há os micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco) que são absorvidos

em pequenas quantidades. Estes micronutrientes são importantes nos processos de crescimento, síntese e translocação de açúcares na planta, possibilitando maior produtividade e melhor qualidade de bulbos. Os fertilizantes orgânicos, geralmente, contêm esses micronutrientes em quantidades suficientes, que podem corrigir alguma deficiência existente no solo.

De acordo com Filgueira (2000), o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais extraídos do solo pelas hortaliças, sendo que o emprego de altas doses dos mesmos deve ser fornecido em cobertura, parcelados em várias aplicações, visando reduzir perdas por lixiviação e aumentar a eficiência de utilização dos fertilizantes.

Em São Paulo, May et al. (2008) observaram dentre os minerais mais expressivos nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio para as cultivares Optima e Superex. Santos et al. (2007) no Vale do São Francisco com as cultivares Alfa São Francisco e Franciscana IPA observaram a ordem de $N > K > Ca$. Marrocos et al. (2009) no Rio Grande do Norte trabalhando com a cultivar de cebola IPA - 11 observaram que os nutrientes mais absorvidos foram o potássio, nitrogênio magnésio e fósforo.

As principais regiões produtoras de cebola do Brasil dispõem de recomendações oficiais de adubação adaptadas as suas condições edafoclimáticas que apresentam algumas variações entre os Estados produtores. Para o nitrogênio, no Estado do Pernambuco, Costa (1998) recomenda 135 kg ha^{-1} , em Minas Gerais, Ribeiro et al. (1999), 200 kg ha^{-1} , em São Paulo 90 kg ha^{-1} (RAIJ et al., 1996), Rio Grande do Sul e Santa Catarina $65 \text{ a } 115 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

No Rio Grande do Norte não há boletim oficial de recomendação de adubação, sendo que as quantidades aplicadas na cultura da cebola são com base em informações de empresas privadas, recomendações de outras regiões e/ou das experiências adquiridas pelos produtores. A quantidade média utilizada é de $140 \text{ a } 200 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (aplicado via água de irrigação).

2.3 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE BULBOS DE CEBOLA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Diversos fatores afetam a disponibilidade de N para as culturas, assim como a necessidade das culturas é comandada por uma série de fatores. A matéria orgânica do solo é a principal fonte de N para as culturas, porém necessita ser mineralizada para que ocorra a liberação e a absorção pelas plantas.

Observa-se com a ausência deste nutriente, o bloqueio da síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do tamanho e conseqüentemente a redução da produção (KUNZ et al., 2009). Uma vez que o nitrogênio se encontra associado com vários componentes celulares, como aminoácidos e ácidos nucléicos, o sintoma mais característico da sua deficiência é a redução na taxa de crescimento. Dessa maneira, o primeiro sintoma a se manifestar nas plantas é a clorose das folhas mais velhas, devido à translocação do nitrogênio nelas contido para as folhas mais novas para que ocorra a manutenção dos pontos de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dessa maneira, a adubação nitrogenada deve ser realizada de maneira criteriosa, pois a aplicação excessiva deste nutriente pode ocasionar engrossamento do pseudocaule, gerando com isso redução na produção. Kunz et al. (2009) afirmam que a exigência das plantas por este nutriente varia de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas, com isso recomenda-se que seja feito o parcelamento das doses de nitrogênio aplicado, para não ocorrer perdas por lixiviação e volatilização, outro agravante é que o excesso de N provoca um crescimento exagerado da parte aérea, prejudicando a formação do bulbo, promove também um florescimento precoce.

Promove também um maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível ao déficit hídrico e a deficiência de nutrientes, principalmente fósforo e potássio. Com o excessivo desenvolvimento foliar

o efeito positivo do nitrogênio na fotossíntese diminui pelo sombreamento. O aumento do sombreamento pode gerar alterações nas condições microclimáticas, potencializando a incidência de infecções por fungos. O nitrogênio também aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que aparentemente têm maior influência que os açúcares no desenvolvimento das doenças fúngicas (RAIJ, 1991; ENGELS e MARSCHENER, 1995; SALES, 2005).

Vidigal et al. (2008) estudando o efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de cebola verificaram que a produção máxima de bulbos comercializáveis foi de 54.524 kg ha⁻¹ obtida com a aplicação de 244 kg de N ha⁻¹. Silva et al. (2009) também trabalhando com efeito de doses de N na produtividade de cebola observaram que a produção de cabeças comercializáveis aumentou com o incremento da dose de N, obtendo uma produção máxima de bulbos comercializáveis de 54,68 t ha⁻¹ estimada com a aplicação de 245 kg de N ha⁻¹.

Faria e Pereira (1992) alcançaram produtividades máximas com 114 e 119 kg ha⁻¹ de nitrogênio em dois ensaios consecutivos com a cultivar Texas Grano e IPA 6. Para a cultivar Crioula, observaram resposta positiva significativa aos níveis crescentes de adubação nitrogenada até 120 kg ha⁻¹, com a elevação para a maior dose ocorre redução da produção total (SÁ et al., 2004).

Khan et al. (2007) estudaram diferentes doses de nitrogênio e zinco em cebola e constataram uma máxima produção de 17,80 t ha⁻¹ com a dose de 100 kg ha⁻¹ de N. Robles e García (2013) estudando a influência das doses de nitrogênio e potássio na produção de cebola observaram uma maior produção com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Jiang et al. (2007) observaram máxima produtividade de 60 t ha⁻¹ com a dose de 240 kg ha⁻¹. Boyhan et al. (2007) obtiveram máxima produtividade com a dose de 263 kg ha⁻¹ de N.

Leite et al. (2008), trabalhando com adubação nitrogenada na cebola em sistema de plantio direto, constataram que o efeito da aplicação de nitrogênio para a

produção de bulbos comerciais foi linear e positivo, ou seja, não houve queda de produção.

Kolota et al. (2013), estudando diferentes fontes e doses de N em cebola, observaram que a produtividade comercial e total não foram influenciadas com o incremento das doses de nitrogênio de 75 a 225 kg ha⁻¹.

Com relação a qualidade da cebola, pode-se relacionar ao conjunto de atributos ou propriedades que tornam os produtos agrícolas apreciados como alimento. Esses atributos, por sua vez, dependem do mercado de destino, como armazenamento, consumo “in natura” ou processamento (CHAGAS et al., 2002). Na cultura da cebola estudos avaliando doses de nitrogênio e potássio, no que se refere a bulbos armazenados em condições ambientais, observaram uma perda de peso e uma maior incidência de bulbos podres e brotados, com o incremento das doses de N (80 a 160 kg ha⁻¹ de N). As melhores respostas em qualidade de armazenamento foi para as doses de 80 kg ha⁻¹ de N mais 100 kg ha⁻¹ de K₂O (RESENDE e COSTA, 2008).

Resende e Costa (2009), ao analisarem a produtividade e armazenamento de cebola (*Allium cepa* L.) submetida a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação em cultivo de verão, observaram que a produtividade comercial apresentou efeito linear ascendente para a dose intermediária de N e quadrático na ausência e maior dose da adubação potássica. A aplicação de N e K reduziu a produtividade não comercial de bulbos (refugos).

2.4 FERTIRRIGAÇÃO EM HORTALIÇAS

A fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado para a obtenção de altos rendimentos e produtos de qualidade.

Assim, a quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura ao longo das fases de desenvolvimento. Ainda, o manejo da água deve evitar variações bruscas do potencial matricial do substrato, especialmente nos períodos de forte demanda evaporativa da atmosfera (ANDRIOLO et al., 1997).

Burt et al. (1995) demonstram que na quimigação podem ser aplicados herbicidas, inseticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas e outros produtos químicos. Afirmam também que a fertirrigação é o método mais eficiente de aplicação de fertilizantes, especialmente quando aplicados através de sistema de irrigação localizada.

O manejo dos fertilizantes aplicados via fertirrigação, juntamente com o conhecimento das demandas de nutrientes durante o ciclo das culturas, resulta na redução dos desperdícios (ALVES, 2006). Já na adubação convencional, com aplicação dos adubos a lanço, pesquisas têm demonstrado que apenas 1/3 dos adubos nitrogenados e potássicos incorporados ao solo são aproveitados pelas plantas, com o restante se perdendo por lixiviação, escoamento superficial e volatilização (ALFAIA, 1997).

Quando se faz a fertirrigação tem-se que tomar cuidados extras para se evitar os casos específicos de entupimentos. É necessário proceder-se uma filtragem da solução após a injeção do fertilizante, principalmente na irrigação localizada, microaspersão e gotejamento. Neste caso, pode-se usar filtros de tela ou de disco que são mais baratos e fáceis de usar. O manejo adequado da fertirrigação requer que a injeção de fertilizantes seja iniciada quando toda tubulação estiver cheia de água e os emissores em pleno funcionamento; caso contrário, a uniformidade de distribuição de fertilizantes será prejudicada. Nesse procedimento, o tempo de fertirrigação é muito importante na uniformidade de distribuição dos fertilizantes em toda a área cultivada, o qual divide a aplicação em três etapas: a primeira para enchimento da tubulação; a segunda para aplicação propriamente dita da solução na água de irrigação e a terceira para promover a lavagem da tubulação e dos emissores, tempo esse que raramente

deverá ser inferior a 30 minutos (FRIZZONE et al., 1985). Todavia, como a estabilização da concentração de fertilizantes nas linhas de irrigação ocorre após 20 minutos (SAMPAIO et al., 1997), maior tempo de fertirrigação conduz à uniformidade melhor de distribuição de fertilizantes na área (ZANINI, 1987).

O uso da fertirrigação no cultivo de hortaliças tem trazido aumentos em produtividade e melhoria das características comerciais e de qualidade dos produtos. Entretanto, para que estes resultados sejam mantidos ao longo dos anos, é necessário que a fertirrigação seja praticada de forma tecnicamente segura, levando em consideração todos os fatores que influenciam a fisiologia e a nutrição das plantas, e a fertilidade do solo, a fim de se obter sucesso agrônômico, sem riscos ambientais, como a salinização e a contaminação dos recursos hídricos (EMBRABA, 2006)

Os adubos nitrogenados que são solúveis e não apresentam problemas para serem utilizados na fertirrigação, via gotejamento, tais como uréia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), nitrato de amônio (NH_4NO_3) e sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Os fertilizantes potássicos utilizados na fertirrigação apresentam menor solubilidade do que os nitrogenados, mas são bastante empregados. Os mais usados são nitrato de potássio (KNO_3) e cloreto de potássio (KCl).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa constou de dois experimentos, sendo o primeiro conduzido no período de dezembro de 2011 a abril de 2012 (EP1) e o segundo de agosto a dezembro de 2012 (EP2), na Horta do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em Mossoró-RN, localizada na região noroeste do Estado a 5° 12' 26'' de latitude sul, 37° 19' 04'' de longitude à oeste de Greenwich e 18 m de altitude. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, fase caatinga hiperxerófila e relevo plano (EMBRAPA, 2006). Por ocasião da implantação dos experimentos, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para determinação dos atributos químicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado das análises de solo nas áreas experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	pH (água)	M.O (g/kg)	(mg dm ⁻³)			cmol _c dm ⁻³			
			P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
Dezembro/2011	7,4	5,7	24,5	172,2	10,4	2,4	0,4	0,0	0,0
Agosto/2012	7,6	5,7	33,8	171,2	19,0	2,6	0,3	0,0	0,0

O clima local, pela classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, quente e seco com uma estação chuvosa de janeiro a maio e uma estação seca de junho a dezembro, caracterizado por temperatura média anual de 27,4 °C, precipitação anual de 673 mm e umidade relativa média de 68,9% com bioclima tipo 4ath, pela classificação de Gaussen, e índice xerotérmico entre 200 e 150 e seco durante 7 a 8 meses (CARMO FILHO et al., 1991).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completo com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de N (0, 25, 50, 75, 100 e 125% da adubação nitrogenada recomendada para cebola por Costa (1998) para o Estado de Pernambuco, correspondendo a uma adubação de 0, 34, 67, 101, 134 e 168 kg ha⁻¹ de N, respectivamente). Para tanto, foi considerada a soma da adubação de plantio com a adubação de cobertura.

Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 3,0 x 0,8 m, contendo oito fileiras de plantas, espaçada de 0,10 x 0,10 m. Utilizou-se como área útil, as seis fileiras centrais de plantas do canteiro descartando-se as plantas das extremidades (Figura 1).



Figura 1- Visão geral da área experimental, Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo constou de aração e gradagem, seguidas do levantamento dos canteiros e adubação de plantio com base na análise do solo e na recomendação de Cavalcanti (1998), sendo aplicado apenas o fósforo, na dose 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 sob a forma de superfosfato triplo. O restante aplicado via fertirrigação, juntamente com N e K.

A adubação de cobertura foi realizada diariamente via água de irrigação, utilizando-se tanque de derivação produzido com tubo de PVC. As fertirrigações foram iniciadas aos 10 dias após o transplântio (DAT) estendendo-se até os 70 DAT, sendo sua distribuição, ao longo do ciclo, estabelecida a partir da marcha de absorção de nutrientes pela cultura da cebola (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

DAT	N (%)	P (%)	K (%)
10 – 20	9,0	5,0	9,0
21 – 30	15,0	10,0	15,0
31 – 40	25,0	25,0	20,0
41 – 50	35,0	35,0	30,0
51 – 60	10,0	20,0	20,0
61 – 70	6,0	5,0	6,0

Adaptado de Marrocos et al. (2009)

Foram aplicados 135 kg ha^{-1} de K_2O e o nitrogênio de acordo com os tratamentos. As fontes utilizadas foram uréia, nitrato de cálcio e cloreto de potássio. Como fonte de micronutrientes foi aplicado 1 kg ha^{-1} do produto comercial Rexolin® (11,6% de K_2O , 1,28% de S, 0,86% de Mg, 2,1% de B, 0,36% de Cu, 2,66% de Fe,

2,48% de Mn, 0,036% de Mo e 3,38% de Zn), dividido em quatro aplicações quinzenais, a partir dos 30 DAT, via fertirrigação (Figura 2).



Figura 2- Detalhe do tanque de derivação do sistema de irrigação na área do experimento, Mossoró, RN, UFERSA, 2011/2012.

As precipitações pluviárias e temperaturas médias mensais registradas obtidos na estação meteorológica do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA durante os períodos de condução dos experimentos são mostradas na Tabela 3.

As mudas foram produzidas em sementeira, com dimensões de 0,80 m de largura e 0,20 de altura. Utilizaram-se 10 g m⁻² de sementes para semeadura em sulcos paralelos ao comprimento do canteiro, com profundidade de 1,0 cm e distância entre sulcos de 0,10 m. O transplântio foi realizado aos 40 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas atingiram de 15 a 20 cm de altura. A cultivar utilizada foi a Franciscana IPA 11, uma das mais cultivada na região, caracteriza-se por apresentar plantas com folhagem vigorosa, moderadamente ereta, de cor verde escuro e muito cerosa. Os bulbos são de formato globular-alongado, de conformação simétrica, casca

fina e coloração amarela intermediária. Em condições de campo, esta cultivar tem apresentado ótimo desempenho agrônômico, caracterizando-se ainda por apresentar elevado nível de resistência genética ao mal-de-sete-voltas (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e moderada tolerância ao tripses (*Thrips tabaci*), uma capacidade produtiva superior a 30 t ha⁻¹, com boa conservação pós-colheita. O ciclo, após o transplante, é de, aproximadamente 90 dias.

Tabela 3 - Valores médios mensais da temperatura do ar mínima e máxima, umidade relativa do ar (UR) e das precipitações totais nos dois experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012

Mês	Temperatura (° C)		UR (%)	Precipitações (mm)
	Mínima	Máxima		
Experimento 1 (2011/2012)				
Dezembro	27,44	28,55	62,74	00,00
Janeiro	26,55	27,60	62,92	28,70
Fevereiro	26,29	27,30	67,07	47,90
Março	25,93	26,92	65,20	32,38
Abril	25,76	26,82	64,13	69,68
Experimento 2 (2012)				
Agosto	26,07	27,57	55,34	0,00
Setembro	19,44	26,64	52,48	0,00
Outubro	26,98	28,17	54,97	0,00
Novembro	27,32	28,61	59,98	0,51
Dezembro	27,07	28,53	59,23	0,00

Visando a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações com produtos a base de Mancozeb (Manzate©, 2,5 g L⁻¹) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias com produto a base de Clorfernapiir (Pirate©, 0,5 mL L⁻¹) ou Deltametrina (Decis, 0,3 mL L⁻¹). O controle de plantas daninhas foi realizado por capinas manuais com enxada, realizadas sempre que necessário.

A colheita foi realizada no dia 09 de abril/2012 e 29 de dezembro/2012 para o transplântio de dezembro/2011 e agosto/2012 respectivamente, quando 70% das plantas apresentaram-se tombadas. Após a colheita, os bulbos permaneceram no campo por cinco dias, realizando-se o processo de cura ao sol, tendo sempre o cuidado de acomodar os bulbos de modo a facilitar o movimento do ar que contribui para uma secagem mais rápida das camadas mais externas. Em seguida foram levadas ao Laboratório de Recepção, do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, onde permaneceram por cinco dias para completar o processo de cura à sombra. Decorrido o período de cura fez-se a toaleta eliminando-se o resto das raízes e parte aérea.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

- Produtividade total de bulbos (t ha⁻¹): Obtida por meio da massa total de bulbos colhidos na área útil da parcela e expressa em tonelada por hectare;
- Produtividade de bulbos comerciais (t ha⁻¹): Obtida pelo peso total de bulbos de diâmetro > 35 mm, considerados como bulbos comerciais;
- Produtividade de bulbos não comerciais (t ha⁻¹): Obtida pelo peso total de bulbos de diâmetro < 35 mm, considerados como bulbos não comerciais;
- Teor de N na folha - Para a determinação do teor de N foliar, foi coletada a folha mais alta de 15 plantas da área útil da parcela aos 45 dias após transplântio. As

amostras foram lavadas em água destilada e, posteriormente, secas em estufa com ventilação forçada, a 65°C, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas (TEDESCO et al., 1995)

- Classificação de bulbos: em função do diâmetro transversal, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em:

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

Classe 2: Bulbos com diâmetro 35 – 50 mm

Classe 3: Bulbos com diâmetro 50 – 75 mm

Classe 4: Bulbos com diâmetro 75 – 90 mm

Classe 5: Bulbos com diâmetro > 90 mm

Para as avaliações de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência foram utilizadas seis bulbos por parcela. Para a extração do suco, os bulbos foram triturados em multiprocessador doméstico e filtrados em funil utilizando papel filtro.

- Sólidos solúveis (° Brix): determinado por refratometria segundo o método da AOAC (2005) por leitura direta em refratômetro digital.

- Acidez titulável (% ácido pirúvico): determinada utilizando uma alíquota de 20 ml do suco do bulbo, a qual adicionou três gotas de fenolftaleína 1%. Em seguida realizou-se a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1N), previamente padronizada.

- Relação SS/AT: determinada pelo quociente entre os atributos sólidos solúveis e acidez titulável de acordo com Chitarra e Chitarra (2005).

- Pungência (μmol ácido pirúvico g^{-1}): determinada através da quantificação de ácido pirúvico, que foi estimada usando o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), conforme método descrito por Schwimmer e Weston (1961). A classificação da pungência determinada de acordo com o indicado pelo “VLI Sweet Index” (VIDALIALABS, 2004) em “muito suave” (0-2,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “suave” (3,0-4,2

$\mu\text{moles g}^{-1}$), “levemente pungente” (4,3-5,5 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungente” (5,6-6,3 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungência forte” (6,4-6,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$), “pungência muito forte” (7,0-7,9 $\mu\text{moles g}^{-1}$) e “picante” (8,0-10,0 $\mu\text{moles g}^{-1}$).

- Indicadores econômicos: nos dois experimentos, fez-se análise econômica por meio de custo, receita e produção comercial. A Renda bruta (RB) que corresponde ao valor da produção comercial estimada (equação ajustada) obtida por hectare, a preço pago ao produtor na região; Renda líquida (RL) é a 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 obtida através da relação entre Renda bruta e o Custo total, corresponde a quanto 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. (PEREIRA et al., 1985).

Os custos de produção foram calculados com base em informações obtidas junto aos produtores de cebola do município de Baraúna-RN e dos experimentos em cada época de cultivo. O preço da cebola utilizado para o cálculo da renda bruta foi aquele pago ao produtor na época de colheita de cada experimento sendo para o experimento de dezembro/2011 R\$ 1,37 kg^{-1} e agosto/2012 R\$ 0,85 kg^{-1} .

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análises de variância das características avaliadas foram realizadas isoladamente para cada experimento. Depois procedeu-se à análise conjunta dos experimentos com o auxílio do software SAS. Procedimento de ajustamento de curva resposta em cada característica foi realizado nas doses de nitrogênio usando software Table Curve Package (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as doses de nitrogênio (N) e as épocas de plantio (E) para a produtividade comercial, produtividade total, teor de N na folha, bulbos classificados na classe 2 e classe 3. Para bulbos na classe 1 houve efeito isolado dos fatores doses de N e época de plantio, enquanto que para a produtividade não comercial e teor de sólidos solúveis apenas foi significativo o fator doses de N, as demais características nenhum dos fatores foi significativo (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores de F da análise de variância para produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC), produtividade total (PT), teor de N na folha, bulbos classe 1, classe 2, classe 3, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência (PUNG) de cebola em função da adubação nitrogenada e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Fonte de variação	GL	PC	PNC	PT	
Bloco (Época)	6	1,08 ^{ns}	3,16 ^{**}	1,11 ^{ns}	
Época (E)	1	129,07 ^{**}	2,55 ^{n.s}	128,88 ^{**}	
Doses de N (D)	5	73,85 ^{**}	36,29 ^{**}	62,23 ^{**}	
D x E	5	5,48 ^{**}	0,51 ^{ns}	5,45 ^{**}	
CV(%)		15,33	52,76	14,35	
Fonte de variação	GL	Teor de N	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Bloco (Época)	6	0,89 ^{n.s}	1,62 ^{n.s}	1,47 ^{n.s}	2,19 ^{n.s}
Época (E)	1	574,47 ^{**}	7,78 ^{**}	76,34 ^{**}	83,20 ^{**}
Doses de N (D)	5	24,71 ^{**}	52,71 ^{**}	24,83 ^{**}	62,88 ^{**}
D x E	5	11,96 ^{**}	2,03 ^{n.s}	7,60 ^{**}	2,64 [*]
CV(%)		4,38	63,07	23,20	18,11
Fonte de variação	GL	SS	AT	SS/AT	PUNG
Bloco (Época)	6	5,11 ^{**}	2,18 ^{n.s}	1,86 ^{n.s}	6,56 ^{**}
Época (E)	1	1,13 ^{n.s}	0,18 ^{n.s}	0,15 ^{n.s}	0,28 ^{n.s}
Doses de N (D)	5	5,08 ^{**}	1,06 ^{n.s}	0,33 ^{n.s}	0,30 ^{n.s}
D x E	5	0,78 ^{n.s}	2,08 ^{n.s}	2,02 ^{n.s}	1,25 ^{n.s}
CV(%)		3,35	13,96	14,56	3,35

^{n.s} não significativas; * significativa a 5% de probabilidade; ** significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

A produtividade comercial de cebola em função das doses de N ajustou-se ao modelo platô linear de regressão nas duas épocas de plantio. No plantio de dezembro/2011 (EP1), a produtividade comercial aumentou linearmente com o incremento nas doses de N até a o nível $77,7 \text{ kg ha}^{-1}$, seguindo taxa de $4,09 \text{ t ha}^{-1}$ por kg de N. A partir da dose de $77,7 \text{ kg ha}^{-1}$ não houve resposta significativa. No plantio de agosto/2012 (EP2), incremento nas doses de N foi até a o nível $113,66 \text{ kg ha}^{-1}$, seguindo taxa de $10,7 \text{ t ha}^{-1}$ por kg de N (Figura 3). Desdobrando época de plantio dentro das doses de N, constatou-se que a produtividade comercial foi superior para todos os tratamentos, com exceção do tratamento sem aplicação de N, no plantio de agosto/2012 (Tabela 5).

Nos tratamentos sem aplicação de nitrogênio e na dose de 34 kg ha^{-1} de nitrogênio que corresponde 25% da recomendação de adubação segundo Costa et al. (1998), as plantas apresentaram menor crescimento e sintoma visual característico da deficiência de nitrogênio (folhas velhas amareladas) nas duas épocas de plantio. Houve também uma desuniformidade do “estalo”, onde algumas plantas permaneceram verdes e eretas até a colheita. Segundo Lopes (1989), plantas deficientes em nitrogênio têm seu crescimento bastante prejudicado, levando a maior lentidão no desenvolvimento devido à menor atividade metabólica.

Resende e Costa (2008) também verificaram respostas diferentes na produção de cebola, cv. Texas Grano 502 PRR em função da aplicação de nitrogênio, obtendo-se nas condições de Petrolina-PE, melhores resultados no plantio de março, quando a produtividade comercial foi de $66,5 \text{ t ha}^{-1}$ com a aplicação de 180 kg ha^{-1} de N em relação ao plantio de agosto. Segundo os autores, as temperaturas mais elevadas que se verificaram a partir de agosto naquela região favoreceram a formação de bulbos precoces e maturação mais rápida (bulbos de menor tamanho) reduzindo a produtividade.

Nasreen et al. (2007) trabalhando com cebola avaliaram o efeito de diferentes doses de N (0 a 120 kg ha^{-1}) e de enxofre (0 a 60 kg ha^{-1}) em diferentes épocas,

observaram que o N teve um efeito significativo sobre a produtividade de cebola em ambos os anos, com uma diferença no rendimento entre o tratamento com a maior dose em relação ao sem aplicação de N de 62%.

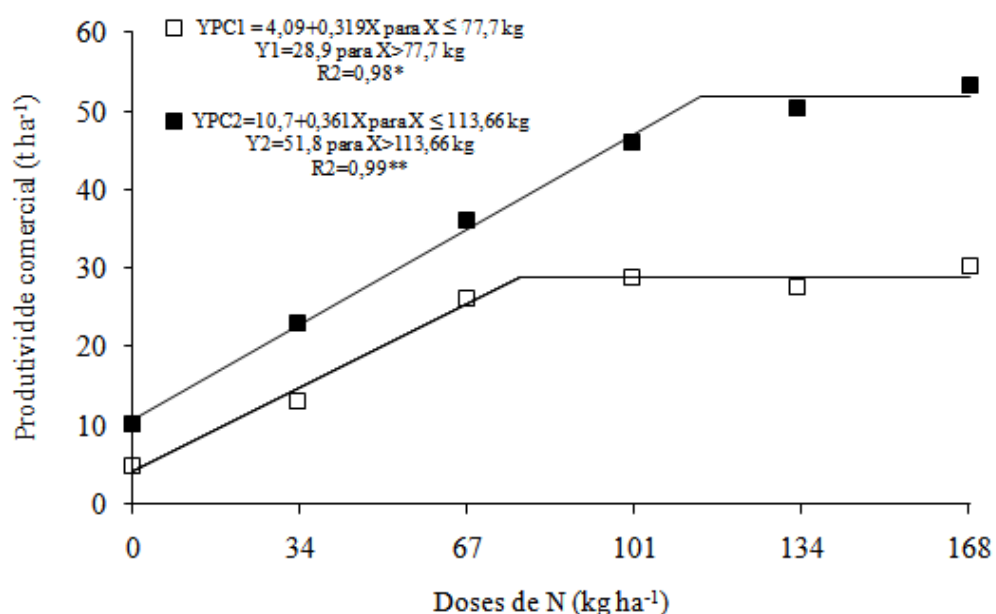


Figura 3 - Produtividade comercial de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 5 - Valores médios de produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	34	67	101	134	168
Dezembro/2011	4,93a	12,98b	26,28b	28,72b	27,60b	30,40b
Agosto/2012	10,10a	23,01a	36,15a	45,93a	50,40a	53,19a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para produtividade não comercial (refugo) houve uma redução à medida que aumentou as doses de N, sendo o menor valor obtido com a dose 168 kg ha⁻¹ de N (Figura 4). Não se observou nenhuma diferença significativa entre os valores médios das doses de N nas épocas de plantio (Tabela 6). Em relação ao tratamento sem aplicação de N a redução foi de 90,3%. Esses resultados concordam com os obtidos por May et al. (2007) e Resende et al. (2008), que também obtiveram reduções nas quantidades de bulbos refugos com a aplicação de nitrogênio, demonstrando que o N contribui marcadamente para o aumento da produtividade, sobretudo, na produção de bulbos de maior tamanho.

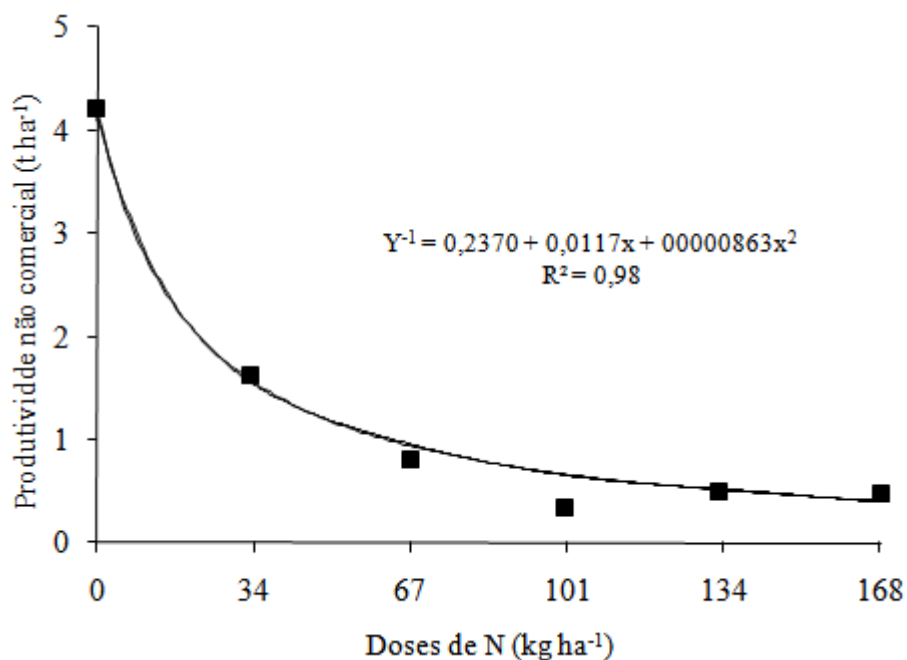


Figura 4 - Produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 6 - Valores médios de produtividade não comercial (PNC), bulbos na classe 1, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pungência(PUG) de bulbos de cebola em função de épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	PNC	Classe 1	SS	AT	AT/SS	PUNG
Dezembro/2011	1,48a	11,53a	9,36a	3,51a	2,74a	9,47a
Agosto/2012	1,16a	6,86b	9,42a	3,45a	2,78a	9,37a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

A produtividade total apresentou comportamento semelhante à produtividade comercial, ou seja, ajustou-se modelo tipo platô linear para as duas épocas de plantio. As doses estimadas de máximas produtividades obtidas foram de 67,5 e 116,2 kg ha⁻¹, com máxima produtividade total de 28,93 e 51,97 t ha⁻¹ para os plantios de dezembro/2011 e agosto/2012, respectivamente (Figura 5). Verifica-se, que as mesmas foram inferiores a dose de 134 kg ha⁻¹ de N adotada como referência neste trabalho e recomendada por Costa et al. (1998), para o Estado de Pernambuco e as empregadas nos municípios de Mossoró-RN e Baraúna-RN pelos produtores de cebola (140 a 200 kg ha⁻¹ de N).

Desdobrando-se época de plantio dentro de doses de N para produtividade total observou-se com exceção do tratamento sem aplicação de N, diferenças significativas entre as épocas de plantio para toas demais doses. Sendo que o plantio de agosto/2012 favoreceu maior produtividade em todas as doses de N (Tabela 7).

Respostas positivas da aplicação de nitrogênio na cultura da cebola foi também relatada por Vidigal (2000) utilizando entre 180 a 200 kg ha⁻¹ de N em Minas Gerais, May et al. (2007) com 105 e 125 kg ha⁻¹ de N em São Paulo, Kurtz et al. (2012) com doses de 116 até 249 kg ha⁻¹ de N em Santa Catarina.

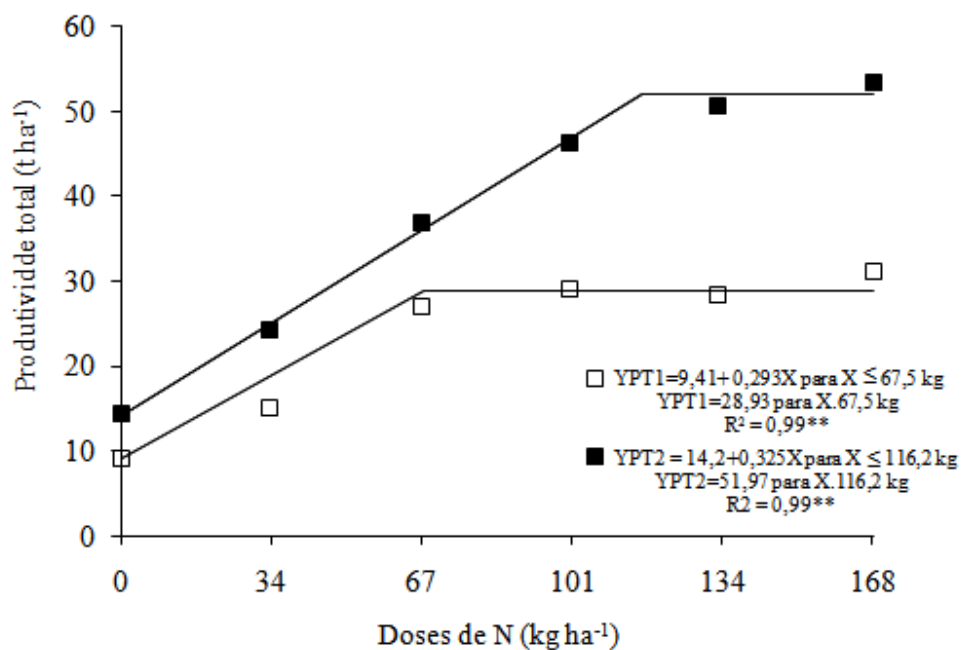


Figura 5- Produtividade total de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 7 - Valores médios de produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	34	67	101	134	168
Dezembro/2011	9,14a	14,97b	27,08b	29,07b	28,39b	31,17b
Agosto/2012	14,33a	24,28a	36,96a	46,26a	50,59a	53,36a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor máximo de N na folha foi 32,7 g kg⁻¹ com a aplicação de 168 kg ha⁻¹ na EP1 e 41,2 g kg⁻¹ com a dose 67 kg ha⁻¹ na EP2 (Figura 6). Os teores encontrados são considerados adequados, pois se estão dentro do intervalo de 20 e 50 g kg⁻¹, valores adequados para um crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam teores foliares menores do que 10 g kg⁻¹, ao passo que acima de 50 g kg⁻¹ podem-se observar sintomas de toxidez (MALAVOLTA et al., 1997; FURLANI, 2004). Considerando o efeito da época de plantio dentro das doses N, constatou-se que na dose de 168 kg ha⁻¹ não diferiu entre as épocas de plantio, enquanto que as demais doses de N apresentaram médias superiores no plantio de agosto/2012 (Tabela 8).

A diminuição do teor N na EP2 deve-se provavelmente a um efeito de diluição da concentração desse nutriente nas folhas devido a expansão foliar, também pelo fato desse período em que foi feita a análise, realizada na metade do ciclo, ser o início do processo de bulbificação, assim pode ter ocorrido uma translocação desse nutriente da parte aérea para o bulbo. Na EP1 não foi observado esse declínio no teor de N, possivelmente o crescimento da planta pode ter sido mais lento em relação a EP2. Cunha (2010), pesquisando o crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11, verificou que o acúmulo de nutrientes total pela cebola foi baixo nos primeiros 30 DAT. Marrocos et al. (2009) trabalhando com a IPA 11 observaram que o período de maior demanda é entre 45 e 60 dias após o transplantio.

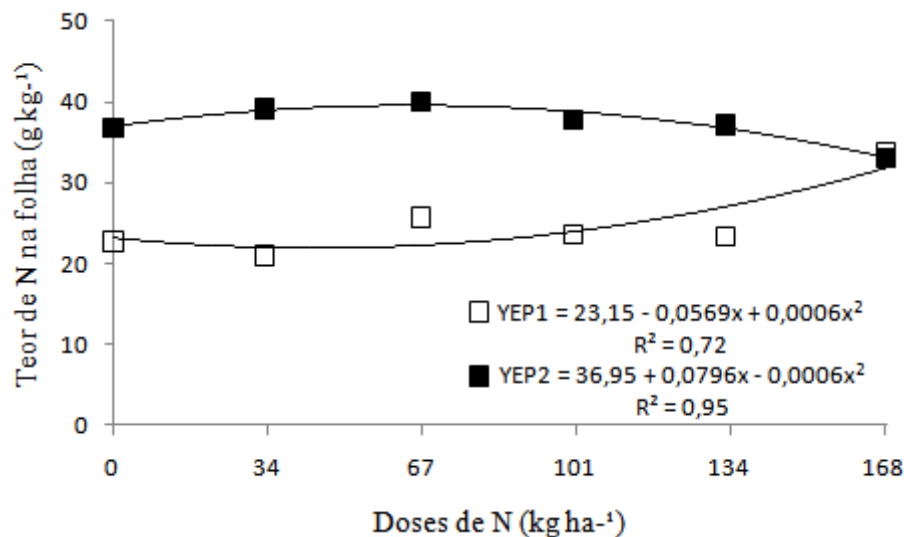


Figura 6 - Teor de N na folha de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 8 - Valores médios de teor de N na folha de cebola em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	34	67	101	134	168
Dezembro/2011	22,75b	21,00b	28,66b	23,63b	23,41b	33,03a
Agosto/2012	36,75a	39,16a	40,03a	37,48a	37,18a	33,69a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou que para os bulbos classe 1 (diâmetro < 35 mm) considerados não comerciais houve uma redução da porcentagem de bulbos a medida que se aumentou as doses de nitrogênio (N), com o menor valor obtido com aplicação de 168 kg ha⁻¹ de N (0,47%). A redução em relação ao tratamento sem aplicação de N foi de 98,8 %

(Figura 7). Com relação à época, o plantio de dezembro/2011 apresentou uma média de bulbos de cebola classe 1 de 11,53%, enquanto em agosto/2012 de 6,86% (Tabela 6).

Cecílio Filho et al. (2010) observaram uma redução na produção de bulbos com diâmetros menores que 35mm com a aplicação de nitrogênio e a maior dose aplicada (150 kg ha⁻¹ de N) proporcionou um percentual de apenas 0,57% de bulbos classe 1. Resende et al. (2008) trabalhando com doses de K e N afirmam que o nitrogênio contribuiu para maior produtividade, sobretudo na produção de maior tamanho de bulbo.

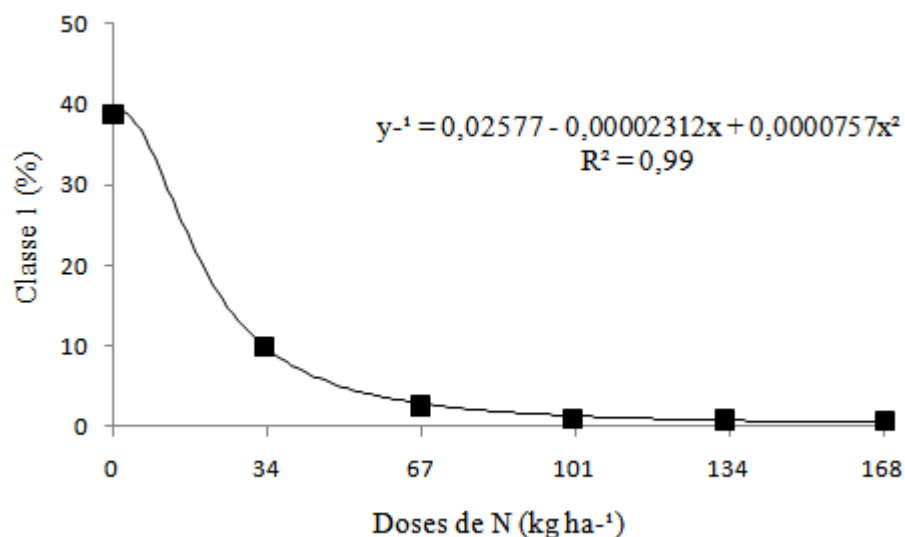


Figura 7 - Percentagem de bulbos de cebola classe 1 em função de doses de nitrogênio. Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Os bulbos classe 2 (diâmetro 35 a 50 mm) foi influenciado significativamente pelas doses de N, e as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão no experimento de agosto/2012 (EP2) e para as médias do experimento de dezembro/2011

(EP1) não houve ajustamento a nenhum modelo (Figura 8). Para o plantio EP2 a dose de 168 kg ha⁻¹ de N proporcionou a menor porcentagem (8,77%), enquanto no tratamento sem aplicação de N, o percentual foi de 57,54%. Esta dose de N foi superior à de 147,3 kg ha⁻¹ de N obtida por Resende et al. (2008) para redução na distribuição de bulbos dessa classe a valores de 13,3%. No EP1, a maior porcentagem (72,19%) foi obtida na dose de 34 kg ha⁻¹ de N e nas demais não houve diferença, variando de 40,03 a 46,30%.

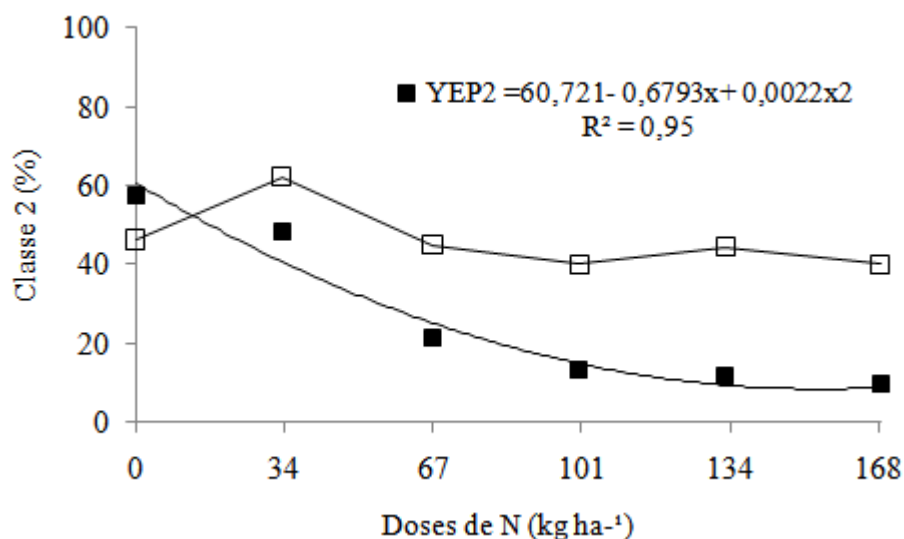


Figura 8 - Percentagem de bulbos de cebola classe 2 em função de doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 9 - Valores médios de bulbos de cebola classe 2 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	34	67	101	134	168
Dezembro/2011	46,30a	72,19a	44,84a	40,03a	44,36a	40,43a
Agosto/2012	57,54a	48,41b	21,12b	13,03b	8,81b	8,77b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para percentagem de bulbos classe 3 (diâmetro 50 – 75 mm) registram-se aumento com doses de N em forma quadrática nas duas épocas de plantio (Figura 9). As maiores percentagens foram obtidas com as doses de 101 e 168 kg ha⁻¹ de N, respectivamente para o plantio de dezembro/2011 e agosto/2012, com os respectivos percentuais de 58,84 e 86,42% (Tabela 10).

A maior percentagem de bulbos classe 3 obtida no plantio de agosto/2012 em relação a dezembro/2011, deve-se provavelmente as condições climáticas mais propícias no plantio de agosto, principalmente a ausência de chuvas. No EP1 a quantidade de chuva foi de 178,7 mm, nesse caso, umidade relativa associada as altas temperaturas no período favoreceram o surgimento da doença mancha-púrpura ou queima das pontas (*Alternaria porri*) e também pode ter comprometido a eficiência da adubação nitrogenada, em função da maior perda do nutriente por lixiviação, diminuindo assim o tamanho do bulbo.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram a importância do N para o aumento de bulbos comercialmente desejáveis, tendo em vista que essa classe é preferida pelo mercado consumidor da região. Kunz et al (2009) trabalhando com adubação nitrogenada em cebola observaram respostas positivas, com a maioria dos bulbos apresentando diâmetros maiores que 55 mm. Resende et al. (2008) observaram que a dose de 153,6 kg ha⁻¹ de N promoveu uma percentagem de 85,8% de bulbos da classe 3.

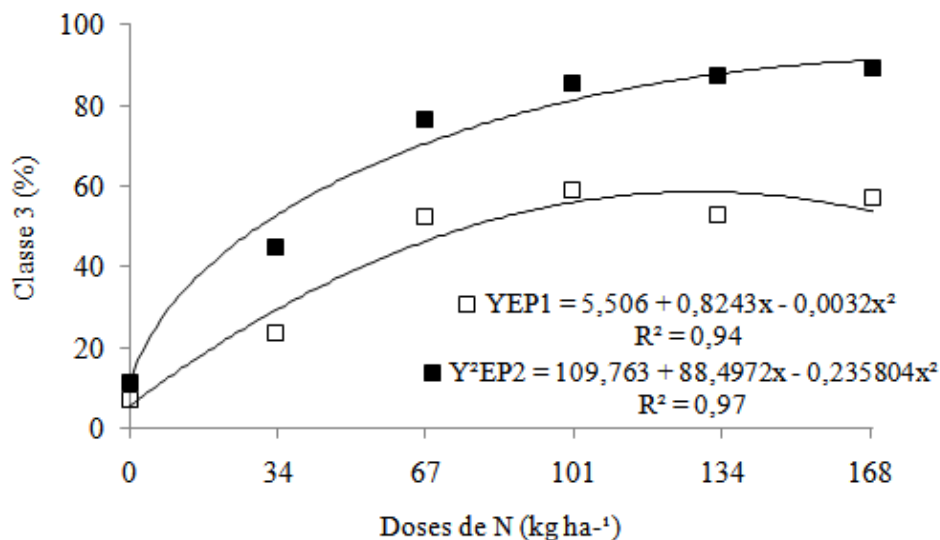


Figura 9 - Percentagem de bulbos de cebola classe 3 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 10 - Valores médios de bulbos de cebola classe 3 em função das doses de nitrogênio (N) e épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	34	67	101	134	168
Dezembro/2011	7,05a	14,47b	52,26b	58,84b	52,78b	57,21b
Agosto/2012	11,49a	44,99a	76,64a	85,52a	89,51a	86,42a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto aos bulbos da classe 4 (diâmetro 75 a 90 mm) foi observada apenas no plantio de agosto/2012. Nesta, houve efeito significativo das doses de N (Tabela 11), com maior percentual (4,5%) alcançado na dose de 168 kg ha⁻¹ (Figura 10). Bulbos de

tamanho muito grande também não são comercialmente desejáveis, obtendo-se preços inferiores aos da classe 3.

Tabela 11 - Valores de F da análise de variância para bulbos de cebola na classe 4 em função da adubação nitrogenada. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Fonte de variação	GL	CLASSE 4
Bloco	3	1,05 ^{ns}
Doses de N (D)	5	11,28 ^{**}
erro	15	
CV(%)		97,70

^{ns} não significativas; ^{**} significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

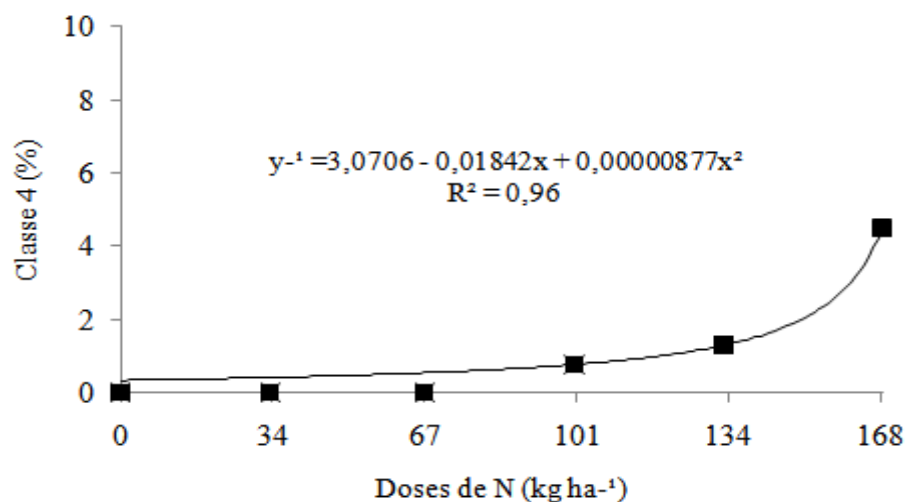


Figura 10 - Percentagem de bulbos de cebola classe 4 em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Os teores de sólidos solúveis (SS) diminuíram com o incremento de doses de N, sendo que na ausência da aplicação de N o valor foi de 9,87° Brix. O decréscimo estimado foi de 0,7° Brix entre o tratamento sem aplicação e aquele que proporcionou menor valor de SS (101 kg ha⁻¹ de N) com a dose máxima de N aplicada (Figura 10). Provavelmente, a redução nos SS ocorreu devido ao efeito diluição, pois o aumento de doses de N favoreceu a produção de bulbos de maior tamanho ocasionando uma diluição dos açúcares. Os resultados concordam com os obtidos por Hanna-Alla et al. (1991) que obtiveram redução nos SS com o aumento dos níveis de N, na cultivar de cebola Giza 20. Porém discordam de Morsy et al. (2012) que verificaram aumento dos SS com o aumento dos níveis de N com a cultivar Giza 6 e Randle (2000) não verificou diferença significativa para SS para cultivar Granex 33.

Os valores de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho foram próximos aos encontrados por Grangeiro et al. (2008) que avaliaram 18 cultivares de cebola em Mossoró-RN, entre elas a IPA 11 (10,61° Brix). Segundo Carvalho (1980), os valores dos sólidos solúveis em cebolas podem oscilar de 5 a 20%. Os resultados observados neste estudo se encaixam dentro dessa faixa.

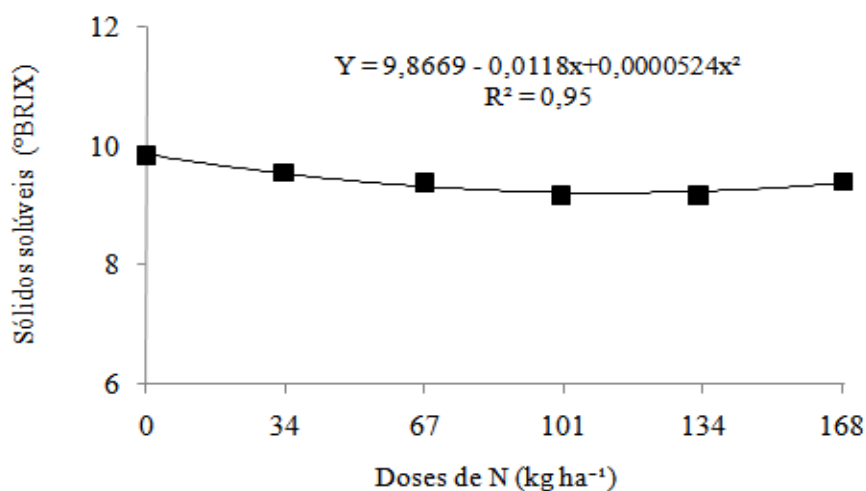


Figura 11 - Sólidos solúveis de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

A acidez titulável, relação SS/AT e pungência dos bulbos de cebola não foram alteradas com o aumento das doses de N, sendo que os valores médios obtidos da acidez titulável, a relação SS/AT e a pungência foram 3,51 a 3,45, 2,74 a 2,78 e 9,47 a 9,37 no plantio de dezembro/2011 e agosto/2012, respectivamente (Tabela 6).

Com relação à acidez titulável observou-se redução até a dose 134 kg ha⁻¹ após essa dose as cebolas apresentaram aumento da acidez titulável (Figura 12). A SS/AT não houve ajustamento a nenhum modelo, com o valor máximo na dose de 134 kg ha⁻¹ (Figura 13). As cebolas estudadas apresentaram aumento da pungência até a dose de 67 kg ha⁻¹, depois observou-se uma tendência a redução da pungência (Figura 14).

Com base na classificação da pungência proposta por Vidalialabs (2004), os resultados obtidos com a cultivar Franciscana IPA 11 no presente trabalho, classifica-a como levemente pungente. Segundo Souza et al. (2008) existe no mercado uma preferência para o consumo de cebola com pungência de moderada a forte.

Para Wall e Corgan (1992), a relação entre os teores de SS, AT e pungência pode ser uma melhor indicação da qualidade organoléptica dos bulbos, que a análise isolada destes parâmetros. Tendo-se esta condição, a cebola do presente trabalho pode ser classificada como “muito pouco picante”, pois apresentou níveis intermediários de alinase (4,0 – 6,0 μmoles ácido pirúvico g⁻¹) e de acidez (0,2 – 0,3 g de ác. pirúvico 100 g⁻¹), mas alto de sólidos solúveis (> 9° Brix) (Miguel et al., 2004).

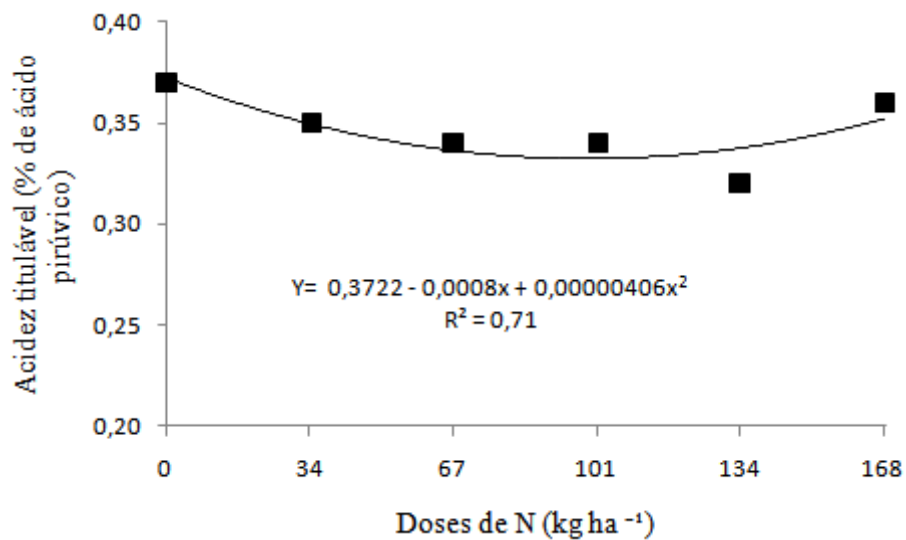


Figura 12 – Acidez titulável de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

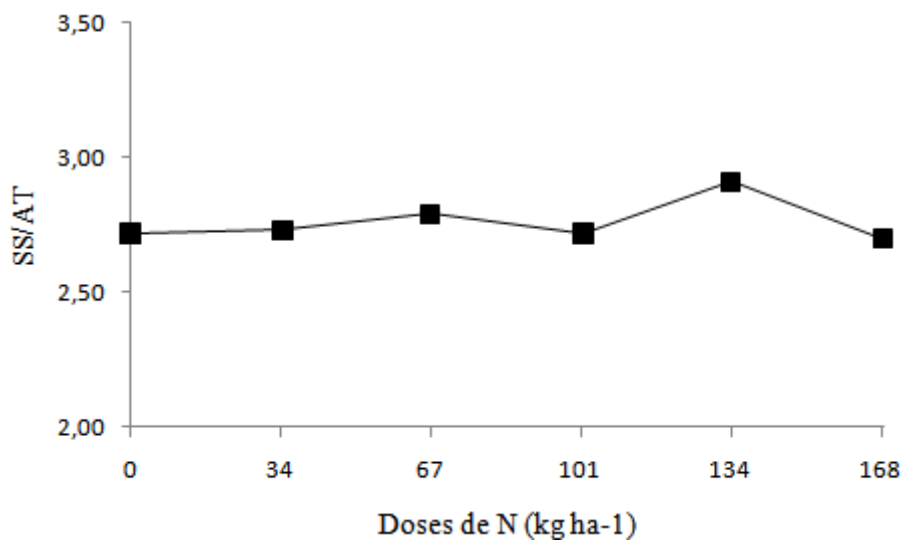


Figura 13 – Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

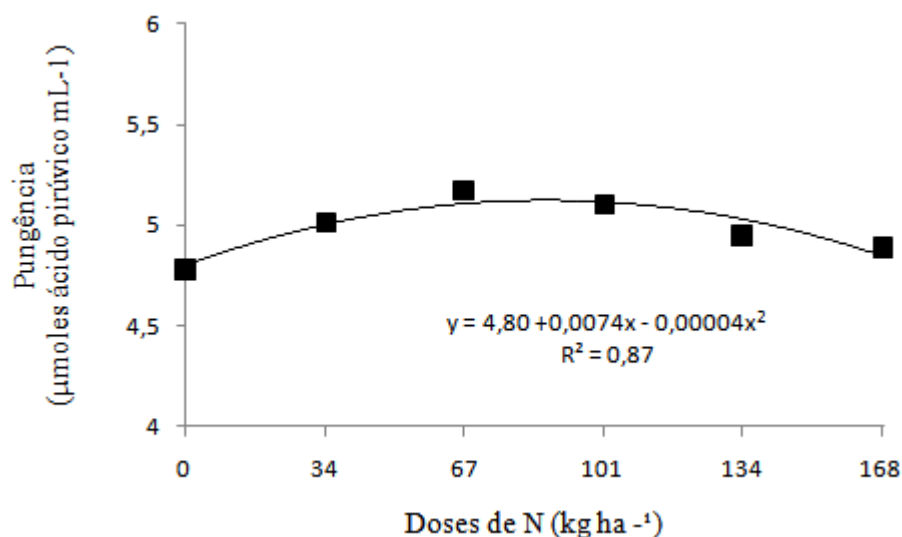


Figura 14 – Pungência de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Com relação aos indicadores econômicos verifica-se que apenas foi significativo o fator doses de N para renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade (Tabela 12).

Tabela 12 - Valores de F da análise de variância para renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de cebola em função da adubação nitrogenada e épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Fonte de variação	GL	RB	RL	TR	IL
Bloco (Época)	6	1,303 ^{n.s}	1,30 ^{n.s}	1,36 ^{n.s}	2,87 ^{n.s}
Época (E)	1	0,82 ^{n.s}	1,25 ^{n.s}	2,41 ^{n.s}	0,64 ^{n.s}
Doses de N (D)	5	89,98 ^{**}	87,64 ^{**}	84,00 ^{**}	33,68 ^{**}
D x E	5	1,45 ^{n.s}	1,47 ^{n.s}	1,50 ^{n.s}	1,01 ^{n.s}
CV(%)		13,91	20,93	14,08	48,14

^{n.s} não significativas; * significativa a 5% de probabilidade; ** significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

As maiores rendas bruta e líquida foram observadas na aplicação de 168 kg ha⁻¹ de N. O tratamento sem aplicação de nitrogênio apresentou menor receita bruta e receita líquida negativa, os demais apresentaram renda líquida positiva (Figura 15 e 16). Os valores da renda líquida no plantio de dezembro/2011 e agosto/2012 foram R\$ 19551,56 e 20922,23, respectivamente (Tabela 13).

A taxa de retorno apresentou um aumento linearmente até R\$ 3,97 com o aumento nas doses de N até ao nível 77,5 kg ha⁻¹, a partir dessa dose não houve resposta significativa (Figura 17). A taxa de retorno variaram de R\$ 2,87 e R\$ 3,06 no plantio de dezembro/2011 e agosto/2012, respectivamente (Tabela 13).

O índice de lucratividade foi negativo no tratamento sem aplicação de nitrogênio. Observou-se aumento linear com o incremento nas doses de N até 41,6 kg ha⁻¹ de N, com um índice máximo estimado de 72,97%. Demonstrando que a não aplicação de nitrogênio na cultura da cebola nas presentes condições resultaria num prejuízo (Figura 18).

Embora o plantio da cebola em agosto/2012 tenha favorecido a uma produtividade comercial maior (considerando a dose que proporcionou a máxima produtividade), o maior preço pago ao produtor no plantio de dezembro/2011 praticamente nivelou os lucros.

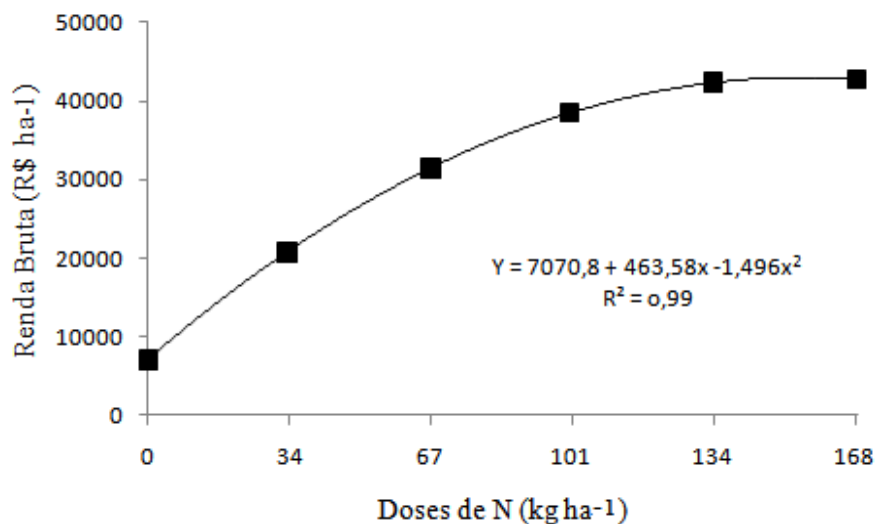


Figura 15 – Renda bruta de bulbos em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

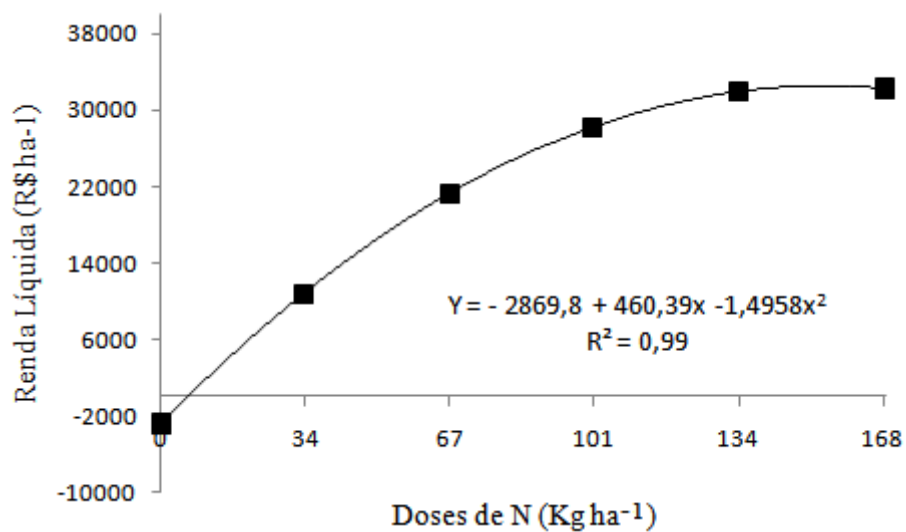


Figura 16 – Renda líquida de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

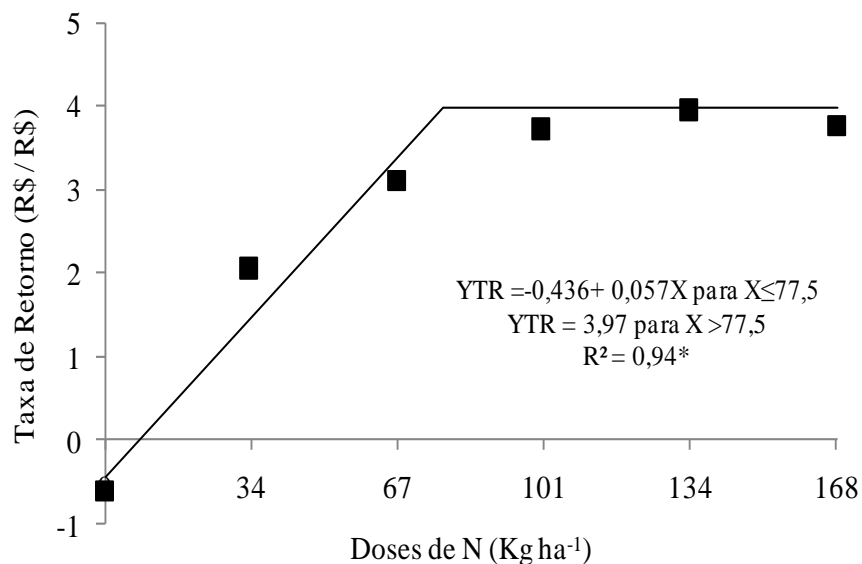


Figura 17 – Taxa de retorno de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

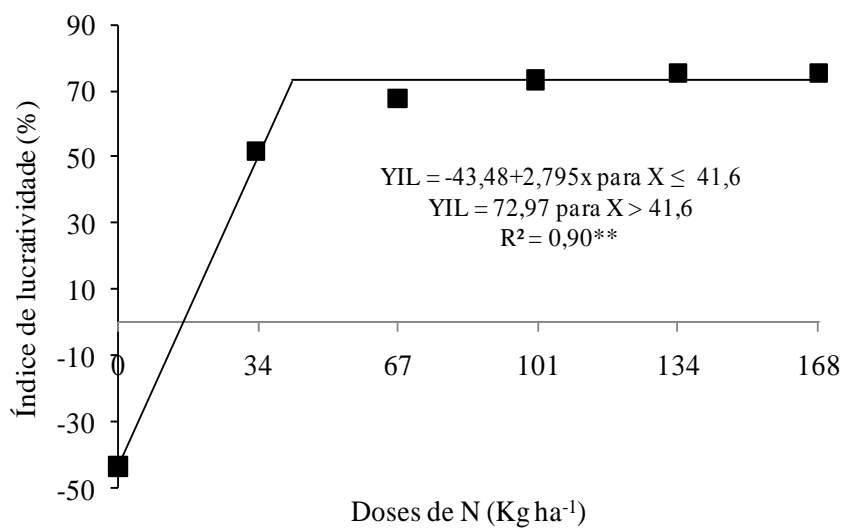


Figura 18 – Índice de lucratividade de bulbos de cebola em função de doses de nitrogênio (N). Mossoró/RN, UFERSA, 2011/2012.

Tabela 13 - Valores médios de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de bulbos de cebola em função de épocas de plantio (EP). Mossoró-RN, UFERSA, 2011/2012.

Época de plantio	RB	RL	TR	IL
Dezembro/2011	29888,27a	19551,56a	2,87a	45,09a
Agosto/2012	30995,19a	20922,23a	3,06a	50,39a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

5 CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio que proporcionaram maior produtividade comercial foram de 77,7 e 113,66 kg ha⁻¹ de N no plantio de dezembro/2011 e agosto/2012, respectivamente.

A aplicação de nitrogênio aumentou a porcentagem de bulbos de maior diâmetro (50 – 70 mm), reduziu a produção de bulbos refugo e o teor de sólidos solúveis.

A dose que proporcionou maior taxa de retorno (R\$ 3,97) foi a de 77,5 kg ha⁻¹ de N e aquela que resultou em maior índice de lucratividade (R\$ 72,97%) foi a de 41,6 kg ha⁻¹ de N.

REFERÊNCIAS

ALFAIA, S.S.. Mineralização do nitrogênio incorporado como material vegetal em três solos da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21(3), p. 387-392. 1997.

ALVES, L. P. (2006). Crescimento e produção de pimentão , tipo páprica , sob diferentes níveis de adubação de nitrogênio e fósforo. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. MOSSORÓ-RN, 2006. p. 53.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.28-32, 1997.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. 1992. Official methods of analysis. Washington: AOAC. 1114 p.

BATAL, K.M.; BONDARI, K.; GRANBERRY, D.M.; MULLINIX, B.G. Effects of source, rate, and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (*Allium cepa* L. cv. Granex-33). **Journal of Horticultural Science**, v.69, p.1043-1051, 1994.

BOYHAN, G.E.; TORRANCE, R.L.; HILL, C.R. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium rates and fertilizer sources on yield and leaf nutrient status of short-day onions. **HortScience**, v.42, p.653- 660, 2007.

BURT, C.; O’CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertigation. Irrigation Training Research Center: California University. San Luis Obispo. 1995. 320p.

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

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

CAVALCANTI FJA. (Coord.). 1998. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco:** 2ª aproximação. Recife: IPA. 198p.

CARVALHO, V. D. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 71-78, 1980.

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, 2010

CHAGAS, S. J. R. de, RESENDE, G. M. de, PEREIRA, L. V. Qualitative characteristics of onion cultivars in southern Minas Gerais State. **Ciência e agrotecnologia**, 28, 102-106. 2002.

CHITARRA MIF; CHITARRA AB. 2005. **Pós colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004. 400 p.

COSTA, C. P. Tendências da Cebolicultura Mundial para o Próximo Milênio. **Informativo da Associação Nacional dos Produtores de cebola – ANACE**, n 3. Fevereiro de 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG) Enio Fernandes da Costa. Dispositivo portátil para aplicação de produtos químicos via água de irrigação. Br. N.

PI 8804452. 31 de agosto de 1988. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n.1014, p.3, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. – Brasília, DF : **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006.

ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker, 1995, p.41-71.

FARIA, C.M.; PEREIRA, J.R. Fontes e níveis de nitrogênio na produtividade de cebola no Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.403-407, 1992.

FARIA, C.M.B.;; SILVA. D.J.; MENDES. A.M.S. Cultivo da Cebola no Nordeste. EMBRABA, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, 2000. 402 p.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122p.

FONTES, P. C. R.; ARAÚJO, C. **Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa: UFV, 2007. 18p.

FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D.; NASCIMETO, V.M. Fertirrigação mineral. Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (**Boletim Técnico**, 2).

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B.(Ed). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004, p.40-75

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

HANNA-ALLA, M.H.; EL-KAFOURY, A.K.; IBRAHIM, M.Y.; EL-GAMMAL, M.M.; Effect of nitrogen fertilizer levels on bulb yield and quality of some onion cultivars. Minufiya **J. Agric. Res.** V. 16, n.2, 1637-1644, 1991.

HIRONDEL JI; HIRONDEL JL. 2001. **Nitrate and man: toxic, harmless or beneficial**. New York: CAB Publishing. 168p.

IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**, 2013. Acesso em: www.ibge.gov.br no dia 11/02/2014.

JANDEL SCIENTIFIC. Table Curve: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.

JIANG L.H., LIU Z.H., CHEN Q., LIN H.T., ZHANG W.J. Study of the effect of nitrogen on green Chinese spring onion yield and supplying target value. **Plant Nutrit. Fert. Sci.** 13, 890–896. 2007.

KHAN, A. A.; ZUBAIR, M.; BARI, A.; MAULA, F. Response of onion (*Allium cepa* L.) growth and yield to different levels of nitrogen and zinc in swat valley. **Sarhad J. Agric.** v. 23, n. 4, 2007.

KOLOTA, E.; SOWINSKA, K. A.; UKLANSKA-PUSZ, C. Response of japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) to nitrogen fertilization. **Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus**. v.12(2), p. 51-61. 2013.

KUNZ, V. L., SIRTOLI, L. F., FURLAN, L., POLETTI, L., PRIMO, M. A, RODRIGUES, J. D. Produtividade de cebola sob diferentes fontes e modos de aplicação de adubos nitrogenados em cobertura. **Revista biodiversidade**, 8(1), P. 31-37. 2009.

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 Ciências do solo**, 36:865-875, 2012

LEE, J.. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**. 124: p. 299-305, 2010.

LEITE, L. V. R.; SOUZA, R. J.; OLIVEIRA, E. Q.; ROSA, E. A. N.; 2008. Adubação nitrogenada na cebola em sistema de plantio direto. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 48. **Resumos...** Maringá: ABH. p. S599-S602(CD –ROM): Disponível em www.abhorticultura.com.br/

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

MACK, H.J. Effects of nitrogen, boron and potassium on boron deficiency, leaf mineral concentrations, and yield of table beets (*Beta vulgaris* L.). **Communications In Soil Science Plant Analysis**, New York, v.20, n.3-4, p.291- 303, 1989.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p. 1997.

MARROCOS, S. T. P.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T.; CUNHA, A. P. A.; MASRUA, C. P.; CRUZ, C. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em cebola IPA 11. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49, 2009, Águas de Lindóia, SP, **Anais...** São Paulo: ABH, 2009, p. 627-631.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R.O.; VARGAS, P.F.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, v.67, p. 507-512, 2008

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R.Q.; VARGAS, P.F.; BARBOSA, J.C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira** 25: 053-059. 2007.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, M. F. B. DURIGAN, J. F.; MORETTI, C. L. 2004. Postharvest quality of twelve onion cultivars grown in the southeast of Brazil. In: **International ishs symposium on edible alliaceae**, 4. Abstracts... Beijing: ISEA. P. 235

MORSY, MG; MAREY, R.A.; KARAM, S.S.; ABODAHAB, A.M.A. Productivity and storability of onion as influenced by the different levels of NPK fertilization. **J. Agric. Res.** V. 38, n.1, 171 – 187. 2012.

MOZUMDER, S. N.; MONTRUZZAMAN, M.; HALIM, G. M. A. Effect of N, K and S on the yield and storability of transplanted onion (*Allium cepa* L.) in the Hilly Region. **J Agric Rural Dev**, n.5, p.58-63, 2007.

NASREEN, S.; HAQUE, M. M.; M.; HOSSAIN, A.; FARID, A. T. M. Nutrient uptake and yield of onion as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. **Bangladesh J. Agril. Res.** 32(3) : 413-420, 2007.

OLMEDO PM; MURILLO JM; CABRERA F; LÓPEZ R. 1999. Sugarbeet (*Beta vulgaris*) response to residual soil N under Mediterranean agronomic practices. **Journal of Agricultural Science** 132: 273-280.

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

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronomica Ceres/Potafos, 1991, 343p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RANDLE, W.M. Increasing nitrogen concentration in hydroponic solutions affects onion flavor and bul quality. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** v. 125, n.2, 254-259, 2000.

RATH S; XIMENES MIN; REYES FGR. Teores de nitrato e nitrito em vegetais cultivados no Distrito Federal: um estudo preliminar. **Revista Instituto Adolfo Lutz** 54: 126-130.1994.

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, fev. 2008.

RESENDE G.M; COSTA N.D; PINTO J.M. Produtividade e qualidade pós-colheita de cebola adubada com doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**. v. 26, n. 3, p. 388-392, 2008.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. 2008. Resposta da cebola (*Allium cepa* L.) a doses de nitrogênio e potássio em cultivo de inverno no Vale do São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 48. **Resumos...**Maringá: ABH. p. S1277-S1284 (CD –ROM):Disponível em www.abhorticultura.com.br.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.,V.H.(eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROBLES, J. E. A.; GARCÍA, E. F. M. Respuesta de niveles crecientes de NK en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) var. “Roja Arequipeña. **Scientia Agropecuaria**. v. 4, p. 15 – 25, 2013.

RODAS, C.L.; ROVILSON JOSÉ DE SOUZA; JANICE GUEDES DE CARVALHO; JONY EISHI YURI; LAURO LUIS PETRAZZINI; JOSÉ RAFAEL SOARES DE CARVALHO Influência da adubação nitrogenada na cultura da cebola em dois sistemas de cultivo. In: Congresso brasileiro de olericultura. **Resumos...** Horticultura Brasileira. Disponível em: <abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/>

SÁ G.D.; BARTH G.; REGHIN M.Y.; CAIRES E.F. 2004. Influência de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na produção de pós-colheita da cultura da cebola. In: Congresso brasileiro de olericultura, 44. **Resumos...** Horticultura Brasileira 22: Suplemento CD-ROM.

SALES, H. B. **Efeito do equilíbrio nutricional na severidade de doenças de plantas.** Divulgação técnica Manah, Ano 23, n. 168, 2005. Disponível em: <<http://www.manah.com.br/informativoAbril2005.asp>>. Acesso em: abr. 2013.

SAMPAIO, S.C.; FARIA, M.A. de; LIMA, L.A.; OLIVEIRA, M.S. de; SILVA, A.M. da. Distribuição espacial e temporal do cloreto de potássio aplicado em uma linha lateral de gotejamento por bomba injetora e tanque de derivação de fluxo. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.8, n.1, p.31-41, 1997.

SANTOS, E. E. F.; FERNANDES, D. M.; SILVA, D. J.; BULL, L. T. Acúmulo de macronutrientes por cultivares de cebola, em um versissolo no médio São Francisco. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: **anais**. Porto Alegre: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

SCHWIRMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 9, p. 301-304, 1961.

SOUZA J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. Avaliação de genótipos de cebola no semi-árido Nordeste. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 97-101, 2008

SOUZA, R. J. de; RESENDE, G. M. de. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2002. 115 p. Textos acadêmicos

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Arned Editora, 2004.

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

VIDALIALABS – VLI Sweet index (Sweetometer). 2004. Disponível em <http://www.vidalialabs.com/images/sweetometer.jpg/> Acesso em: nov. 2013.

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

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

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, D. R.; RAMOS, R. S.; SIL, T. A. O.; REIGADO, F. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R.; PACHECO, D. D.; PEREIRA, P. R. G. 2008. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48, Maringá, PR. **Resumos...**, Brasília: ABH, 15 de dezembro de 2009. Online. Disponível em: www.abhorticultura.com.br/CBO.

WALL, M. M.; CORGAN, J. N. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for pungency determination. **HortScience** 27: 1029-1030. 1992.

WIETHÖLTER, S. **Adubação nitrogenada no sistema Plantio Direto**. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1996. 44p.

ZANINI, J.R. Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando tanque de derivação de fluxo e bomba injetora. 1987. 103f. **Tese** (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ – USP, Piracicaba.

ZOBECK, T. M.; PARKER, N.C.; HASKEL,S.; GUODING, K. Scaling up from field to region for wind erosion prediction using a field-scale wind erosion model and GIS. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.82, p. 247-259, 2000.