

AMISON DE SANTANA SILVA

**PRODUÇÃO DE CEBOLA FERTIRRIGADA COM
BIOFERTILIZANTE ASSOCIADO À ADUBAÇÃO MINERAL.**

MOSSORÓ-RN
2012

AMISON DE SANTANA SILVA

**PRODUÇÃO DE CEBOLA FERTIRRIGADA COM
BIOFERTILIZANTE ASSOCIADO À ADUBAÇÃO MINERAL.**

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

ORIENTADOR:

Prof. D. Sc. LEILSON COSTA
GRANGEIRO

MOSSORÓ-RN
2012

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

Bibliotecária:
Vanessa de
Oliveira
Pessoa

CRB15/453

S586p Silva, Amison de Santana.

Produção de cebola fertirrigada com biofertilizante associado à adubação mineral. / Amison de Santana Silva. -- Mossoró, 2012.

67 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Área de Concentração: Agricultura tropical – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Profº. Dr. Leilson Costa Grangeiro.

1. Cebola. 2. *Allium Cepa*. 3. Biofertilizante. 4. Nutrição da cebola. I. Título.

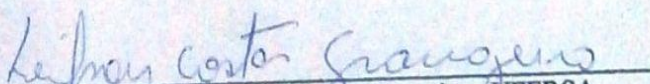
CDD: 635.25

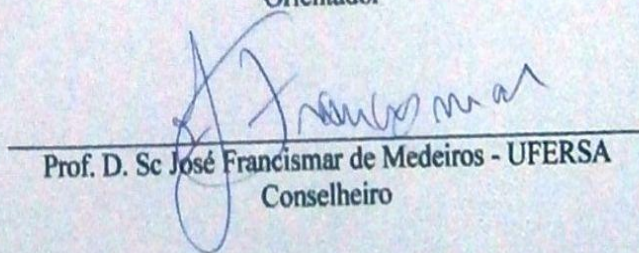
AMISON DE SANTANA SILVA

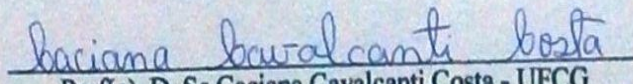
**PRODUÇÃO DE CEBOLA FERTIRRIGADA COM
BIOFERTILIZANTE ASSOCIADO À ADUBAÇÃO MINERAL.**

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

APROVADA EM: 13/03/2012


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


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


Prof(a). D. Sc Caciana Cavalcanti Costa - UFCG
Conselheira

À Deus, por permitir a
conclusão de mais essa
etapa em minha vida.

Aos meus pais, que são
minha inspiração para
prosseguir a diante.

Meus irmãos, pelo
carinho e apoio.

E a toda a minha família
por sempre estarem do
meu lado.

Dedico

A minha esposa e meu
filho, pela força, amizade,
companheirismo e apoio nos
momentos difíceis e de
felicidade.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser a razão maior em minha vida.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido pela oportunidade em participar do Programa de Pós-graduação de Fitotecnia;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado e pelo auxílio financeiro para execução do trabalho;

Ao Professor Leilson Costa Grangeiro, pela orientação, ensinamentos e paciência;

Aos membros da banca examinadora José Francismar de Medeiros e minha eterna orientadora Caciana Cavalcanti Costa pela valiosa contribuição.

Aos professores José Francismar e Glauber Henrique pela imensa ajuda durante a execução do experimento e nas análises estatísticas.

Aos meus pais Antonio e Alzenira, os meus irmãos Alisson e Alizaene, pelo amor, amizade e companheirismo.

A minha esposa Elisdianne e meu filho Aquíles pelo amor, carinho e apoio.

Aos amigos Leonardo Elias, Edivan Nunes e Raimundo Ivan companheiros de casa, pela amizade, apoio e atenção.

Aos colegas da equipe de trabalho orientada pelo prof. Leilson, pela ajuda no experimento, Gabrielly, Ana Claudia, Jardel, Saulo, Gardênia, Valdívia, Joice e Meirinha. Não esquecendo Rivanildo e Igor orientados do prof. Jeferson Dombroski.

Aos colegas de Pós graduação, pelos bons momentos e pelo acolhimento.

Ao funcionário do laboratório de pós-colheita do Departamento de Ciências Vegetais, Sr. Francisco Monteiro.

Aos funcionários da Horta Didática da UFERSA, Nanam, Josimar, Alderi e meu grande amigo Seu Antonio (Potência), pela ajuda na condução do experimento.

E a todos que, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

SILVA, Amison de Santana. **Produção de cebola fertirrigada com biofertilizante associado à adubação mineral**. 2012. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

No estado do Rio Grande do Norte denominado como “Nova fronteira da produção de cebola”, o plantio de forma mais expressivo é relativamente recente, e foi motivado pelos preços elevados dos últimos anos. Alguns produtores de frutas e hortaliças do estado, já utilizam biofertilizantes ou calda orgânica, como é mais conhecido na região. A aplicação na cebola se dá através da água de irrigação diariamente, em doses variando de 30 a 50 L ha⁻¹. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da cebola com a utilização de biofertilizantes associados a fertilizantes minerais aplicados via fertirrigação, no município de Mossoró-RN. Para tanto foi conduzido um experimento, na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA em Mossoró-RN, no período de setembro de 2011 a janeiro de 2012. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 3 + 2. Os tratamentos consistiram da combinação de três doses de biofertilizante (15, 30 e 60 L/ha/dia) e três níveis de adubação (25, 50 e 100% da adubação recomendada por Cavalcanti (1998) e dois tratamentos adicionais (o primeiro, a aplicação de 100% da adubação convencional, seguindo a recomendação de Cavalcanti, 1998, sem biofertilizante e o segundo apenas a aplicação de biofertilizante na dose de 30 L/ha/dia). A combinação das doses 60 L/ha/dia de biofertilizante e 75% da adubação mineral promoveu os maiores valores para produtividade total, comercial e massa seca do bulbo.

A maior produtividade não comercial e massa média do bulbo foram alcançadas com a ausência de biofertilizante e 50% da adubação mineral. A menor porcentagem de refugo foi observada com as doses 30 L/ha/dia do biofertilizante e 50% da adubação mineral. Os teores de N, K, Ca, Mg, Mn e Fe foram abaixo do recomendado para ótimo desenvolvimento da cultura. O P e o Zn foliar obtiveram valor dentro do recomendado para a cebola.

Palavras Chave: *Allium cepa*, nutrição da cebola, produtividade, doses de biofertilizante.

ABSTRACT

SILVA, Amison de Santana. **Production of onion fertirrigation with biofertilizers associated with the mineral fertilization.** 2012. 62f. (Master in Agronomy: Crop Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

In the state of the Rio Grande do Norte called as “New border of the onion production”, the more expressive plantation of form is relatively recent, and was motivated by the highest prices of the last years. Some producers of fruits and vegetables of the state, already use biofertilizers or liquid manure, as more it is known in the region. The application in the onion if of the one through the irrigation water daily, in the levels varying 50 of 30 L ha⁻¹. The objective of this work was to evaluate the performance of the culture of the onion with the use of biofertilizers associates the mineral fertilizers applied through fertirrigation, in the Mossoró-RN. For in such a way an experiment was lead, in horta didactic of the Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA in Mossoró-RN, in the period of September of 2011 the January of 2012. The experimental design was randomized complete block, with four repetitions in factorial project 3 x 3 + 2. The treatments had consisted of the combination of three levels of biofertilizers (15, 30 and 60 L/ha/day) and three levels of fertilization (25, 50 and 100% of the fertilization recommended for Cavalcanti (1998) and two treatments you add (the first one, the application of 100% of the mineral fertilization, following the recommendation of Cavalcanti, (1998) without biofertilizers and as only the application of biofertilizers in the 30 L/ha/day). The combination of the 60 doses L/ha/day of biofertilizers and 75% of the mineral fertilization promoted the biggest values for total, commercial productivity and dry mass of the bulb. The biggest not commercial productivity and average mass of the bulb had been reached with the absence of biofertilizers and 50% of the mineral fertilization. The lesser rubbish percentage was observed with levels 30 L/ha/dia of biofertilizers and 50% of the mineral fertilization. The texts of N, K, Here, Mg, Mn and Fe had been below of the recommended one for excellent development of the culture. The P and An plant was the only nutrient above of the value recommended for the onion.

Key-words: *Allium cepa*, nutrition of the onion, productivity, doses of biofertilizers.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Detalhe da unidade experimental e a disposição das unidades na área do experimento, Mossoró, RN, 2012.....	12
Figura 2 -	Detalhe das sementeiras onde foram produzidas as mudas, Mossoró, RN, 2012.....	16
Figura 3 -	Tanques de derivação de fluxo “pulmão” de PVC, Mossoró, RN, 2012.....	17
Figura 4 -	Produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	24
Figura 5 -	Isolinhas da superfície de resposta para produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	23
Figura 6 -	Produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	25
Figura 7 -	Isolinhas da superfície de resposta para produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	26
Figura 8 -	Produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	27

Figura 9 -	Isolinhas da superfície de resposta para produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	28
Figura 10 -	Massa média do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	29
Figura 11 -	Isolinhas da superfície de resposta para massa média do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	30
Figura 12 -	Massa seca do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	32
Figura 13 -	Isolinhas da superfície de resposta para massa seca do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	33
Figura 14 -	Representação do teor foliar de potássio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, comparados com as testemunhas, cv. IPA – 11, ns não significativo ou (*) e (**) significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% ou 1%, Mossoró, RN, 2012.....	38
Figura 15 -	Teor foliar de cálcio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	39

Figura 16 -	Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de cálcio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	40
Figura 17 -	Teor foliar de magnésio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	41
Figura 18 -	Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de magnésio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	42
Figura 19 -	Representação do teor foliar de manganês aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, comparados com as testemunhas, cv. IPA – 11 ns não significativo ou (*) e (**) significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% ou 1%, Mossoró, RN, 2012.....	43
Figura 20 -	Teor foliar de zinco aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	44
Figura 21 -	Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de zinco aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	45
Figura 22 -	Teor foliar de ferro aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	47

	Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de ferro aos	
Figura 23 -	47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação	48
	mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.....	

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição de biofertilizantes de diferentes fontes e modos de preparo, Mossoró, RN, 2012.....	6
Tabela 2 -	Descrição dos tratamentos utilizados, Mossoró, RN, 2012.....	12
Tabela 3 -	Resultados das análises de solo da área experimental, Mossoró, RN, 2012.....	13
Tabela 4 -	Adubação realizada ao longo do ciclo da cultura segundo os tratamentos aplicados, Mossoró, RN, 2012.....	13
Tabela 5 -	Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola, Mossoró, RN, 2012.....	14
Tabela 6 -	Composição química do biofertilizante, Mossoró, RN, 2012.....	14
Tabela 7 -	Resultados das análises da água do poço da horta experimental da UFERSA, Mossoró, RN, 2012.....	15
Tabela 8 -	Coeficiente de cultura (Kc) de cebola, em diferentes estádios de desenvolvimento para irrigação por gotejamento.....	17
Tabela 9 -	Resumo da análise de variância para Produtividade Total (PT), Produtividade Comercial (PC), Produtividade não comercial (PNC), Massa média do bulbo (MMB) e Massa seca do bulbo (MSB), Mossoró, RN, 2012.....	21
Tabela 10 -	Testemunhas adicionais para produtividade total, Mossoró, RN, 2012.....	23

Tabela 11 -	Testemunhas adicionais para produtividade comercial, Mossoró, RN, 2012.....	25
Tabela 12 -	Testemunhas adicionais para produtividade não comercial, Mossoró, RN, 2012.....	28
Tabela 13 -	Testemunhas adicionais para massa média do bulbo, Mossoró, RN, 2012.....	30
Tabela 14 -	Testemunhas adicionais para a massa seca do bulbo de cebola, Mossoró, RN, 2012.....	32
Tabela 14 -	Porcentagem de bulbos nas diferentes classes, segundo a recomendação do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (Portaria 529, de 18 de Agosto de 1995), Mossoró, RN, 2012.....	34
Tabela 16 -	Resumo da análise de variância da diagnose foliar, Mossoró, RN, 2012.....	36
Tabela 17 -	Testemunhas adicionais para o teor foliar de zinco aos 47 DAT, Mossoró, RN, 2012.....	46
Tabela 18 -	Testemunhas adicionais para o teor foliar de ferro aos 47 DAT, Mossoró, RN, 2012.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. Aspectos gerais da cultura da cebola.....	3
2.2 Biofertilizantes.....	5
2.3. Fertirrigação com fertilizantes orgânicos.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	11
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	11
3.3. Preparo do biofertilizante.....	14
3.4. Implantação e condução do experimento.....	15
3.5. Variáveis avaliadas.....	18
3.6. Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

No nordeste brasileiro, a cebola é predominantemente produzida no Vale do São Francisco, sendo que os estados de Pernambuco e Bahia, maiores produtores, respondem por 99% da produção regional, com produtividade média de 21,2 e 24,3 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2011). É uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores e sua importância socioeconômica se fundamenta não apenas na rentabilidade, mas na grande demanda de mão-de-obra, contribuindo para viabilização de pequenas propriedades.

No estado do Rio Grande do Norte denominado como “Nova fronteira da produção de cebola”, o plantio de forma mais expressiva é relativamente recente, e foi motivado primeiro pelas crises na cultura do melão com alto custo de produção e dificuldade das exportações pelo baixo valor do dólar, alguns produtores então buscaram culturas alternativas como forma de diminuir os prejuízos, uma delas foi o plantio da cebola motivado pelos preços elevados principalmente nos anos de 2008 e 2009.

Apesar da área ser inferior as regiões de destaque na produção de cebola, o crescimento anual foi significativo. Na safra de 2009, a área plantada foi de 400 ha, passando para 950 ha em 2010, um aumento de 138%. Esse impulso no cultivo de cebola na região está atrelado ao maior interesse por parte de produtores de melão, que vem optando também pelo cultivo do bulbo.

A produção de cebola no estado do Rio Grande do Norte concentra-se nos municípios de Baraúna e Mossoró, e diferentemente da cebolicultura praticada nas demais regiões, os produtores potiguares cultivam cebola com a mesma tecnologia empregada no melão, ou seja, irrigação por gotejamento e aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Outra característica da produção da cebola nesta região é a intensa utilização de fertilizantes, chegando a quantidades de 800 kg ha⁻¹ representando em média 20% do custo de produção.

Outro fato preocupante é a baixa utilização de adubos orgânicos na produção de cebola na região, praticamente, toda a necessidade da cultura em nutrientes é fornecida na forma de fertilizantes solúveis. Se por um lado, os

fertilizantes solúveis são mais fáceis de aplicar, o uso único e exclusivo dessas fontes e/ou de forma exagerada pode também ocasionar perda de fertilidade do solo, pois causam acidificação, mobilização de elementos tóxicos, imobilização de nutrientes, mineralização e redução rápida da matéria orgânica e destruição da bioestrutura.

Alguns produtores de frutas e hortaliças do estado, já utilizam biofertilizantes ou calda orgânica, como é mais conhecido na região. Produzido a partir da fermentação do esterco misturado com água. A aplicação na cebola se dá através da água de irrigação diariamente, em doses variando de 30 a 50 L ha⁻¹. Apesar dos resultados iniciais serem promissores, as informações sobre o uso de biofertilizantes são limitados. Portanto, a carência de informações relativas ao uso dessas caldas na cultura da cebola, motiva o desenvolvimento de pesquisas que melhorem essa tecnologia adequando-a ao sistema produtivo praticado na região.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da cebola com a utilização de biofertilizantes associados a fertilizantes minerais aplicados via fertirrigação, no município de Mossoró-RN.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos gerais da cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) dentre as várias espécies olerícolas cultivadas, pertencentes ao gênero *Allium* é a mais importante sob o ponto de vista de volume de consumo e valor econômico (SOUZA; RESENDE, 2002). A cebola produzida no Nordeste é toda consumida no território brasileiro, sendo comercializada nos mercados local, regional e nacional. O mercado local é constituído pelas cidades situadas dentro da área geográfica dos pólos de produção. O regional corresponde a toda a macrorregião Nordeste, sendo as capitais e os grandes aglomerados urbanos do interior, os principais centros de consumo. O nacional é representado, notadamente, pelas grandes metrópoles da região Centro-Sul do país (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília) (ARAÚJO; CORREIA, 2007).

A escolha de cultivares de cebola deve levar em conta as exigências de luz e as condições de temperatura e luminosidade das regiões (LONGO, 2009). Desse modo Souza et al. (2008) afirmam que as cultivares das series IPA, Alfa São Francisco e Alfa Tropical são recomendadas para a região nordeste. Bons níveis de produtividade foram observados na cultivar IPA – 11 por Souza et al. (2006) nas regiões de Mossoró – RN e Petrolina – PE, com produtividades na ordem de 45,89 e 48,25 t ha⁻¹, respectivamente. Tabela (2011) em Rio Branco – AC observou produtividade média de 18,38 t ha⁻¹. Considerando de que se trata da mesma cultivar em regiões diferentes, demonstra-se a adaptabilidade da Vale ouro IPA – 11 a diferentes regiões.

O incremento na produtividade da cebola, assim como a melhoria na sanidade e na qualidade dos bulbos, é influenciado pela nutrição das plantas. A adição excessiva de fertilizantes, principalmente de N, P e K, o uso indiscriminado de corretivos de acidez e o monocultivo são práticas comuns em regiões produtoras (KURTZ; ERNANI, 2010). No entanto, a aplicação desordenada desses insumos tende a limitar a produção, quando não se levam em conta aspectos inerentes ao manejo e conservação dos solos, acarretando desequilíbrios químicos, físicos e

biológicos, além de reduções drásticas dos níveis de matéria orgânica (CUNHA et al., 2001).

Uma das formas de otimizar a utilização dos insumos é o uso da curva de absorção da cultura e do uso de adubos orgânicos, para May et al. (2008) o conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta é importante, pois permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir as deficiências que venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura. Aliado a isso, a quantificação da distribuição dos nutrientes nas diferentes partes da planta é importante para estimar a exportação e o retorno de nutrientes ao solo.

Marrocos et al. (2009) observaram que a cultivar IPA - 11 acumulou 16 e 84% da matéria seca na parte aérea e bulbo, respectivamente, quanto aos nutrientes mais absorvidos os mesmos autores observaram a seguinte ordem: $K > N > Mg > P$, comportamento semelhante ao observado por Marcolini et al. (2005) com massa seca de 23,1 e 76,9% também para parte aérea e bulbo e acúmulo de $K > N > P$ no híbrido Superex. Santos (2007) observou no Vale do São Francisco que a cultivar Alfa São Francisco acumulou $N > K > Ca > P > S > Mg$ e a cultivar Franciscana IPA – 10 $N > K > Ca > S > Mg > P$. Em São Paulo May et al. (2008) observaram para as cultivares Optima e Superex acúmulos de $N > P > K > Ca > Mg > S$ e $N > P > K > Ca > Mg > S$, respectivamente.

Em relação ao cultivo orgânico Vidigal et al. (2002) citam que ainda não é uma realidade, entretanto alguns ensaios têm mostrado viabilidade agrônômica como Paula et al. (2003) que no Rio de Janeiro observaram produtividade de 34,13 t ha⁻¹ com a cultivar IPA – 11 em cultivo orgânico, Costa et al. (2008) em Pernambuco observaram com a mesma cultivar também em cultivo orgânico produtividade de 26,57 t ha⁻¹. Resende et al. (2010) compararam o cultivo de cebola em sistema orgânico e convencional e observaram que a produtividade em sistema orgânico não diferiu estatisticamente para as cultivares Red creole, Montana e Bola precoce e foi superior com as cultivares Baia periforme, Baia F1 e Crioula mercosul. Kaczmarczyk et al. (2006) observaram na região de Guarapuava-PR, que todas as cultivares avaliadas (Red Creole, Cristal, Baia Periforme,

Montana, Crioula do Mercosul e híbrido Baia F1) apresentaram melhores médias de produtividade e massa de bulbos no sistema orgânico quando comparado ao convencional. Entretanto, comportamento inverso foi observado por Rodrigues et al. (2006) que verificaram melhores produtividades em cultivares conduzidas em sistema convencional em comparação ao orgânico.

Sulbaran et al. (2011) observaram que cebolas cultivadas com biofertilizante produziram 24% a mais que em sistema convencional e teve seu ciclo reduzido em 35 dias.

2.2. Biofertilizantes

A matéria orgânica no solo tem grande importância como fonte de nutrientes, na retenção de cátions, melhorando a atividade microbiana e as propriedades físicas do solo que influenciam na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas (PELÁ, 2002). Dentre os insumos alternativos utilizados na adubação das culturas e restituição da fertilidade do solo, estão os biofertilizantes (ALVES et al., 2009). O biofertilizante líquido é obtido pelo processo de fermentação aeróbica ou anaeróbica de uma mistura de esterco fresco de bovino e água (SANTOS, 1992; SILVA et al., 2007). A partir destes mesmos princípios se dá a produção de todos os tipos de biofertilizantes. Existem várias maneiras de se aumentar a concentração de nutrientes, originando assim os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode se dar com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM et al., 2004).

Pereira Junior et al. (2010) citam que a composição dos biofertilizantes, principalmente em micronutrientes é bastante heterogênea, precisando-se considerar as condições de fabricação do produto, como a variação da biomassa utilizada, alimentação dos animais, período de fermentação. Algumas composições de biofertilizantes são citadas na tabela abaixo:

Tabela 1 - Composição de biofertilizantes de diferentes fontes e modos de preparo, Mossoró, RN, 2012.

Componentes	Autores						
	Araújo et al. (2007)	Silveira (2007)	Sousa et al. (2008)	Campos et al. (2008)	Alves et al. (2009)	Bisso et al. (2003)	Devide (2000)
Macronutrientes	g kg ⁻¹						mg L ⁻¹
N	0,76	0,74	0,98	1,02	0,25	8,04	988
P	0,05	0,23	0,43	0,41	0,08	0,32	6
K	2,7	0,01	0,49	0,70	0,11	0,20	264
Ca	0,21	0,18	0,31	0,39	4,3	1,4	842,8
Mg	0,13	0,21	0,73	0,69	0,1	0,7	349
pH	7,3	6,4	6,8	6,7	-	-	6,5
CE	2,8	2,6	2,1	2,1	-	-	11,22

Marrocos (2011) observou 0,12 g L⁻¹ de N, 0,16 g L⁻¹ de P, 0,96 g L⁻¹ de K, 0,04 g L⁻¹ de Ca e 0,01 g L⁻¹ de Mg.

Efeitos positivos foram observados quando aplicado via pulverização no crescimento, produtividade, nutrição mineral, qualidade da produção colhida, nos aspectos entomológicos e fitossanitários das plantas em geral (SOUZA; REZENDE, 2003; PENTEADO, 2004). Costa et al. (2011) observaram efeito linear quanto ao aumento da dose de biofertilizante na produção de melão amarelo.

Medeiros (2011) observou que o biofertilizante promoveu maior velocidade de emergência e reduziu o efeito dos tratamentos salinos sobre o crescimento e a produção de proteínas em plantas de tomate cereja. Galbiati et al. (2011) avaliando o efeito da adubação orgânica associada à mineral na cultura do feijoeiro verificaram que a produtividade nos tratamentos que receberam o biofertilizante não foi influenciada pela presença ou ausência de fertilizantes minerais. Entretanto Wu et al. (2005) e Rodolfo Júnior et al. (2008) citam que esses adubos não substituem os fertilizantes convencionais.

Viana et al. (2003) cultivaram cenoura com diferentes tratamentos (adubação verde, composto orgânico e biofertilizante), obtendo melhor resultado com a aplicação do biofertilizante, os autores também observaram que utilizado via foliar o biofertilizante favoreceu o desenvolvimento vegetativo e, quando aplicado via solo, ocorreu maior produção das raízes. Bezerra et al. (2008) avaliaram os efeitos de concentração e intervalos de aplicação de biofertilizante na produção de milho e verificaram melhor desempenho com a aplicação de biofertilizante na concentração de 20 mL L⁻¹, com maior evidência no número de espigas por planta, e melhor desempenho no crescimento em intervalo de 15 dias de aplicação de biofertilizante.

Konzen & Alvarenga (2005) observaram que a aplicação isolada ou combinada de biofertilizante com adubação química proporcionou aumento na produção de milho forrageiro e milho grão. Dejetos líquidos de suínos foram utilizados em diferentes dosagens para verificar os efeitos na produtividade da cana-de-açúcar, a dosagem de 40 m³ ha⁻¹ equivaleu à adubação química, sendo que maiores dosagens apresentaram produtividades agrícolas superiores, com aumentos de 76,5% a 96,3% em relação à testemunha, que foi de 58,10 t ha⁻¹ (LEITE et al., 2009).

Sheata et al. (2010) em aipo vermelho, mostram que a adição de biofertilizante a adubação convencional promoveu aumento significativo na produtividade em relação à aplicação apenas dos fertilizantes químicos. Comportamento semelhante ao observado por Viteri et al. (2008) com biofertilizante a base de rizosfera, características como número de folhas, diâmetro e peso médio do bulbo, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos a base de biofertilizante com a testemunha com a adubação convencional.

O biofertilizante fornecido via solo melhora as condições físicas, químicas e biológicas, bem como a diversidade de microorganismos, aumento na capacidade de troca catiônica, pH e disponibilidade de nutrientes às plantas (SANTOS, 1992; CAVALCANTE et al., 2008).

O fluxo dos nutrientes que estão imobilizados na solução do solo é essencial para a manutenção da fertilidade nos sistemas orgânicos. Na forma líquida, o biofertilizante é assimilado com maior rapidez, tendo grande utilidade para culturas

que necessitam de quantidade elevada de nutrientes em ciclo curto (BARROS; LIBERALINO FILHO, 2008).

Segundo Sousa et al. (2008) e Cavalcante et al. (2010) o biofertilizante tem efeito atenuante dos efeitos da salinidade do solo sobre as plantas como: moringa (*Moringa oleifera*), milho e feijão (*Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*) maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*), mamoneira (*Ricinus comunis*) e goiabeira Paluma (*Psidium guaiava*). França et al. (2009) observaram que o biofertilizante enriquecido aumentou os teores de ferro, manganês e zinco em solo cultivado com mamoeiro.

Alves et al., (2009) concluíram que o biofertilizante fornecido via solo aumentou expressivamente os valores do pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. No entanto a aplicação isolada de biofertilizantes não foi suficiente para elevar a fertilidade do solo aos níveis exigidos na cultura do pimentão.

Outro efeito do biofertilizante nas plantas está relacionado a seu uso na prevenção e no controle de pragas e doenças. Para Vessey (2003) isso ocorre porque o biofertilizante é uma “mistura de microrganismos vivos, os quais, quando dispensados na planta por diferentes métodos, colonizam a rizosfera e/ou o interior da planta e promovem crescimento por aumentar a disponibilidade de nutrientes primários”. Assim, a planta bem nutrida fica menos predisposta ao ataque por fitopatógenos. Além dessas propriedades, têm a vantagem de não ser prejudicial aos inimigos naturais (ICUMA et al., 2000; PENTEADO, 2004).

Kupper et al. (2006) observaram que o uso do biofertilizante foi efetivo no controle de *Phyllosticta citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citrus. Bettiol et al. (1996) comprovaram que em concentrações acima de 10%, com pulverizações a cada dois dias, o biofertilizante promoveu controle do oídio em abóboras e que, quanto menor o período entre as aplicações, mais efetivo o controle.

Deleito et al. (2005) relataram efeito desse produto no controle da mancha-bacteriana em mudas de pimentão em relação à testemunha, constatando que o biofertilizante favoreceu o desenvolvimento vegetativo das mudas, o aumento da área foliar e a maior retenção das folhas infectadas.

2.3. Fertirrigação com fertilizantes orgânicos

Os sistemas de irrigação por aspersão são os mais utilizados no cultivo de hortaliças. No entanto sistemas de irrigações por sulco e gotejamento podem ser mais viáveis técnica e economicamente para condições específicas (MAROUELLI et al., 2008). A fertirrigação por gotejamento apresenta-se como a forma de aplicação de fertilizantes que mais se aproxima do fornecimento de nutrientes ao ritmo de absorção de água e nutrientes pelas plantas (GOTO et al., 2001). Para Oliveira et al. (2008) esta técnica, se utilizada corretamente contribui para o aumento da produtividade das culturas, reduzindo as perdas de nutrientes por lixiviação e permite um maior controle da concentração de nutrientes do solo, aumentando assim a eficiência do uso dos fertilizantes, isso porque oferece à planta o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido.

Uma desvantagem da utilização do fertilizante orgânico na forma sólida é o longo período para decomposição e mineralização da matéria orgânica, Faria et al. (1994), em experimento conduzido em Juazeiro, com a cultura do melão observaram que a aplicação de matéria orgânica de origem animal (esterco de curral na dosagem de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) não apresenta vantagens, pois, devido ao ciclo curto da cultura, não há tempo para a decomposição completa do material orgânico, ficando esta indisponível à cultura. Severino et al. (2004) observaram que o esterco bovino curtido incorporado ao solo manteve um volume de 5 mg kg^{-1} 33 dias após ser incorporado ao solo, ou seja, apenas 0,0005% do volume aplicado foi mineralizado neste período.

Neste sentido o biofertilizante propõe-se como uma alternativa para utilização na fertirrigação por ser líquido e advindo de um processo de fermentação que permite a rápida disponibilização dos nutrientes as plantas, segundo Gross et al. (2008) em Israel o fornecimento de adubos orgânicos na forma sólida não tem suprido a necessidade das culturas, principalmente em relação ao nitrogênio, sendo corrigido com aplicação de biofertilizantes via água de irrigação, esses autores recomendam que alguns cuidados devem ser tomados quanto aos sólidos

suspensos, pois podem formar um biofilme e causar o entupimento do sistema de irrigação.

Marrocos (2011) cita que para reduzir os problemas de entupimentos deve-se deixar a calda do biofertilizante filtrada decantar por um período anterior à aplicação que seja suficiente para decantar parte das partículas que persistem após a filtragem; fazer uso de válvulas de final de linha nas linhas laterais e continuar a irrigação após a injeção do biofertilizante por um determinado tempo que seja suficiente para remover o excesso de partículas acumuladas no sistema. Gonçalves et al. (2009) relatam que o sistema por gotejamento se adapta bem para fertirrigação de biofertilizantes, pois é possível saber a dose de aplicação e o sistema já está adaptado para este tipo de prática. Utiliza-se o sistema denominado Venturi, o mesmo utilizado para colocar adubos minerais solúveis por gotejamento.

Algumas respostas foram observadas em relação à aplicação de fertilizantes orgânicos via fertirrigação a exemplo de Fernandes; Testezlaf (2002) que na cultura do melão observaram que a fertirrigação diária com adubo orgânico obteve produtividade superior a fertirrigação com fertilizantes químicos. Entretanto, Pinto et al. (2008) verificaram que em meloeiro fertirrigado com biofertilizantes e substâncias húmicas, o tratamento controle com adubação convencional obteve desempenho produtivo superior aos demais.

Duenhas (2004) observou que a produtividade total e comercial, o número total e comercial de frutos e a massa média de frutos de melão aumentaram com as doses de substâncias húmicas combinadas ao biofertilizante Agrobom, fornecidos via fertirrigação em cultivo orgânico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFRSA em Mossoró, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999). O município de Mossoró está situado a 5° 11' de latitude S e 37° 20' de longitude WGr e uma altitude de 18 m. O clima da região, segundo a classificação Köppen é 'BSwh', isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai, geralmente, de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991).

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos, com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 3 + 2. Os tratamentos consistiram da combinação de três doses de biofertilizante (15, 30 e 60 L/ha/dia) e três níveis de adubação (25, 50 e 100% da adubação recomendada por Cavalcanti (1998) e dois tratamentos adicionais (o primeiro, a aplicação de 100% da adubação convencional, seguindo a recomendação de Cavalcanti, 1998, sem biofertilizante e o segundo apenas a aplicação de biofertilizante na dose de 30 L/ha/dia) (Tabela 2).

As unidades experimentais foram distanciadas uma das outras por 1,0 m sendo constituídas de seis fileiras de 3,0 m de comprimento, espaçadas de 0,10 m, com 0,10 m entre plantas, perfazendo uma área total de 1,8 m² (Figura 1), sendo a área útil às quatro linhas centrais desprezando-se 1 m de cada extremidade totalizando 0,4 m² para a amostragem.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados, Mossoró, RN, 2012.

Tratamentos	Biofertilizante (L/ha/dia)*	Adubação convencional (%) **
T1	15	25
T2	15	50
T3	15	100
T4	30	25
T5	30	50
T6	30	100
T7	60	25
T8	60	50
T9	60	100
T10	-	100
T11	30	-

*A aplicação foi realizada até os 70 DAT (Dias após o transplântio).

**Com base na recomendação de Cavalcanti (1998).



Figura 1 – Detalhe da unidade experimental e a disposição do sistema de irrigação na área do experimento, Mossoró, RN, 2012.

A adubação foi definida com base nos resultados da análise de solo (Tabela 3) sendo considerada a recomendação proposta por Cavalcanti (1998) para a

cultura da cebola, sendo que o fósforo foi aplicado 50% em fundação e o nitrogênio e potássio via fertirrigação a partir de 10 dias após o transplante, juntamente com o biofertilizante.

Tabela 3 - Resultados das análises de solo da área experimental, Mossoró, RN, 2012.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	PST
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----			-----Cmol _c dm ⁻³ -----						%
7,2	103,2	144,1	13,9	2,20	2,90	0,0	0,0	5,53	5,53	1

As quantidades de N-P-K aplicadas foram: 135, 45 e 135 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo calculadas as porcentagens de acordo com os tratamentos para a adubação mineral (Tabela 4).

Tabela 4 - Adubação realizada ao longo do ciclo da cultura segundo os tratamentos aplicados, Mossoró, RN, 2012.

N (kg ha ⁻¹)			P (kg ha ⁻¹)			K (kg ha ⁻¹)		
25%	50%	100%	25%	50%	100%	25%	50%	100%
33,7	67,5	135	11,3	22,5	45	33,8	67,5	135

A adubação convencional foi distribuída ao longo do ciclo da cultura de acordo com a marcha de absorção de nutrientes para a cultivar utilizada segundo Marrocos et al. (2009), iniciando-se aos 10 DAT e finalizando aos 70 DAT, (Tabela 5).

Tabela 5 - Distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e potássio ao longo do ciclo da cebola, Mossoró, RN, 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

Fonte: Marrocos et al. (2009).

3.3. Preparo do biofertilizante

O biofertilizante foi preparado, através da mistura de esterco bovino seco (homogeneizado e peneirado) e água, sendo que para cada 1000 L de biofertilizante foi utilizado 200 kg de esterco; 0,15 kg de Compost-Aid® (microrganismos para acelerar a decomposição: *Lactobacillus plantarum* $1,5 \times 10^6$, *Bacillus subtilis* $1,5 \times 10^6$, *Streptococcus faecium* $1,5 \times 10^6$); 0,13 L de Soil-Set® (Cobre 2,5%, Ferro 2,0%, Manganês 1,0%, Zinco 4,0%) e 10 kg de melaço (fonte energética para os microrganismos). Essa mistura foi fermentada a céu aberto por sete dias, sendo homogeneizado duas vezes diariamente. Foi coletada uma alíquota de 1 L do biofertilizante seca em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C, em seguida foi realizada a composição química solúvel do mesmo (pH, condutividade elétrica e macronutrientes) (Tabela 6).

Tabela 6. Composição química do biofertilizante, Mossoró, RN, 2012.

pH (H ₂ O)	CE mS cm ⁻³	N	P	K g L ⁻¹	Ca	Mg
6,95	0,95	0,14	0,18	0,42	0,04	0,04

As fontes utilizadas para fertilização convencional foram: Uréia, Cloreto de Potássio, Fosfato Monoamônico – MAP, Nitrato de Cálcio, Sulfato de Magnésio e

como fonte de micronutrientes Rexolin® (11,6% de K₂O, 1,28% de S, 0,86% de Mg, 2,1% de B, 0,36% de Cu, 2,66% de Fe, 2,48% de Mn, 0,036% de Mo, 3,38% de Zn) na dose de 1 kg ha⁻¹, seguindo as quantidades referentes aos tratamentos. As concentrações utilizadas para preparo das soluções foram respectivamente: 480, 220, 160, 410 e 162 g L⁻¹ para as fontes de macronutrientes utilizadas.

Tabela 7 - Resultados das análises da água utilizada na irrigação, UFERSA, Mossoró, RN, 2012.

CE	pH	K	Na	Ca	Mg	HCO ₃	CO ₃	Cl	RAS	Cátions	Ânions
dS/m		-----mmol/L				-----				----mmol/L----	
0,556	8,3	0,24	3,79	0,8	0,3	0,2	2,0	2,0	5,1	5,1	4,2

4.4. Implantação e condução do experimento

O preparo do solo constou de aração e gradagem, seguido do levantamento dos canteiros e adubação de fundação sendo colocada apenas 50% do fósforo de acordo com os tratamentos.

As mudas foram produzidas em sementeiras, com dimensões de 1m de largura e 20 cm de altura (Figura 2). Utilizando-se 10 g m⁻² de semente para semeadura em sulcos transversais ao comprimento do canteiro, com profundidade de 1,0 cm e distância entre sulcos de 0,10 m. O transplântio foi realizado 57 dias após a semeadura quando as mudas atingiram 15 a 20 cm de altura. A cultivar utilizada foi a Vale ouro IPA 11, uma das mais cultivadas na região.



Figura 2 – Detalhe das sementeiras onde foram produzidas as mudas, Mossoró, RN, 2012.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, colocando-se duas mangueiras na parte central do canteiro espaçadas de 0,4 m com gotejadores do tipo autocompensante, com vazão média de $1,4 \text{ L h}^{-1}$, espaçados de 0,20 m. As irrigações foram realizadas diariamente, e as lâminas determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998), totalizando ao longo do ciclo em 419 mm.

A adubação de cobertura (mineral e com biofertilizante) foi realizada diariamente via água de irrigação, utilizando-se tanques de derivação produzidos com tubo de PVC, conhecidos na região como “pulmão” (Figura 3), de acordo com os diferentes tratamentos. As fertirrigações iniciaram-se aos 10 dias após o transplântio (DAT), e compreenderam três etapas distintas. A 1ª etapa correspondeu apenas à pressurização do sistema de irrigação, cujo tempo de funcionamento foi menor que $\frac{1}{4}$ do tempo total de irrigação. A 2ª etapa

compreendeu a injeção do volume da calda de fertilizantes ou biofertilizantes previamente preparadas. Na 3ª etapa, o sistema de irrigação continuou funcionando durante o último quarto do tempo de irrigação, proporcionando a limpeza do sistema de irrigação e o transporte do fertilizante até a profundidade efetiva do sistema radicular da cebola.

Tabela 8. Coeficiente de cultura (Kc) de cebola, em diferentes estádios de desenvolvimento para irrigação por gotejamento.

Estádios	Coeficiente de cultura (Kc)
Inicial (I)	0,70 - 0,80
Vegetativo (II)	0,75 - 0,85
Formação de bulbos (III)	0,90 - 1,00
Maturação (IV)	0,60- 0,70

Fonte: Pinto et al. (2007).



Figura 3 – Tanques de derivação de fluxo “pulmão” de PVC, Mossoró, RN, 2012.

Para controle da pressão do sistema foram utilizados manômetros de Bourdon na saída do conjunto moto bomba e na entrada do sistema de irrigação, sendo a pressão de entrada no sistema de irrigação ajustada a 98 KPa.

O controle fitossanitário e os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas adotadas na região para a cebola. A colheita foi realizada aos 89 DAT, quando 70% das plantas das parcelas mais desenvolvidas estavam tombadas, os bulbos em seguida foram curados ao sol e realizado o toalete.

3.5. Variáveis avaliadas

Os bulbos foram classificados em função do diâmetro transversal, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em:

Tipo 1: (refugo) bulbos diâmetro < 35 mm

Tipo 2: Bulbos com diâmetro 35 – 50 mm

Tipo 3: Bulbos com diâmetro 50 – 75 mm

Tipo 4: Bulbos com diâmetro 75 – 90 mm

Tipo 5: Bulbos com diâmetro > 90 mm

Produtividade total de bulbos ($t\ ha^{-1}$): foi obtida a partir do peso total de bulbos colhidos na parcela;

Produtividade de bulbos comerciais ($t\ ha^{-1}$): foi obtida pelo peso total de bulbos de diâmetro > 35 mm, considerados como bulbos comerciais;

Produtividade de bulbos não comerciais ($t\ ha^{-1}$): foi obtida pelo peso total de bulbos de diâmetro < 35 mm, considerados como bulbos não comerciais;

Massa média do bulbo (g): Produção comercial dividida pelo número de bulbos comerciáveis colhidos na parcela, após a cura;

Massa seca de bulbo (g): Após a colheita foram amostrados 5 bulbos de cada parcela, retirada a parte aérea e colocados em estufa com circulação de ar forçada a 65° C, até atingir massa constante;

Diagnose foliar: Para a determinação dos teores de nutrientes foliar, foi coletada a folha mais alta de 15 plantas da área útil da parcela aos 47 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 para a determinação dos teores de macro e micronutrientes.

3.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve efeito significativo foi realizada a análise de superfície de resposta com auxílio dos softwares Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG versão 9.0 e STATISTICA versão 10.0 (STATSOFT, 1995). As superfícies de resposta apresentam apenas os resultados do fatorial, ou seja, só possuem nove pontos, pois as testemunhas foram analisadas separadamente e representadas em forma de histogramas ou de tabelas. Quando houve efeito significativo entre as testemunhas e o fatorial foi aplicado o teste de médias de Dunnet a 5% de probabilidade.

Para as regressões polinomiais, o modelo quadrático foi escolhido pelo maior coeficiente de determinação (R^2), que tenha apresentado maior significância pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade representados nos gráficos após o R^2 . Incluíram-se no modelo os coeficientes que foram significativos à no mínimo 10 ou 5% de probabilidade representados após cada coeficiente na equação.

Para a regressão adotou-se a representação * para $p < 0,05$ e ** para $p < 0,01$ e para os coeficientes * para $p < 0,10$ e ** para $p < 0,05$.

As equações que regem as regressões polinomiais múltiplas nas superfícies de resposta de segunda ordem seguem o modelo:

$$Y = b_0 + b_1 (\text{Fator 1}) + b_2 (\text{Fator 1})^2 + b_3 (\text{Fator 2}) + b_4 (\text{Fator 2})^2 + (\text{Fator 1}) * b_5 (\text{Fator 2})$$

Sendo:

b_0 = intercepto;

b_1 = coeficiente linear para o fator 1;

b_2 = coeficiente quadrático para o fator 1;

b_3 = coeficiente linear para o fator 2;

b_4 = coeficiente quadrático para o fator 2;

b_5 = coeficiente da interação entre os fatores 1 e 2;

Fator 1 = qualquer um dos fatores estudados que se deseja combinar com um outro fator;

Fator 2 = qualquer um dos fatores estudados que se deseja combinar com o fator 1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância demonstraram interação significativa entre as doses de biofertilizante e a adubação mineral para as variáveis, produtividade total, produtividade comercial, massa média e massa seca do bulbo (Tabela 9). Para as demais características não houve efeito significativo dos tratamentos.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para Produtividade Total (PT), Produtividade Comercial (PC), Produtividade não comercial (PNC), Massa média do bulbo (MMB) e Massa seca do bulbo (MSB), Mossoró, RN, 2012.

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		PT	PC	PNC	MMB	MSB
Bloco	3	9,32 ^{ns}	0.404	1,76	11.23	0.03
Bio (B)	2	3,78	9,63**	5,33**	196.18**	0,12
Adub (A)	2	97,90**	125,82**	0,35	1235.49**	3.89**
B*A	4	103,19**	93,96**	2,51	347.04**	3.42**
Fat X Test	1	356,14**	218,76**	35,88**	1153.42**	15.83**
Test	1	207,44**	74,28**	19,12**	1721.67**	6.10**
Erro	30	1.75	1,044	1,34	21.41	0,25
Total	43	777,79	522,87	64,96	4686,44	29,64
C.V.		14,73	12,18	11,93	13,67	13,18

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$). ^{ns} não significativo.

A produtividade total ajustou-se a uma superfície de resposta (Figura 4), uma vez que houve influencia do biofertilizante combinado com a adubação mineral. As doses do biofertilizante apresentaram efeito linear enquanto que a adubação mineral apresentou efeito quadrático, a maior produtividade total estimada foi de 23,50 t ha⁻¹ com as doses 60 L/ha/dia do biofertilizante e 75% da adubação mineral. Levando-se em consideração que o a adubação usada neste trabalho com 315 kg ha⁻¹ de N-P-K está abaixo da usada na região que é de 800 kg

ha⁻¹, ou seja, 60,25% a mais que a recomendada por Cavalcanti et al. (1998) e considerando que a dose ótima encontrada representa 75% da adubação mineral, observa-se uma economia de 70,47% em relação à adubação usada na região, entretanto, a maior produtividade estimada foi bem abaixo da observada pelos produtores regionais e por outros autores em trabalhos nessa região. A exemplo de Souza et al. (2008) que observaram produtividade total de 45,89 t ha⁻¹, no estado de Minas Gerais Vidigal et al. (2006) observaram comportamento crescente quanto à produção de cebola cultivada com intervalo de doses de 0 a 40 t ha⁻¹ de composto orgânico de esterco suíno, entretanto seus níveis de produtividade (59,98 t ha⁻¹. Níveis de produtividade semelhantes às encontradas neste trabalho também foram observados por Betonni (2011) com a cultivar IPA – 11 em cultivo orgânico (10,90 t ha⁻¹) no Paraná.

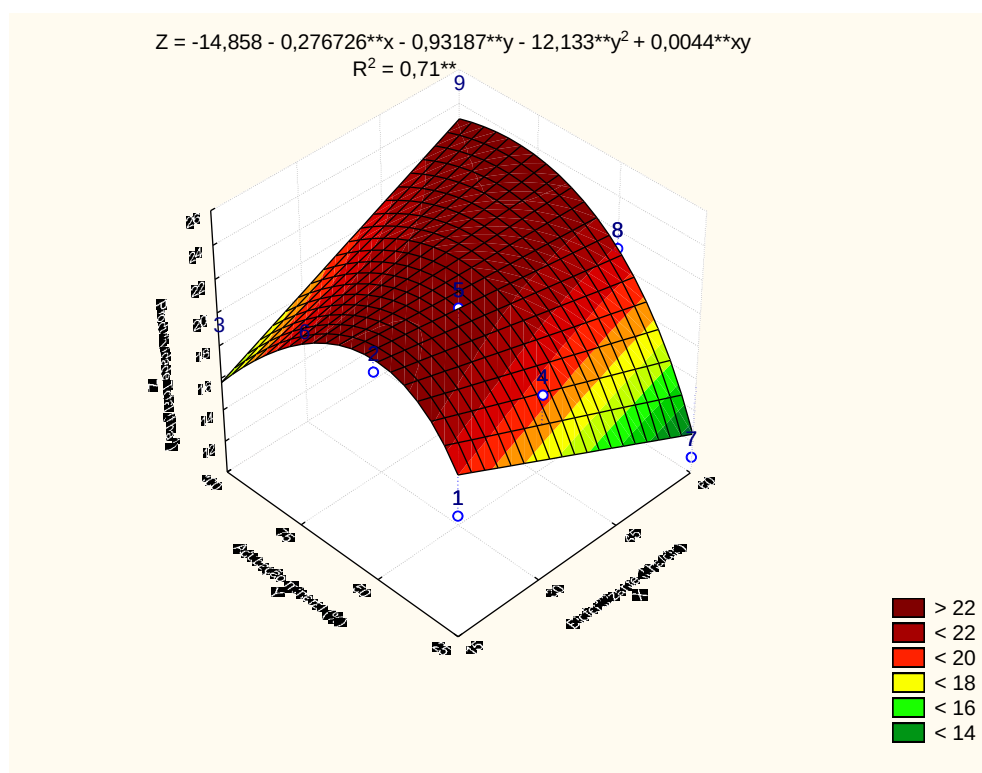


Figura 4 – Produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

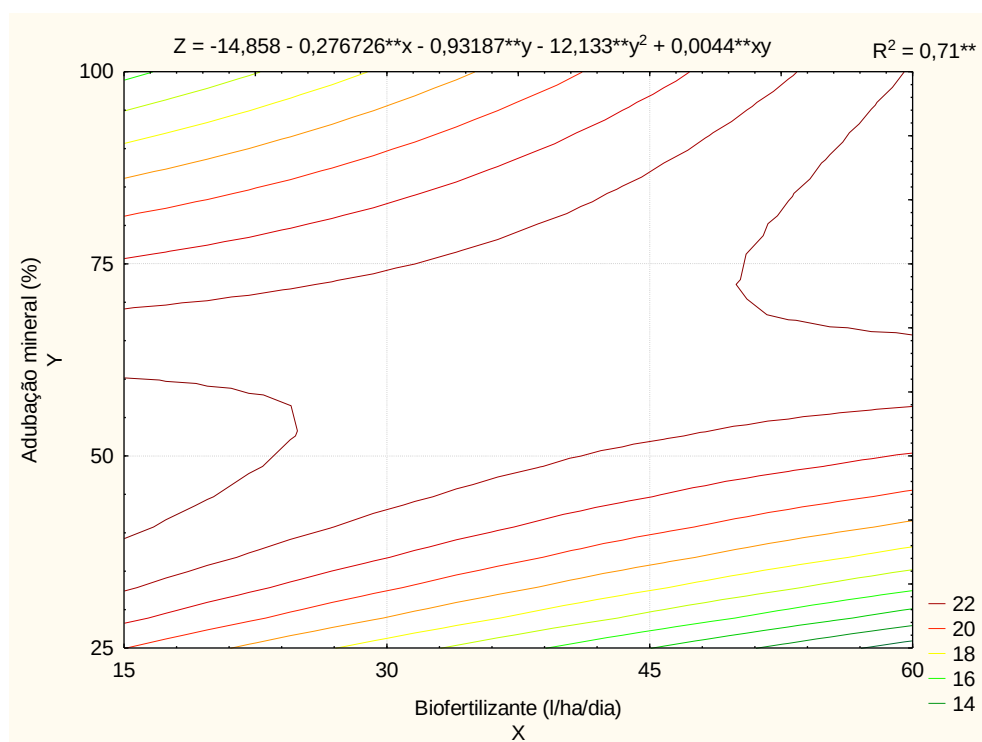


Figura 5. Isolinas da superfície de resposta para produtividade total de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 10. Testemunhas adicionais para produtividade total, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
6.88 b	17.06 a
C.V.	9,41

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto às testemunhas da produtividade total observa-se pela tabela 10 que o cultivo de cebola apenas com biofertilizante promoveu uma baixa produtividade em relação aos demais tratamentos, considerando que esse tratamento não recebeu nenhuma suplementação química esse resultado é coerente, a testemunha que recebeu apenas adubação mineral apresentou valores abaixo dos tratamentos que

receberam a adição de biofertilizante, provando que a associação entre as duas suplementações promovem um melhor efeito, se comparado a atuação isolada e ambos.

De acordo com a superfície de resposta (Figura 6) a maior produtividade comercial estimada ocorreu na combinação entre as doses 60 L/ha/dia de biofertilizante e 75% da adubação mineral com aproximadamente 14,69 t ha⁻¹. Da mesma forma como na produtividade total as doses de biofertilizante apresentaram apenas o efeito linear enquanto que a adubação mineral apresentou efeito quadrático. A quantidade de adubo mineral ótima foi à mesma explicada para produtividade total e o comportamento da cebola também foi semelhante, ou seja, a produtividade comercial foi baixa se comparada a encontrada por outros autores como Costa et al. (2008) em cultivo orgânico (25,86 t ha⁻¹) em Argissolo e (13,33 t ha⁻¹) em Vertissolo e Paula et al. (2003) que avaliando o cultivo orgânico de cebola no Rio de Janeiro observaram que a produção foi totalmente comercial com 34,13 t ha⁻¹ para a cultivar Vale ouro IPA-11. Com essa mesma cultivar no município de Mossoró-RN Souza et al. (2008) em manejo convencional, observaram que a produtividade comercial foi 45,62 t ha⁻¹.

Quanto às testemunhas (Tabela 11) observa-se que da produtividade total 9,01% foi comercial, com média de 0,62 t ha⁻¹ muito abaixo da testemunha da adubação mineral, esta por sua vez representou apenas 39,09% da produção total, valor muito baixo que reflete diretamente na lucratividade do produtor. Comparando a testemunha da adubação mineral com os pontos da superfície de resposta do fatorial observa-se que os pontos 2, 5, 8 e 9 obtiveram valores superiores, destaca-se os tratamentos 2, 5 e 8 que receberam apenas 50% da adubação mineral combinada com as doses de biofertilizante testadas, indicando que pode ser que a utilização do biofertilizante pode ser associada a uma redução de 50% na adubação mineral, gerando economia ao produtor, atenuando o prejuízo causado pela perda comercial do produto final.

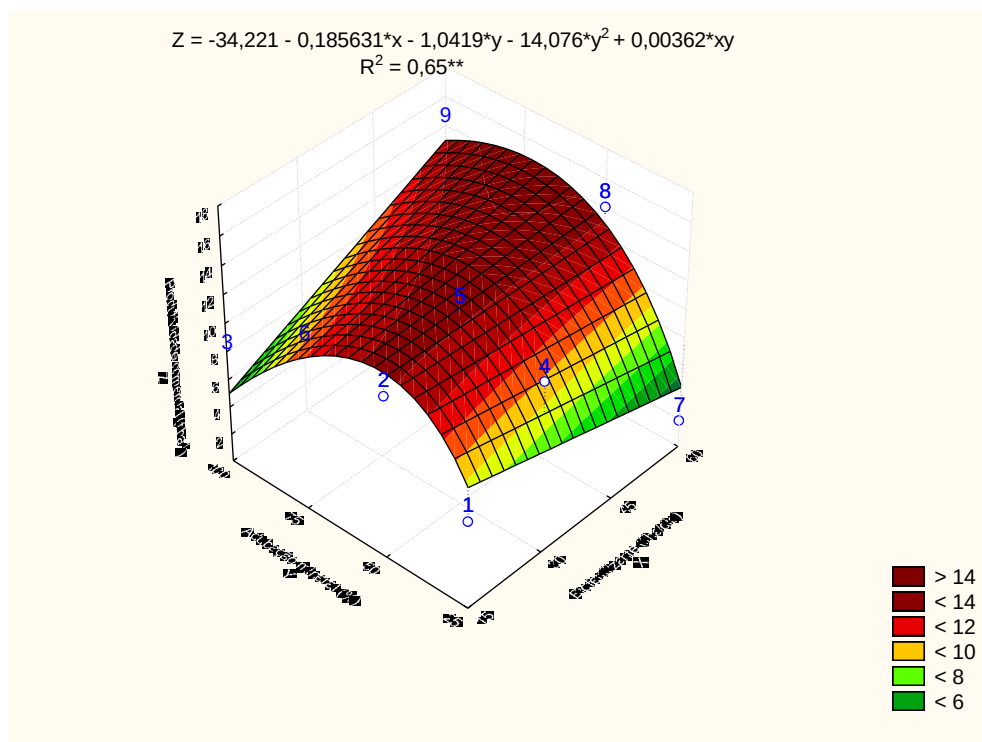


Figura 6 - Produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 11. Testemunhas adicionais para produtividade comercial, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
0.62 b	6.72 a
C.V.	16,04

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

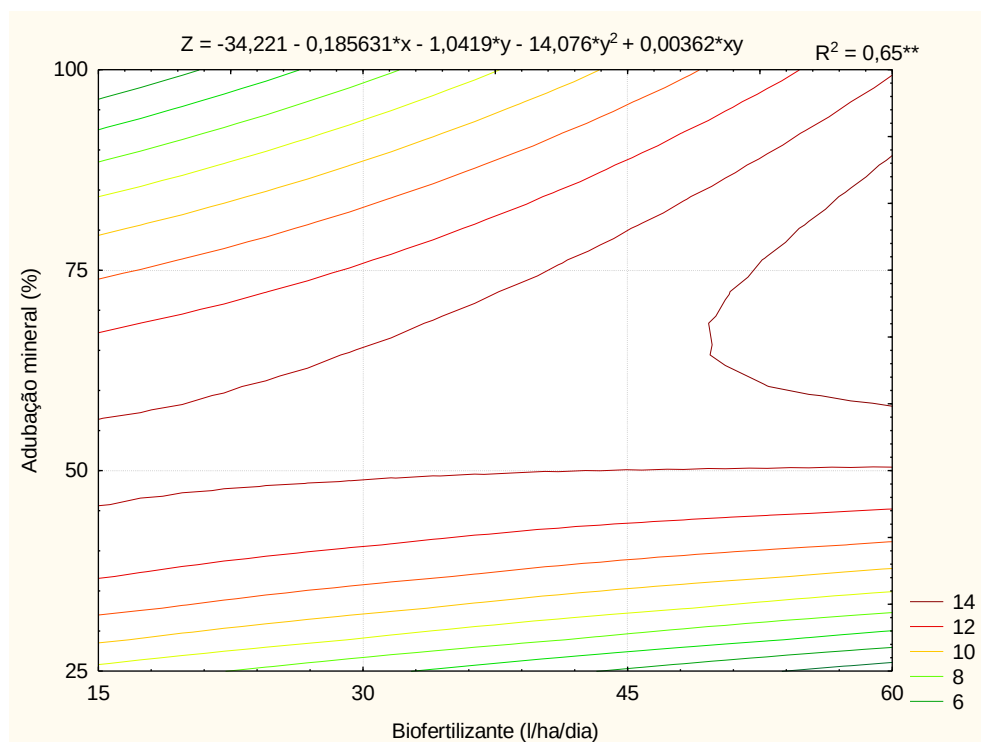


Figura 7. Isolinas da superfície de resposta para produtividade comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Para produtividade não comercial, houve interação significativa entre os tratamentos e as testemunhas (Tabela 7), havendo efeito quadrático para as doses de biofertilizante sem que houvesse efeito quadrático ou linear para a adubação mineral, apesar da ausência de efeito na adubação mineral o coeficiente permaneceu na equação devido o efeito linear na interação, ou seja, a adubação de forma isolada não promoveu efeito significativo, mas quando combinada com as doses de biofertilizante houve efeito na interação. O resumo da análise de variância não mostrou o efeito da interação, entretanto quando feita a regressão o modelo ajustado apresenta efeito linear da interação entre os fatores estudados.

Segundo a superfície de resposta (Figura 8) verifica-se que a maior produtividade não comercial estimada foi obtida com as doses 0 L/ha/dia de biofertilizante e 50% da adubação mineral (6,01 t ha⁻¹), ou seja, a ausência de

biofertilizante proporcionou a produção de bulbos sem valor comercial, em relação da adubação mineral ficou evidenciado que a redução na quantidade de adubo provocou o aumento de bulbos não comerciais. Em relação às produtividades comercial e não comercial verifica-se um equilíbrio, comportamento adverso ao observado por outros autores (COSTA et al. (2008); SOUZA et al. (2008); RESENDE et al. (2003) em cultivos na região nordeste, nesses trabalhos a produtividade não comercial nunca ficou acima de 7 t ha⁻¹ e sempre foi muito abaixo da produção comercial.

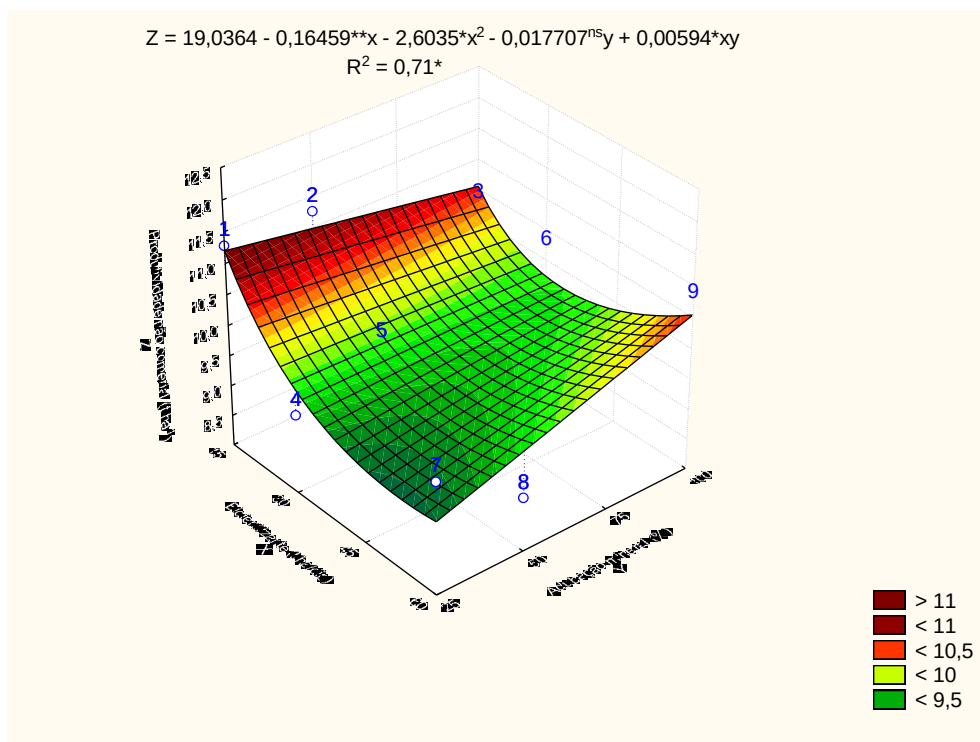


Figura 8 - Produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

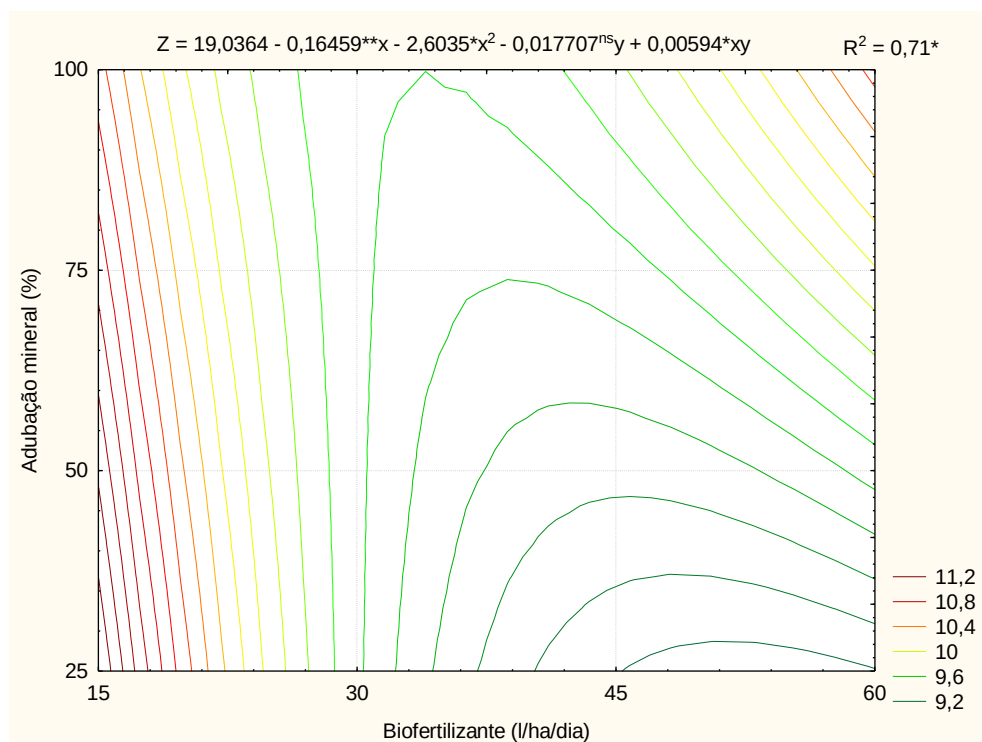


Figura 9. Isolinas da superfície de resposta para produtividade não comercial de bulbos de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 12. Testemunhas adicionais para produtividade não comercial, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante (l/ha/dia)	Adubação mineral
6.25 b	9.34 a
C.V.	14,91

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados das testemunhas adicionais para produtividade não comercial (Tabela 12) representam como a produtividade comercial foi baixa em ambos os casos, essa perda na qualidade comercial é crucial para o fracasso da atividade,

dessa forma é interessante a repetição desses tratamentos em outro experimento para a confirmação ou correção desses resultados.

A massa média do bulbo também foi diretamente afetada pelos tratamentos, a superfície de resposta (Figura 10) mostra que a maior massa estimada foi 51,87 g com as doses 0 de biofertilizante e 50% da adubação mineral, verifica-se que no modelo ajustado o efeito quadrático da adubação mineral, promoveu uma maior contribuição deste fator para o aumento da massa média do bulbo, desse modo o aumento nas doses de biofertilizante promoveram um decréscimo desta variável, ou seja, o biofertilizante não contribuiu ou pouco contribuiu para o acúmulo de massa do bulbo, por outro lado, a dose ótima de adubo mineral reduz em 50% a aplicação de fertilizantes segundo a recomendação de Cavalcante et al. (1998).

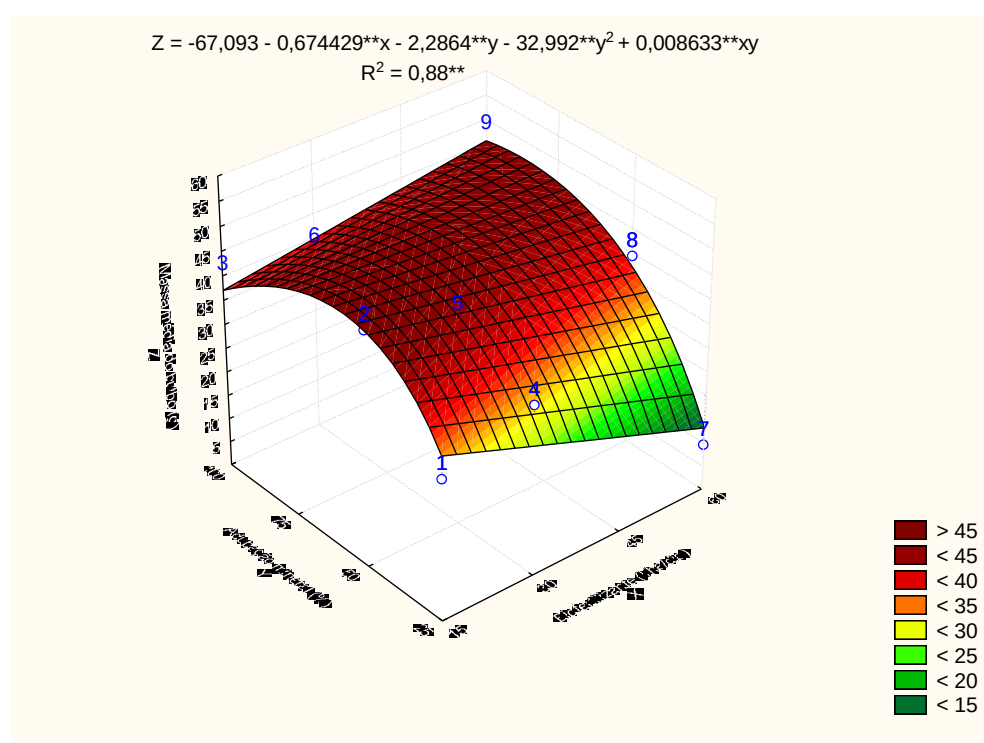


Figura 10 – Massa média do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

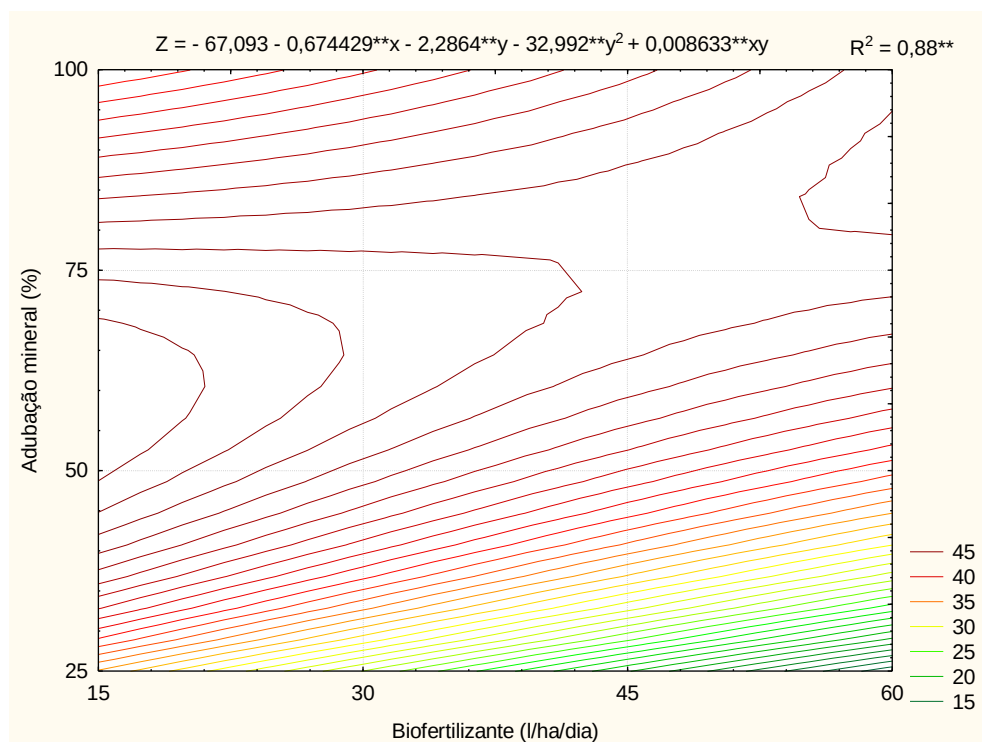


Figura 11. Isolinhas da superfície de resposta para massa média do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 13. Testemunhas adicionais para massa média do bulbo, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
8.33 b	37.67 a
C.V.	13,67

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

O comportamento das testemunhas adicionais da massa média do bulbo (Tabela 13) seguiu a tendência das produtividades com superioridade para a testemunha da adubação mineral, comparando com os tratamentos que receberam

100% da adubação mineral e a suplementação do biofertilizante, observa-se que em todos os pontos a testemunha foi obtiver desempenho inferior.

Mesmo com esse comportamento os bulbos de cebola deste estudo estão abaixo do valor observado por diversos autores como Souza et al. (2008) que em cultivo convencional no município de Mossoró – RN, observaram peso médio dos bulbos comerciais de 64 g bulbo⁻¹, neste mesmo trabalho foram observados pesos médios de 116 e 79 g bulbo⁻¹ nos municípios de Petrolina – PE e Juazeiro – BA, respectivamente. Sob manejo orgânico em Pinhais – PR, Bertoni (2011) observou peso médio para a cultivar IPA – 11 de 40,36 g bulbo⁻¹, no México, Alvarez Hernandez et al. (2011) observaram peso médio do bulbo de 62,91 g bulbo⁻¹ em cebola cultivada com biofertilizante, esse valor não diferiu estatisticamente do tratamento com adubação convencional (78,23 g bulbo⁻¹).

Para massa seca do bulbo a superfície de resposta (Figura 12) demonstra que a o maior acúmulo de massa seca foi com as doses 60 L/ha/dia do biofertilizante e 100% da adubação mineral, com valor estimado de 4,82 g. Pela equação verifica-se que as doses de biofertilizante obtiveram comportamento linear, enquanto que a adubação convencional ajustou-se a um coeficiente de determinação quadrático. Esse é um comportamento satisfatório do ponto de vista econômico, pois a redução de 25% na quantidade de adubo mineral fornecido promove além de uma economia financeira para o produtor um menor impacto dos fertilizantes no solo e levando-se em consideração a aplicação do biofertilizante esse impacto reduz ainda mais, por outro lado, os valores de massa seca encontrados diferem dos encontrados por Marrocos et al. (2009) que observaram na mesma cultivar massa seca no bulbo de 17,49 g planta⁻¹ bem superior aos valores encontrados nesta pesquisa, entretanto, Santos (2007) observou acúmulo de massa seca no bulbo de 6,99 g planta⁻¹ aos 95 dias após o transplante, na cultivar IPA – 11 sob manejo orgânico.

A importância do acúmulo de matéria seca é citada por Haag et al. (1981) onde, de um modo geral, a taxa de absorção acompanha a taxa de crescimento e desenvolvimento da cultura que por sua vez acompanha a curva de acúmulo de matéria seca.

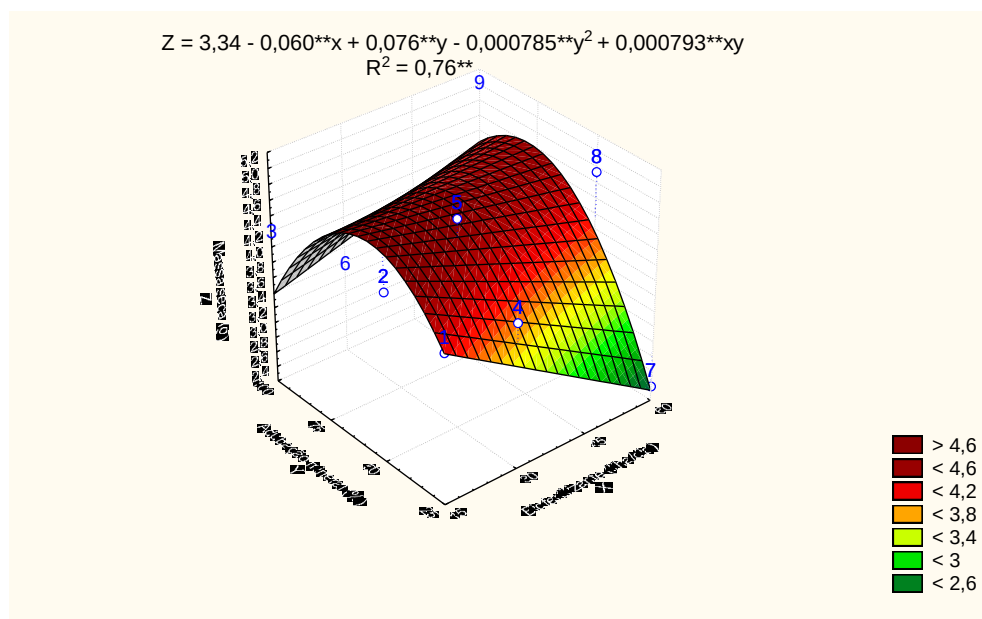


Figura 12 - Massa seca do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 14. Testemunhas adicionais para a massa seca do bulbo de cebola, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
1,65 b	3,39 a
C.V.	22,71

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

O comportamento das testemunhas adicionais para a massa seca também foi o esperado, com superioridade da adubação mineral em relação ao biofertilizante. Comparando os resultados da testemunha da adubação mineral com o fatorial, observa-se que apenas o tratamento 6 obteve média inferior, sendo que os demais foram superiores a esta testemunha, mesmo os que receberam apenas 25% da adubação recomendada, isso indica que a adição de biofertilizante promoveu incremento na massa seca da cebola.

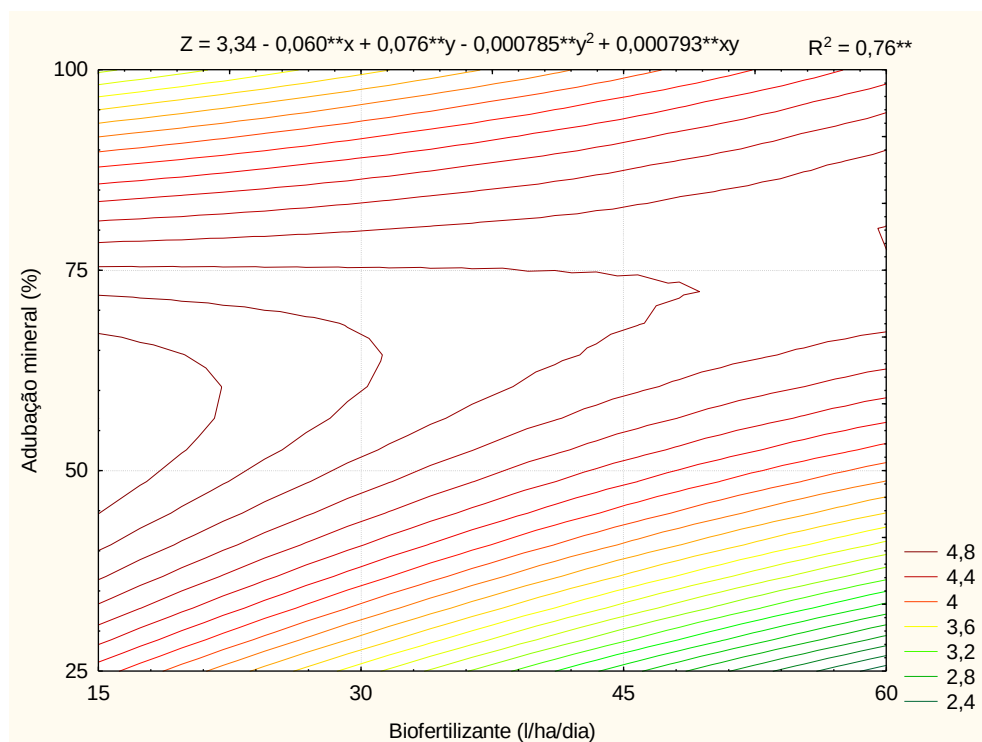


Figura 13. Isolinhhas da superfície de resposta para massa seca do bulbo de cebola em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Quanto à classificação comercial pela tabela 15, verifica-se a grande formação de refugo “Charutos” mesmo em tratamentos com 100% da adubação mineral, mais de 60% dos bulbos analisados foram classificados dentro da classe 1 (< 35 mm), para Baier et al. (2009), a classificação dos bulbos segundo o tamanho é um indicador da qualidade da produtividade alcançada. Dessa forma neste trabalho a qualidade dos bulbos ficou a desejar, sendo em cultivos comerciais a causa de grande prejuízo, levando-se em conta que para ser classificada como comercial o bulbo deve apresentar tamanho superior a 35 mm, ou seja, a partir da classe 2.

Tabela 15 – Porcentagem de bulbos nas diferentes classes, segundo a recomendação do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (Portaria 529, de 18 de Agosto de 1995), Mossoró, RN, 2012.

Tratamentos	% de bulbos por classe			
	1 (< 35 mm)	2 (35 – 50 mm)	3 (50 – 70 mm)	4 (70 – 90 mm)
T1	84,38	15,00	0,63	0,00
T2	76,25	21,25	2,50	0,00
T3	80,63	18,13	1,25	0,00
T4	76,25	19,38	4,38	0,00
T5	68,75	28,75	2,50	0,00
T6	88,13	11,88	0,00	0,00
T7	95,00	5,00	0,00	0,00
T8	75,00	21,25	3,75	0,00
T9	71,88	25,63	2,50	0,00
T10	93,75	6,25	0,00	0,00
T11	77,50	21,88	0,63	0,00

Um dos fatores para esse comportamento pode ter o transplântio de mudas pequenas, que atrasou o desenvolvimento das plantas, alterando todo o fornecimento de adubo pela curva de absorção. No trabalho em que baseou-se a marcha de abosorção Marrocos et al. (2009) observaram as plantas até os 105 DAT, os autores não especificam com quantos dias as mudas foram transplantadas, entretanto comparando-se os ciclos da cultura obtêm-se uma diferença de 16 dias que também poderiam proporcionar um maior desenvolvimento dos bulbos. Segundo Candeia et al. (2004) uma boa muda deve ser transplantada de 30 a 35 dias após a semeadura, dessa forma obterá tempo para um bom desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente dos bulbos, neste trabalho as mudas foram transplantadas com 59 dias quase o dobro do recomendado e ainda com aspecto inadequado, portanto esse pode ser o principal motivo pelo baixo rendimento produtivo comercial.

Outro fator pode ter sido o efeito dos tratamentos, pela tabela 10 verifica-se que a maior porcentagem de bulbos refugo foi no tratamento 7 que recebeu 30 L/ha/dia de biofertilizante e 25% da adubação mineral, seguido do tratamento 10 que recebeu apenas biofertilizante na dose 30 L/ha/dia, esses tratamentos podem ter apresentado esse comportamento por uma possível deficiência nutricional ocasionada pelo pouco fornecimento de adubo mineral e pela baixa composição química do biofertilizante. Mesmo em tratamentos que receberam 100% da adubação convencional os bulbos não atingiram 50% nas classes comerciais, muito provavelmente por um efeito cascata provocado pelo transplante de mudas inadequadas, que aliado a uma forte redução no fornecimento de adubos como explicado anteriormente promoveram bulbos sem condições de serem comercializados.

A análise dos dados (Tabela 11) para os teores foliares de nutrientes demonstra que não houve efeito significativo para o N e P, houve interação significativa entre as doses de biofertilizante e a adubação mineral para os nutrientes Ca, Mg e Fe, e efeito isolado do fatorial com as testemunhas para o K e Mn, para o Zn houve efeito dos fatores isoladamente, do fatorial com as testemunhas e entre testemunhas. Dessa forma construiu-se as superfícies de resposta para Ca, Mg, Zn e Fe, histogramas comparando-se as os tratamentos com as testemunhas entre si para o K e Mn, e uma tabela apenas com as testemunhas comparadas pelo teste de Tukey para o Zn.

A ausência de efeito para N e P, deve-se provavelmente a um efeito de diluição da concentração desses elementos nas folhas devido o crescimento das plantas, ou ainda ao suprimento fornecido pelo solo que apresentou principalmente o fósforo em grande quantidade, dessa forma as plantas podem ter absorvido esses nutrientes em quantidades semelhantes entre os tratamentos durante o período de expansão foliar (período em que foi feita a diagnose) e diferenciando no início da bulbificação que é o período de maior exigência nutricional.

Tabela 16 - Resumo da análise de variância da diagnose foliar, Mossoró, RN, 2012.

F.V.	G. L	Quadrado médio							
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe
Bloco	3	32.51 ^{ns}	0.525	21.27	0.210	0.0071	9.905	171.63	334.30
Bio (B)	2	24.77	0.288	49.08	2.946**	0.299**	36.245	755.95**	1406.52**
Adub (A)	2	8.36	0.220	17.33	2.944**	0.925**	83.501	445.99**	963.05**
B*A	4	0.19	1.421	43.16	1.130**	0.379**	43.445	82.03	5390.18**
Fat X Test	1	29.17	0.993	177.55*	0.523	0.023	213.43*	845.01**	4057.70**
Test	1	0.500	0.013	78.12	0.120	0.064	121.13	824.99**	107.89
Erro	30	22.98	1.172	32.90	0.241	0.0431	49.528	92.45	249.89
Total	43	118,48	4,63	419,41	8,11	1,74	557,18	3218,05	12509,53
C.V.		16,98	22,77	23,28	18,45	24,77	17,23	12,94	9,56

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0.05$), ^{ns} não houve efeito significativo.

Segundo Marrocos et al. (2009) o nitrogênio é o segundo nutriente mais acumulado pela cultivar IPA-11, sendo o período de maior demanda entre 45 e 60 dias após o transplântio. Bertonni (2011) observaram aos 99 dias após o transplântio na cultivar IPA – 11 29,73 g kg⁻¹ de nitrogênio, Malavolta (1997) e Mendes et al. (2008) citam que a necessidade de nitrogênio para um ótimo crescimento da cebola é de cerca de 40 g kg⁻¹ da matéria seca da parte vegetativa da planta. Os valores encontrados neste trabalho foram entre 25 e 30 g kg⁻¹, semelhante aos observados por Bertonni (2011) e abaixo dos recomendados por Mendes et al. (2008), vale salientar que para ambos autores os valores são ao final do ciclo e neste trabalho a diagnose foi realizada na metade do ciclo.

O fósforo também não apresentou efeito significativo entre os tratamentos, uma explicação como citado anteriormente pode ter sido o teor desse elemento no solo e com uma pequena adição de matéria orgânica o nutriente foi inserido na solução do solo, Segundo Haynes (1984), o solo adsorve ácidos orgânicos com grande energia, competindo com os sítios de adsorção de P, aumentando sua disponibilidade às plantas. Para Sá et al. (2010) outro aspecto importante sobre a disponibilidade do P é a atividade da enzima fosfatase, principalmente na rizosfera, devido seu papel sobre a degradação dos compostos orgânicos fosfatados, liberando o fosfato de forma mais rápida para a solução do solo.

Fazendo uma relação entre a disponibilidade de fósforo no solo e a diagnose realizada na folha, entende-se que a absorção deste elemento pela planta está muito mais ligada a sua concentração bem como a sua disponibilidade no solo, do que a aplicação deste através de fertilizantes químicos, ou seja, a mínima aplicação de matéria orgânica ao solo pode suprir a necessidade da cultura para o crescimento vegetativo, desde que a concentração deste elemento no solo seja alta. Os teores médios de fósforo na folha situaram-se entre 4 e 5 g kg⁻¹, teor acima do que Malavolta e Mendes et al. (2008) consideram ideal para um ótimo de crescimento da planta (3 g kg⁻¹).

A figura 14 apresenta o comportamento das médias do teor foliar do potássio comparadas pelo teste de Dunnet a 5 ou 1% de probabilidade, observa-se que a os tratamentos não diferiram da testemunha do biofertilizante, entretanto

para a adubação convencional os tratamentos 4, 5, 8 e 9 foram superiores estatisticamente. As testemunhas não foram comparadas entre si pela ausência de efeito entre elas demonstrada pela análise de variância (Tabela 11). Os valores médios situaram-se entre 21 e 30 g kg⁻¹, todos estão abaixo dos recomendados por Malavolta (1997) e Mendes et al. (2008) que citam para um ótimo crescimento da cebola um teor mínimo de 40 g kg⁻¹ de potássio na matéria seca da parte vegetativa da planta, Bertoni (2011) observou 35,78 g kg⁻¹ de potássio na matéria seca da folha de cebola da cultivar IPA – 11 e uma produtividade de 10,90 t ha⁻¹ sob cultivo orgânico. Segundo Mendes et al. (2008) o potássio atua em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento de estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle de pH, e sua deficiência se caracteriza por murchamento das folhas; as mais velhas apresentam coloração amarelada, progredindo para o secamento nas pontas.

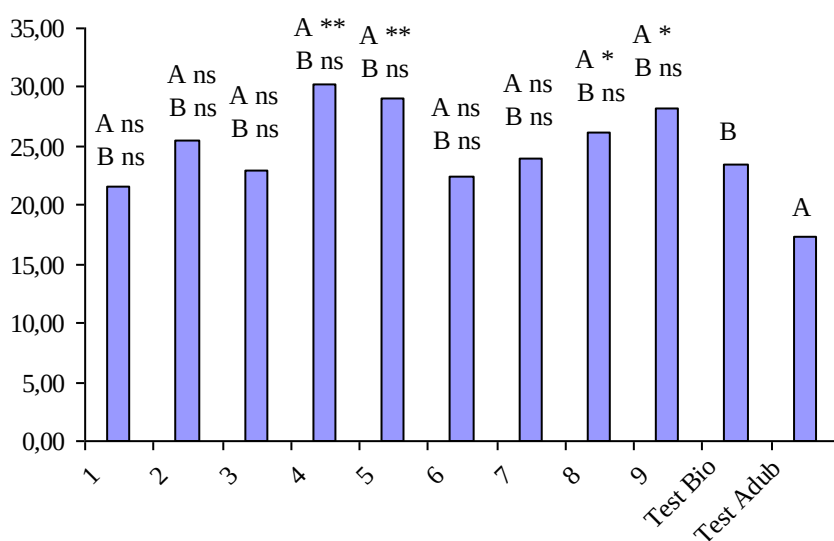


Figura 14. Representação do teor foliar de potássio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, comparados com as testemunhas, cv. IPA – 11, ^{ns} não significativo ou (*) e (**) significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% ou 1%, Mossoró, RN, 2012.

A superfície de resposta para o teor de cálcio em função das doses de biofertilizante e da adubação mineral (Figura 15) mostra que o teor desse elemento na folha apresentou efeito linear para adubação mineral e efeito quadrático para as doses de biofertilizante, apresentando como maior teor estimado 3,78 g kg⁻¹, com as doses 45 L/ha/dia de biofertilizante e 100% da adubação mineral. Este teor ainda é considerado baixo se comparados aos recomendados por Malavolta (1997) e Mendes et al. (2008) (4 g kg⁻¹).

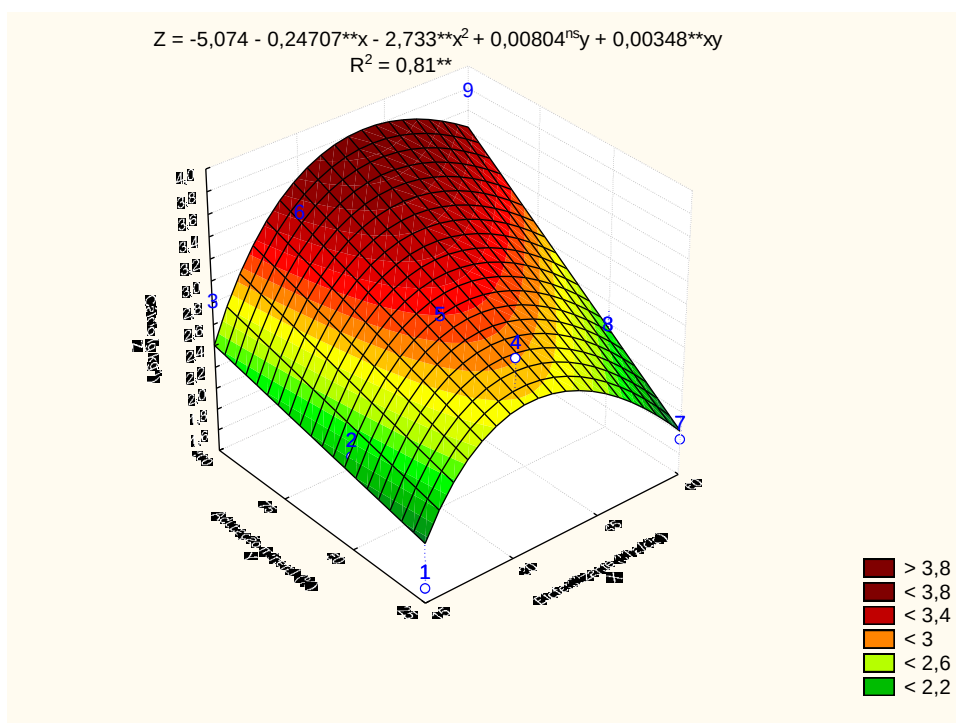


Figura 15 – Teor foliar de cálcio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

A diferença no teor desse nutriente entre os tratamentos deve-se provavelmente a disponibilidade do elemento no solo (2,2 cmol_c cm⁻³), ao fornecimento pela água de irrigação (0,8 mmol_c L⁻¹) e principalmente pelo fornecimento de nitrato de cálcio, este ultimo foi utilizado como fonte de

nitrogênio, ou seja, a quantidade fornecida foi calculada para o suprimento de nitrogênio e não de cálcio, dessa forma o cálcio foi fornecido de forma indeterminada e sem levar em consideração a necessidade da cultura.

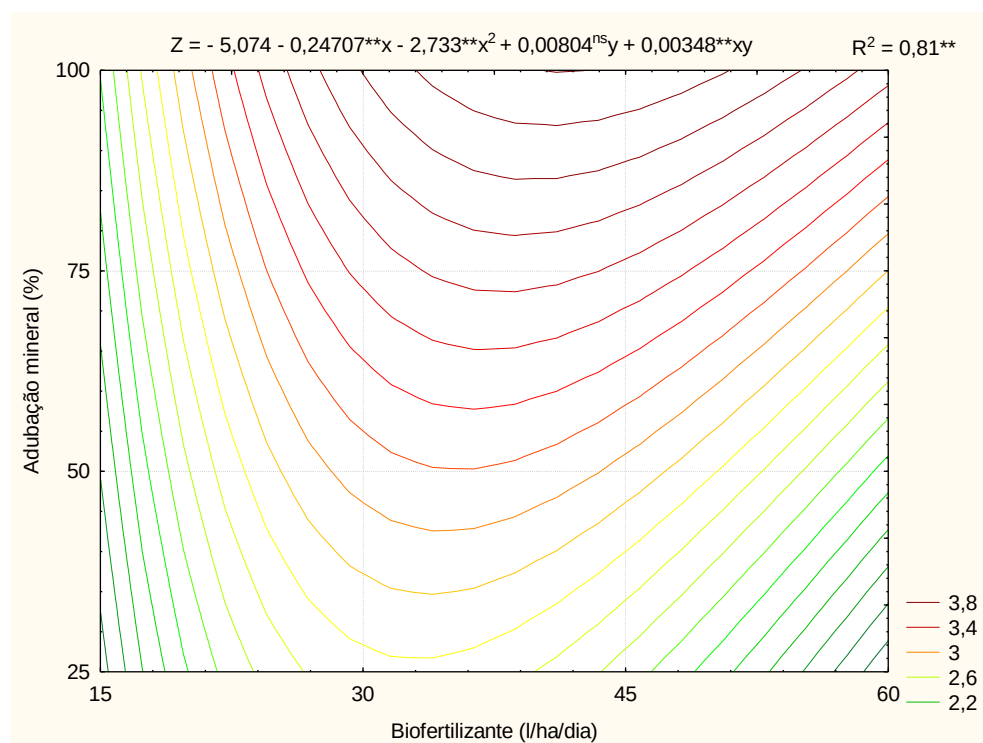


Figura 16. Isolínhas da superfície de resposta para o teor foliar de cálcio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Mesmo com o fornecimento de cálcio como já foi citado, os teores ficaram abaixo do ótimo recomendado, apesar do fornecimento por diversas fontes, provavelmente o cálcio foi complexado com as cargas negativas do solo como o fósforo que estava em grande concentração e deve ter favorecido a formação de íons fosfatados precipitados como o fosfato de cálcio $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, uma segunda hipótese é que quando a matéria orgânica foi adicionada em maior quantidade houve uma afinidade do cálcio com os grupos carboxílicos do ácido húmico ou do ácido

fúlvico, tornando-se fortemente ligados as cargas negativas dos colóides orgânicos, formando quelatos como explica Mendonça et al. (2006).

Para o magnésio a superfície de resposta (Figura 17), demonstra a influencia dos fatores doses de biofertilizante e adubação mineral no teor de desse nutriente na folha. Pela equação observa-se que houve efeito quadrático para ambos os fatores, demonstrando forte contribuição das doses de biofertilizante e da adubação mineral para o teor de magnésio na folha. O maior valor estimado foi 1,39 g kg⁻¹ com as doses máximas (60 L/ha/dia de biofertilizante e 100% da adubação mineral), para Malavolta (1997) e Mendes et al. (2008) o teor de magnésio na folha para um ótimo crescimento da cebola é 4 g kg⁻¹, abaixo do encontrado neste trabalho.

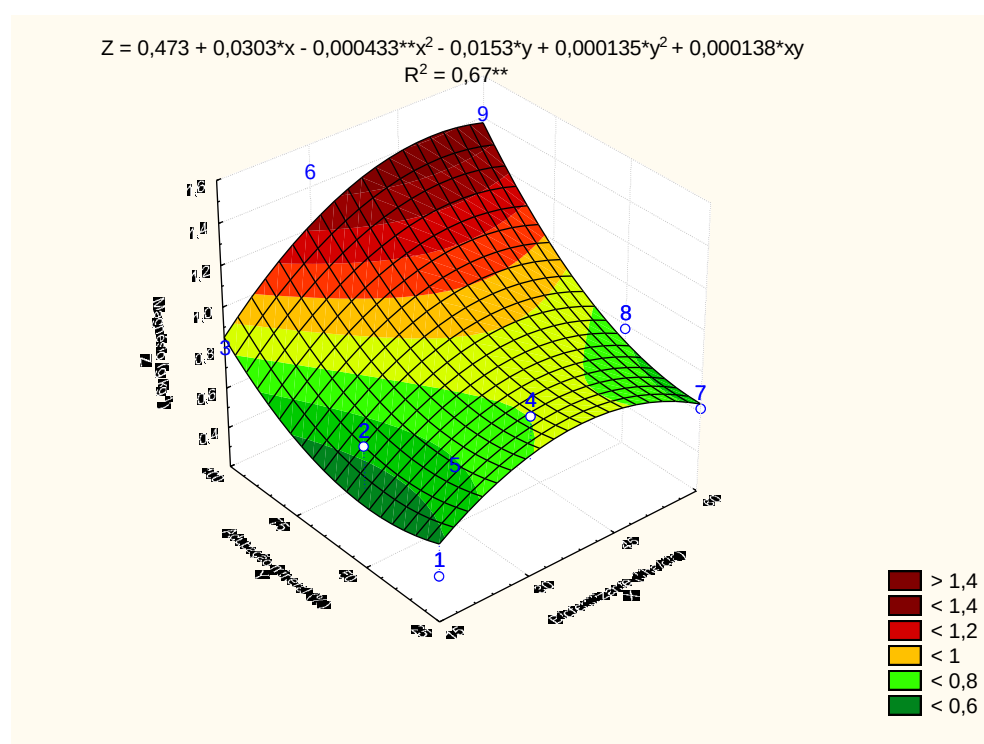


Figura 17 - Teor foliar de magnésio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Segundo Sá et al. (2010) a disponibilidade de magnésio no solo é extremamente afetada pela presença de outros cátions como potássio e cálcio. Como pode ser visto na análise do solo da área experimental (tabela 2) esses nutrientes estão em boa concentração no solo, além de serem fornecidos também pela água de irrigação, pelos fertilizantes e ainda pelo adubo orgânico, dessa forma a absorção do magnésio pela planta pode ter sido prejudicada, mesmo nos tratamentos que apresentaram maior valor estimado.

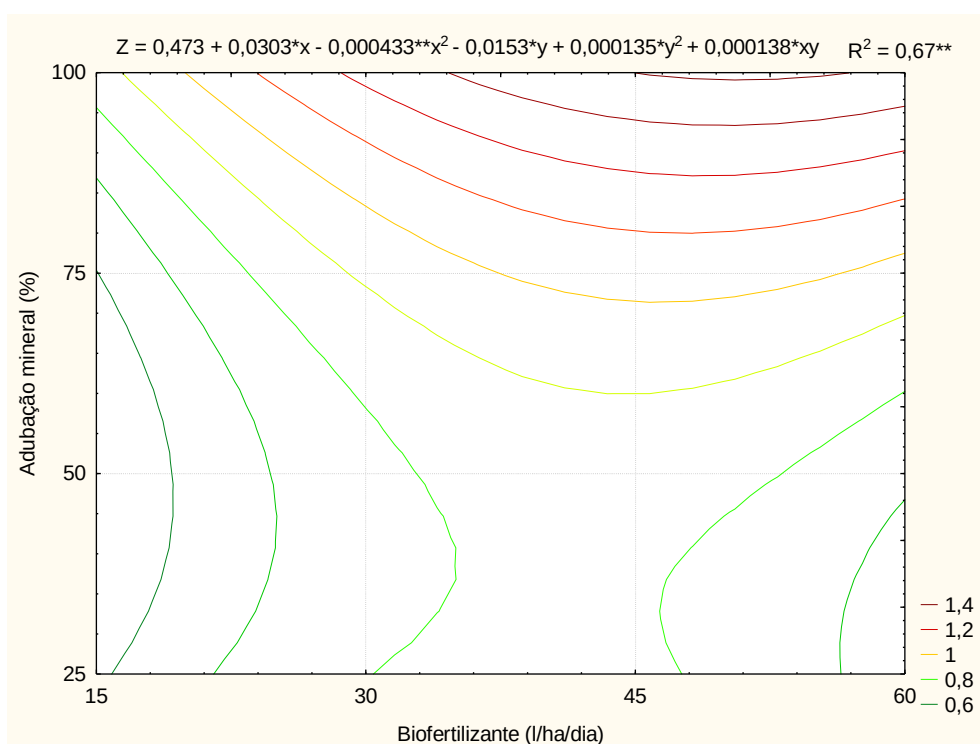


Figura 18. Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de magnésio aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Em relação ao manganês observa-se pelo resumo da análise de variância efeito significativo das testemunhas com o fatorial, como as testemunhas são a repetição de doses usadas no fatorial a confecção de uma superfície de resposta para representação dos resultados torna-se inadequada por gerar uma superfície de

resposta desbalanceada com R^2 impreciso e provavelmente com uma curva que não explica o comportamento dos dados, dessa forma a representação desses resultados foi realizada através do teste de Dunnett, comparando-se as testemunhas com os tratamentos fatoriais. Pela figura 19 observa-se que a testemunha do biofertilizante não diferiu estatisticamente de nenhum dos tratamentos testados, entretanto a testemunha da adubação mineral foi inferior estatisticamente aos tratamentos 2, 5 e 9, não diferindo dos demais. Os teores médios situaram-se entre 32 e 46 mg kg^{-1} , este teor é considerado baixo se comparado aos recomendados por Mesquita Filho (2001) e Vidigal et al. (2002) que mencionam a faixa adequada de Mn nas folhas de cebola como de 50 a 250 e de 50 a 300 mg kg^{-1} , respectivamente. Bertonni (2011) observou teores foliares de manganês de 15,46 mg kg^{-1} e obteve uma produtividade considerada baixa 10,90 t ha^{-1} com a cultivar IPA – 11.

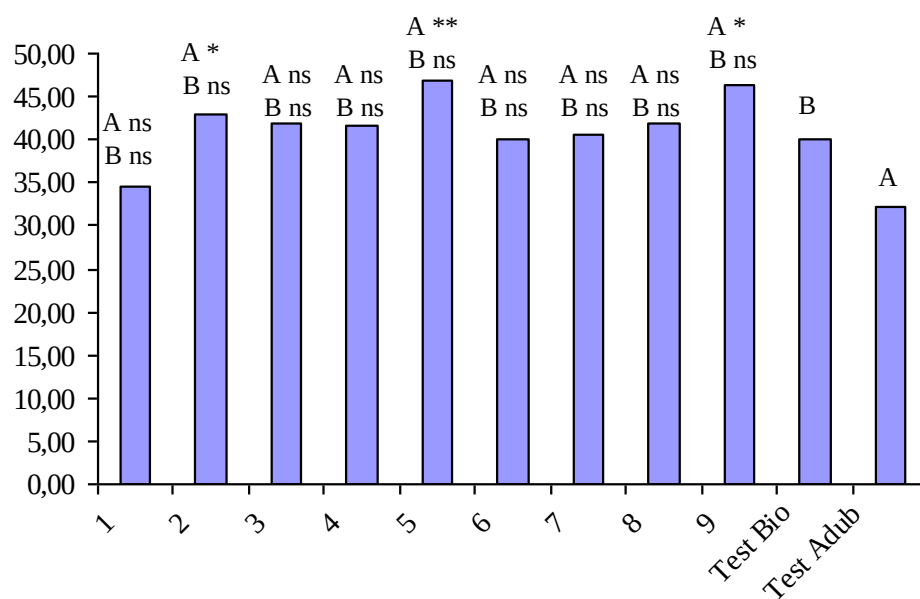


Figura 19. Representação do teor foliar de manganês aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, comparados com as testemunhas, cv. IPA – 11 ^{ns} não significativo ou (*) e (**) significativamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% ou 1%, Mossoró, RN, 2012.

Para Camargo et al. (1982); Bataglia (1988); Ernani (2008) o pH é o atributo de solo que normalmente mais altera a disponibilidade de micronutrientes. A elevação do pH diminui a disponibilidade de manganês entre outros micronutrientes e como o solo usado neste trabalho foi alcalino pode ter influenciado a uma baixa absorção de manganês.

Quanto ao zinco pela superfície de resposta (Figura 20) observa-se efeito quadrático da adubação mineral e ausência de efeito para as doses de biofertilizante, demonstrando que a adubação mineral promoveu o maior incremento no teor de zinco na folha.

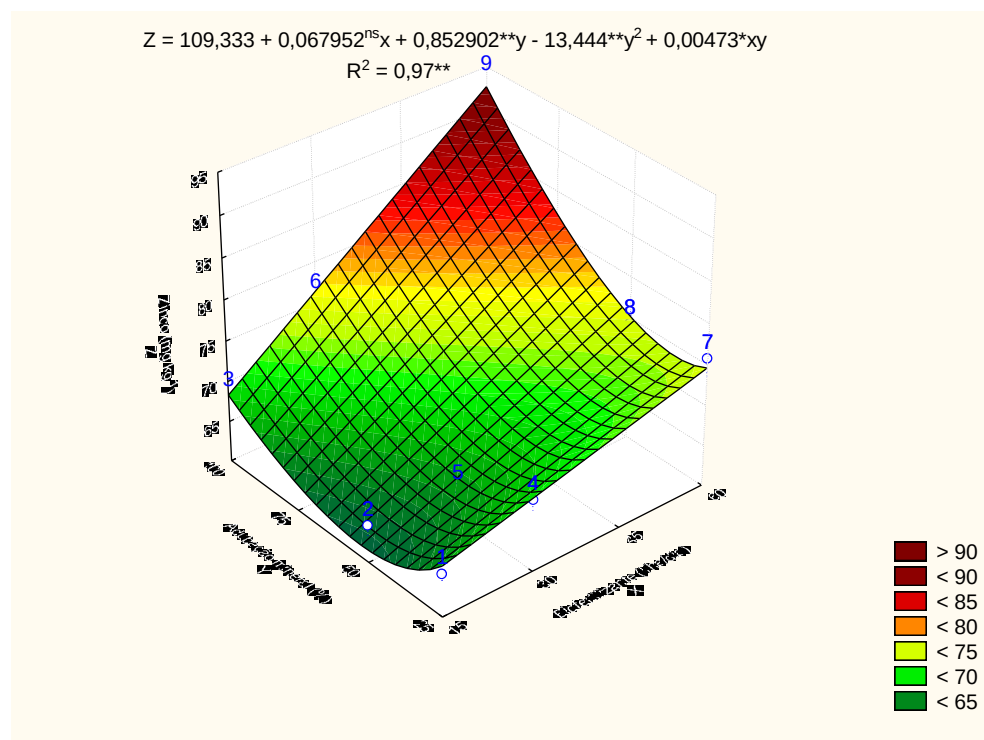


Figura 20 - Teor foliar de zinco aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Verifica-se uma tendência de aumento na concentração deste nutriente nas doses extremas de ambos os fatores, entretanto o maior valor estimado foi

94,99 mg kg⁻¹ com as doses 60 L/ha/dia de biofertilizante e 100% da adubação mineral, esse comportamento pode ser entendido pelo fato do biofertilizante apresentar em sua composição além dos micronutrientes presentes no esterco a adição do Soil Set que também é fonte de micronutrientes e ainda a influencia que a matéria orgânica pode ter exercido na em sua absorção.

Para Al-Wabel et al. (2002) a capacidade de troca de cátions do solo tem influencia direta na disponibilidade de zinco, numa condição de CTC média a alta o zinco pode entrar mais rapidamente para a solução do solo, essa condição de CTC boa foi observada no solo utilizado neste trabalho. Bertoni (2011) obteve 61,76 mg kg⁻¹ de zinco na folha de cebola, teor considerado bom levando-se em conta que a faixa de ótimo para esse micronutriente é muito ampla de 3 a 150 mg kg⁻¹ (MENDES et al. 2008), os teores observados neste trabalho estão dentro da faixa recomendada 63,8 a 93,7 mg kg⁻¹.

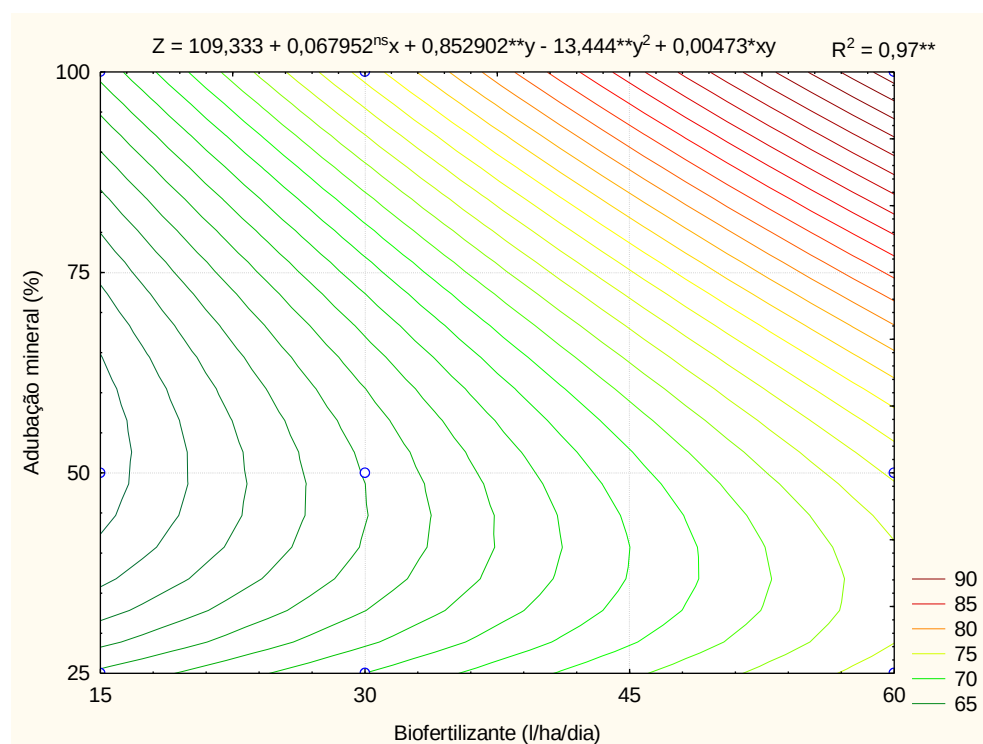


Figura 21. Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de zinco aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 17. Testemunhas adicionais para o teor foliar de zinco aos 47 DAT, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
93,73 a	73,42 b
C.V.	7,68

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A análise das testemunhas adicionais para o teor foliar de zinco demonstra uma tendência diferente da encontrada nas características produtivas, ou seja, a superioridade estatística foi da testemunha do biofertilizante. Comparando esses resultados com a superfície de resposta, observa-se que apenas o ponto 9, ou seja, o tratamento que recebeu 100% da adubação mineral e 60 l/ha/dia do biofertilizante obteve valor semelhante. Esse comportamento demonstra que a adição de matéria orgânica ao solo favorece a absorção de zinco, principalmente quando a fonte usada é o biofertilizante enriquecido com micronutrientes.

Para o ferro a superfície de resposta (Figura 22) demonstra que houve efeito quadrático de ambos os fatores. O maior valor estimado foi 216,81 mg kg⁻¹ com as doses 15 L/ha/dia de biofertilizante e 50% da adubação mineral. Bertoni (2011) observou teor de 291,26 mg kg⁻¹ nas folhas e verificou que o ferro foi o micronutriente mais absorvido pela cultivar IPA – 11, da mesma forma afirmam Vidigal et al. (2003) e (2010) que observaram nos teores foliares que o ferro foi o micronutriente mais absorvido. Mesmo o maior valor estimado está abaixo dos valores observados pelos diferentes autores citados, dois fatores podem ter contribuído para esse comportamento, um é a alta concentração de fósforo no solo, pois, segundo Missio; Nicolosso (2005) em solos com pH alcalino e alta concentração de fósforo há uma grande formação de precipitado com fosfato de ferro insolúvel, outro fator já mencionado pode ter sido o pH alcalino do solo onde foi instalado o experimento, segundo Lindsey (1972) a solubilidade do Fe decresce,

aproximadamente, mil vezes para cada unidade de aumento do pH do solo, na faixa de pH de 4 a 9.

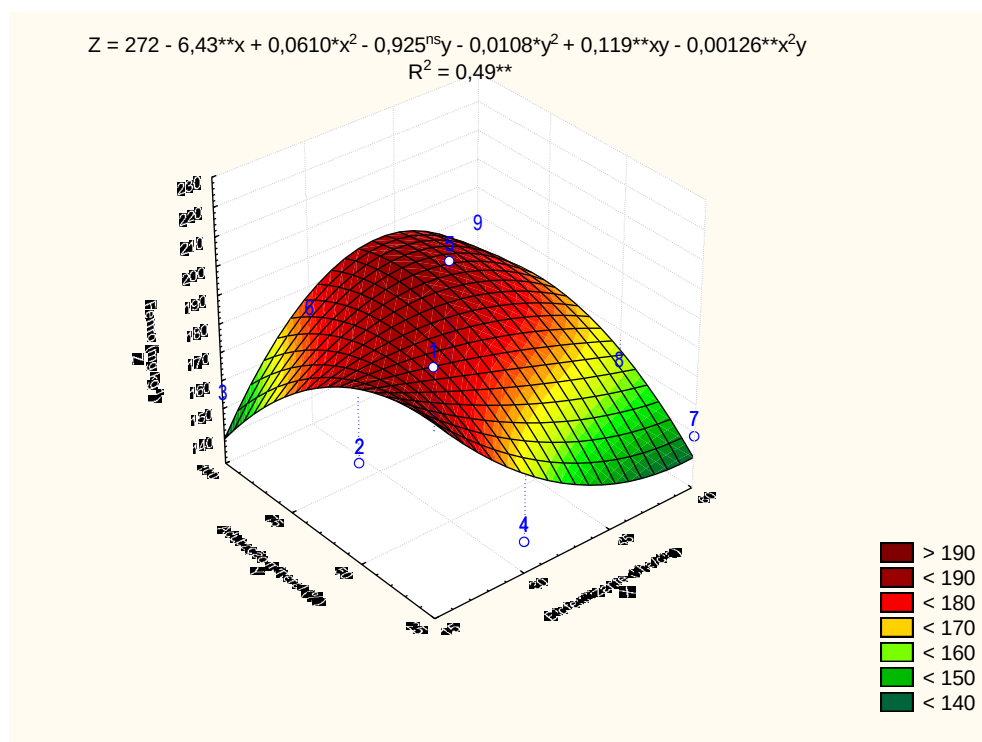


Figura 22 - Teor foliar de ferro aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Tabela 18. Testemunhas adicionais para o teor foliar de ferro aos 47 DAT, Mossoró, RN, 2012.

Testemunhas	
Biofertilizante	Adubação mineral
148.69 a	141.34 a
C.V.	3,84

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Pela tabela 18 verifica-se que não houve diferença significativa entre as testemunhas, entretanto a tabela foi apresentada pelo fato da análise de variância

demonstrar efeito significativo do fatorial com as testemunhas, ou seja, houve diferença entre os 9 pontos da superfície com as testemunhas. O fato das testemunhas não diferirem por si só já é bem esclarecedor, pois indica o quanto a matéria orgânica consegue complexar-se aos íons de ferro e disponibilizá-los para a planta.

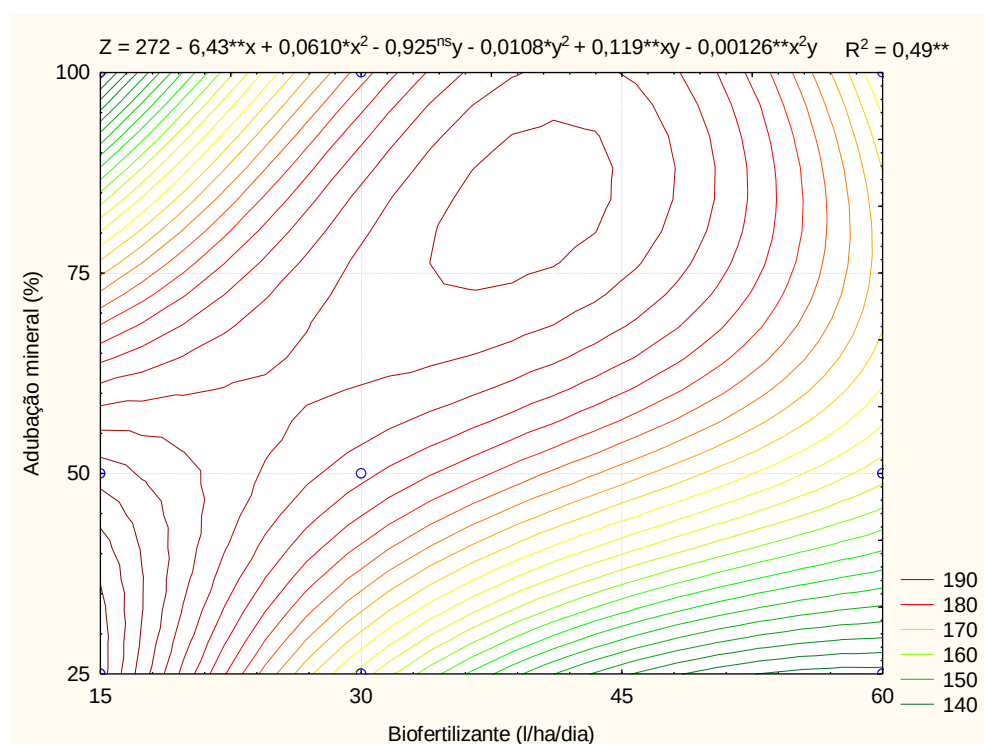


Figura 23. Isolinhas da superfície de resposta para o teor foliar de ferro aos 47 DAT em função das doses de biofertilizante e adubação mineral, cv. IPA – 11, Mossoró, RN, 2012.

Os níveis de produtividade total e comercial alcançados neste trabalho não demonstram a realidade da produção de cebola local, pois em plantios comerciais na região com a cultivar IPA – 11 a produtividade normalmente chega a 35 t ha^{-1} , entretanto, levando-se em consideração as condições do experimento identificamos que a dose 60 L/ha/dia de biofertilizante e 75% da adubação mineral promoveram a maior produtividade total e comercial, sugere-se, portanto a realização de uma

análise econômica para identificar se a utilização do biofertilizante nesta dose reduz o custo com fertilizantes minerais em 25%, pois para a produção do biofertilizante é necessária a construção de estruturas de armazenamento e filtragem, além da compra dos aditivos como o melaço, Soil set e o Composteid.

A baixa produtividade observada neste trabalho pode ter sido consequência da deficiência nutricional observada na diagnose foliar, levando-se em consideração que a diagnose foi realizada na metade do ciclo e antes do período de maior exigência nutricional (bulbificação), essa deficiência pode ter sido agravada ao longo do ciclo dificultando a formação dos bulbos. Como citado anteriormente o transplante tardio das mudas e seu desenvolvimento reduzido pode ter causado esse efeito, pois atrasou todo o processo de absorção da planta e o fornecimento dos nutrientes não foram nas épocas adequadas. Dessa forma sugere-se a repetição deste trabalho uma melhor identificação nas doses ótimas.

5. CONCLUSÕES

A combinação das doses 60 L/ha/dia de biofertilizante e 75% da adubação mineral promoveu os maiores valores para produtividade total, comercial e massa seca do bulbo.

A maior produtividade não comercial e massa média do bulbo foram alcançadas com a ausência de biofertilizante e 50% da adubação mineral.

A menor porcentagem de refugo foi observada com as doses 30 L/ha/dia do biofertilizante e 50% da adubação mineral.

Os teores de N, K, Ca, Mg, Mn e Fe foram abaixo do recomendado para ótimo desenvolvimento da cultura.

O P e Zn foliar apresentaram valor dentro do recomendado para a cebola.

6. REFERÊNCIAS

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

AL-WABEL, M. A.; HEIL, D. M.; WESTFALL, D. G.; BARBARICK, K. A. Solution chemistry influence on metal mobility in biosolids-amended soils. **Journal Environ Quality**. v. 31, n. 4, 2002, p. 1157-1165.

ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, J. C.; VENEGAS-FLORES, S.; SOTO-AYALA, C.; CHÁVEZ-VARGAS, A.; ZAVALA-SÁNCHEZ, L. Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. **Avances en Investigación Agropecuaria**, Colima, v. 15, n. 2, 2011, p. 29-43.

ALVES, G. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; SANTOS, D.; ALVES, S. S. V.; SILVA, J. A. Fertilidade do solo cultivado com pimentão sob aplicação de diferentes tipos biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, n.4, 2009. p. 33-41.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, M. L.; SILVA, E. E. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, 2007. p. 466–470.

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C. Custos. In: COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. (Ed.). **Cultivo da cebola no Nordeste**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. (Sistemas de Produção, 3). Disponível em: <http://www.cpsa.embrapa.br/sistema_producao/spcebola/custos.htm> . Acesso em: 12 jan. 2012.

ARAÚJO, J. F.; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C.; PEDREIRA, C. M.; SANTOS, C.; LEITE, W. M. Avaliação de genótipos de cebola em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 2004. Suplemento (CD-ROM).

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

BARROS, L. E. O.; LIBERALINO FILHO, J. Composto orgânico sólido e em suspensão na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata*, wilkzeck). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1, 2008. p.114-122.

BATAGLIA, O. C. Micronutrientes: Disponibilidade e interações. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina, 1988. p.121-130.

BERTONNI, M. M. **Desempenho de cultivares de cebola em sistema orgânico na região metropolitana de Curitiba**. 72 p. (Dissertação de Mestrado) – UFP, Curitiba, 2011.

BETTIOL, W. Productos alternativos para el control Del oidio (*Sphaerotheca fuliginea*) de la calabaza. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FITOPATOLOGIA, 8, 1996, Córdoba. **Anais...** Córdoba. 1996, p.232, 1996.

BEZERRA, L. L.; SILVA FILHO, J. H.; ANDRADE, D. F. R.; MADALENA, J. A. S. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: crescimento e produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.3, 2008. p.131-139.

BISSO, F. P.; BARROS, I. B. I. DE; SANTOS, R. S. Biofertilizante foliar em diferentes concentrações e frequências de aplicação de calêndula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1, 2003, **Anais...** Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. (CD-ROM).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. **Portaria n. 529 de 18 agosto 1995**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção1. p.13513. 1995.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; DECHEN, A. R. Efeitos do pH e da incubação na extração de manganês, zinco, cobre e ferro do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Porto Alegre, v.6, 1982, p. 83-88.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. A.; MENEZES JÚNIOR, J. C.; PRAZERES, S. S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 3, 2008, p. 78 – 86.

CANDEIA, J. A.; SILVA, M. C.; MENEZES, J. T. **Cultura da cebola**. Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2004. (Folhetos explicativos).

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

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, V. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, 2010. p. 251-261.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit as function of biofertilizers bovine. **Fruits**, Paris, v.63, n.1, 2008. p.1-10.

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

COSTA, C. L. L.; BATISTA, J. E; COSTA JÚNIOR, C. O.; SANTOS, A. P.; SILVA, M. L. Uso de adubo fosfatado na cultura do melão em solos de origem calcária. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, 2011. p. 07-11.

COSTA, N. D.; ARAUJO, J. F.; SANTOS, C. A. F.; RESENDE, G. M.; LIMA, M. A. C. Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico e tipos de solo no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, 2008. p. 476-480.

CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; RIBEIRO L. P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P. L.; AGUIAR, A. C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Ação do biofertilizante Agrobio sobre a mancha-bacteriana e desenvolvimento de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, 2005, p.117-122.

DEVIDE, A. C. P.; AGUIAR, L. A.; MIRANDA, S. C.; RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Determinação do efeito fitotóxico de um biofertilizante líquido utilizado em viveiros de café, por meio de bioensaios em casa-de-vegetação. **Embrapa Agrobiologia**, 4p., 2000 (Comunicado técnico, 42).

DUENHAS, L. H. **Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação**. 73p. (Tese de Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

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

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas**. Lages, 2008. 229p.

FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R.; POSSIDEO, E. L. Adubação orgânica e mineral na cultura do melão em um Vertissolo do Sub-médio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, 1994. p.191-197.

FEITOSA FILHO, J. C.; PINTO, J. M., ARRUDA, N. T. Dimensionamento, construção e características hidráulica de um injetor tipo Venturi para uso na uimigação. **Irriga**, Botucatu, v.4. n.2, 1999, p. 68-82.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, 2002, p.45-50.

FIGUEIREDO, A.F.; RESENDE, J.T.V.; HUNGER, H.; PAULA, J. T.; DIAS, D. M.; FARIA, M.V. Desempenho de genótipos comerciais de cebola cultivados em diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, **Anais...** Viçosa: ABH, 2011, Horticultura Brasileira, Brasília, v. 29, p. 2265-2272. (Suplemento CD-ROM).

FRANÇA, C. P.; MESQUITA, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; ARAUJO, D. L.; FARIAS, A. A.; ARAUJO, D. L. Teores de micronutrientes em solo cultivado com mamoeiro baixinho de santa amália, tratado com biofertilizante bovino. **Revista de biologia e ciências da terra**, n. 1, 2009. p. 37-42.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, 2008. p. 36-41.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, 2011. p.167-177.

GONÇALVES, M. M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica**. Pelotas: EMBRAPA, 2009. 7 p. (Circular Técnica, 78).

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças Guaíba**: Agropecuária, v. 2, 2001. p.241-268.

GROSS A, ARUSI R, FINE P, NEJIDAT A. Assessment of extraction methods with fowl manure for the production of liquid organic fertilizers, **Bioresour Technol**, Israel, v. 99, n. 2, 2008, p. 327-334.

HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D. de; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.447-474.

HAYNES, R. J. **Lime and phosphate in the soil plant system**. Advanced Agronomia, v.37, p.249-315, 1984.

ICUMA, I. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. E. Efeito do uso de biofertilizante supermagro-agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. 2000, **Anais...** Fortaleza-CE. 2000. CD-ROM.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola**. IBGE/CEPAGRO, 2011, 76 p.

KACZMARCZYK, P. H.; RESENDE, J. T. V.; ARGANDONNA, E. J. S.; MARCHESI, A.; MINTKEWSKI, R. M.; FARIA, M. V.; PIRES, D. B.; NASCIMENTO, I. R.; JURASKI, M. A.; VARGAS, P. F. Desempenho de cultivares de cebola em sistemas orgânico e convencional de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, **Anais...** Goiânia:ABH, 2006.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agronômicos e ambientais**. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, 2005. 16 p. (Circular Técnica, 63).

KUPPER, K.C.; BETTIOL, W.; GÓES, A.; SOUZA, P.S.; BELLOTE, J.A.M. Biofertilizer for control of *Guignardia citricarpa*, the causal agent of citrus black spot, **Crop Protection**, n. 25, p. 569-573, 2006.

KURTZ, C.; ERNANI, P. R. Produtividade de cebola influenciada pela aplicação de micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Porto Alegre, v. 34, n. 1, 2010. p. 133-142.

LEITE, G. F.; CUNHA NETO, F. R.; RESENDE, A. V. Produtividade agrícola da cana-de-açúcar adubada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, 2009. p.132-138.

LEITE, W. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; RESENDE, G. M.; SANTOS, G. M.; FARIA, C. M. B.; PINTO, J. M. Comportamento de cultivares de cebola no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005, **Anais...** Fortaleza, 2005. (CD-ROM).

LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in soil. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. **Micronutrients in agriculture**. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.41-57.

LONGO, A. E. **Micropropagação de alho e ginogênese *in vitro* de cebola**. 130 f. (Dissertação de Mestrado), Campinas:IAC, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARCOLINI, M. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; PORTO, D. R. Q.; DIAS, R. S. C. Acúmulo e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo híbrido de cebola Superex. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, **Anais...** Goiânia:ABH, 2006.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por Aspersão em Hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2008. 150 p.

MARROCOS, S. T. P. **Cultivo do meloeiro com a utilização de biofertilizantes, aplicado via fertirrigação.** 62f. (Dissertação de Mestrado), UFERSA:DCV, Mossoró-RN, 2011.

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. Q.; VARGAS, P. F.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, 2008. p.507-512.

MEDEIROS, R. F. **Uso de biofertilizantes como indicador de tolerância à salinidade pelo tomateiro-cereja.** 67 f. (Dissertação de Mestrado). CCA:UFPB, Areia, PB, 2011.

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 Sub-médio do Vale do São Francisco.** Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 2008, 10 p. (Comunicado Técnico, 86).

MENDONÇA, E. S.; ROWELL, D.L.; MARTINS, A.G.; SILVA, A.P. Effect of pH on the development of acidic sites in clayey and sandy olam Oxisol from the Cerrado Region, Brazil. **Geoderma**, v.132, 2006, p.131-140.

MESQUITA FILHO, M. V.; SOUZA, A. F.; FURLANI, P. R. Hortaliças de bulbo, tubérculo, raiz e fruto. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. V.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura.** Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.511-525.

MISSIO, E. M.; NICOLOSO, F. T. Distúrbios nutricionais induzidos pela adubação de fósforo e ferro em plantas jovens de grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, 2005, p. 377-389.

OLIVEIRA, A. F.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T. Eficiência agronômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semi-árido nordestino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, 2008. p.05-11.

PAULA, P. D.; RIBEIRO, R. L. D.; GUEDES, R. E.; COELHO, R. G.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Desempenho de cultivares de cebola sob manejo orgânico em diferentes épocas de semeadura no Estado do Rio de Janeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, 2002, **Resumos...** Rio de Janeiro: Fertbio, 2002.

PAULA, P. D.; RIBEIRO, R. L. D.; GUEDES, R. E.; COELHO, R. G.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Época de plantio e desempenho de cultivares de cebola sob manejo orgânico no estado do Rio de Janeiro**. Seropedica: EMBRAPA/CNPAB, 2003, 4 p. (Comunicado Técnico, 60).

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 53 f. (Dissertação de Mestrado), Jaboticabal, UNESP: FCAV, 2002.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura orgânica: formação e condução**. Viçosa: Aprenda fácil, 2004. 308p.

PENTEADO, S. R. **Introdução a Agricultura Orgânica: Normas e Técnicas de Cultivo**. Campinas – São Paulo. Editora Grafimagem, 2004. 113 p.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; GAMA, J. S. N.; MEDEIROS, R. F. **Biodigestores: forma eficiente de aproveitamento dos resíduos**. João Pessoa. Sal da Terra, 2010, 102 p.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, 2008, p. 280- 286.

RESENDE, F. V.; LIMA, D. B.; SAMINEZ, T. C. O.; MENDONÇA, J. L. Avaliação de cultivares de cebola em relação ao manejo da adubação e cobertura morta de solo em sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, **Resumo...** Recife: SOB, Horticultura Brasileira, v. 21. 2003. p. 1-4.

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

RODOLFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, 2008. p 134-145.

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

SÁ, J. R.; OLIVEIRA, A. E. S.; MEDEIROS, J. F.; NOGUEIRA, N. W.; SILVA, C. B. Interação da adubação organo-mineral nos atributos químicos do solo na cultura do melão em Mossoró – RN – Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.3, 2010, p. 89 – 100.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza**. 2º ed. Niterói: EMATER – RIO, 1992. 162p.

SANTOS, E. E. F. **Acúmulo de nutrientes e relação Ca:Mg no cultivo da cebola, no Sub-médio São Francisco**. 120 p. (Tese de Doutorado), Botucatu, FCA:UNESP, 2007.

SANTOS, J. S.; SANTOS, M. R.; PIRES, M. M. M. L.; BATISTA, P. F.; SANTOS, G. M.; ARAGÃO, C. A. Avaliação da produção e qualidade de bulbos de cebola submetida a diferentes sistemas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, **Anais...** Goiânia:ABH, 2006.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 1, 2004.

SHEHATA, S. M.; ABDEL-AZEM, H. S.; EL-YAZIED, A. A.; EL-GIZAWY, A. M. Interactive Effect of Mineral Nitrogen and Biofertilization on the Growth, Chemical Composition and Yield of Celeriac Plant. **European Journal of Scientific Research**, Seychelles, v. 47 n. 2, 2010. p. 248-255.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILAV, M. S. L.; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizante líquido. **Comunicado Técnico**, Petrolina, n. 130, 2007. 4p.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, 2008, p.172-180.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.

SOUZA, J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S.. Avaliação de genótipos de cebola no Semi-Árido Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 26, n. 1, 2008, p. 097-101.

SOUZA, R. J., RESENDE, G. M. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 115 p. (Textos Acadêmicos - Olericultura, 21).

STATSOFT. Statistica for Windows – computer program manual. Tulsa, UK: StatSoft, 1995.

SULBARAN, J.; BARRIOS, R.; LÓPEZ, M.; FERRER, J. Evaluacion de biofertilizantes bacterianos conjuntamente con agricultores en el cultivo cebolla (*Allium cepa*). In: CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 19, 2011, **Resúmen...** Calabozo: SVCS, 2011.

TAVELA, L. B. **Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico sob diferentes coberturas de solo nas condições de Rio Branco – AC**, 46 p. (Dissertação de Mestrado) Rio Branco:UFA, 2011.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 15, n. 29, 2004. p. 131-140.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, p. 571-583, 2003.

VIANA, J.V.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, V. F.; SANTOS, G. P.; ARAÚJO FILHO, J. O. T. Produção de cenoura (*Daucus carota* L.) sob diferentes fontes de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, **Resumo...** Recife: SOB, Horticultura Brasileira, v. 21. 2003. p. 1-4.

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 transplante de mudas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.1, 2010, p.59-70.

VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; SANTOS, M. R. Uso de composto orgânico de esterco de suínos na produção de cebola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, **Anais...** Goiânia:ABH, 2006.

VIDIGAL, S. M.; PEREIRA, P. R. G.; PACHECO, D. D. Nutrição mineral e adubação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23 n.218, 2002, p. 36-50.

VITERI, S. E.; GRANADOS, M.; GONZÁLEZ, A. R. Potencial de los caldos rizósfera y súper cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). **Agroecología Colombiana**, Bogotá, v. 26, n. 3, 2008. p. 517-524.

WU, S. C.; CAO, Z. H.; LI, Z. G.; CHEUNG, K. C.; WONG, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, Amsterdam, v.125, 2005. p.155–166.